

IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG AMBIENTALE SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 14,55MWp - COMUNE DI CODIGORO (FE)

Proponente

EG AMBIENTALE S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 11616330962 · PEC: egambientale@pec.it



Progettazione

Ing. Matteo Bono

Via per Rovato, 29/C - 25030 Erbusco (BS)

tel.: 030/5281283 · e-mail: m.bono@solareng.it · PEC: solareng@pec.solareng.it

Collaboratori

Ing. Marco Passeri

Via per Rovato, 29/C - 25030 Erbusco (BS)

tel.: 030/5281283 · e-mail: m.passeri@solareng.it · PEC: solareng@pec.solareng.it

Coordinamento progettuale

SOLAR ENGINEERING S.R.L.

VIA ILARIA ALPI, 4 · 46100 MANTOVA (MN) · P.IVA: 02645550209 · email: solareng@pec.solareng.it

Titolo Elaborato

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI – Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
DEFINITIVO	-	-	-	02/07/2021	-

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	02/07/2021		MB	MB	EG



COMUNE DI CODIGORO (FE)
REGIONE EMILIA ROMAGNA



PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

Indice

Contenuto del documento

1.	CONTENUTO DEL DOCUMENTO	3
1.1.	Localizzazione intervento	3
2.	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO.....	5
3.	INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE DA PROTEGGERE	6
3.1.	STRUTTURA: TRACKER FOTOVOLTAICI	6
3.2.	DATI INIZIALI	6
	Densità annua di fulmini a terra.....	6
	Dati relativi alla struttura	6
	Dati relativi alle linee elettriche esterne	7
3.3.	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	7
3.4.	VALUTAZIONE DEI RISCHI	7
	Rischio R1: perdita di vite umane.....	7
3.5.	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE	7
4.	PROTEZIONE IMPIANTI C.C.	8
4.1.	CARATTERISTICHE INVERTER/MODULI	8
4.2.	CARATTERISTICHE SPD	8
5.	PROTEZIONE IMPIANTI C.A.....	9
5.1.	CARATTERISTICHE INVERTER	9
5.2.	CARATTERISTICHE SPD	9
6.	CONCLUSIONI	10
7.	APPENDICI	11
7.1.	APPENDICE 1 - Caratteristiche delle linee elettriche	11

7.2.	APPENDICE 1 - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi	11
7.3.	APPENDICE – Ulteriori dati utilizzati per il calcolo	11
8.	ALLEGATI	12

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine riguardanti le strutture dell'impianto fotovoltaico a terra denominato "EG AMBIENTALE" di futura realizzazione da parte della società EG Ambientale S.r.l.;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

1.1. Localizzazione intervento

L'intervento in oggetto è situato in Strada Provinciale 53, snc – Codigoro (FE).

Di seguito la rappresentazione grafica in pianta dell'impianto.



Figura 1: Localizzazione impianto

La seguente valutazione è redatta secondo quanto indicato nella Norma CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio", la quale si inserisce all'interno della più ampia Norma CEI EN 62305 che tratta il tema della protezione contro i fulmini.

Il datore di lavoro, infatti, al fine della tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, secondo quanto previsto all'art.84 del D.Lgs. 81/08 e s.m.i., è tenuto a "provvedere affinché gli edifici, gli impianti e le attrezzature siano protetti dagli effetti dei fulmini con sistemi di protezione realizzati secondo le norme di buona tecnica".

Si procederà, quindi, alla determinazione della componente di rischio associata alle caratteristiche dell'impianto ed ai vari tipi di perdita presenti nell'oggetto da proteggere, per poi valutare la necessità e la scelta delle misure di protezione sulla base del raffronto con il rischio tollerabile.

I calcoli, le valutazioni e le determinazioni delle varie componenti di rischio, inserite nella presente relazione vengono svolti basandosi sulla metodologia prevista dalla normativa tecnica e dall'esperienza maturata dal responsabile del progetto di valutazione su progetti simili.

La procedura impiegata per valutare la necessità della protezione è illustrata schematicamente nella Figura seguente.

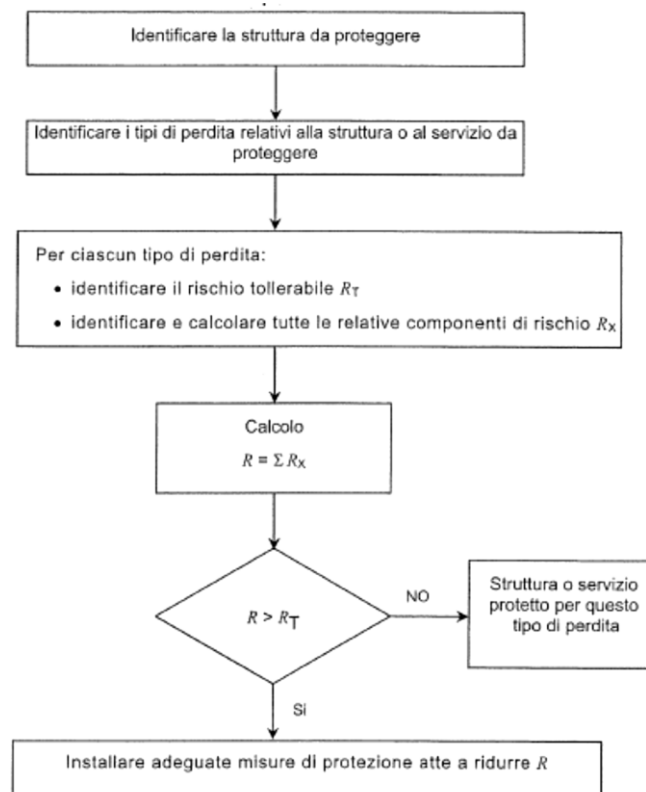


Figura 2 - Procedura per la valutazione della necessità o meno della protezione

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- **CEI EN 62305-1**
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali" - Febbraio 2013;
- **CEI EN 62305-2**
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" - Febbraio 2013;
- **CEI EN 62305-3**
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" Febbraio 2013;
- **CEI EN 62305-4**
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" Febbraio 2013;
- **CEI 81-29**
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" - Maggio 2020;
- **CEI EN IEC 62858**
" Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali " Maggio 2020

3. INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE DA PROTEGGERE

L'individuazione delle strutture da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

Le strutture che si vogliono proteggere (strutture più esposte e rilevanti in termini di volume rispetto ad altri elementi presenti) sono:

1) TRACKER FOTOVOLTAICI

Di seguito, la valutazione per ciascuna struttura individuata.

3.1. STRUTTURA: TRACKER FOTOVOLTAICI

La struttura che si vuole proteggere coincide con l'intero campo fotovoltaico, modellato ai fini della presente relazione come un edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'intero impianto.

3.2. DATI INIZIALI

Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di Ng"), vale:

$$N_g = 3,20 \text{ fulmini/anno km}^2$$

Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 725 B (m): 250 H (m): 5

La struttura è ubicata in un'area con oggetti di altezza maggiore ($CD=0,25$).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: agricolo

Il rischio di incendio è: nessuno ($r_f = 0$)

Misure di protezione antincendio previste: manuali ($r_p = 0,5$)

La struttura, in caso di fulminazione, non presenta pericoli particolari per l'ambiente (incluso il rischio di contaminazione) e le strutture circostanti, inoltre:

- non presenta pericolo di esplosione;
- non contiene apparecchiature dal cui funzionamento dipende direttamente la vita delle persone (ospedali e simili);
- non è utilizzata come museo (o simili) né per servizi pubblici di rete (TLC, TV, distribuzione di energia elettrica, gas, acqua).

È stato considerato un livello di panico ridotto in quanto la struttura è assimilabile ad un edificio fino a due piani e con meno di 100 persone.

La struttura non è dotata di un impianto di protezione contro i fulmini (LPS).

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, è stato calcolato il rischio R1.

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare l'opportunità o la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state effettuate in accordo con il committente.

Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Linea MT

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

3.3. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art.A.2.

L'area di raccolta AL di ciascuna linea elettrica esterna è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art.A.4.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

3.4. VALUTAZIONE DEI RISCHI

Rischio R1: perdita di vite umane

Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

RA = 1,69E-05

RB = 0,00E+00

RU = 7,68E-05

RV = 0,00E+00

Totale = 9,3700E-05

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 9,3700E-05

4.3.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 9,3700E-05 è superiore a quello tollerato RT = 1E-05, nonostante l'adozione di idonei SPD ad arrivo linea.

3.5. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Al fine di ridurre il rischio complessivo R1 sono previsti SPD su tutte le linee entranti nella struttura, aventi le seguenti caratteristiche:

- Tipo 1
- corrente impulsiva di scarica $I_{imp} (10/350 \mu s) \geq 10 \text{ kA}$

4. PROTEZIONE IMPIANTI C.C.

4.1. CARATTERISTICHE INVERTER/MODULI

La massima tensione del generatore fotovoltaico è 1,25 U_{oc} (V): 1406,25

L'inverter ha le seguenti caratteristiche:

- tensione di tenuta ad impulso U_{wi} (V): 4000
- coefficiente di sicurezza: 1

I moduli (classe A) presentano le seguenti caratteristiche:

- tensione di tenuta ad impulso U_{wm} (V): 8000
- coefficiente di sicurezza: 1

L'SPD1 è installato ai morsetti dell'inverter.

Distanza tra SPD1 e modulo più lontano dall'inverter (m): 50

Tipo di linea tra SPD1 e modulo più lontano dall'inverter: conduttori attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m²)

Gli SPD servono per ridurre il rischio di perdita di vite umane (R1) o di servizio pubblico (R2).

4.2. CARATTERISTICHE SPD

In prossimità di ciascun inverter sono installati SPD1 aventi le seguenti caratteristiche:

- Livello dell'SPD1 (LPL): IV
- Classe II
- Tensione di esercizio continuativo U_c (V): 1500
- Corrente nominale di scarica I_n (kA): 10
- Corrente massima di scarica I_{max} (kA): 40
- Livello di protezione U_p (V): 2000

Tenuto conto della massima tensione del generatore fotovoltaico l'installazione degli SPD1 è diretta.

5. PROTEZIONE IMPIANTI C.A.

5.1. CARATTERISTICHE INVERTER

L'impianto elettrico utilizzatore a cui è collegato l'impianto fotovoltaico è un sistema TN.
La massima tensione nominale del sistema verso terra è $1,1 U_0$ (V): 484

L'inverter ha le seguenti caratteristiche:

- tensione di tenuta ad impulso U_{wi} (V): 4000
- coefficiente di sicurezza: 1

Gli SPD servono per ridurre il rischio di perdita di vite umane (R1) o di servizio pubblico (R2).

5.2. CARATTERISTICHE SPD

All'arrivo della linea elettrica entrante nella struttura sono installati SPD1 aventi le seguenti caratteristiche:

- Distanza tra SPD1 e inverter (m): 100
- Tipo di condotta tra inverter e SPD1: conduttori attivi e PE su percorsi diversi
- Livello dell'SPD1 (LPL): IV
- Classe I
- Tensione di esercizio continuativo U_c (V): 760
- Corrente nominale di scarica I_{imp} (kA): 25
- Livello di protezione U_p (V): 400
- Lunghezza dei collegamenti l (m): 0,5
- Livello di protezione effettivo U_p/f (V): 480

6. CONCLUSIONI

Sono installati SPD all'arrivo delle linee entranti nell'impianto (linea MT). Un'analisi cautelativa del rischio prevede tuttavia che prima dell'esecuzione dei lavori venga effettuata una valutazione basata sul progetto esecutivo. Eventuali ulteriori provvedimenti da adottare sull'impianto elettrico e sull'impianto fotovoltaico ai fini della protezione dal fulmine dovranno essere assunti nell'ambito di tale incarico.

Non è stato invece valutato il rischio di perdite economiche relative all'edificio (rischio R4), e non sono stati adottati i provvedimenti eventualmente necessari, avendo il committente espressamente accettato tale rischio.

L'installazione degli SPD in prossimità degli inverter garantisce la protezione, lato c.c., contro le sovratensioni secondo la regola dell'arte.

L'installazione degli SPD all'arrivo della linea elettrica entrante nella struttura garantisce la protezione, lato c.a., contro le sovratensioni secondo la regola dell'arte.

Data 02/07/2021

Timbro e firma



Nota – Il destinatario della segnalazione è il responsabile (gestore) della struttura.

Se il committente dell'impianto fotovoltaico non coincide con il responsabile della struttura, il committente dovrà interessare il responsabile della struttura affinché provveda ad affidare l'incarico di valutare il rischio di fulminazione per l'intera struttura.

7. APPENDICI

7.1. APPENDICE 1 - Caratteristiche delle linee elettriche

L1 – Linea MT

Tipo di linea: interrata (resistività del suolo: 400 ohm m)

Trasformatore MT/BT ad arrivo linea: assente (CT=1)

Lunghezza: 12000 (m)

Percorso della linea in: campagna (CE=1)

SPD ad arrivo linea: assente (PEB = 1)

7.2. APPENDICE 1 - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 2,11E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 0,1688$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) delle linee:

L1 – Linea MT

$AL = 0,48 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) delle linee:

L1 – Linea MT

$NL = 0,768$

7.3. APPENDICE – Ulteriori dati utilizzati per il calcolo

Tipo di pavimentazione: vegetale/cemento ($rt = 0,01$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la struttura

Perdita per tensioni di contatto e di passo (interno ed esterno struttura) $Lt = 0,01$

Perdita per danno fisico $Lf = 0,001$

Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

$PA = 1$

$PB = 1$

$PU \text{ (Linea MT)} = 1$

$PV \text{ (Linea MT)} = 1$

8. ALLEGATI

- Valore Ng



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 3,20 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **44,825296° N**

Longitudine: **12,106289° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di N_G riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2025.

Data 02/07/2021

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 44,825296

Longitudine: 12,106289

