



CITTÀ DI LUCCA

Amministrazione Comunale

Settore 5 - Lavori Pubblici e Traffico U.O. 5.3 – Edilizia Sportiva
Lucca Riscossioni e Servizi S.R.L.

Dirigente: Ing. Antonella Giannini
Responsabile Unico di Progetto: Ing. Arianna De Cicco

REALIZZAZIONE DEL PALAZZETTO DELLO SPORT SILVER 1 NELL'AREA "EX CROCEROSSA" STRALCIO 2

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

VALUTAZIONE RISCHIO FULMINAZIONE

RTP: "PALAZZETTO DELLO SPORT AREA "EX CROCEROSSA"

Capogruppo, Progetto Opere Edili e Strutture:
Ing. Giuseppe Amante

Progetto Impianti, Antincendio, Acustica:
Studio Bellandi & Petri s.r.l. s.t.p.

Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione:
Ing. Dario Lucarotti

Collaboratori alla Progettazione:
Ing. Dario Lucarotti
Arch. Riccardo Ricci

Giovane Professionista:
Arch. Barbara Tomei

Committente per la parte del Progetto di competenza Lucca Riscossioni e Servizi



Geologia:
Studio INGEO

Rilievo: Geom. Paolo Paoli, Comune di Lucca



Studio Bellandi & Petri s.r.l. s.t.p.
Servizi di ingegneria
Viale Agostino Marti, 181 - 55100 Lucca



Data Emissione

Revisione n°/data

Revisione 1 del 30/01/2026

IE VRF.2

1 PREMESSA

Un fulmine, secondo la norma CEI EN IEC 62305-2, può interessare una struttura perché la colpisce direttamente, o perché colpisce le linee di energia o di segnale entranti nella struttura, o anche perché cade a terra in prossimità della struttura o delle linee stesse.

La corrente di fulmine è la principale sorgente di danno.

I danni possono essere prodotti dal fulmine essenzialmente per tensioni di contatto e di passo, scariche pericolose e sovratensioni. Ogni causa di danno, da sola o in combinazione con le altre, può produrre danni di diverso tipo, in funzione delle caratteristiche della struttura.

I tipi di perdita e i relativi rischi da considerare sono la perdita di vite umane (R_{L1}) e le perdite per danni fisici (R_{L2}). Inoltre, è necessario valutare la frequenza di danno (F) delle apparecchiature, ovvero il numero di danni all'anno che si possono verificare.

Questo documento contiene:

- la valutazione dei rischi (R_{L1} e R_{L2}) e della frequenza di danno (F) dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare, ove necessarie.

2 NORME DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato secondo le seguenti norme:

CEI EN IEC 62305-1 (2025)
Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali.

CEI EN IEC 62305-2 (2025)
Protezione contro i fulmini. Parte 2: Gestione del rischio.

CEI EN IEC 62305-3 (2025)
Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per la vita delle persone.

CEI EN IEC 62305-4 (2025)
Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

CEI EN IEC 62858 (2020)
Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS). Principi generali.

3 DATI GENERALI

Dati struttura

Descrizione: Palazzetto dello Sport "Silver 1"
Indirizzo: Lucca, Area "Ex Crocerossa"
Città: Lucca
Provincia: LU

Tipo di valutazione

In accordo con l'incarico ricevuto dal committente, la presente valutazione riguarda il rischio (come meglio precisato nel seguito) e la frequenza di danno.

Densità annua di fulmini a terra

Nella posizione in cui è ubicata la struttura i valori di N_G e N_{SG} sono:

$N_G = 2,63$

$N_{SG} = 5,26$

Componente di rischio RM

Per il calcolo della componente di rischio RM sono stati considerati i seguenti fattori:

- minima tensione di tenuta ad impulso U_w (kV) = 1,5
- applicabile ai circuiti di energia: sì
- applicabile coefficiente ambientale C_E : no

4 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

4.1 Caratteristiche della struttura

Destinazione d'uso prevalente: Palasport - Pubblico spettacolo

Coefficiente di posizione C_D : isolata

Schermatura: assente

Struttura dotata di:

- Sistema di protezione contro i fulmini (LPS): no
- Rete magliata di equipotenzialità conforme alla norma CEI EN 62305-4: no
- Sistema di allerta temporali: no

Tipo di costruzione:

Edificio con tetto e struttura metallica o in cemento armato con ferri di armatura elettricamente continui o gettati in opera.

Gli elementi sono utilizzati come componenti naturali dell'LPS: no

4.2 Aree di raccolta della struttura

L'individuazione della struttura da proteggere è stata effettuata in accordo con la norma CEI EN IEC 62305-2, art. A.2.2.

La pianta della struttura è riportata nell'Allegato "Disegno della struttura".

L'area di raccolta A_D dei fulmini diretti sulla struttura e l'area di raccolta A_M dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, sono state valutate secondo la norma CEI EN IEC 62305-2, Allegato A.

In particolare, i valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono pari a:

- area di raccolta per fulminazione diretta della struttura A_D (km²) = 1,6053E-2
- area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura A_M (km²) = 2,2255E-1
- numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura N_D = 8,4437E-2

- numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $N_M = 5,8529E-1$

La rappresentazione grafica delle aree di raccolta sono riportate rispettivamente nell'Allegato "Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura" e nell'Allegato "Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura".

5 DATI RELATIVI ALLE LINEE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

L01 – Energia da Cabina MT/BT (linea di energia)

L02 – Telecomunicazioni (linea di energia)

5.1 Caratteristiche delle linee

Le caratteristiche delle linee sono riportate di seguito.

L01 – Energia da Cabina MT/BT (linea di energia)

SPD ad arrivo linea: si ($P_{EB} = 0,02$)

Interfaccia isolante: no

Sezione 1

Tratto interrato

Lunghezza (m) = 400

Resistività del suolo (ohm x m) = 400

Schermo = assente

Coefficiente ambientale C_E = zona urbana ($C_E = 0,1$)

Linea con neutro collegato a terra in più punti: no

Linea in tubo o canale metallico: no

Percorso interamente sotto fitta rete di terra magliata: no

Sezione 2

Struttura adiacente

Dimensioni

A (m) = 3

B (m) = 4

H (m) = 3

Coefficiente di posizione C_D = isolata

L02 – Telecomunicazioni (linea di energia)

SPD ad arrivo linea: si ($P_{EB} = 0,02$)

Interfaccia isolante: no

Sezione 1

Tratto interrato

Lunghezza (m) = 1000

Resistività del suolo (ohm x m) = 400

Schermo = $5 < R < 20$ ohm/km

Schermo non collegato alla stessa terra dell'utilizzatore: no

Coefficiente ambientale C_E = zona urbana ($C_E = 0,1$)

Linea con neutro collegato a terra in più punti: no

Linea in tubo o canale metallico: no

Percorso interamente sotto fitta rete di terra magliata: no

Sezione 2

Struttura adiacente

Dimensioni

A (m) = 3

B (m) = 4

H (m) = 3

Coefficiente di posizione C_D = isolata

5.2 Aree di raccolta delle linee

Le aree di raccolta A_L e A_I di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate secondo la norma CEI EN IEC 62305-2, Allegato A.

In particolare, i valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono pari a:

L01 – Energia da Cabina MT/BT (linea di energia)

Area di raccolta per fulminazione diretta della linea A_L (km^2) = 1,6000E-2

Area di raccolta per fulminazione indiretta della linea A_I (km^2) = 7,7118E-1

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura adiacente A_{DJ} (km^2) = 3,9247E-4

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della linea N_L = 2,5248E-3

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della linea N_I = 6,0846E-2

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura adiacente N_{DJ} (km^2) = 2,0644E-3

L02 – Telecomunicazioni (linea di energia)

Area di raccolta per fulminazione diretta della linea A_L (km^2) = 4,0000E-2

Area di raccolta per fulminazione indiretta della linea A_I (km^2) = 1,9279E+0

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura adiacente A_{DJ} (km^2) = 3,9247E-4

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della linea N_L = 6,3120E-3

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della linea N_I = 1,5212E-1

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura adiacente N_{DJ} (km^2) = 2,0644E-3

6 DATI RELATIVI ALLE ZONE

Nella struttura, tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
 - eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
 - i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
 - le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;
- sono state definite le seguenti zone:

Z01 – Interna (zona interna)

Z02 – Esterna (zona esterna)

6.1 Caratteristiche delle zone

Le caratteristiche delle zone sono riportate di seguito.

Z01 – Interna (zona interna)

Presenza di persone: sì

Tempo di permanenza t_z (h): 3000

Presenza di persone sul tetto: no

Presenza di apparecchiature: sì

Tempo di esposizione t_e (h): 8760

Circuiti critici per la vita umana: no

Circuiti critici per danni fisici: no

Luogo con pericolo di esplosione: no

Rischio di incendio: ordinario

Protezioni antincendio: manuali

Schermatura: assente

Tensioni di contatto e di passo trascurabili: no

Tipo di suolo: cemento

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori di danno:

Rischio R_{L1} :

$L_T = 0,01$

$L_{F1} = 0,005$

Rischio R_{L2} :

$L_{F2} = 0,005$

Il danno si estende all'ambiente circostante: no

Impianti interni presenti nella zona

IMP01 – Luce e f.m. 1

Connesso alla linea: L01 (Energia da Cabina MT/BT)

Tipo di cablaggio: conduttori attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 25 m²)

Tensione di tenuta U_w (kV) = 1,5

Interfaccia isolante: no

Tensione indotta trascurabile: no

Sistema SPD: sì ($P_{SPD} = 0,02$)

Frequenza di danno $F_T = 1$

IMP02 – Luce e f.m. 2

Connesso alla linea: L01 (Energia da Cabina MT/BT)

Tipo di cablaggio: conduttori attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²)

Tensione di tenuta U_w (kV) = 1,5

Interfaccia isolante: no

Tensione indotta trascurabile: no

Sistema SPD: sì ($P_{SPD} = 0,02$)

Frequenza di danno $F_T = 1$

IMP03 – Trasmissione dati - fobia

Connesso alla linea: L02 (Telecomunicazioni)

Tipo di cablaggio: cavo schermato o canale metallico

Tensione di tenuta U_w (kV) = 1,5

Interfaccia isolante: no

Tensione indotta trascurabile: no

Sistema SPD: sì ($P_{SPD} = 0,02$)

Frequenza di danno $F_T = 1$

Z02 – Esterna (zona esterna)

Presenza di persone: sì

Tempo di permanenza t_z (h): 3000

Presenza di persone sul tetto: no

Tensioni di contatto e di passo trascurabili: no

Tipo di suolo: asfalto

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Componenti di rischio considerate:

Rischio R_{L1} : R_{AT}

Valori di danno:

Rischio R_{L1} :

$L_T = 0,01$

7 VALUTAZIONE DEI RISCHI

7.1 Rischio R_{L1} – Perdita di vite umane

I valori delle componenti ed il valore del rischio R_{L1} sono di seguito indicati.

Z01 – Interna (zona interna)

RAT: 2,8917E-6
RB1: 3,6146E-7
RU (impianto interno IMP01): 3,1433E-9
RU (impianto interno IMP02): 3,1433E-9
RU (impianto interno IMP03): 5,7373E-9
RV1 (impianto interno IMP01): 7,8582E-10
RV1 (impianto interno IMP02): 7,8582E-10
RV1 (impianto interno IMP03): 1,4343E-9
Totale: 3,2682E-6

Il rischio $R_{L1} = 3,2682E-6$ non è maggiore di quello tollerato $R_T = 1,0000E-5$ pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La rappresentazione grafica del rischio di zona è riportata nell'Allegato "Rischio R_{L1} – Perdita di vite umane".

Z02 – Esterna (zona esterna)

RAT: 2,8917E-9
Totale: 2,8917E-9

Il rischio $R_{L1} = 2,8917E-9$ non è maggiore di quello tollerato $R_T = 1,0000E-5$ pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La rappresentazione grafica del rischio di zona è riportata nell'Allegato "Rischio R_{L1} – Perdita di vite umane".

7.2 Rischio R_{L2} – Perdite per danni fisici

I valori delle componenti ed il valore del rischio R_{L2} sono di seguito indicati.

Z01 – Interna (zona interna)

RB2: 1,0555E-6
RV2 (impianto interno IMP01): 2,2946E-9
RV2 (impianto interno IMP02): 2,2946E-9
RV2 (impianto interno IMP03): 4,1882E-9
Totale: 1,0642E-6

Il rischio $R_{L2} = 1,0642E-6$ non è maggiore di quello tollerato $R_T = 1,0000E-5$ pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La rappresentazione grafica del rischio di zona è riportata nell'Allegato "Rischio R_{L2} – Perdite per danni fisici".

Z02 – Esterna (zona esterna)

Totale: 0,0000E+0

Il rischio $R_{L2} = 0,0000E+0$ non è maggiore di quello tollerato $R_T = 1,0000E-5$ pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La rappresentazione grafica del rischio di zona è riportata nell'Allegato "Rischio R_{L2} – Perdite per danni fisici".

7.3 Rischio $R_{L1} + R_{L2}$ – Perdite di vite umane e danni fisici

I valori delle componenti ed il valore del rischio $R_{L1}+R_{L2}$ sono di seguito indicati.

Z01 – Interna (zona interna)

RAT: 2,8917E-6

RB: 1,4169E-6
RU: 1,2024E-8
RV: 1,1783E-8
Totale: 4,3324E-6

Il rischio $R_{L1} + R_{L2} = 4,3324E-6$ non è maggiore di quello tollerato $R_T = 1,0000E-5$ pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La rappresentazione grafica del rischio di zona è riportata nell'Allegato "Rischio $R_{L1} + R_{L2}$ – Perdite di vite umane e danni fisici".

Z02 – Esterna (zona esterna)

RAT: 2,8917E-9
Totale: 2,8917E-9

Il rischio $R_{L1} + R_{L2} = 2,8917E-9$ non è maggiore di quello tollerato $R_T = 1,0000E-5$ pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La rappresentazione grafica del rischio di zona è riportata nell'Allegato "Rischio $R_{L1} + R_{L2}$ – Perdite di vite umane e danni fisici".

8 VALUTAZIONE DELLA FREQUENZA DI DANNO

La valutazione della frequenza di danno è stata condotta per i seguenti impianti interni nella struttura:

Z01 – Interna (zona interna)

IMP01 – Luce e f.m. 1
 $F_C = 1,6887E-3$
 $F_W = 9,1784E-5$
 $F_Z = 1,2169E-3$
 $F_{Totale} = 2,9974E-3$
 $F_{Tollerabile} = 1,0000E+0$

La frequenza di danno totale non è maggiore della frequenza di danno tollerabile pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurla.

IMP02 – Luce e f.m. 2
 $F_C = 1,6887E-3$
 $F_W = 9,1784E-5$
 $F_Z = 1,2169E-3$
 $F_{Totale} = 2,9974E-3$
 $F_{Tollerabile} = 1,0000E+0$

La frequenza di danno totale non è maggiore della frequenza di danno tollerabile pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurla.

IMP03 – Trasmissione dati - fobia
 $F_C = 1,6887E-3$
 $F_W = 1,6753E-4$
 $F_Z = 0,0000E+0$
 $F_{Totale} = 1,8563E-3$
 $F_{Tollerabile} = 1,0000E+0$

La frequenza di danno totale non è maggiore della frequenza di danno tollerabile pertanto non è necessario adottare idonee misure di protezione per ridurla.

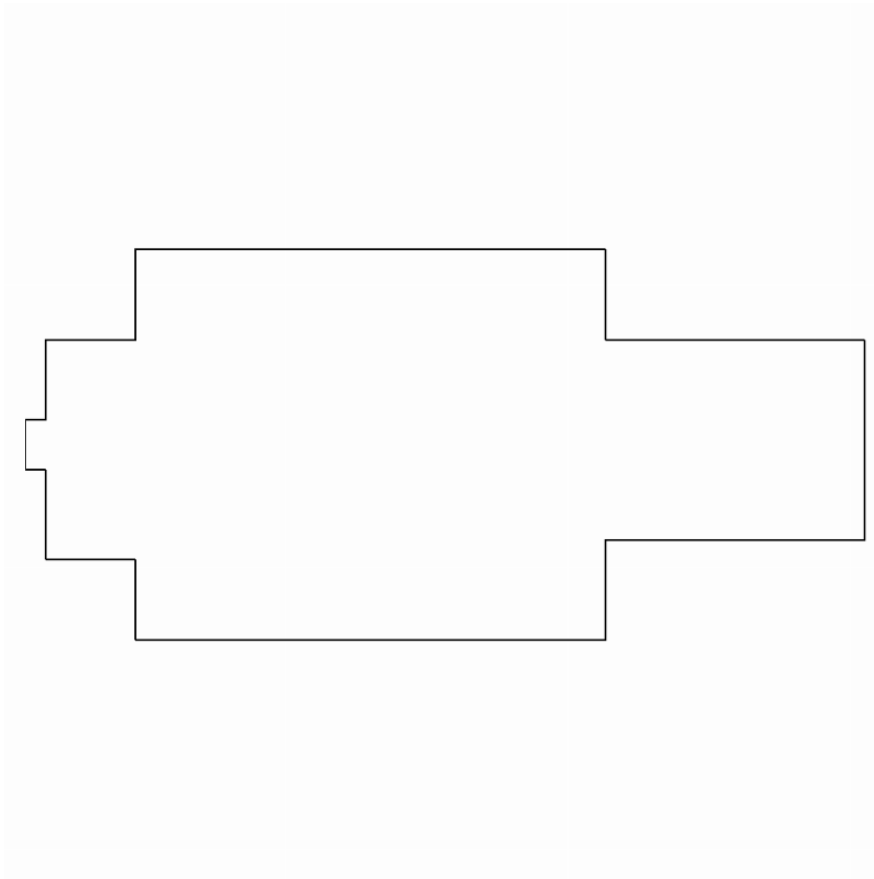
9 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Non sono state adottate misure di protezione.

10 CONCLUSIONI

La struttura, in accordo con la norma CEI EN IEC 62305-2, non richiede misure di protezione contro i fulmini.

Allegato: Disegno della struttura

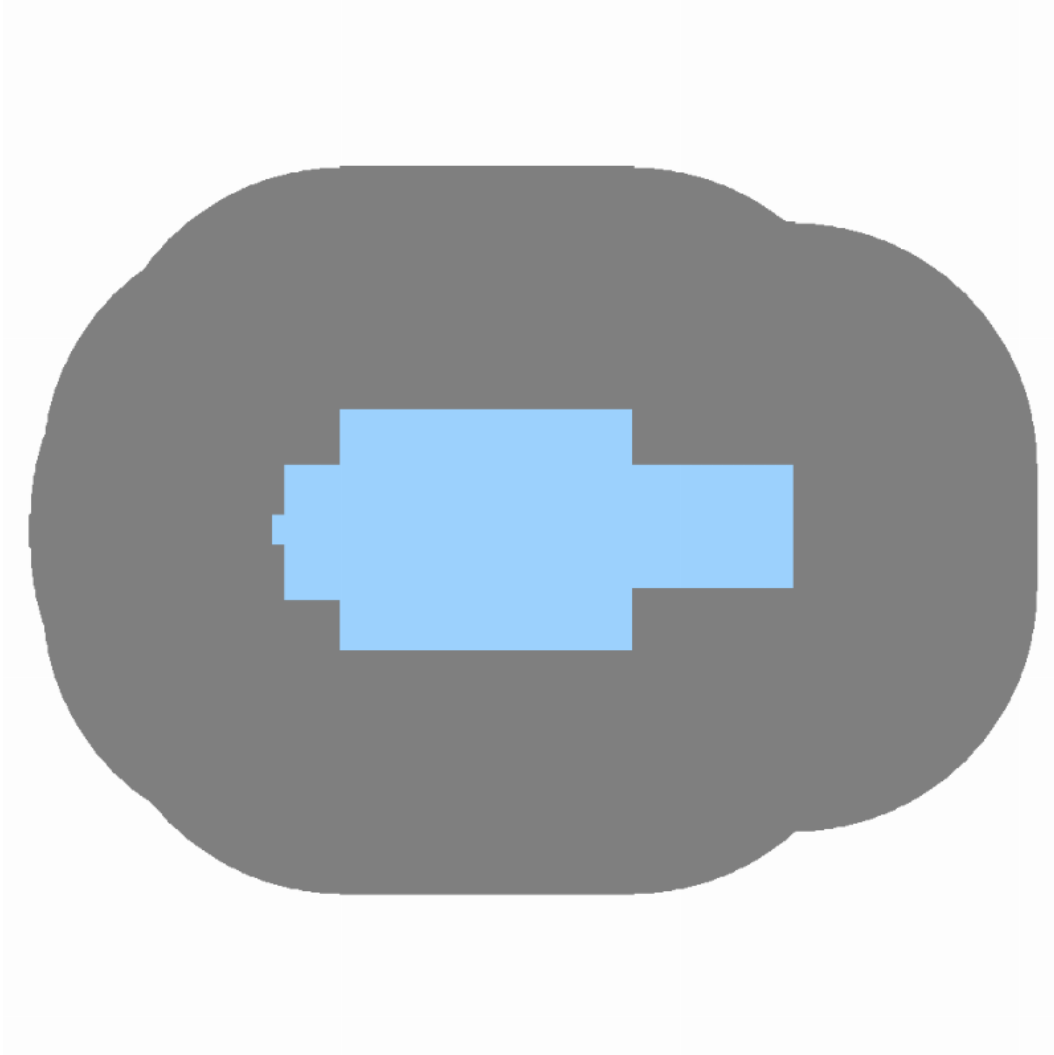


Scala: 25 m

H_{\max} : 13 m

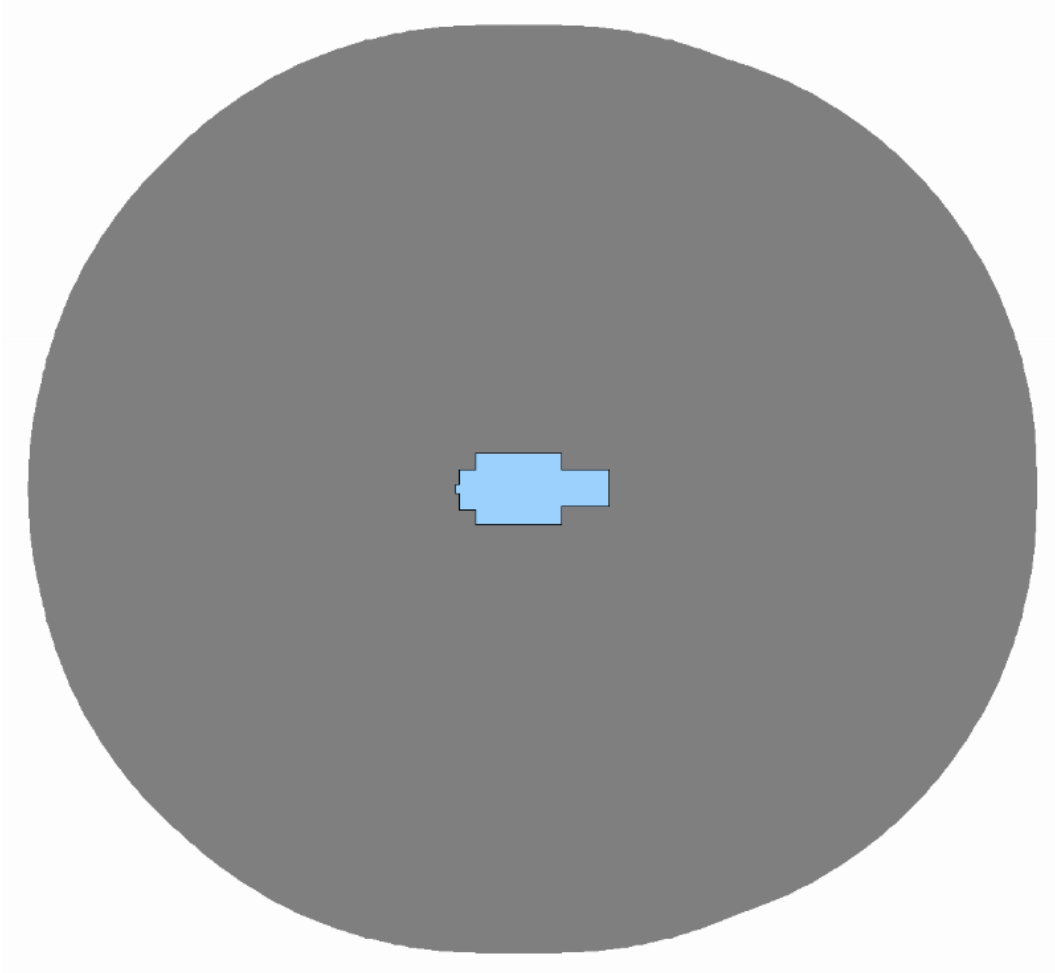
Allegato: Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura

A_D (km²) = 1,6053E-2



Allegato: Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura

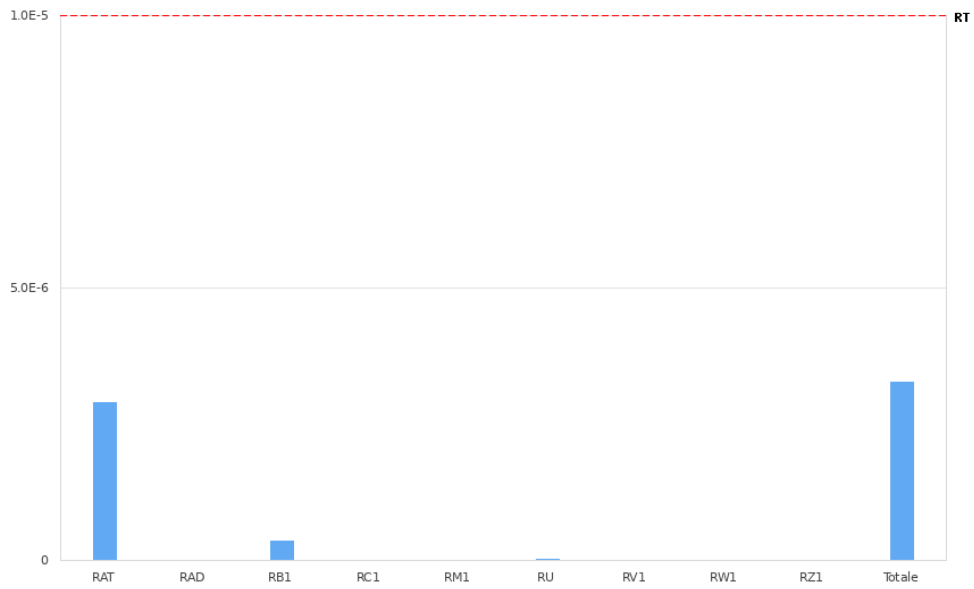
A_M (km²) = 2,2255E-1



Allegato: Rischio R_{L1} – Perdite di vite umane

I valori numerici sono riportati nel testo della relazione.

Z01 – Interna



Z02 – Esterna



Allegato: Rischio R_{L2} – Perdite per danni fisici

I valori numerici sono riportati nel testo della relazione.

Z01 – Interna



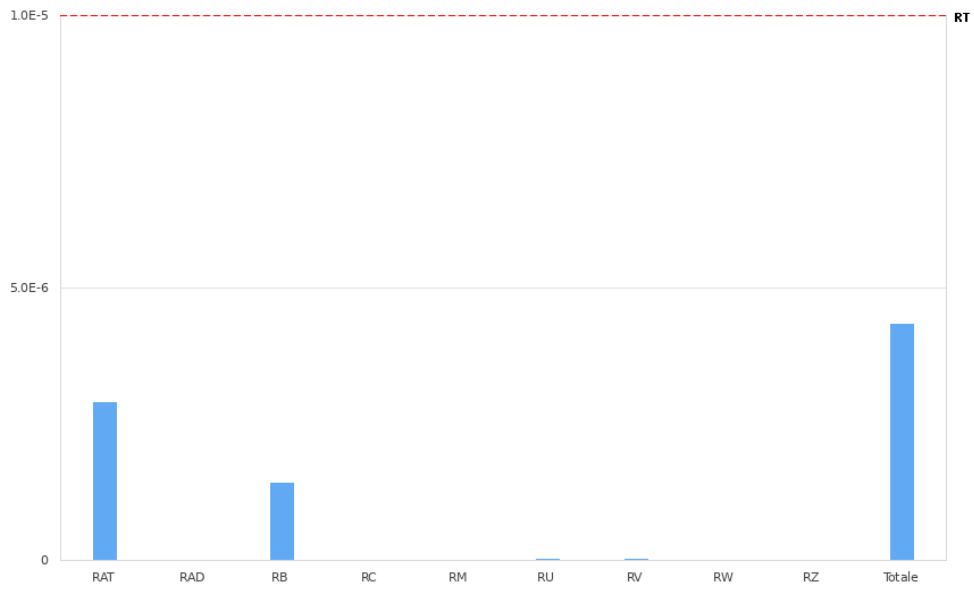
Z02 – Esterna



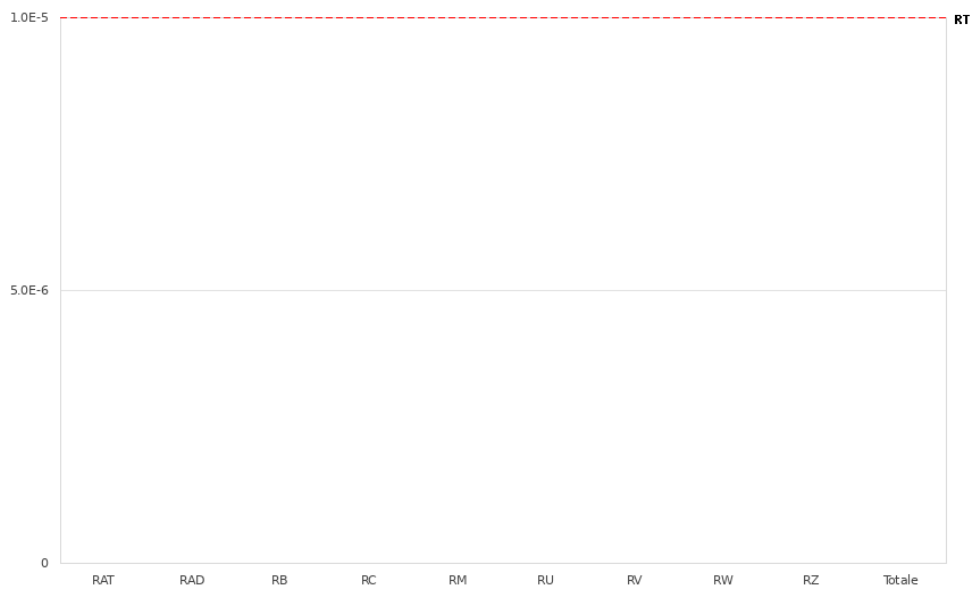
Allegato: Rischio $R_{L1} + R_{L2}$ – Perdite di vite umane e danni fisici

I valori numerici sono riportati nel testo della relazione.

Z01 – Interna



Z02 – Esterna



NUMERO FULMINI A TERRA "NG"
(GUIDA CEI 81-30)

VALORI N_G - N_{SG} (CEI EN IEC 62305 - CEI EN IEC 62858)

$N_G = 2,63$ - $N_{SG} = 5,26$

POSIZIONE

Latitudine: **43,851264° N**

Longitudine: **10,499575° E**

INFORMAZIONI

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

VALIDITÀ TEMPORALE

- I valori di N_G e N_{SG} riportati sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovranno essere rivalutati a partire dal 1° gennaio 2031.

Data 07/01/2026



Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 43,851264

Longitudine: 10,499575

