



Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.Lgs
36/23

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

L 5 8

E

d

0 2 3

I M

A 1

R 0

1:100

SARONNO CITY HUB NUOVO EDIFICIO OFFICINA Progetto Esecutivo

RELAZIONE TECNICA VERIFICA PROBABILITA' DI FULMINAZIONE

| Revisioni | | Data | Descrizione | Redatto | Controllato |
|-----------|---|------------|-----------------|---------|-------------|
| | 3 | | - | | |
| | 2 | | - | | |
| | 1 | 30/10/2025 | Aggiornamento | | |
| | 0 | 15/09/2025 | PRIMA EMISSIONE | | |

FERROVIENORD

APPALTATORE



eSERVICE srl
via del Commercio n°1
24041 Brembate (BG)
Tel. +39.035.41.98.41
@: info@eservicesrl.eu

COLLABORATORE



Progettista



Via Maestri del Lavoro, 4 - 24020 GORLE (BG)
Tel. 035.41.23.061 - Fax 035.41.23.062 - email info@elettricarizzi.com
R.E.A Bergamo 212857 - R.I. Bergamo 01516570163 - Attest. SOA n. 3482/30/00 cat. OG10 class. I cat. OS30 class. IV
Certificazione UNI EN ISO 9001:2008 n. 457/SGQ/EA 28b - Certificazione BS OHSAS 18001:2007 n. 015/SCR/EA 28b

| REDATTO | CONTROLLATO | APPROVATO | DATA |
|-------------------------------|-------------|-----------|------|
| CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE | | | AGG. |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

1 INDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Indice | 2 |
| 2 | Oggetto dell'Appalto | 4 |
| 2.1 | Estratto Planimetrico | 4 |
| 2.2 | Esclusioni dal Progetto | 4 |
| 3 | Tecnico | 5 |
| 4 | Generalità | 6 |
| 4.1 | Disposizioni legislative principali | 6 |
| 4.2 | Norme CEI principali | 6 |
| 4.3 | Definizioni | 7 |
| 4.4 | Simboli e abbreviazioni | 8 |
| 4.5 | Valutazione del rischio fulminazione | 10 |
| 4.5.1 | Metodo di valutazione | 12 |
| 4.5.2 | Componenti di rischio | 13 |
| 4.6 | Determinazione del rischio di perdita di vite umane (R1) | 17 |
| 4.7 | Determinazione del rischio di perdita di servizio pubblico (R2) | 18 |
| 4.8 | Determinazione del rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile (R3) | 18 |
| 4.9 | Determinazione del rischio di perdita economica (R4) | 19 |
| 4.10 | Esito della valutazione | 19 |
| 4.11 | Frequenza di danno | 20 |
| 5 | Individuazione della struttura da proteggere | 22 |
| 6 | Dati Iniziali/Input | 23 |
| 6.1 | Densità annua di fulmini a terra | 23 |
| 6.2 | Struttura | 23 |
| 7 | Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche | 24 |
| 8 | Zone | 25 |
| 8.1 | Zona Z1 - "Capannone" | 25 |
| 8.2 | Zona Z2 - "Esterni" | 26 |
| 9 | Linee | 27 |
| 9.1 | Linea L1 - "Energia" | 27 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 10 | Impianti | 28 |
| 10.1 | Impianto I1 - "Imp. Elettrici" | 28 |
| 11 | Esito della Valutazione dei Rischi | 29 |
| 11.1 | Perdite considerate e rischi tollerabili | 29 |
| 11.2 | Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1 | 29 |
| 11.2.1 | Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_x | 29 |
| 11.2.2 | Valori di probabilità di perdita di vite umane, P_x | 30 |
| 11.2.3 | Ammontare delle perdite di vite umane, L_x | 30 |
| 11.2.4 | Componenti di rischio di perdita di vite umane, R_x | 30 |
| 11.2.5 | Grafico delle componenti di rischio | 31 |
| 12 | Conclusioni | 32 |
| 13 | Frequenza di Danno | 33 |
| 14 | Soluzioni | 34 |
| 14.1 | SOLUZIONE "Soluzione 1" | 34 |
| 14.1.1 | Lista delle migliorie della soluzione | 34 |
| 14.2 | Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1 | 34 |
| 14.2.1 | Componenti di rischio di perdita di vite umane, R_x utilizzando le migliorie della soluzione | 34 |
| 14.3 | FREQUENZA DI DANNO | 35 |
| 14.4 | Conclusioni | 35 |
| 15 | Sistema di SPD | 36 |
| 15.1 | Verifiche SPD | 37 |
| 15.1.1 | Verifiche SPD Energia (Linea di energia) | 37 |
| 15.2 | Note | 37 |
| 16 | Giuridicamente vincolante | 38 |
| 17 | Allegato: Valore N_g | 39 |

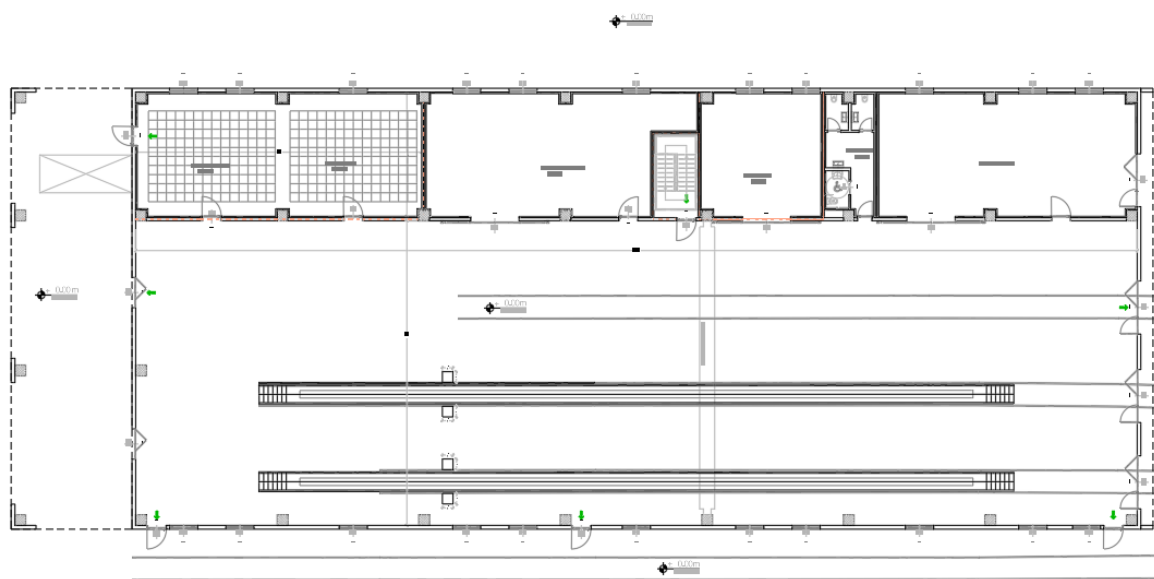
2 OGGETTO DELL'APPALTO

È oggetto della presente relazione tecnica per la valutazione del Rischio di fulminazione per il Capannone industriale ed uffici "Saronno CITY HUB", Ferovienord.

Per la redazione della presente relazione si è fatto riferimento a:

- Informazioni dalla committenza
- Rilievi/sopralluogo

2.1 ESTRATTO PLANIMETRICO



2.2 ESCLUSIONI DAL PROGETTO

Sono esclusi dal seguente progetto tutto quanto non esplicitamente indicato nel presente documento.

3 TECNICO

Ragione Sociale

CS Progetti - Studio Associato

Nome Cognome

Claudio Boschini

Qualifica

per. ind.

Codice Fiscale

BSCCLD76M29A794B

P. IVA

03794460166

Data di nascita

29/08/1976

Luogo di nascita

Bergamo

Albo

Ordine dei Periti Industriali di Bergamo

N° Iscrizione

1322

Indirizzo

Via Milano, 12/B

CAP - Comune

24040 Bonate Sopra (BG)

Telefono

035/0343131

E-mail

studio@cs-progetti.it

4 GENERALITÀ

Per quanto non espressamente menzionato nella presente relazione tecnica, valgono i riferimenti legislativi e normativi principali di seguito elencati.

È sottointeso che le Norme indicate sono quelle in Vigore alla data del progetto.

4.1 DISPOSIZIONI LEGISLATIVE PRINCIPALI

| Disposizione | | Data | Descrizione |
|--|-----|------------|---|
| Tipo | n° | | |
| Legge | 186 | 01/03/1968 | Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici |
| D.Lgs | 81 | 09/04/08 | Testo Unico in materia di Salute e Sicurezza delle Lavoratrici e dei Lavoratori |
| Il regolamento e le prescrizioni Comunali | | | relative alla zona di realizzazione dell'opera |
| Tutte le prescrizioni e raccomandazioni relative agli impianti di cui trattasi, emanate dai VV.F., INAIL, ASL, Società erogatrici dei servizi elettrico e telefonico | | | |
| Le leggi e regolamenti vigenti relativi alla assunzione, trattamento economico, assicurativo e previdenziale della mano d'opera. | | | |

4.2 NORME CEI PRINCIPALI

L'elenco di seguito riportato è da intendersi come indicativo e non esaustivo delle principali Normative (Varianti ed EC comprese) CEI di riferimento.

E' sottointeso che le Norme indicate sono quelle in Vigore alla data del progetto.

| Norma | Descrizione |
|------------------|---|
| 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 |

4.3 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.

Zs

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.

4.4 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_{L,D} | 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. |
| D1 | Danno ad esseri viventi per elettrocuzione. |
| D2 | Danno materiale. |
| D3 | 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. |
| L₁ | Perdita di vite umane. |
| L₂ | Perdita di servizio pubblico. |
| L₃ | Perdita di patrimonio culturale insostituibile. |
| L₄ | 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). |

| | |
|----------------------|--|
| Ru | Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla linea connessa). |
| Rv | Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla linea connessa). |
| Rw | Componente di rischio (danno agli impianti – fulm. sulla linea connessa). |
| Rz | Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità di una linea). |
| R1 | Rischio di perdita di vite umane nella struttura. |
| R2 | Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura. |
| R3 | Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura. |
| R4 | Rischio di perdita economica in una struttura. |
| S | Struttura. |
| S1 | Sorgente di danno (fulm. sulla struttura). |
| S2 | Sorgente di danno (fulm. in prossimità della struttura). |
| S3 | Sorgente di danno (fulm. sulla linea). |
| S4 | 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. |

4.5 VALUTAZIONE DEL RISCHIO FULMINAZIONE

La normativa CEI EN 62305-2 specifica una procedura per la valutazione del rischio dovuto a fulminazione e individua le misure di protezione, se 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 della struttura 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. I tipi di danno si distinguono in:

- 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 nella struttura da proteggere. Il tipo di perdita che ne consegue dipende dalle caratteristiche della struttura stessa e dal suo contenuto. I tipi di perdita sono:

- 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 ($R_T = 10^{-5} \text{ anni}^{-1}$).
- Rischio tollerabile per perdita di servizio pubblico ($R_T = 10^{-3} \text{ anni}^{-1}$).
- Rischio tollerabile per perdita di patrimonio culturale insostituibile ($R_T = 10^{-4} \text{ anni}^{-1}$).

4.5.1 Metodo di valutazione

Ai fini della valutazione del rischio (R_1, R_2, R_3, R_4) 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 R_4).

La tabella seguente riporta tutti gli elementi da valutare:

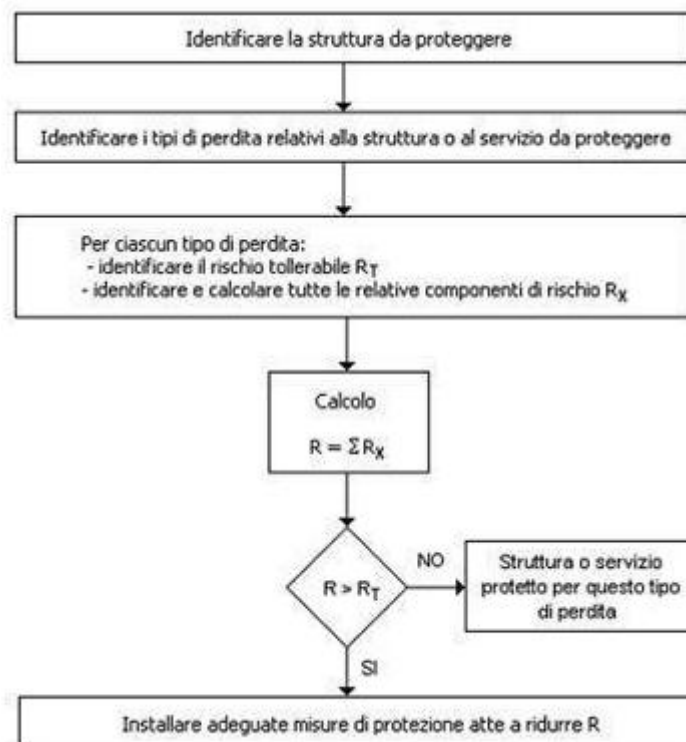
| Sorgente | S1 | | | S2 | S3 | | | S4 |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| |  | | |  |  | | |  |
| Danno | D1 | D2 | D3 | D3 | D1 | D2 | D3 | D3 |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Comp. di rischio | R_A | R_B | R_C | R_M | R_U | R_V | R_W | R_Z |
| R_1 | SI | SI | SI ⁽¹⁾ | SI ⁽¹⁾ | 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

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 interessata la struttura.

Per il rischio R_4 , oltre a determinare le componenti e il valore del rischio R_4 , 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.

4.5.2 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.43, 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 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).

$$R_v = (N_L + N_{Dl}) \times P_v \times L_v$$

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.

$$R_w = (N_L + N_{Dl}) \times P_w \times L_w$$

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].

4.6 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.

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^1 + R_M^2 + R_U + R_V + R_W^{(1)} + R_z^{(1)}$$

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).

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.

² 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.

4.7 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA DI SERVIZIO PUBBLICO (R2)

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).

4.8 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA DI PATRIMONIO CULTURALE INSOSTITUIBILE (R3)

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)

4.9 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA ECONOMICA (R₄)

Il rischio di perdita economica è determinato secondo la formula:

$$R_4 = R_A^3 + R_B + R_C + R_M + R_U^4 + R_V + R_W + R_Z$$

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).

4.10 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_T 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_T 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_T devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere il rischio inferiore.

³ Solo in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

⁴ Solo in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

4.11 FREQUENZA DI DANNO

La frequenza di danno tollerabile è un parametro che permette di semplificare la valutazione del rischio di perdita economica.

Al paragrafo 1.2 della guida CEI 81-29 è indicato che la necessità della protezione contro il fulmine per ridurre il rischio di perdita di valore economico R4 andrebbe valutata in base al rapporto fra il costo delle misure di protezione e il beneficio economico ottenuto con la loro adozione.

I danni dovuti ai fulmini possono rappresentare un'importante perdita economica nei paesi industrializzati, soprattutto in assenza di adeguate misure di protezione correttamente installate.

Non sempre, in fase di valutazione del rischio, è possibile riuscire a quantificare il valore economico delle perdite, con o senza misure di protezione. In tal caso, la guida CEI 81-29 introduce la frequenza di danno per decidere la convenienza e l'adeguatezza delle misure di protezione da adottare. La frequenza di danno F è il numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno alla struttura da proteggere nelle varie situazioni che si possono presentare in funzione della localizzazione del punto d'impatto rispetto alla struttura (sorgenti di danno).

La frequenza di danno F è il numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno ad una apparecchiatura di un impianto interno e si valuta secondo la formula:

$$F = F_{S1} + F_{S3} + F_{S4}$$

se i circuiti sono collegati ad una linea esterna all'edificio,
oppure con la formula:

$$F = F_{S1} + F_{S2}$$

per i circuiti stand-alone o collegati ad una linea esterna all'edificio tramite una interfaccia isolante dove:

- FS1 Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S1).
- FS2 Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2).
- FS3 Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)
- FS4 Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alle linee entranti nella struttura (sorgente S4)

Di seguito le formule per il calcolo di queste frequenze parziali:

$$F_{S1} = N_D \times P_C$$

$$F_{S2} = N_M \times P_M$$

$$F_{S3} = (N_L \times N_{DJ}) \times P_W$$

$$F_{S4} = N_I \times P_Z$$

Il significato di tali coefficienti è riportato nei paragrafi precedenti.

La frequenza di danno tollerabile F_T è il massimo valore della frequenza di danno che può essere tollerato dagli impianti interni.

Fissare i valori di F_T è responsabilità del proprietario o del gestore della struttura tenendo presente che tale valore, secondo la guida **CEI 81-29**, dovrebbe essere 0.1^5 , e, in ogni caso, inferiore ad 1.

Se il valore di F risulta essere superiore al valore F_T stabilito, la frequenza di danno risulta essere **non rispettata** e, in tal caso, **bisognerebbe** agire migliorando le protezioni contro le sovratensioni al fine di fare rientrare il valore al di sotto di quello stabilito.

⁵ In questa Verifica di Fulminazione, su indicazioni della committenza, è stato adottato il fattore $F_T=0.1$.

5 INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

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

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero 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'edificio stesso.

6 DATI INIZIALI/INPUT

6.1 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 N_g "), vale:

$$N_g^6 = 4.84 \text{ fulmini/anno km}^2$$

6.2 STRUTTURA

| Dati generali | |
|--------------------|---|
| Denominazione | Saronno City HUB |
| Destinazione d'uso | Industriale |
| Indirizzo | // |
| Comune | Saronno (VA) |
| Cap | |
| N_g | 4.84 fulmini/anno km² |
| Fonte dati | CEI - ProDis |

| Caratteristiche della struttura | |
|--|--|
| Ubicazione | Circondata da oggetti di altezza maggiore [CD = 0.250] |
| Geometria della struttura | Struttura regolare: Lunghezza: 80.0 m Larghezza: 30.0 m Altezza: 10.0 m Distanza struttura: 500 m (per il calcolo di AM) Area raccolta della struttura isolata AD: 11 827.433 m² Area raccolta fulmini in prossimità della struttura AM: 895 398.163 m² |
| Schermatura | Assente KS1= 1 |
| Effetti schermanti strutture esistenti | Non considerati |
| LPS | Struttura non protetta con LPS [PB = 1.00] |
| N° persone totali nella struttura (L1) | n_T = 25 |

⁶ Valore Ricavato dai database CEI - Comitato Elettrotecnico – Validità fino a 31/12/2029.

7 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE

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 AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

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*.

8 ZONE

Nella struttura sono presenti 2 zone.

I dettagli di ogni zona sono riportati nei seguenti paragrafi.

8.1 ZONA Z1 - "CAPANNONE"

| Dati generali | |
|-------------------------|---|
| Denominazione | Capannone |
| Tipo di zona | Interna |
| Pavimentazione | Cemento ($R \leq 1k\Omega$) [$r_t = 10^{-2}$] |
| Pericoli particolari | Nessuno [$h_z = 1$] |
| Rischio esplosione | Assente |
| Rischio incendio | Assente |
| Schermatura | Assente $K_{s2} = 1$ |
| Misure antincendio | Nessuna protezione [$r_p = 1$] |
| Valore r_p della zona | 1.0 |

| Perdita di vite umane (L1) | |
|----------------------------|-------|
| N° persone presenti (nz) | 20 |
| Ore presenza/anno (tz) | 8760 |
| L_T | 0.010 |
| L_F | 0.010 |

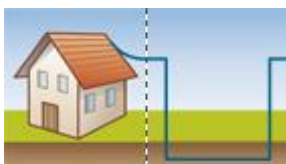
8.2 ZONA Z2 - "ESTERNI"

| Dati generali | |
|--|---|
| Denominazione | Esterni |
| Tipo di zona | Esterna |
| Pavimentazione | Cemento ($R \leq 1k\Omega$) [$r_t = 10^{-2}$] |
| Protezioni dalle tensioni di passo e di contatto | Nessuna [PTA = 1] |

| Perdita di vite umane (L1) | |
|----------------------------|-------|
| N° persone presenti (nz) | 5 |
| Ore presenza/anno (tz) | 8760 |
| L _T | 0.010 |
| L _F | 0.010 |

9 LINEE

9.1 LINEA L1 - "ENERGIA"



| Dati generali | |
|---------------------------------------|--|
| Denominazione | Energia |
| Tipo linea | Linea di energia |
| Protezione | Nessuna |
| Protezioni dalle tensioni di contatto | Nessuna misura di protezione [PTU = 1] |
| SPD su linea entrante | Sistema SPD assente [PEB = 1.00] |
| Trasformatore AT/BT | Assente |

Sezioni della linea:

| Tratto interrato | |
|--------------------------------|-----------------------|
| Denominazione | Linea Interrata |
| Lunghezza | 300 m |
| Schermatura cavi | Assente |
| Ambiente circostante | Suburbano [Ce = 0.50] |
| Dispersore fittamente magliato | No |

10 IMPIANTI

10.1 IMPIANTO II - "IMP. ELETTRICI"

| Dati generali | |
|---|---|
| Denominazione | Imp. Elettrici |
| Linea collegata all'impianto | Energia |
| Zone servite dall'impianto | Capannone; Esterni |
| Tensione di tenuta | 2500 |
| Cavi impianto schermati | No |
| Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale | No |
| Tipo cablaggio | Nessuna precauzione nella scelta del percorso |
| Tipo SPD | Sistema SPD assente [PSPD = 1.00] |

11 ESITO DELLA VALUTAZIONE DEI RISCHI













11.1 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 $R_r = 10^{-5}$)

11.2 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA DI VITE UMANE R1













11.2.1 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 | 0.014 | | | 4.334 | - | | | - |
| Eventi | N _D | | | N _M | N _L + N _{DJ} | | | N _I |
| L1 | - | | | - | 0.015 | | | 1.452 |













11.2.2 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 | 1 | 1 | 1 | 0.160 | 1 | 1 | 1 | 0.30 |
| - I1 | - | - | 1 | 0.160 | - | - | - | - |
| - L1 | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 0.300 |
| Z2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0.30 |
| - I1 | - | - | 1 | 0.160 | - | - | - | - |
| - L1 | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 0.300 |

11.2.3 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 | 8×10^{-5} | 0 | 0 | 0 | 8×10^{-5} | 0 | 0 | 0 |
| Z2 | 2×10^{-5} | 0 | 0 | 0 | 2×10^{-5} | 0 | 0 | 0 |

11.2.4 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 | 1.14×10^{-6} | 0 | | | 1.16×10^{-6} | 0 | | |
| Z2 | 2.86×10^{-7} | 0 | | | 0 | 0 | | |
| Totale | 1.43×10^{-6} | 0 | | | 1.16×10^{-6} | 0 | | |

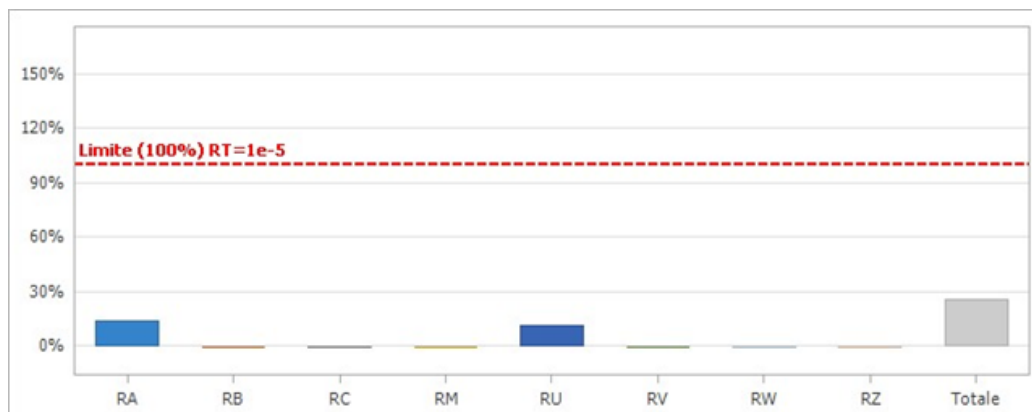
Rischio di perdita di vita umana, $R_{1,Struttura}$

 2.59×10^{-6}

$$(R_{1,Struttura} = R_{A,Struttura} + R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{U,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura})$$

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

11.2.5 Grafico delle componenti di rischio



12 CONCLUSIONI

Per il rischio considerato R1, il rischio dovuto al fulmine non è superiore al valore di rischio tollerato.

In definitiva, non è necessario realizzare altri sistemi di protezioni contro i fulmini per la struttura in questione.

In altre parole, la struttura è da considerarsi: **AUTOPROTETTA**

In forza della legge 1/3/1968 n.186 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.

In Accordo con la guida CEI 81-29 e Norma CEI 64-8 sono previsti dispositivi per la protezione contro le sovratensioni al fine di garantire la funzionalità degli impianti.

Nota Bene:

E' bene sottolineare che questo non significa che il fulmine non possa colpire la struttura (direttamente o indirettamente) e causare danni; significa che il rischio delle perdite "Vite Umane" è tollerabile (secondo i parametri previsti dalla norma) e che quindi non sono necessarie ulteriori protezioni oltre a quelle esistenti.

Si fa comunque presente che eventuali protezioni aggiuntive che si vorranno adottare ridurranno ulteriormente i valori di rischio e quindi la sicurezza generale.

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.

13 FREQUENZA DI DANNO

La tabella seguente riporta il calcolo della frequenza di danno per ogni impianto della struttura corrente:

| Impianto | Linea | F _{s1} | F _{s2} | F _{s3} | F _{s4} | F | F _T |
|----------------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|
| Imp. Elettrici | Energia | 0.014 | 0.693 | 0.015 | 0.436 | 0.464 | 0.100 |

Legenda:

Impianto Denominazione dell'impianto.

Linea Denominazione della linea a cui è collegato l'impianto.

F_{s1} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S1)

F_{s2} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2)

F_{s3} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)

F_{s4} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alle linee entranti nella struttura (sorgente S4)

F Frequenza di danno F: numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno ad un'apparecchiatura di un impianto interno

F_T Frequenza di danno tollerabile

La frequenza di danno tollerabile risulta essere **NON RISPETTATA**.

14 SOLUZIONI

Di seguito si riportano le soluzioni proposte con i relativi costi per abbassare il rischio della struttura in esame: Sistema SPD













14.1 SOLUZIONE "SOLUZIONE 1"

14.1.1 Lista delle migliori della soluzione

| Migliorie impianti | Unità di misura | Q.tà | Costo unitario (€) | Costo miglione (€) |
|--|-----------------|------|--------------------|--------------------|
| "I1: Imp. Elettrici":SPD - Sistema di SPD con LPL di classe II [PSPD = 0.02] | A corpo | 1.00 | | |

14.2 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA DI VITE UMANE R1

14.2.1 Componenti di rischio di perdita di vite umane, R_x utilizzando le migliori della soluzione

| 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 | 1.14×10^{-6} | 0 | | | 2.32×10^{-8} | 0 | | |
| Z2 | 2.86×10^{-7} | 0 | | | 0 | 0 | | |
| Totale | 1.43×10^{-6} | 0 | | | 2.32×10^{-8} | 0 | | |

Rischio di perdita di vita umana, $R_{1,Struttura}$

$$(R_{1,Struttura} = R_{A,Struttura} + R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{U,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura})$$

1.45×10^{-6}

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

14.3 FREQUENZA DI DANNO

La tabella seguente riporta il calcolo della frequenza di danno per ogni impianto della struttura corrente utilizzando le miglirie della soluzione:

| Impianto | Linea | F _{S1} | F _{S2} | F _{S3} | F _{S4} | F | F _T |
|----------------|---------|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------|----------------|
| Imp. Elettrici | Energia | 0.014 | 0.014 | 2.90 x 10 ⁻⁴ | 0.009 | 0.023 | 0.100 |

Legenda:

Impianto Denominazione dell'impianto.

Linea Denominazione della linea a cui è collegato l'impianto.

F_{S1} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S1)

F_{S2} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2)

F_{S3} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)

F_{S4} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alle linee entranti nella struttura (sorgente S4)

F Frequenza di danno F: numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno ad un'apparecchiatura di un impianto interno

F_T Frequenza di danno tollerabile

14.4 CONCLUSIONI

Visti gli esiti delle verifiche effettuate utilizzando le miglirie proposte dalla soluzione corrente, la struttura è da considerarsi **PROTETTA**.

La frequenza di danno tollerabile risulta essere **RISPETTATA**.

15 SISTEMA DI SPD

Il livello di protezione utilizzato per il sistema di SPD è "Livello I": di seguito si riporta una tabella riepilogativa della sovracorrenti attese per le varie sorgenti di danno.

| Sovracorrenti | Linee di energia | Linee di telecomunicazione |
|---------------|------------------|----------------------------|
| I_{S1} (kA) | 10.000 | 10.000 |
| I_{S2} (kA) | 0.200 | 0.200 |
| I_{S3} (kA) | 10.000 | 2.000 |
| I_{S4} (kA) | 5.000 | 0.160 |

| LPS | |
|--------------------------------------|----------|
| LPS | Classe I |
| Corrente di fulmine (kA) | 200 |
| Numero linee | 1 |
| Num. corpi metallici esterni | |
| Resistività del suolo (Ωm) | |
| K_e | 0.385 |
| I_f (kA) | 76.92 |

| Distanza di sicurezza | |
|--|-------------|
| Numero calate | 1 (tab. 12) |
| K_c | 1.00 |
| $I_{imp \min}$ (kA) | 200.00 |
| Lunghezza l (m) | 1.0 |
| Materiale isolante | Aria |
| Distanza di sicurezza s (m) | 0.08 |
| Distanza d (m) | 1.00 |
| La distanza d è maggiore o uguale alla distanza di sicurezza s | |
| Non è necessario collegare gli impianti all'LPS tramite un SPD | |

Se la distanza tra l'LPS e gli impianti interni è inferiore alla distanza di sicurezza, gli impianti vanno collegati all'LPS tramite un SPD con $I_{imp} > I_{imp \min}$.

15.1 VERIFICHE SPD

15.1.1 Verifiche SPD Energia (Linea di energia)

| Imp. Elettrici | | | |
|---------------------------------|------------------|---|----------------------------------|
| SPD2 nei quadri secondari | | | |
| Installare SPD di classe I o II | Classe I e II | ✓ | Installare un SPD a inizio linea |
| $U_c \geq U_{c \min}$ | $335 \geq 253$ | ✓ | Installare un SPD a inizio linea |
| $I_{imp} \geq I_{s1}$ | $13.0 \geq 10.0$ | ✓ | Installare un SPD a inizio linea |
| $I_n \geq I_{s1}$ | $35.0 \geq 10.0$ | ✓ | Installare un SPD a inizio linea |

15.2 NOTE

Quando deciderete d'installare gli scaricatori di sovratensione ricordiamo che dovrà essere redatto un Progetto Elettrico e alla fine lavori dovrà essere rilasciata la Dichiarazione di Conformità.

16 GIURIDICAMENTE VINCOLANTE

La valutazione del rischio allegata alla presente si basa su dati forniti dal gestore della struttura, proprietario oppure specialista, i quali sono stati presunti, valutati oppure definiti in loco.

Si fa presente, che questi dati potranno essere riverificati dopo la valutazione.

La procedura per il calcolo del rischio utilizzata dal programma CEI FLASH ver. 5.5.1 è dedotta dalla norma CEI EN 62305-2 ed.2 (CEI 81-10/2):2013.



Si fa notare, che tutte le considerazioni, documenti, figure, disegni, dimensioni, parametri nonché risultati non rappresentano alcuna responsabilità legale per l'elaboratore della valutazione del rischio.

17 ALLEGATO: VALORE NG



CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano

Milano, 17/09/2025 17:35:48

Valore N_G : 4.84

Valore N_{SG} : 4.82

VALIDITA' DEI DATI: fino al 31/12/2029

Informazioni sulla posizione

| | |
|---------------|----------------------|
| Latitudine: | 45.62791079107801° N |
| Longitudine: | 9.027239986091624° E |
| Comune: | Saronno |
| Codice Istat: | 012119 |
| Provincia: | VA |
| Regione: | Lombardia |

Condizioni di utilizzo e validità dei dati

- I valori di N_G e di N_{SG} sono calcolati dall'applicazione 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 e di N_{SG} 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 IEC 62858 affinché i dati resi disponibili possano essere utilizzati nell'analisi del rischio prevista dalla norma europea CEI EN IEC 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 2025.
- 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.
- I valori di N_G e di N_{SG} forniti sono legati esclusivamente alle coordinate inserite: non esiste alcuna relazione tra i valori di N_G e di N_{SG} forniti e il Comune in cui ricadono le coordinate geografiche (WGS84).
- Piccole variazioni di coordinate possono portare a valori diversi di N_G e di N_{SG} a causa della natura discreta della mappa ceramica su cui insiste l'applicazione. Si raccomanda, pertanto, di verificare con la massima attenzione possibile i valori inseriti, nonché di evitare il riuso dei dati 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 ceramica (N_G e N_{SG}) 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 ceramici, 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 (Licenza d'uso).