



**REGIONE
PUGLIA**



Provincia di Lecce



Comune di Copertino



Comune di Leverano



Comune di Nardò

Committente:

GRUPOTEC SOLAR ITALIA 2 SRL

Via Statuto, 10 - 20121 Milano - Italy
pec: grupotecsolaritalia2srl@legalmail.it



**Progetto Definitivo
PROCEDIMENTO VIA NAZIONALE
ai sensi degli artt. 23-24-25 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.**

Denominazione progetto:

**REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO
"MASSERIA ARCHI"**
Potenza nominale complessiva = 28.334,28 kWp

Sito in:

COMUNI DI COPERTINO, LEVERANO e NARDO' (LE)

Titolo elaborato:

**Relazione di valutazione rischio
fulminazione**

Elaborato n.

EL07

Scala



Responsabile Coordinamento progetto : dott.ssa agr. Eliana Santoro

TIMBRI E FIRME:

Revisione progettuale: Ing. Nicodemo Agostino

Collaboratori : Ing. Marco Pignolo, Geom. Sara Tessitore



REV.:	REDAZIONE:	CONTROLLO:	APPROVAZIONE :	DATA:
00	Maria Dolores Torregrosa	Ing. Nicodemo Agostino	Dott.ssa Eliana Santoro	15/05/2023
01				
02				

FIRMA/TIMBRO
COMMITTENTE:



Flyren Development S.r.l.
Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 Torino (TO)
tel: 011/ 8123575 - fax: 011/ 8127528
email: info@flyren.eu
web: www.flyren.eu
C.F. / P. IVA n. 12062400010

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI

Struttura: CAMPO FOTOVOLTAICO

Committente: GRUPOTEC SOLAR ITALIA 2 S.r.l.

Indirizzo: LEVERANO (LE)

TORINO, 15/04/2023

Il Tecnico
(Ingegnere Nicodemo Agostino)



FLYREN DEVELOPMENT S.r.l.
Ingegnere Agostino Nicodemo
Lungo Po Antonelli, 21
TORINO (TO)
0118123575
info@flyren.eu



FLYREN
THE CULTURE OF CLEAN ENERGY

Copyright ACCA software S.p.A.

DATI GENERALI

Committente

Ragione Sociale	GRUPOTEC SOLAR ITALIA 2 S.r.l.
Indirizzo	VIA Statuto 10
CAP - Comune	20121 MILANO (MI)

Tecnico

Ragione Sociale	FLYREN DEVELOPMENT S.r.l.
Nome Cognome	Nicodemo Agostino
Qualifica	Ingegnere
Codice Fiscale	GSTNDM78B20A662D
P. IVA	02215010022
Data di nascita	20/02/1978
Luogo di nascita	BARI
Albo	Ingegneri VC
N° Iscrizione	1265A
Indirizzo	Lungo Po Antonelli, 21
CAP - Comune	10154 TORINO (TO)
Telefono	0118123575
E-mail	info@flyren.eu

ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

Normativa di riferimento

Gli impianti sono realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti e, in particolare, dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Per i calcoli e la valutazione del rischio si è fatto riferimento alla norma CEI EN 62305-2 "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Valutazione del rischio".

Definizioni

Fulmine su una struttura

Fulmine che colpisce una struttura da proteggere.

Fulmine in prossimità di una struttura

Fulmine che colpisce tanto vicino ad una struttura da proteggere da essere in grado di generare sovratensioni pericolose.

Fulmine su una linea

Fulmine che colpisce una linea connessa alla struttura da proteggere.

Fulmine in prossimità di una linea

Fulmine che colpisce tanto vicino ad una linea connessa alla struttura da proteggere, da essere in grado di generare sovratensioni pericolose.

Danni ad esseri viventi

Danni, inclusa la perdita della vita, causati ad uomini o animali per elettrocuzione provocata da tensioni di contatto e di passo generate dal fulmine.

LEMP

Impulso elettromagnetico del fulmine, tutti gli effetti elettromagnetici della corrente di fulmine che possono generare impulsi e campi elettromagnetici mediante accoppiamento resistivo, induttivo e capacitivo

LPL

Livello di protezione, numero, associato ad un gruppo di valori dei parametri della corrente di fulmine, relativo alla probabilità che i correlati valori massimo e minimo di progetto non siano superati in natura.

Misure di protezione

Misure da adottare nella struttura da proteggere per ridurre il rischio.

LP

Protezione contro il fulmine, sistema completo usato per la protezione contro il fulmine delle strutture, dei loro impianti interni, del loro contenuto e delle persone, costituito in generale da un LPS e dalle SPM.

Z_s

Zona di una struttura, parte di una struttura con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un gruppo unico di parametri per la valutazione di una componente di rischio.

Sl

sezione di una linea, parte di una linea con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un unico gruppo di parametri per la valutazione di una componente di rischio.

LPS

Sistema di protezione contro il fulmine, impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura.

SPM

Misure di protezione contro il LEMP, misure usate per la protezione degli impianti interni contro gli effetti del LEMP.

SPD

Limitatore di sovratensione, dispositivo che limita le sovratensioni e scarica le correnti impulsive;

contiene almeno un componente non lineare.

Sistema di SPD

Gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre i guasti degli impianti elettrici ed elettronici.

Simboli e abbreviazioni

A_D	Area di raccolta dei fulmini su una struttura isolata.
A_{DJ}	Area di raccolta dei fulmini su una struttura adiacente.
A_l	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una linea.
A_L	Area di raccolta dei fulmini su una linea.
A_M	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una struttura.
B	Struttura.
C_D	Coefficiente di posizione.
C_{DJ}	Coefficiente di posizione di una struttura adiacente.
C_E	Coefficiente ambientale.
C_l	Coefficiente di installazione di una linea.
C_L	Costo annuo della perdita totale senza misure di protezione.
C_{LD}	Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini sulla linea stessa.
C_{LI}	Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini in prossimità della linea stessa.
C_T	Coefficiente di correzione per un trasformatore AT/BT sulla linea.
D_1	Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.
D_2	Danno materiale.
D_3	Guasto di impianti elettrici ed elettronici.
K_{S1}	Coefficiente relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura.
K_{S2}	Coefficiente relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura.
K_{S3}	Coefficiente relativo alle caratteristiche dei circuiti interni alla struttura.
K_{S4}	Coefficiente relativo alla tensione di tenuta ad impulso di un impianto interno.
L_F	Tipica percentuale di perdita per danni materiali in una struttura.
L_O	Tipica percentuale di perdita per guasto di impianti interni in una struttura.
L_T	Tipica percentuale di perdita per danni ad esseri viventi per elettrocuzione.
L_1	Perdita di vite umane.
L_2	Perdita di servizio pubblico.
L_3	Perdita di patrimonio culturale insostituibile.
L_4	Perdita economica.
N_G	Densità di fulmini al suolo.
n_z	Numero delle possibili persone danneggiate (vittime o utenti non serviti).
n_t	Numero totale di persone (o utenti serviti).
P	Probabilità di danno.
P_A	Probabilità di danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulminazione sulla struttura).
P_B	Probabilità di danno materiale in una struttura (fulm. sulla struttura).
P_C	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla struttura).
P_M	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della struttura).
P_U	Probabilità di danno ad esseri viventi (fulm. sulla linea connessa).
P_V	Probabilità di danno materiale nella struttura (fulm. sulla linea connessa).
P_W	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla linea connessa).
P_X	Probabilità di danno nella struttura.
P_Z	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulm. in prossimità della linea connessa).
P_{EB}	Probabilità che riduce P_U e P_V dipendente dalle caratteristiche della linea e dalla tensione di tenuta degli apparati in presenza di EB (equipotenzializzazione al fulmine).
P_{SPD}	Probabilità che riduce P_C , P_M , P_W e P_Z , quando sia installato un sistema di SPD.

P_{TA}	Probabilità che riduce P^A dipendente dalle misure di protezione contro le tensioni di contatto e di passo.
r_t	Coefficiente di riduzione associato al tipo di superficie.
r_f	Coefficiente di riduzione delle perdite dipendente dal rischio di incendio.
r_p	Coefficiente di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio.
R_T	Rischio tollerabile, valore massimo del rischio che può essere tollerato nella struttura da proteggere.
R_A	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla struttura).
R_B	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla struttura).
R_C	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. sulla struttura).
R_M	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità della struttura).
R_U	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla linea connessa).
R_V	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla linea connessa).
R_W	Componente di rischio (danno agli impianti – fulm. sulla linea connessa).
R_Z	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità di una linea).
R_1	Rischio di perdita di vite umane nella struttura.
R_2	Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura.
R_3	Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura.
R_4	Rischio di perdita economica in una struttura.
S	Struttura.
S_1	Sorgente di danno (fulm. sulla struttura).
S_2	Sorgente di danno (fulm. in prossimità della struttura).
S_3	Sorgente di danno (fulm. sulla linea).
S_4	Sorgente di danno (fulm. in prossimità della linea).
t_z	Tempo di permanenza delle persone in un luogo pericoloso (ore/anno).
w_m	Lato di maglia.

Valutazione del rischio fulminazione

La normativa CEI EN 62305-2 specifica una procedura per la valutazione del rischio dovuto a fulminazione e, se necessario, individua le misure di protezione necessarie da realizzare per ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma.

Sorgente di rischio, S

La corrente di fulmine è la principale sorgente di danno. Le sorgenti sono distinte in base al punto d'impatto del fulmine.

- S1 Fulmine sulla struttura.
- S2 Fulmine in prossimità della struttura.
- S3 Fulmine su una linea.
- S4 Fulmine in prossimità di una linea.

Tipo di danno, D

Un fulmine può causare danni in funzione delle caratteristiche dell'oggetto da proteggere. Nelle pratiche applicazioni della determinazione del rischio è utile distinguere tra i tre tipi principali di danno che possono manifestarsi come conseguenza di una fulminazione. Essi sono le seguenti:

- D1 Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.
- D2 Danno materiale.
- D3 Guasto di impianti elettrici ed elettronici.

Tipo di perdita, L

Ciascun tipo di danno, solo o in combinazione con altri, può produrre diverse perdite conseguenti nell'oggetto da proteggere. Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle caratteristiche dell'oggetto stesso ed al suo contenuto.

- L1 Perdita di vite umane (compreso danno permanente).
- L2 Perdita di servizio pubblico.
- L3 Perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- L4 Perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Rischio, R

Il rischio R è la misura della probabile perdita media annua. Per ciascun tipo di perdita che può verificarsi in una struttura può essere valutato il relativo rischio.








- R₁ Rischio di perdita di vite umane (inclusi danni permanenti).
- R₂ Rischio di perdita di servizio pubblico.
- R₃ Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- R₄ Rischio di perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Rischio tollerabile, R_T

La definizione dei valori di rischio tollerabili R_T riguardanti le perdite di valore sociale sono stabilite dalla norma CEI EN 62305-2 e di seguito riportati.

- Rischio tollerabile per perdita di vite umane o danni permanenti (R_T = 10⁻⁵ anni⁻¹).
- Rischio tollerabile per perdita di servizio pubblico (R_T = 10⁻³ anni⁻¹).
- Rischio tollerabile per perdita di patrimonio culturale insostituibile (R_T = 10⁻⁴ anni⁻¹).

Per ogni tipologia di rischio (R₁, R₂, R₃ o R₄), nella tabella seguente sono riportate le sue componenti:

Sorgente	S1			S2	S3			S4
								
Danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Comp. di rischio	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
R ₁	SI	SI	SI ⁽¹⁾	SI ⁽¹⁾	SI	SI	SI ⁽¹⁾	SI ⁽¹⁾
R ₂	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
R ₃	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO
R ₄	SI ⁽²⁾	SI	SI	SI	SI ⁽²⁾	SI	SI	SI

(1) Nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui i guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana

(2) Soltanto in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

Metodo di valutazione

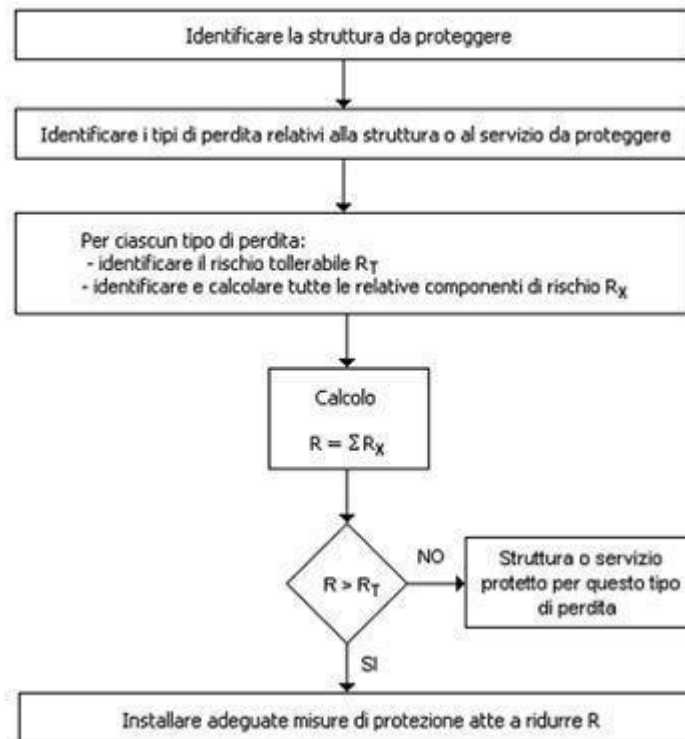
Ai fini della valutazione del rischio (R₁, R₂, R₃ o R₄) si deve provvedere a:

- determinare le componenti R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W e R_Z che lo compongono;
- determinare il corrispondente valore del rischio R_x;
- confrontare il rischio R_x con quello tollerabile R_T (tranne per R₄)

Per ciascun rischio devono essere effettuati i seguenti passi (vedi anche figura successiva):

- identificazione delle componenti R_x che contribuiscono al rischio;

- calcolo della componente di rischio identificata R_x ;
- calcolo del rischio totale R ;
- identificazione del rischio tollerabile R_T ;
- confronto del rischio R con quello tollerabile R_T .



Se $R_x \leq R_T$ la protezione contro il fulmine non è necessaria.

Se $R_x > R_T$ devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere $R_x \leq R_T$ per tutti i rischi a cui è interessato l'oggetto.

Per il rischio R_A , oltre a determinare le componenti e il valore del rischio R_A , deve essere effettuata la valutazione della convenienza economica della protezione effettuando il confronto tra il costo totale della perdita con e senza le misure di protezione.

Componenti di rischio

Le componenti di rischio sono raggruppate secondo la sorgente di danno ed il tipo di danno, come si evince dalla precedente tabella.

Ciascuna delle componenti di rischio può essere calcolata mediante la seguente equazione generale:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

dove

N_x è il numero di eventi pericolosi [Allegato A, CEI EN 62305-2].

P_x è la probabilità di danno alla struttura [Allegato B, CEI EN 62305-2].

L_x è la perdita conseguente [Allegato C, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura), R_A

Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto e di passo in zone fino a 3 m all'esterno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 (perdita economica) con possibile perdita di animali.

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A$$

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura);
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_A Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sulla struttura) [§ B.2, CEI EN 62305-2].
- L_A Perdita per danno ad esseri viventi [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura), R_B
Componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano l'incendio e l'esplosione e che possono essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita: L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di un servizio pubblico), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) e L4 (perdita economica).

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_B Probabilità di danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ B.3, CEI EN 62305-2].
- L_B Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura), R_C
Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C$$

dove:

- R_C Componente di rischio (guasto di apparati del servizio - fulmine sulla struttura);
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_C Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ B.4.3, CEI EN 62305-2].
- L_C Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura), R_M

Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M$$

dove:

- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura);
- N_M Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità della struttura [§ A.3, CEI EN

- P_M 62305-2];
- P_M Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ B.5, CEI EN 62305-2];
- L_M Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso), R_U
 Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura dovute alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 (perdita economica) con possibile perdita di animali.

$$R_U = (N_L + N_{Dj}) \times P_U \times L_U$$

dove:

- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio);
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{Dj} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2 della CEI EN 62305-2].
- P_U Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sul servizio connesso) [§ B.6, CEI EN 62305-2].
- L_U Perdita per danni ad esseri viventi (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso), R_V

Componente relativa ai danni materiali (incendio o esplosione innescati da scariche pericolose fra installazioni esterne e parti metalliche, generalmente nel punto d'ingresso della linea nella struttura) dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso il servizio entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita: L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di un servizio pubblico), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) e L4 (perdita economica).

$$R_V = (N_L + N_{Dj}) \times P_V \times L_V$$

dove:

- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{Da} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_V Probabilità di danno materiale nella struttura (fulmine sul servizio connesso) [§ B.7, CEI EN 62305-2].
- L_V Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso), R_W
 Componente relativa al guasto di impianti interni causati da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_W = (N_L + N_{Dj}) \times P_W \times L_W$$

dove:

- R_W Componente di rischio (danno agli apparati - fulmine sul servizio connesso).
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].

- N_{Da} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_w Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sul servizio connesso) [§ B.8, CEI EN 62305-2].
- L_w Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso), R_z

Componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_z = N_i \times P_z \times L_z$$

dove:

- R_z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità del servizio).
- N_i Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità del servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- P_z Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità del servizio) [§ B.9, CEI EN 62305-2].
- L_z Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità del servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Determinazione del rischio di perdita di vite umane (R_1)

Il rischio di perdita di vite umane è determinato come somma delle componenti di rischio precedentemente definite.

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^{(1)} + R_M^{(1)} + R_U + R_V + R_W^{(1)} + R_Z^{(1)}$$

(1) Nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura).
- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

Determinazione del rischio di perdita di servizio pubblico (R_2)

Il rischio di perdita di servizio pubblico è determinato dalla formula:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).

- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

Determinazione del rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile (R_3)

Il rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile è dato dalla formula:

$$R_3 = R_B + R_V$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura)
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso)

Determinazione del rischio di perdita economica (R_4)

Il rischio di perdita economica è determinato secondo la formula:

$$R_4 = R_A^{(1)} + R_B + R_C + R_M + R_U^{(1)} + R_V + R_W + R_Z$$

(1) Solo in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura).
- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

Esito della valutazione

Una volta noti i valori di rischio per la struttura bisogna verificare che essi siano inferiori ai rischi tollerabili.

Caso 1 - Struttura autoprotetta

Se per ogni rischio calcolato i valori sono inferiori ai rispettivi R_r e non sono state adottate misure di protezione, la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Autoprotetta".

Caso 2 - Struttura protetta

Se per ogni rischio calcolato i valori sono inferiori ai rispettivi R_r e sono state adottate misure di protezione, la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Protetta".

Caso 3 - Struttura NON protetta

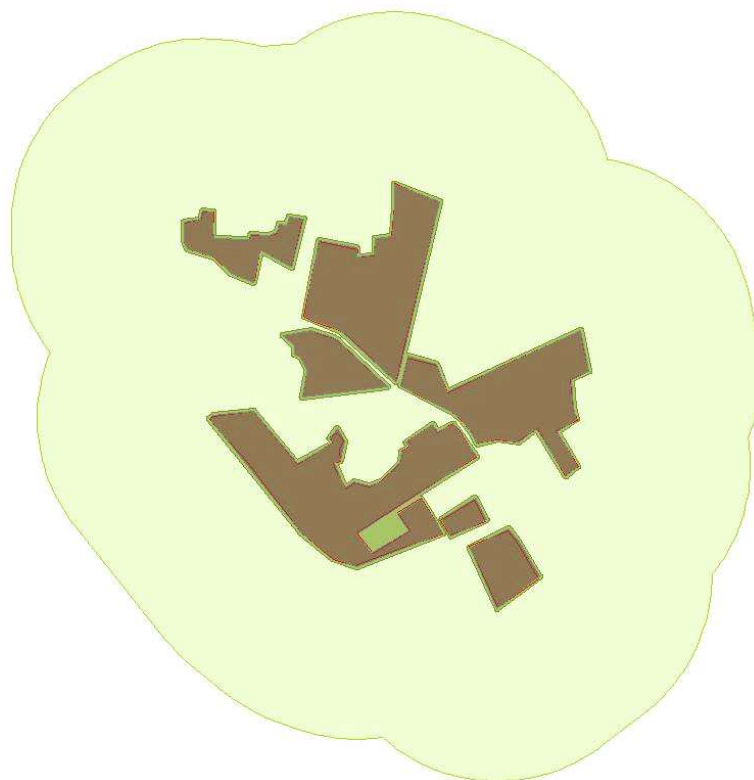
Se almeno un rischio calcolato è superiore al rispettivo R_r devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere il rischio inferiore.

STRUTTURA

Dati generali	
Denominazione	CAMPO FOTOVOLTAICO
Destinazione d'uso	Industriale
Indirizzo	
Comune	LEVERANO (LE)
Cap	01082
N _G	2.01 fulmini/ anno km ²
Fonte dati	PRODISCEI

Caratteristiche della struttura	
Ubicazione	Isolata [$C_D = 1$]
Geometria della struttura	Calcolo aree da disegno: Area raccolta della struttura isolata A_D : 532 168.29 m ² Area raccolta fulmini in prossimità della struttura A_M : 3 686 271.88 m ²
Schermatura	Assente $K_{SI} = 1$
LPS	Struttura non protetta con LPS [$PB = 1.00$]
N° persone totali nella struttura (L1)	$n_T = 2$
Valore complessivo della struttura (L4)	$C_T = \mathbf{15\ 900\ 000.00\ €}$

DI SEGNO DELLA STRUTTURA



- Struttura
- Area di raccolta Ad
- Area di raccolta Am

ZONE

Nella struttura è presente una sola zona, per cui la zona comprende l'intera struttura.
Di seguito si riportano i dati relativi alla zona.

Zona Z1 - "Zona 1"

Dati generali	
Denominazione	Zona 1
Tipo di zona	Esterna
Pavimentazione	Agricolo ($R \leq 1k\Omega$) [$r_t = 10^{-2}$]
Protezioni dalle tensioni di passo e di contatto	Cartelli ammonitori [PTA = 0.10]

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti (nz)	2
Ore presenza/anno (tz)	700
L _T	10^{-2}
L _F	10^{-2}
Perdita economica (L4)	
Valore animali	€ 0.00
Valore edificio	€ 0.00
Valore contenuto zona	€ 0.00
Valore impianti interni zona	€ 15 900 000.00
L _T	10^{-2}
L _F	1
L _O	0.10

Legenda:

- L_T è la percentuale media di vittime per elettrocuzione (danno D1) causato da un evento pericoloso.
- L_F è la percentuale media di vittime per danno materiale (danno D2) causato da un evento pericoloso.
- L_O è la percentuale media di vittime per guasto degli impianti interni (danno D3) causato da un evento pericoloso.

LINEE

Alla struttura è collegata una linea di seguito descritta.

Linea L1 - "ARRIVO LINEA 1 MT 30kV"



Dati generali	
Denominazione	ARRIVO LINEA 1 MT 30kV
Tipo linea	Linea di energia
Protezione	Nessuna
Ambiente circostante	Rurale [Ce = 1.00]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Nessuna misura di protezione [PTU = 1]
SPD su linea entrante	Sistema di SPD con LPL di classe I [PEB = 0.01]
Trasformatore AT/BT	Assente [Cr = 1]

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	Tratto 1
Lunghezza	1 000 m
Schermatura cavi	Presente [$R_s = 0.2 \Omega/m$], connesso alla barra equipotenziale
Dispersore fittamente magliato	No

IMPIANTI

Nella struttura è presente un solo impianto interno di seguito descritto.

Impianto I 1 - "FOTOVOLTAICO AREA1"

Dati generali	
Denominazione	FOTOVOLTAICO AREA1
Linea collegata all'impianto	ARRIVO LINEA 1 MT 30kV
Zone servite dall'impianto	Zona 1
Tensione di tenuta	1500
Cavi impianto schermati	No
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	No
Tipo cablaggio	Nessuna precauzione nella scelta del percorso
Tipo SPD	Sistema di SPD con LPL di classe II [PSPD = 0.02]

ESITO DELLA VALUTAZIONE

Perdite considerate e rischi tollerabili

Per la valutazione dei rischi sono state considerate le seguenti perdite:













L1 - Perdita di vite umane o danni permanenti

(Rischio tollerabile $R_T = 10^{-5}$)













L4 - Perdita economica

Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1













Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{DJ}$			N_I
Struttura	1.07			7.41	-			-
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{DJ}$			N_I
L1	-			-	4.02×10^{-2}			4.02

Valori di probabilità di perdita di vite umane, P_x













Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Probabilità	P_A	P_B	P_C	P_M	P_U	P_V	P_W	P_Z
Z1	0.10	0	0	0	4×10^{-3}	4×10^{-3}	8×10^{-3}	0
- I1	-	-	1	8.89×10^{-3}	-	-	-	-
- L1	-	-	-	-	4×10^{-3}	4×10^{-3}	8×10^{-3}	0

Ammontare delle perdite di vite umane, L_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Perdite	L_A	L_B	L_C	L_M	L_U	L_V	L_W	L_Z

Z1	7.99×10^6	0	0	0	7.99×10^6	0	0	0
----	--------------------	---	---	---	--------------------	---	---	---

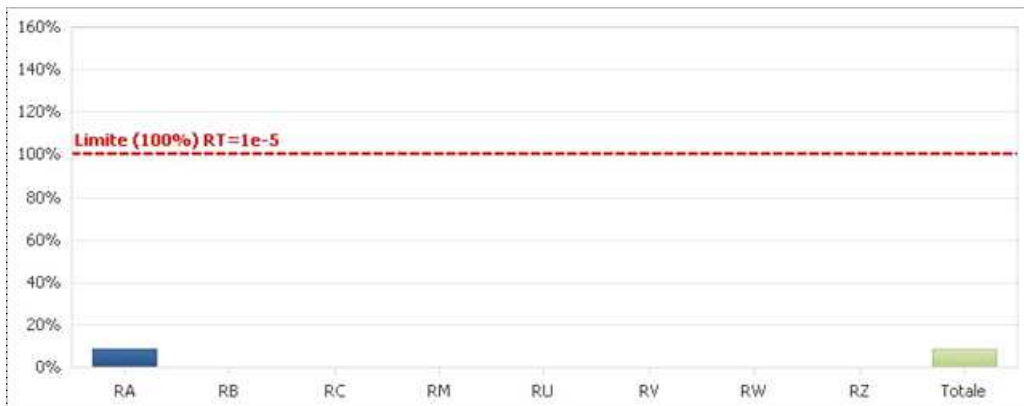
Componenti di rischio di perdita di vite umane, R_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Rischio	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Z1	8.55×10^{-7}	0			0	0		
Totale	8.55×10^{-7}	0			0	0		

Rischio di perdita di vita umana, $R_{1,Struttura}$ ($R_{1,Struttura} = R_{A,Struttura} + R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{U,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura}$)	8.55×10^{-7}
--	-----------------------













Il valore del rischio dovuto al fulmine è inferiore al valore di rischio tollerato R_T .

Grafico delle componenti di rischio















Valutazione del rischio di perdita economica R4













Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{DJ}$			N_I
Struttura	1.07			7.41	-			-
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{DJ}$			N_I
L1	-			-	4.02×10^{-2}			4.02













Valori di probabilità di perdita economica, P_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Probabilità	P_A	P_B	P_C	P_M	P_U	P_V	P_W	P_Z
Z1	0.10	0	0	0	4×10^{-3}	4×10^{-3}	8×10^{-3}	0
- I1	-	-	1	8.89×10^{-3}	-	-	-	-
- L1	-	-	-	-	4×10^{-3}	4×10^{-3}	8×10^{-3}	0

Ammontare delle perdite economica, L_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Perdite	L_A	L_B	L_C	L_M	L_U	L_V	L_W	L_Z
Z1	0	0	0.10	0.10	0	0	0.10	0.10

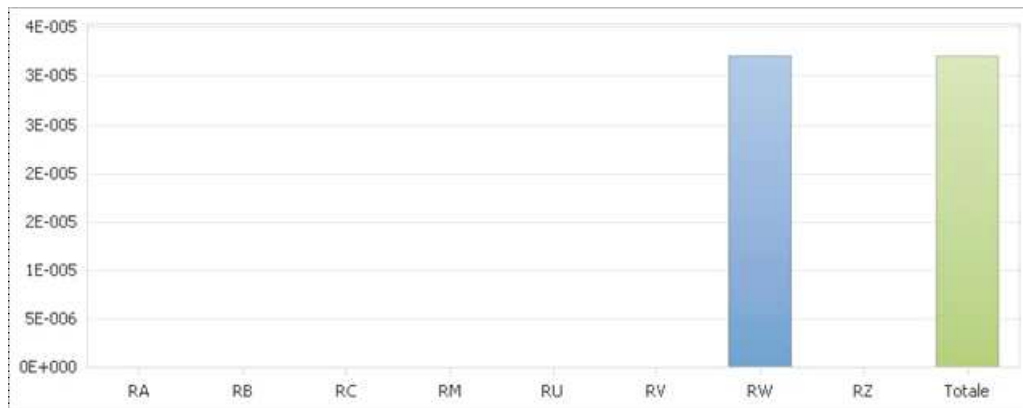
Componenti di rischio di perdita economica, R_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								

Rischio	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Z1		0	0	0		0	3.22 x 10 ⁻⁵	0
Totale		0	0	0		0	3.22 x 10 ⁻⁵	0

Rischio di perdita economica, R_{4,Struttura} (R _{4,Struttura} = R _{A,Struttura} + R _{B,Struttura} + R _{C,Struttura} + R _{M,Struttura} + R _{U,Struttura} + R _{V,Struttura} + R _{W,Struttura} + R _{Z,Struttura})	3.22 x 10 ⁻⁵
---	-------------------------

Grafico delle componenti di rischio



CONCLUSIONI

Visti gli esiti delle verifiche effettuate, non è necessario realizzare alcun sistema di protezione contro i fulmini per la struttura in questione in quanto il rischio dovuto al fulmine è già al di sotto del limite tollerato.

Quindi la struttura è da considerarsi PROTETTA.

In forza della legge n° 186 del 01/03/1968 che individua nelle norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

Per il rischio di perdite economiche R4, la valutazione della convenienza dell'installazione di misure di protezione deve essere valutata caso per caso.

Nell'appendice E della norma CEI EN 62305-2 è riportata una apposita procedura di valutazione.

INDICE

DATI GENERALI	3
Committente	3
Tecnico	3
ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	4
Normativa di riferimento	4
Definizioni	4
Simboli e abbreviazioni	5
Valutazione del rischio fulminazione	6
Metodo di valutazione	7
Componenti di rischio	8
Determinazione del rischio di perdita di vite umane (R1)	11
Determinazione del rischio di perdita di servizio pubblico (R2)	11
Determinazione del rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile (R3)	12
Determinazione del rischio di perdita economica (R4)	12
Esito della valutazione	12
STRUTTURA	13
DISEGNO DELLA STRUTTURA	14
ZONE	15
Zona Z1 - "Zona 1"	15
LINEE	16
Linea L1 - "ARRIVO LINEA 1 MT 30kV"	16
IMPIANTI	17
Impianto I1 - "FOTOVOLTAICO AREA1"	17
ESITO DELLA VALUTAZIONE	18
Perdite considerate e rischi tollerabili	18
Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1	18
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, NX	18
Valori di probabilità di perdita di vite umane, PX	18
Ammontare delle perdite di vite umane, LX	18
Componenti di rischio di perdita di vite umane, RX	19
Grafico delle componenti di rischio	19
Valutazione del rischio di perdita economica R4	20
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, NX	20
Valori di probabilità di perdita economica, PX	20
Ammontare delle perdite economica, LX	20
Componenti di rischio di perdita economica, RX	20
Grafico delle componenti di rischio	21
CONCLUSIONI	22
INDICE	24



Valore N_G : **2.01**

VALIDITA' DEI DATI: fino al 31/12/2027

Informazioni sulla posizione

Latitudine: 40.2723° N

Longitudine: 18.0151° E

Comune: Copertino

Codice Istat: 075022

Provincia: LE

Regione: Puglia

Condizioni di utilizzo e validità dei dati

• Il valore di N_G riportato dall'applicazione è calcolato esclusivamente sulla base delle coordinate geografiche (Latitudine e Longitudine, formato WGS84) fornite dall'utente. Il CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano non si assume alcuna responsabilità in merito all'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi incluso lo strumento gratuito "CEI FindIT" messo a disposizione a puro titolo di ausilio e/o verifica. Parimenti, è responsabilità dell'utente la verifica di precisione e accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo

• I valori di N_G forniti dall'applicazione derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate da Météorage facendo ricorso allo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia

• CEI ProDiS possiede le caratteristiche indicate dalla norma europea CEI EN 62858 affinché i dati resi disponibili possano essere utilizzati nell'analisi del rischio prevista dalla norma europea CEI EN 62305-2

• I dati relativi alle indicazioni geografiche fornite dall'applicazione fanno riferimento ai database geografici messi a disposizione dall'ISTAT. Tali dati si riferiscono alla situazione di Comuni, Province e Regioni al 01 gennaio 2022

• La precisione delle conversioni di coordinate comporta un errore all'incirca di 100 m. L'applicazione è costruita in modo da tenere in considerazione le inevitabili approssimazioni dovute al calcolo numerico e, pertanto, i valori forniti risultano sempre conservativi.

• Il valore di N_G fornito è legato esclusivamente alle coordinate inserite: non esiste alcuna relazione tra il valore di N_G ed il Comune in cui ricadono le coordinate geografiche (WGS84)

• Piccole variazioni di coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa ceraunica su cui insiste l'applicazione. Si raccomanda, pertanto, di verificare con la massima attenzione possibile i valori inseriti, nonché di evitare il riuso del dato per posizioni distanti più di 100 m (tolleranza all'errore)

• Dati interpolati e/o dedotti con qualsiasi algoritmo a partire da quelli forniti dall'applicazione non hanno alcuna attinenza con il modello fisico sottostante e, pertanto, non devono essere utilizzati nei calcoli

• I dati di probabilità ceraunica (N_G) sono di proprietà di CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano e di Météorage. Senza il consenso scritto da parte del CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano, è vietata la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo, fatti salvi i fini progettuali e/o di verifica per cui avviene la consultazione

• È fatto esplicito divieto di ricostruire il database dei dati ceraunici, anche parzialmente, a partire dai dati forniti dall'applicazione.

• Per tutto quanto non esplicitamente citato nelle presenti condizioni, si rimanda alla Licenza d'uso dei prodotti CEI (<https://pages.ceinorme.it/licenzaduso-it/>)