

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI  
BARLETTA-ANDRIA-TRANI



COMUNE DI MINERVINO



Denominazione impianto:

**SCAPANIZZA**

Ubicazione:

**Comune di Minervino (BT)  
Località "Scapanizza"**

Foglio: 47 / 44

Particelle: varie

**PROGETTO DEFINITIVO**

**DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RTN DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 87.782,8 kWDC E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 76.429,92 kWAC, DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTI NEI COMUNI DI MINERVINO (BT), VENOSA E MONTEMILONE (PZ) E PIANO AGRONOMO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA.**

PROPONENTE



SOLAR ENERGY VENTUNO S.r.l

**SOLAR ENERGY VENTUNO S.R.L.**

Via Sebastian Altmann, 9

39100 Bolzano (BZ)

P.IVA: 03084730211

PEC: solareenergyventuno.srl@legalmail.it

**Codice Autorizzazione Unica 1YK0OC8**

ELABORATO

**Vulnerabilità gravi incidenti – Rischio incendi**

Tav. n°

**1.VI.a**

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Febbraio 2023	Integrazione richiesta dal MASE con nota prot. 0000407 del 16/01/2023			

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. ANTONIO ALFREDO AVALLONE

Via Lama n.18 - 75012 Bernalda (MT)

Ordine degli Ingegneri di Matera n. 924

PEC: antonioavallone@pec.it

Cell: 339 796 8183



IL TECNICO

Dott. Ing. ANTONIO ALFREDO AVALLONE

Via Lama n.18 - 75012 Bernalda (MT)

Ordine degli Ingegneri di Matera n. 924

PEC: antonioavallone@pec.it

Cell: 339 796 8183



Spazio riservato agli Enti

# SOMMARIO

1	PREMESSA.....	1
2	SICUREZZA SUL LAVORO.....	2
3	RISCHIO INCENDIO.....	4
3.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
3.2	CRITERI PROGETTUALI.....	5
3.3	SICUREZZA DELLE INSTALLAZIONI.....	7
3.4	DOTAZIONI IMPIANTISTICHE DI SOCCORSO.....	7
3.4.1	Mezzi di estinzione portatili.....	8
3.5	SEGNALETICA DI SICUREZZA.....	9
3.6	DISTANZA DA IMPIANTI ESISTENTI.....	10
3.7	MODALITÀ GESTIONALI E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO.....	10
3.7.1	Manutenzione stringhe fotovoltaiche.....	11
3.7.2	Manutenzione struttura di sostegno.....	11
3.7.3	Manutenzione quadri elettrici.....	11
3.8	SALVAGUARDIA DEGLI OPERATORI VV.F.....	12
4	CADUTA FRAMMENTI DI AEROGENERATORI LIMITROFI.....	13
4.1.1	Calcolo della velocità periferica.....	18
4.1.2	Calcolo della gittata massima.....	19
5	RISCHIO DISTACCO DEI PANNELLI.....	22
5.1	STRUTTURE DI MONTAGGIO MODULI.....	22
5.1.1	Materiali elementi di fissaggio.....	22
5.1.2	Manutenzione struttura di sostegno.....	23

# 1 PREMESSA

La presente relazione è relativa per la valutazione dell'eventuale aggravio del rischio incendio e rischio caduta di pannelli, in riferimento all'installazione di un impianto fotovoltaico collocato in agro del Comune di Minervino Murge (BT) a circa 8 Km in direzione nord-ovest del centro abitato e nelle immediate vicinanze del confine con la Regione Basilicata in prossimità dell'invaso artificiale Locone. L'area asservita al progetto dell'impianto fotovoltaico presenta una estensione complessiva di Ha 176.98.82 ed è suddivisa in due corpi principali distanti tra di loro circa 2 Km.

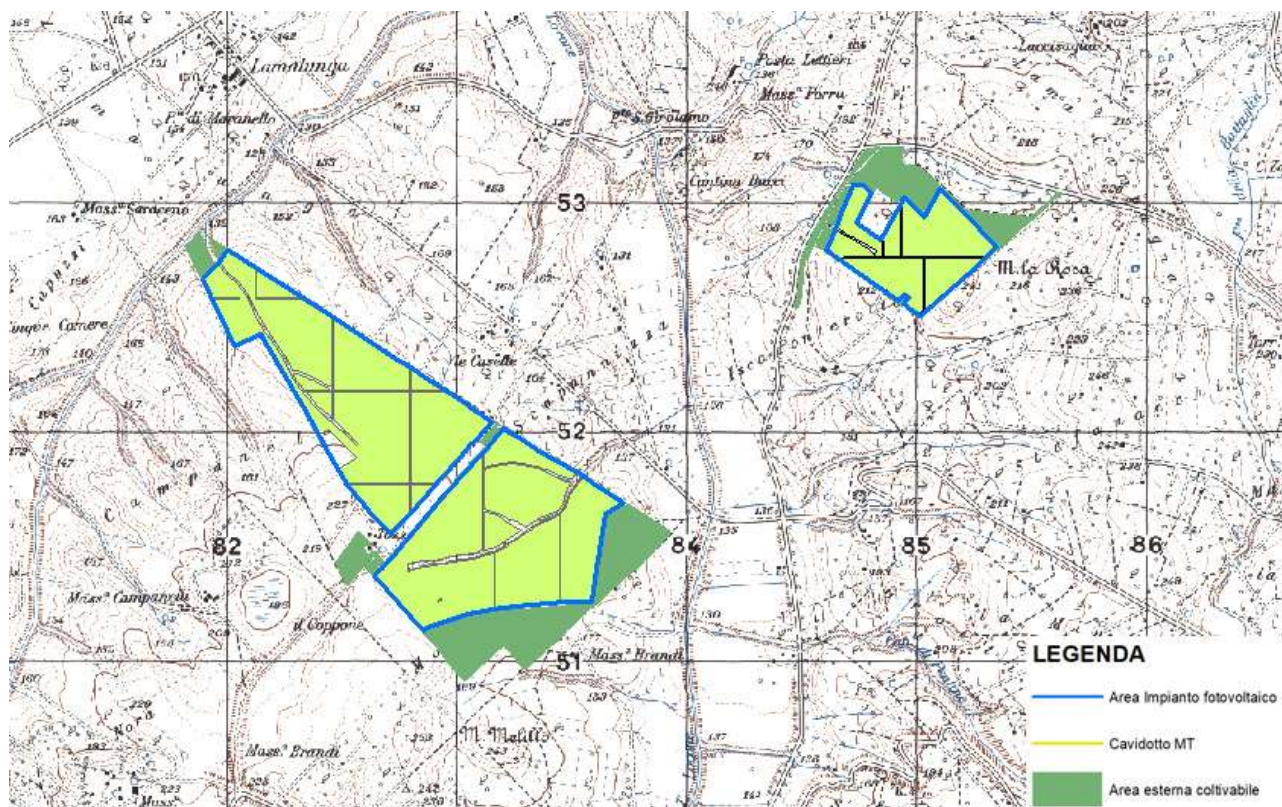


Figura 1 - Inquadramento area su carta IGM

Il primo corpo di Ha 35.83.08 è raggiungibile dal centro abitato di Minervino Murge percorrendo per circa 6 Km la strada vicinale Lamalunga. Il secondo corpo di Ha 141.15.74 è raggiungibile dal centro abitato di Minervino Murge percorrendo complessivamente per circa 8 Km prima la Strada Comunale Le Grotticelle e successivamente la SP 44.



Figura 2 - Inquadramento area su ortofoto

## 2 SICUREZZA SUL LAVORO

La **sicurezza** è ampiamente trattata nel **Decreto Legislativo n.81 del 9 aprile 2008 (Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul lavoro)** che formula i provvedimenti relativi alla prevenzione del rischio elettrico, disponendo gli obblighi del datore di lavoro, i requisiti di sicurezza di materiali, macchinari, apparecchiature e impianti nonché le prescrizioni per l'esecuzione dei lavori, sanzionandone le violazioni. In particolare:

- **TITOLO III** - Uso delle attrezzature di lavoro e dei DPI;
- **CAPO III** - Impianti e apparecchiature elettriche;
- **Articoli 80-87** - in particolare l'art. 82 (lavori sotto tensione) e l'art. 83 (lavori in prossimità di parti attive);
- **All. IX** - classificazione sistemi elettrici in base alla loro tensione nominale; distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche e di impianti elettrici non protette o non sufficientemente protette;
- **TITOLO IV** - Cantieri temporanei o mobili;
- **SEZIONE II** - Disposizioni di carattere generale;
- **Art. 117** - Lavori in prossimità di parti attive.

La stessa norma definisce il rischio come la frequenza di accadimento di un evento dannoso moltiplicata per la magnitudo, cioè la gravità del danno:  $R = F \times M$ . Il rischio può essere ridotto, quindi passare dalla curva R1 a R2, con interventi di **prevenzione** (annullare o ridurre la frequenza di accadimento degli eventi dannosi) e di **protezione** (ridurre la magnitudo di un evento dannoso).

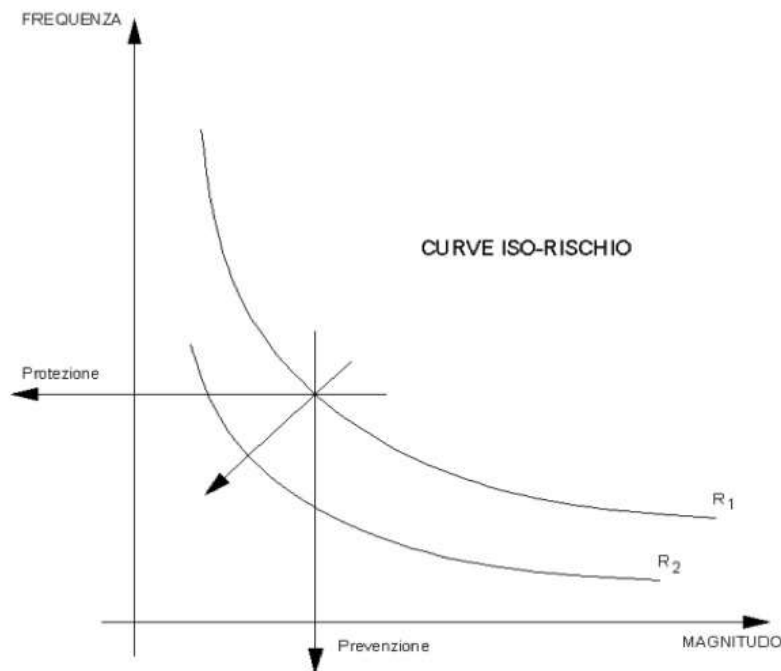


Figura 3 - Curve iso-rischio

Anche per il fotovoltaico, quindi, è necessaria una **valutazione globale e documentata di tutti i rischi**, individuando in tal modo le adeguate **misure di prevenzione e di protezione**, insieme al **piano di emergenza**, contenuto nel DVR (documento di valutazione dei rischi), che espone le linee guida operative sul comportamento da tenere in caso di intervento. Infatti il decreto legislativo n.81/08 definisce cosa si intende per **dispositivo di protezione individuale DPI**, disponendone l'obbligo dell'uso, elencando gli obblighi del datore di lavoro e dei noleggiatori, insieme all'adeguata istruzione, informazione e formazione degli addetti. Inoltre, i DPI devono essere conformi al D. Lgs. 4 dicembre 1992, n. 475 che impone l'obbligo dell'apposizione "della marcatura" e della nota informativa sulle modalità di utilizzo degli stessi. I dispositivi di protezione individuale utilizzati contro gli shock elettrici sono destinati a proteggere tutto il corpo o parte di esso dagli effetti della corrente elettrica. Essi devono possedere un grado di isolamento adeguato ai valori di tensione ai quali l'utilizzatore è esposto nelle più sfavorevoli condizioni d'impiego prevedibili. Tutti i DPI che riguardano l'intervento su impianti elettrici sotto tensione devono portare l'indicazione (ripetuta anche sulla confezione) della classe di protezione e della tensione d'impiego, del numero di serie e della data di fabbricazione; lo stesso fabbricante deve indicare nella sua nota d'informazione l'uso esclusivo di questi tipi di dispositivi, nonché la natura e la frequenza delle prove dielettriche alle quali devono essere assoggettati durante il loro "periodo di vita".

Altra normativa di riferimento in campo elettrico è la **norma tecnica CEI 11-27** (IV ediz. febbraio 2014). Si applica alle lavorazioni e manutenzioni sugli impianti elettrici (fissi, mobili, permanenti o provvisori), a qualunque livello di tensione e destinati alla produzione, trasmissione, trasformazione, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica. La norma riguarda tutti i lavori elettrici e non, quali ad esempio lavori

edili eseguiti in vicinanza di impianti elettrici, di linee elettriche aeree o nelle vicinanze di cavi sotterranei non isolati o non sufficientemente isolati.

### 3 RISCHIO INCENDIO

La presente relazione è redatta in conformità alla normativa di settore relative alla prevenzione incendi per l'installazione di impianti fotovoltaici con particolare riferimento alla Lettera Circolare M.I. Prot. n. P515/4101 sotto 72/E.6 del 24 aprile 2008.

#### 3.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

In seguito alle attività svolte da un Gruppo di lavoro congiunto fra Vigili del Fuoco (V.V.F.) e CEI, il Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile (DCPREV) ha emanato con Nota V.V.F. n. 0001324 del 07/02/2012 un aggiornamento della "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi" che sostituisce quella emanata con Nota V.V.F. n. 5158 del 26 marzo 2010. Tale Guida recepisce i contenuti nel DPR n. 151 del 1 agosto 2011 e tiene conto delle varie problematiche emerse in sede periferica a seguito delle installazioni di impianti fotovoltaici.

Successivamente, in seguito numerosi quesiti e richieste di chiarimenti da parte delle strutture periferiche del Corpo dei Vigili del Fuoco, di Associazioni di categoria e di Liberi professionisti, la DCPREV ha emanato con Nota V.V.F. n. 6334 del 04/05/2012 una serie di chiarimenti alla suddetta Guida evidenziando che:

- essa rappresenta uno strumento di indirizzo non limitativo delle scelte progettuali;
- essa individua alcune soluzioni utili al perseguimento degli obiettivi di sicurezza dettati all'Allegato 1, punto 2 dal Regolamento (UE) n.30512011 del 9 marzo 2011 (nel quale si prevede che le opere di costruzione soddisfino determinati requisiti, tra cui quello della resistenza meccanica e stabilità, requisito essenziale n. 1, e quello della sicurezza in caso di incendio, requisito essenziale n. 2);
- altre soluzioni utili al perseguimento dei richiamati obiettivi possono essere individuate mediante lo strumento della valutazione dei rischi.

Pertanto, tale Guida costituisce un compendio di supporto per la preparazione della valutazione del rischio incendio, anche se l'attività non rientra tra quelle direttamente soggette ai controlli di Prevenzione Incendi non essendo ricompresa tra quelle elencate nell'allegato I del Dpr 151/2011 e ss.mm.ii.

I principali requisiti tecnici per l'installazione di impianti fotovoltaici sono, pertanto, finalizzati al raggiungimento degli obiettivi minimi di sicurezza verso l'evento incidentale incendio:

- a) Minimizzazione delle possibili cause di innesco - prevenzione dell'incendio
- b) Minimizzazione della propagazione dell'incendio sia esterno all'impianto che interno
- c) Possibilità di intervento di controllo rapido ed efficace.

Ai fini della prevenzione dell'incendio, l'impianto fotovoltaico in oggetto è progettato, realizzato e mantenuto conformemente alla legislazione vigente e a regola d'arte (secondo le norme CEI). Inoltre, tutti i componenti saranno conformi alle disposizioni comunitarie o nazionali applicabili.

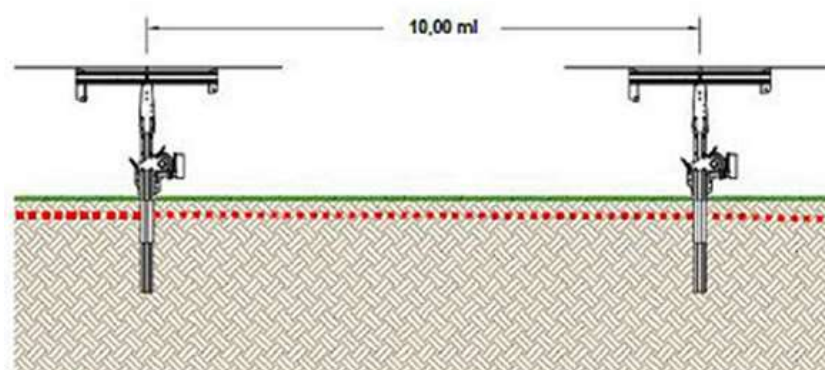
Dovrà essere acquisita la dichiarazione di conformità dell'impianto fotovoltaico ai sensi del D.M. 37/2008, al termine dei lavori elettrici di installazione. Essendo l'impianto con potenza nominale superiore a 20 kW dovrà essere acquisita la documentazione prevista dalla Lettera Circolare M.I. Prot. n. P515/4101 sott. 721E.6 del 24 aprile 2008 e successive modifiche ed integrazioni.

## 3.2 CRITERI PROGETTUALI

La progettazione e l'installazione è stata eseguita in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico esternamente all'impianto. Tale condizione si ritiene rispettata in base alla disposizione spaziale dell'area di installazione rispetto ai fabbricati esterni.

La propagazione all'interno dell'impianto è stata limitata attraverso due condizioni:

1. mediante il mantenimento di una distanza tra le singole file di pannelli (tracker) pari a 10 (dieci) metri tale da non consentire la propagazione anche alla luce della seconda condizione;
2. l'utilizzo di singoli pannelli classificati in classe di reazione al fuoco 1 (uno) ai sensi dell'articolo 10 del DM 26 giugno 1984 allegato alla presente nota di valutazione del rischio.



*Figura 4 - Distanza tra le singole file (tracker) di moduli fotovoltaici*

Per completezza si riportano le caratteristiche dei moduli fotovoltaici:

- I moduli fotovoltaici sono i JKM535M-7TL4-TV della JINKO SOLAR, e sono in silicio monocristallino, 144 (2x 78) celle bifacciali pertanto di dimensioni 2230x1134x35 mm, da 535Wp ovvero ad alta efficienza, e ciò garantisce a parità di potenza installata una minore occupazione del suolo rispetto a moduli con efficienza standard.
- Sono caratterizzati da una cornice in alluminio e da una lastra di protezione delle celle in EVA, che garantiscono una elevata resistenza meccanica, una resistenza al fuoco di classe A tipo 3 oltre a ottime prestazioni da un punto di vista di minori perdite per le connessioni elettriche, minori perdite dovute ad ombreggiamenti e minori perdite per temperature.

- I moduli scelti sono caratterizzati da elevate efficienza, oltre che da tolleranze positive e da buona insensibilità alle variazioni delle tensioni al variare delle temperature, come evidenziato dalle seguenti curve caratteristiche.
- Posseggono le seguenti certificazioni:
  - ISO 9001:2015 / Quality management system;
  - ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system;
  - OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety;
  - IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE;
  - CSA / IEC61701 ED2: VDE / IEC62716: VDE.

Ai fini della valutazione della classe di reazione al fuoco del modulo fotovoltaico è stata emanata in data 28 marzo 2012 apposita risoluzione dell'Area V della DCPST - settore Reazione al Fuoco, sulle modalità di esecuzione delle prove di reazione al fuoco sui moduli fotovoltaici. In particolare, per la classificazione dei moduli fotovoltaici, indipendentemente dalla loro installazione e posa in opera, la risoluzione prevede che si applichino le procedure di prova previste dal DM 26/6/84, modificato con DM del 3/9/2001 come di seguito riportate:

- UNI 9176 (Gennaio 1998) metodo D;
- UNI 8457 (Ottobre 1987) con campionatura di prova in posizione verticale senza supporto incombustibile;
- UNI 9174 (Ottobre 1987) con campionatura di prova in posizione verticale senza supporto incombustibile;
- UNI 9177 (Ottobre 1987) relativamente alla classificazione.

Per quanto riguarda la vegetazione arbustiva in progetto posta lungo il perimetro esterno dell'area dell'impianto, posizionata prima della recinzione, si specifica che questa presenta una distanza minima dai pannelli fotovoltaici pari a circa 7,5 m (o superiore). Infatti sul perimetro dell'impianto saranno presenti le viabilità di servizio (larga 4 m), gli stessi elementi della recinzione e la fascia tagliafuoco (larga 3,5 m), che distanzieranno adeguatamente i pannelli dalla vegetazione esterna. Tale distanza, superiore ai 2,5 m generalmente assunti come riferimento nelle valutazioni di irraggiamento da incendio del tipo in esame, è sufficiente a contenere il rischio di propagazione di un eventuale incendio verso la vegetazione e viceversa. Le siepi arbustive perimetrali previste dal progetto saranno regolarmente potate e contenute in altezza per evitare ombreggiamenti indesiderati all'impianto.

Si specifica infine che le specie impiegate nelle siepi arbustive non prevedono l'impiego di essenze che possono determinare uno specifico accrescimento del rischio in termini di innesco o propagazione dell'incendio (quali potrebbero essere ad esempio le conifere resinose, i pioppi o specie analoghe).





Figura 5 - Sezione dell'impianto con l'indicazione della disposizione delle colture agrarie, della recinzione perimetrale e della fascia tagliafuoco esterna

In caso di intervento di controllo e/o spegnimento di un eventuale evento incidentale da incendio, la strada principale di accesso è conforme ai parametri minimi per il transito dei mezzi di soccorso:

- larghezza minima: 3,50 m;
- altezza libera minima: 4 m;
- raggio di svolta: 13 m;
- pendenza: non superiore al 10%;
- resistenza al carico: almeno 20 tonnellate (8 sull'asse anteriore, 12 sull'asse posteriore, passo 4 m).

### 3.3 SICUREZZA DELLE INSTALLAZIONI

Le cabine di trasformazione all'interno delle quali saranno presenti gli inverter saranno protette dai seguenti sistemi di protezione attiva contro l'incendio, progettati, realizzati, collaudati e mantenuti:

- secondo la regola d'arte, la regola d'arte sarà assicurata dalla conformità dell'impianti alle norme emanate da enti di normazione nazionale, europei, internazionali (CEI, UNI, ecc.);
- in conformità alle normative tecniche di riferimento;
- in conformità alle disposizioni di cui al DMI del 20 dicembre 2012.

Tutti i circuiti saranno dotati di adeguate protezioni elettriche che consentiranno l'apertura automatica dei circuiti in caso di sovraccarichi e cortocircuiti. In particolare il trasformatore CC/DC sarà protetto da interruttori sia sul lato CC sia sul lato DC. Tali interruttori consentiranno l'apertura automatica delle protezioni in caso di cortocircuito e sovraccarico.

### 3.4 DOTAZIONI IMPIANTISTICHE DI SOCCORSO

L'impianto sarà provvisto di un dispositivo di comando di emergenza, ubicato in posizione segnalata ed accessibile che determini il sezionamento dell'impianto elettrico, nei confronti delle sorgenti di alimentazione, ivi compreso l'impianto fotovoltaico. Ovvero il dispositivo di emergenza sarà in grado di sezionare il generatore fotovoltaico in maniera tale da evitare che l'impianto elettrico all'interno dell'intero campo possa rimanere in tensione ad opera dell'impianto fotovoltaico stesso.

### 3.4.1 Mezzi di estinzione portatili

Gli incendi possibili nell'area sono di classe B, in quanto correlati alla presenza di materiali liquidi e infiammabili (liquido isolante di tipo combustibile). I presidi antincendio saranno costituiti da estintori portatili e carrellati e da contenitori con sabbia. La scelta degli estintori portatili è stata determinata in funzione della classe di incendio individuata. In particolare saranno utilizzabili gli estintori portatili a CO<sub>2</sub>. Non sono previsti estintori a schiuma, poiché c'è la presenza di apparecchiature elettriche sotto tensione per le quali è previsto l'esclusivo utilizzo di materiali dielettrici come la CO<sub>2</sub>, in quanto le polveri polivalenti possono provocare notevoli danni alle apparecchiature elettroniche.

Gli estintori saranno collocati all'interno delle cabine e sul piazzale in posizioni facilmente accessibili e segnalati da opportuno cartello. Saranno posizionati:

- un estintore portatile nell'ufficio/locale server (CO<sub>2</sub> da 5 kg, classe estinguente 113B)
- un estintore portatile nel locale quadro comando (CO<sub>2</sub> da 5 kg, classe estinguente 113B)
- un estintore portatile nel locale quadro 30 kV (CO<sub>2</sub> da 5 kg, classe estinguente 113B)
- un estintore portatile nel locale deposito (polvere da 6 kg, classe estinguente 34A 233BC)
- un estintore portatile in ogni locale quadro BT (CO<sub>2</sub> da 5 kg, classe estinguente 113B)
- un estintore carrellato sul piazzale (CO<sub>2</sub> da 18 kg, classe estinguente B10-C)
- una carriola, o altri contenitori come secchi, riempiti di sabbia saranno posizionati sul piazzale, in prossimità del trasformatore CC/DC.

Il personale tecnico autorizzato sarà formato ed addestrato all'uso degli estintori.



Figura 6 - Tipologie estintori presenti

Inoltre, la presenza dell'invaso artificiale "Invaso di Locone", che dista dall'impianto circa 800 m in linea d'aria, rappresenta una risorsa idrica che può facilitare le operazioni di spegnimento in caso di emergenza, che permetterà un intervento efficace da parte delle squadre VV.F. come riempimento dei mezzi in dotazione.

### 3.5 SEGNALETICA DI SICUREZZA

Per quanto concerne la segnaletica di sicurezza si rammenta che saranno segnalati con appositi cartelli:

- le posizioni degli estintori antincendio;
- il pulsante di sgancio dell'interruttore AT
- i pulsanti di allarme incendio manuali, che oltre a metter in funzione il segnalatore ottico acustico in loco, invieranno un segnale di allarme incendio al centro di telecontrollo
- le uscite di sicurezza dai locali
- l'uscita di sicurezza dall'area recintata della SSE
- il divieto di ingresso a persone non autorizzate
- il divieto di spegnere incendi con acqua
- l'obbligo uso DPI da parte del personale
- il divieto di fumare

L'area in cui è ubicato il generatore ed i suoi accessori, sarà segnalata con apposita cartellonistica conforme al D. Lgs. 81/2008; la predetta cartellonistica riporterà la dicitura riportata in figura:



Figura 7 - Cartello di pericolo

La situazione di pericolo della doppia alimentazione è contemplata dalla Norma CEI 82-25 (art.13.2) in cui viene sottolineata la necessità di porre in evidenza questo pericolo mediante l'installazione di una opportuna segnaletica:



Figura 8 - Cartello di pericolo

L'accessibilità di un eventuale automezzo all'interno delle singole parti di impianto è sempre garantita in quanto la distanza dai sostegni dei pannelli è mantenuta pari a 10 m per consentire la conduzione dei terreni coltivabili. Tale distanza è sufficiente per permettere ad un automezzo leggero (sono garantite le

dimensioni ma il fondo non è in grado di reggere il peso di un mezzo pesante in tutte le condizioni meteorologiche), di raggiungere il centro del parco di pannelli per meglio operare nelle condizioni di intervento. Sarà onere gestionale garantire la pulizia dei percorsi e la loro piena disponibilità ai mezzi di soccorso.

### 3.6 DISTANZA DA IMPIANTI ESISTENTI

La valutazione della distanza sufficiente a garantire la sicurezza come idonea alla protezione della linea elettrica esistente da un eventuale evento incidentale da incendio al campo fotovoltaico non trova riferimenti specifici nella normativa nazionale vigente. Le uniche normative che hanno riferimenti diretti alle distanze di valutazione del rischio per la tutela di elettrodotti trovano riferimento nella nota della Direzione Centrale VV.F. prot. 3300 del 06-03-2019.

La nota, come detto, fa riferimento alle installazioni elettriche in prossimità di elementi pericolosi da incendio che vengono individuate in alcune attività ricomprese nell'allegato I del DPR 151/2011, che non è il caso in esame.

Volendo in ogni caso utilizzare la medesima tipologia di approccio tecnico come linea guida è possibile valutare la distanza sopra definita.

L'intervento oggetto della presente relazione, come già precedentemente descritto, riguarda la realizzazione di un campo fotovoltaico nei pressi di collegamento a 150 kV della rete elettrica nazionale attraverso cavidotti di tipo interrato. Pertanto, analizzando tutte le distanze, che nella citata normativa vigente sono riferite a protezione di elementi con grado di pericolosità ben maggiore del caso in esame, non vi sono pericoli in quanto la distanza minima in pianta tra il cavidotto aereo esistente e il campo fotovoltaico è pari a 25 m per lato.

### 3.7 MODALITÀ GESTIONALI E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

Le modalità gestionali, oltre alla necessità di mantenere pulito da eccessive ricrescite vegetali i vari spazi tra le file di pannelli necessita di manutenzioni normali su questa tipologia di impianti.

La manutenzione preventiva sui singoli moduli non richiede la messa fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste in:

- *Ispezione visiva*: tesa all'identificazione di danneggiamenti ai vetri (o supporti plastici/metallici) anteriori, deterioramento del materiale usato per l'isolamento interno dei moduli, microscariche per perdita di isolamento ed eccessiva sporcizia (polvere) del vetro o dei supporti.
- *Controllo cassetta di collegamento*: mirata ad identificare eventuali deformazioni della cassetta stessa, la formazione di umidità all'interno, lo stato dei contatti elettrici delle polarità positive e

negative, il corretto serraggio degli eventuali morsetti di intestazione dei cavi di collegamento delle stringhe e l'integrità dei serraggi pressacavo o passacavo.

All'interno dei piani sopra definiti saranno evidenziate, come operazioni principali necessarie per scongiurare il propagarsi di un eventuale incendio, le operazioni di manutenzione richieste.

### 3.7.1 Manutenzione stringhe fotovoltaiche

La manutenzione preventiva sulle stringhe fotovoltaiche, viene effettuata dal quadro elettrico lato corrente continua, non richiede la messa fuori servizio di parte o tutto l'impianto e consiste nel controllo delle grandezze elettriche con l'ausilio di un normale multimetro per controllare l'uniformità delle tensioni a vuoto e delle correnti di funzionamento di ciascuna delle stringhe che fanno parte dell'impianto. Si ricorda che se tutte le stringhe sono installate nelle medesime condizioni di esposizione, risultano accettabili scostamenti fino al 10%.

### 3.7.2 Manutenzione struttura di sostegno

Per la struttura di sostegno è sufficiente assicurarsi che le connessioni meccaniche bullonate più sollecitate risultino ben serrate, che l'azione del vento non abbia piegato o modificato la geometria dei profili e che lo strato di zincatura sia ancora uniforme e non presenti macchie di ruggine.

### 3.7.3 Manutenzione quadri elettrici

La manutenzione preventiva sui quadri elettrici non comporta operazioni di fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste in:

- *Esame a vista*: identificazione di danneggiamenti degli involucri o dei componenti (riscaldamenti localizzati, corpi estranei penetrati accidentalmente, danni da roditori), lettura e controllo della corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente installati.
- *Controllo protezioni elettriche*: verificare l'integrità dei componenti di blocco, l'efficienza degli scaricatori di sovratensione, il corretto funzionamento delle protezioni differenziali.
- *Controllo degli organi di manovra*: verifica dell'integrità degli organi di manovra: interruttori, sezionatori, portafusibili.
- *Controllo cablaggi elettrici*: verifica del corretto serraggio dei morsetti e relativa attestazione dei cavi. Verifica dell'integrità delle condutture installate a vista. Prova strumentale della continuità elettrica del conduttore di protezione e della resistenza di isolamento.

### 3.8 SALVAGUARDIA DEGLI OPERATORI VV.F.

Per quanto riguarda la salvaguardia degli operatori VV.F. l'impianto sarà conforme a quanto previsto nella nota PROT EM 622/867 del 18/02/2011, recante "*Procedure in caso di intervento in presenza di pannelli fotovoltaici e sicurezza degli operatori vigili del fuoco*".

In particolare:

- a) Rischio di crollo della struttura e di caduta dei pannelli: manutenzione ordinaria delle strutture di sostegno
- b) In fase di progettazione della struttura del tracker sarà anche il rischio di collasso della struttura stessa sotto l'azione del fuoco. Il sistema di ancoraggio dei pannelli sarà inoltre opportunamente dimensionato al fine di impedire il loro distacco dalla struttura di fissaggio.
- c) Rischio di propagazione dell'incendio:
  - non vi sarà presenza di componenti plastici nell'impianto;
  - sfalcio preventivo del prato stabile per evitare eccessive ricrescite vegetali nei vari spazi tra le file di pannelli;
  - distanza minima di 5 m dei pannelli fotovoltaici dalla siepe perimetrale.

**Per tutto quanto sopra riportato, è possibile considerare il rischio incendio adeguatamente compensato dalle misure strutturali, impiantistiche e gestionali indicate.**

## 4 CADUTA FRAMMENTI DI AEROGENERATORI LIMITROFI

Nell'ambito della valutazione di caduta di frammenti di aerogeneratori presenti nelle immediate vicinanze dell'impianto, si è ritenuto di procedere con la "dimostrazione della gittata massima degli elementi rotanti in caso di rottura accidentale." La tecnologia costruttiva degli aerogeneratori è molto sofisticata e di chiara derivazione aeronautica, quindi, la valutazione della gittata massima degli elementi di un aerogeneratore, in caso di rottura accidentale, deve necessariamente essere effettuato direttamente dalla casa produttrice, in quanto presuppone conoscenze specifiche spesso coperte anche da brevetti. Si considerano pertanto casi del tutto generici e si citano studi eseguiti da varie ditte produttrici di turbine eoliche nei quali si analizza la gittata di tre tipi di spezzoni di pala in caso di rottura accidentale, seguendo diverse ipotesi di moto. È doveroso, a tal proposito, citare lo studio eseguito dalla *PB Power Ltd.* per conto della società *Vestas Wind System AS*: "*VESTAS V80 – Blade throw calculation under normal operating conditions*" (2001) riportato nel Documento del 30/03/2004 "*V80 blade throwaway study Rev2.doc*".

Tale studio ha preso in considerazione due aerogeneratori, aventi caratteristiche diverse:

- il primo aerogeneratore ha una pala di lunghezza pari a 39 m e una velocità di rotazione massima a regime di 19,2 rpm posto su una torre di altezza pari a 67 m
- il secondo aerogeneratore ha una pala di lunghezza pari a 44 m e una velocità di rotazione massima a regime di 14,9 rpm posto su una torre di altezza pari a 80 m.

Per la prima tipologia di aerogeneratore è stato fatto uno studio completo ipotizzando tre condizioni:

1. la prima più conservativa include solo le forze di inerzia ed esclude le forze viscosi;
2. la seconda include le forze viscosi;
3. la terza considera il moto della pala completo.

Da un punto di vista teorico se non si considerano le forze aerodinamiche, la massima gittata si ottiene quando la pala si distacca dal rotore con un angolo di 45° (135° in posizione azimutale). Le forze di resistenza che agiscono sulla pala in realtà rendono minore il tempo di volo e quindi la gittata. Il moto reale è molto complesso in quanto dipende dalle caratteristiche aerodinamiche e anche dalle condizioni iniziali (rollio, imbardata e beccheggio della pala). La velocità di rotazione del rotore considerata al momento della rottura della pala per la TIPOLOGIA 1 è pari a 20 rpm, anche se in realtà il range di velocità del rotore è tra 16,7 e 19,0 m/s.

Per la seconda tipologia, la velocità di rotazione del rotore considerata al momento della rottura della pala è pari a 16,39 rpm (range reale di velocità pari a 8,814,9 m/s). La velocità di distacco della pala dal rotore è stata aumentata del 5% per la TIPOLOGIA 1 da 19 a 20 rpm, mentre per la TIPOLOGIA 2 è stata aumentata del 10% passando così da 14,9 a 16,39 rpm.

Per quanto riguarda le forze agenti sulla traiettoria della pala, le ipotesi fatte nello studio considerato prendono in esame il caso peggiore: esso avviene quando la pala si distacca dal rotore con un angolo di 45°

sul piano verticale (cioè 135° azimuth). La determinazione delle forze e dei momenti agenti sulla pala a causa di una rottura istantanea, durante il moto rotatorio, è molto complessa. La traiettoria iniziale è determinata principalmente dall'angolo di lancio e dalle forze generalizzate inerziali agenti sulla pala. Questo include anche, per esempio, oltre all'impulso anche i momenti di *flapwise*, *edgewise* e *pitchwise* agenti al momento del distacco. Quindi, la pala quando inizierà il suo moto, continuerà a ruotare (conservazione della quantità di moto). L'unica forza inerziale agente in questo caso è la forza di gravità. La durata del volo considerato è determinata considerando la velocità verticale iniziale applicata al centro di gravità, il tempo risultante è usato per calcolare la distanza orizzontale (gittata) nel piano e fuori dal piano, infine la gittata è determinata dalla velocità orizzontale al momento del distacco iniziale e le forze inerziali sono modellate considerando un flusso irrotazionale e stazionario.

Le caratteristiche delle pale, input della simulazione, sono riportate in tabella.

	(OUTBOARD) SECTION OF BLADE	PLAN AREA PLANE XY (M <sup>2</sup> )	PLAN AREA PLANE XZ (M <sup>2</sup> )	PLAN AREA PLANE YZ (M <sup>2</sup> )	MASSA (KG)
TIPOLOGIA 1	39	81.46	22.80	2.38	6300
TIPOLOGIA 2	44	87.84	25.69	2.37	6200

Tabella 1 - Caratteristiche delle pale

Tutte le condizioni di rottura sono state assunte avvenire quando il rotore è in posizione upwind e con una velocità del vento pari a 25 m/s. Questa condizione è anch'essa conservativa in quanto dà la massima gittata fuori dal piano. Sono state quindi calcolate tre traiettorie nelle seguenti ipotesi:

#### **Caso 1: Moto irrotazionale**

Assenza di moti intorno agli assi XX, YY e ZZ. L'asse XX è allineato con la traiettoria, l'asse YY giace sul piano verticale. Questa ulteriore assunzione fa sì che questo caso sia il peggiore ipotizzabile, in quanto definisce la condizione ideale di massima gittata. Quindi:

- nessuna forza di portanza agisce nella direzione in-plane;
- la massima resistenza è generata nella direzione out-of-plane;
- la resistenza nel piano agisce sulla sezione nel piano XZ.

#### **Caso 2: Moto irrotazionale**

L'asse XX è allineato con la traiettoria. L'asse YY giace sul piano orizzontale. Quando la pala ha raggiunto questa posizione non ci sono ulteriori moti intorno agli assi XX, YY e ZZ. In questo caso la traiettoria risultante è del tipo "a giavellotto". Questa ulteriore assunzione fa sì che questo caso sia il caso teorico peggiore ipotizzabile, in quanto definisce la condizione ideale di massima gittata. Quindi:

- la traiettoria in alto è aumentata dalla forza di portanza generata dalla pala, per cui la gittata è maggiore che in assenza di portanza.

A seconda degli effetti della portanza si individuano tre sottocasi:



- Caso 2a - L'effetto della portanza sul tempo di volo è zero. La soluzione (approssimata) per questo è data dal caso 1 solo nella direzione in-plane.;
- Caso 2b - L'effetto della portanza sul tempo di volo è diminuito del 5%;
- Caso 2c - L'effetto della portanza sul tempo di volo è aumentato del 5%, in questo caso si ottiene il maggior tempo di volo.

### **Caso 3: Moto rotazionale complesso**

In questo caso si studia il moto della pala al distacco del rotore nel suo complesso considerando anche i moti di rotazione intorno agli assi XX, YY e ZZ. Questo caso è il caso più reale della traiettoria di una pala. La rotazione della pala intorno all'asse ZZ è causato dalla conservazione del momento della quantità di moto. L'incidenza del vento out-of-plane sulla pala genera un momento intorno all'asse YY (centro di massa e centro aerodinamico della pala non sono coincidenti). Il vento incidente out-of-plane sulla pala genera ancora un momento intorno all'asse XX (centro di massa della sezione di pala lungo la corda non coincide con il centro aerodinamico). La resistenza della pala sia in-plane che out-of-plane è generata dalla rotazione intorno agli XX e YY. Per semplificare lo studio si è assunta l'area della pala pari all'area della pala in direzione XY moltiplicata per il quadrato del coseno di 45°. La portanza in-plane è generata dalla rotazione intorno al piano XX. In questo caso si è assunto un aumento del 10% del tempo di volo dovuto alla portanza. Tre casi sono stati analizzati per tener conto dell'effettivo valore della resistenza:

- Caso 3a: Cd (in plane e out-of-plane) = 0.5
- Caso 3b: Cd (in plane e out-of-plane) = 1.5
- Caso 3c: Cd (in plane e out-of-plane) = 1.5

Come si evince dai risultati riportati di seguito, 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%. Per la seconda tipologia, si è fatto uno studio considerando la condizione più conservativa e cioè, considerando le sole forze inerziali ed escludendo l'attrito, per cui i risultati ottenuti sono da considerare il 20% maggiori di quelle reali.

<b>Caso 1</b>	Tipologia 1	Tipologia 2
	For Drag IPA= 2.38 m <sup>2</sup> IPCD=OPCD=2 OPA=81.46m <sup>2</sup>	For Drag IPA= 2.37 m <sup>2</sup> IPCD=OPCD=2 OPA=87.84m <sup>2</sup>
<b>Velocità di rotazione (rpm)</b>	20.0	27.5
<b>Tempo di volo</b>	6.27	5.44
<b>Distanza in-plane (m)</b>	104.4	86.37
<b>Distanza out-of-plane (m)</b>	80.1	64.73
<b>Distanza vettoriale (m)</b>	131.6	108.0

Tabella 2 - Caso 1

Caso 2b	Tipologia 1	Tipologia 2
	For Drag IPA= 2.38 m <sup>2</sup> IPCD=2 OPCD=0.15 OPA=81.46 m <sup>2</sup>	
<b>Velocità di rotazione (rpm)</b>	20,0	
Tempo di volo	6.49	N.A.
Distanza in-plane (m)	107.6	N.A.
Distanza out-of-plane (m)	14.2	N.A.
Distanza vettoriale (m)	108.6	N.A.

Tabella 3 - Caso 2b

Caso 2c	Tipologia 1	Tipologia 2
	For Drag IPA= 2.38 m <sup>2</sup> IPCD=2 OPCD=0.15 OPA=81.46 m <sup>2</sup>	
<b>Velocità di rotazione (rpm)</b>	20,0	
Tempo di volo	6.74	N.A.
Distanza in-plane (m)	112.5	N.A.
Distanza out-of-plane (m)	15.5	N.A.
Distanza vettoriale (m)	113.5	N.A.

Tabella 4 - Caso 2c

Caso 3a	Tipologia 1	Tipologia 2
	For Drag IPA= 40.73 m <sup>2</sup> IPCD=0.5 OPCD=0.5 OPA=40.73 m <sup>2</sup>	
<b>Velocità di rotazione (rpm)</b>	20,0	
Tempo di volo	6.74	N.A.
Distanza in-plane (m)	103.8	N.A.
Distanza out-of-plane (m)	24.0	N.A.
Distanza vettoriale (m)	106.5	N.A.

Tabella 5 - Caso 3a

Caso 3b	Tipologia 1	Tipologia 2
	For Drag IPA=40.73m <sup>2</sup> IPCD=1 OPCD=1 OPA=40.73 m <sup>2</sup>	
<b>Velocità di rotazione (rpm)</b>	20,0	
Tempo di volo	6.74	N.A.
Distanza in-plane (m)	94.6	N.A.
Distanza out-of-plane (m)	41.0	N.A.
Distanza vettoriale (m)	103.1	N.A.

Tabella 6 - Caso 3b

Caso 3c	Tipologia 1	Tipologia 2
	For Drag IPA=40.73m <sup>2</sup> IPCD=1.5 OPCD=1.5 OPA=40.73 m <sup>2</sup>	
<b>Velocità di rotazione (rpm)</b>	20,0	
Tempo di volo	6.74	N.A.
Distanza in-plane (m)	87.3	N.A.
Distanza out-of-plane (m)	53.7	N.A.
Distanza vettoriale (m)	102.5	N.A.

Tabella 7 - Caso 3c

I risultati dell'analisi indicano che con lo studio più complesso (caso 3), la gittata della pala, per la TIPOLOGIA 1, è inferiore a 110 m; mentre nel caso peggiore ma non reale (caso 1), la gittata della pala è di poco superiore a 130, mentre per TIPOLOGIA 2 è pari a circa 108 m (unico caso studiato quello conservativo ma non reale per cui il risultato è maggiore del 20% rispetto al reale). Concludendo, secondo lo studio considerato:

- I Casi 1, 2a, 2b e 2c dimostrano che, se la traiettoria di volo è 'irrotazionale', allora la distanza raggiunta dalla pala da 39 m (TIPOLOGIA 1) sarà di ca. 130 m, mentre per la pala da 44 m (TIPOLOGIA 2) sarà di ca. 108 m., il caso peggiore per la gittata è il caso 1 (2a) per il tempo invece è il 2c.
- Il Caso 3 mostra che, quando il flusso è rotazionale, la distanza raggiunta dalla pala sarà di ca. 106 m.

Il caso reale da considerare è il caso 3 per cui si può concludere che la gittata di una pala TIPOLOGIA 1 (39 m di lunghezza) è di ca. 106 m, mentre per la pala TIPOLOGIA 2 (44 m di lunghezza) sarà di ca. 87 m (20% in meno della gittata nel caso ideale, caso 1)

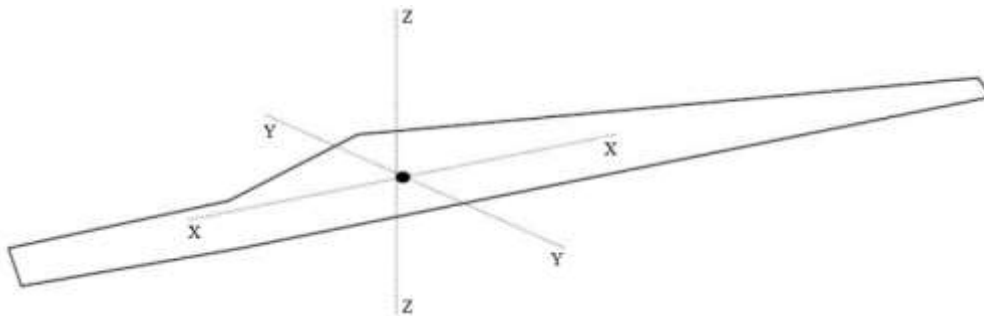


Figura 9 - Sistema di coordinate usato per la pala YY (Flapwise); XX (Pitchwise); ZZ (Edgewise)

Oltre alle valutazioni appena illustrate, per verificare direttamente i risultati degli studi citati, si calcola il valore della gittata massima facendo ulteriori ipotesi. Il problema si è risolto andando a valutare la distanza massima che raggiunge un corpo (in questo caso la pala) quando viene lanciato da un'altezza H (altezza del mozzo pari a 100 m) + Yg (variabile secondo la relazione  $r_g \sin \theta$  con  $r_g$  raggio baricentrico della pala),  $\omega$  velocità angolare e con una direzione che forma un angolo  $\theta$  con il terreno. La soluzione sarà la massima

gittata del baricentro del corpo, in caso di rottura accidentale, durante il funzionamento dell'aerogeneratore a potenza e velocità nominale.

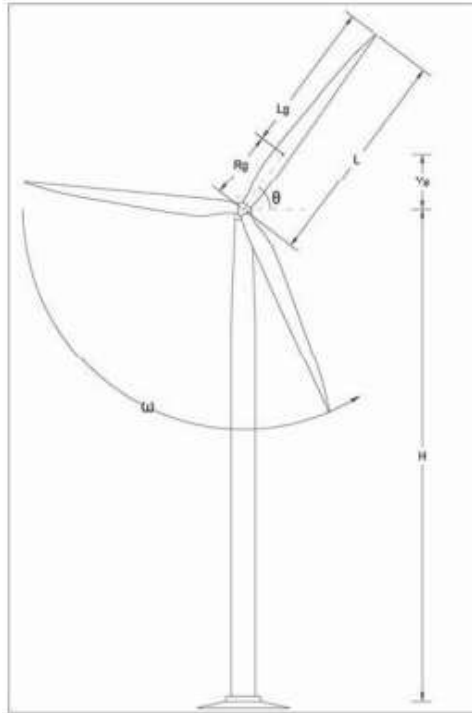


Figura 10 - Schema di turbina che evidenzia l'altezza al mozzo (H), la lunghezza della pala (L), raggio baricentrico ( $r_g$ ), l'angolo di gittata ( $\theta$ ) e la velocità angolare ( $\omega$ ).

### **EQUAZIONI DEL MOTO**

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 condizioni al contorno più gravose, in maniera tale da aumentare il grado di sicurezza massimo.

Il moto considerato è di tipo rotazionale, cioè quello fisicamente più probabile. Non viene considerata la possibilità, puramente teorica, che il corpo assuma una traiettoria "a giavellotto". Per il calcolo della gittata di una turbina, lo studio prevede l'analisi della traiettoria del frammento da cui si ricava il tempo di percorrenza e la determinazione della velocità periferica del frammento al momento del distacco. Il primo aspetto è legato allo studio del moto di un proiettile mediante le equazioni della cinematica. Facendo una serie di considerazioni che qui si omettono, si ricava che il tempo di percorrenza è dato da:

$$t = \frac{-v_{y_0} \pm \sqrt{v_{y_0}^2 - 4 \left( \frac{1}{2} g \cdot y_0 \right)}}{g}$$

con:  $v_{y_0}$  = velocità del frammento, rispetto al punto  $y_0$ ;

$y_0$  = altezza di lancio, data dalla somma dell'altezza della torre + il valore y della pala nel suo baricentro;

#### **4.1.1 Calcolo della velocità periferica**

Il secondo aspetto riguarda la velocità periferica del frammento legata alla velocità angolare data da:

$$V_{x_0} = \omega \cdot r_g = \frac{2\pi n}{60} \cdot r_g$$

$n$  = frequenza massima (giri/min);

$\omega$  = velocità angolare (rad/s);

$V_{x_0}$  = velocità tangenziale (m/s);

$r_g$  = raggio baricentrico della pala (m).

Nel moto circolare uniforme, la velocità periferica è direttamente proporzionale al raggio. Ad ogni giro il punto G di raggio  $r$  percorre la circonferenza  $2\pi r$ ; dopo  $n$  giri al minuto lo spazio percorso sarà  $2\pi r n$  metri/minuto. E questo sarà lo spazio percorso da tutti i punti situati sulla periferia del corpo in movimento circolare.

#### 4.1.2 Calcolo della gittata massima

Nell'ipotesi di distacco di una pala nel punto di serraggio del mozzo, punto di maggiore sollecitazione a causa del collegamento, vengono considerate le seguenti ipotesi:

- il moto del sistema è considerato di tipo rigido non vincolato;
- si ritengono trascurabili le forze di resistenza dell'aria;
- le componenti dell'accelerazione saranno  $a_x = 0$ ,  $a_y = -g$ .
- le coordinate del punto di partenza del corpo, non saranno (0,0) coincidenti con l'origine degli assi ma  $(0, H_G = H_{\text{torre}} + Y_g)$  ossia le coordinate del baricentro G di una pala.  $Y_g$  indica la distanza del baricentro della pala rispetto al mozzo e varia in funzione dell'angolo di gittata:  $Y_g = r_g \sin \theta$ .

La risoluzione dell'equazione descrittiva del moto, nelle suddette condizioni, sarà quindi:

$$Gittata = v_{x_0} \frac{-v_{y_0} \pm \sqrt{v_{y_0}^2 - 4 \left( \frac{1}{2} g \cdot H_G \right)}}{g}$$

Al valore di gittata massima andrà aggiunta la distanza  $X_g$  del baricentro rispetto all'asse della torre ( $X_g = r_g \cos \theta$ ) e la distanza del vertice della pala considerato nelle condizioni più gravose, ovvero disposto nella parte più lontana dal baricentro, ossia a  $L_g$ .

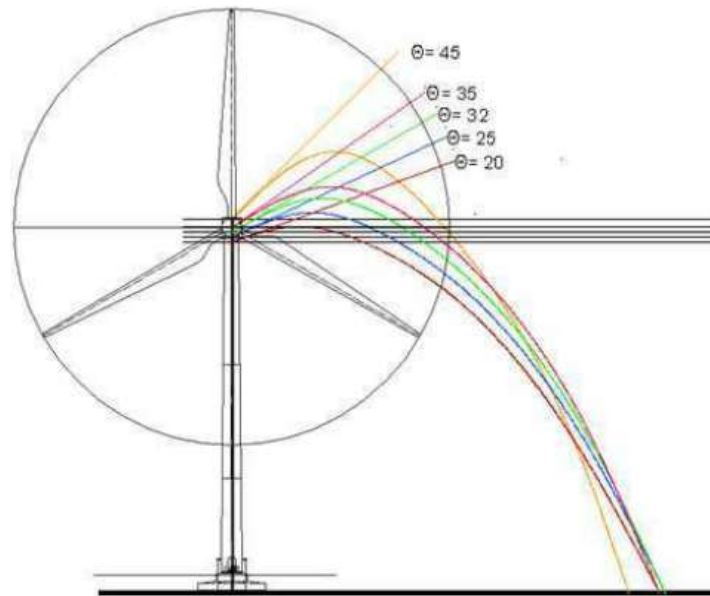


Figura 11 - Traiettorie in funzione dell'angolo di gittata

Considerando un aerogeneratore di grandi dimensioni e le condizioni più gravose, si è calcolato che la gittata massima degli elementi rotanti in caso di rottura accidentale è di circa 150 m.

Come evidente nella figura seguente, non ricade alcun impianto eolico all'interno di un buffer pari a 1000 m. Pertanto si può concludere che, essendo l'aerogeneratore più vicino posizionato ad una distanza di circa 2,4 km, in caso di rottura accidentale non vi sono condizioni di rischio di caduta di frammenti sull'impianto fotovoltaico in progetto.

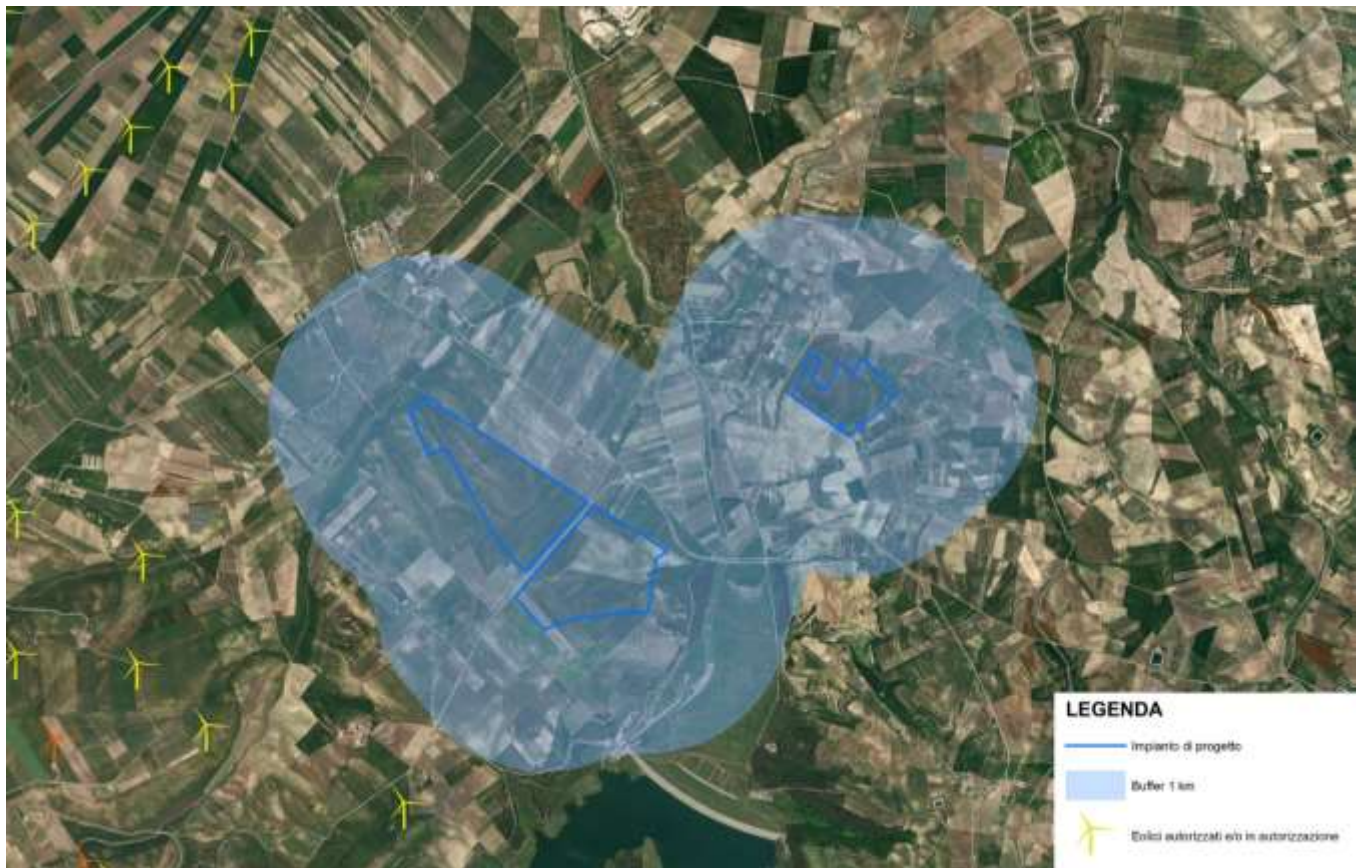


Figura 12 - Impianti eolici prossimi all'impianto fotovoltaico



## 5 RISCHIO DISTACCO DEI PANNELLI

### 5.1 STRUTTURE DI MONTAGGIO MODULI

Come detto le strutture sono ad inseguimento, ovvero tracker mono assiale, ad infissione diretta nel terreno con macchina operatrice battipalo

Anche in questo caso come per un impianto con struttura fissa, la prima fase di una progettazione è costituita da un'analisi del suolo sul sito con la quale si determina, nell'ambito di numerosi test e prelievi di terreno, il profilo e la struttura del suolo e con ciò la capacità portante quantitativa attraverso:

- Prove di trazione oblique e di pressione orizzontali
- Compilazione di profili di suolo
- Analisi chimica in laboratorio

Il concetto fondamentale delle prove di trazione oblique si basa sul fatto che il vento non agisce isolatamente in direzione orizzontale o verticale, ma quasi verticalmente in confronto alla superficie del modulo. Con ciò sorge una pressione di contatto dall'applicazione del momento flettente a forma di una coppia di forza. La resistenza di attrito tra il palo ed il terreno, con inclinazioni maggiori di 15°, è di regola nettamente maggiore che l'attrito laterale da cui risulta una resistenza alla trazione elevata.

Per la fondazione si utilizzano profili di infissione zincati a caldo in diverse classi dimensionali. La forma di palificazione appositamente sviluppata garantisce un'infissione ottimale nel terreno con simultanea rigidità a flessione massimale. In questo modo si ottiene che le forze di infissione possono anche essere trasmesse fino al punto di collegamento superiore conferendo all'impianto la stabilità ottimale nei confronti dei carichi di vento e di neve.

L'infissione dei profili di palificazione nel terreno viene eseguito con battipali idraulici con riguardo al terreno.

In base alla natura del terreno e del sito (p.e. vicinanza al mare ecc..) è possibile scegliere tra diversi livelli di resistenza agli agenti atmosferici, per ottenere una vita utile di minima di progetto di almeno 25 anni, considerando però che in accordo alla EN ISO 1461: 2009 i pilastri di fondazione saranno sempre zincati a caldo, mentre altre parti potranno essere zincati a caldo o pregalvanizzato (procedimento Senzidimir) in base a caratteristiche del progetto e del sito, secondo il livello di resistenza alla corrosione richiesta.

#### 5.1.1 Materiali elementi di fissaggio

Da un punto di vista dei materiali gli elementi di fissaggio e le viti sono in Acciaio inox 1.4301, i profili in Alluminio MgSiO<sub>5</sub> /EN AW 6063, EN AW 6005, le fondazioni a palo sono in acciaio, zincato a caldo, quindi da un punto di vista dei materiali si hanno i seguenti vantaggi:

- Lunga durata, valore residuo elevato,



- Nessun costo di smaltimento
- Repowering semplice dell'impianto grazie al concetto modulare

### 5.1.2 Manutenzione struttura di sostegno

La manutenzione sui singoli moduli non richiede la messa fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste principalmente in una ispezione visiva: infatti per la struttura di sostegno è sufficiente assicurarsi che le connessioni meccaniche bullonate più sollecitate risultino ben serrate, che l'azione del vento non abbia piegato o modificato la geometria dei profili e che lo strato di zincatura sia ancora uniforme e non presenti macchie di ruggine.

**Il montaggio dei pannelli verrà eseguito secondo la regola d'arte, assicurata dalla conformità alle norme emanate da enti di normazione nazionale, europei, internazionali (CEI, UNI, ecc.).**

**Pertanto il rischio di distacco**

**dei pannelli, considerato in fase di progettazione, sia a causa del loro distacco dalle strutture di fissaggio sia a causa del crollo della struttura stessa (ad esempio sotto l'azione del fuoco), sarà reso nullo in fase di esecuzione dei lavori e di manutenzione dell'impianto.**

**Per tutto quanto sopra riportato, è possibile considerare che il rischio incendio, il rischio distacco dei pannelli è adeguatamente compensato dalle misure strutturali, impiantistiche e gestionali indicate.**