COMUNE DI RIVOLI

RIQUALIFICAZIONE DELLA VILLA ANTICA, DELLA PALAZZINA SVIZZERA E DELLE AREE ESTERNE AD ESSE CONNESSE DEL COMPENDIO DENOMINATO "VILLA MELANO"

FONTE DI FINANZIAMENTO: FONDO PER LO SVILUPPO E LA COESIONE (FSC)
CIG: 938107432A - CUP: F25C19001500007

PROGETTO DEFINITIVO

RTP: **Isolarchitetti S.r.l. (capogruppo)**
prof. arch. Giovanni Durbiano
arch. Umberto Montanari
arch. paesaggista Marco Ferrari
Nicola Restauri S.r.l.
MCM Ingegneria S.r.l.
ing. Damiano Bonomelli
geol. Andrea Ferrarotti
Pirotecnico S.r.l.

RUP: **arch. Antonio Graziani**
Comune di Rivoli
Direzione Servizi al Territorio e alla Città

OGGETTO

Valutazione del rischio scariche atmosferiche

G20

DATA	*REV.01*	*REV.02*	*REV.03*	*SCALA*
07/12/2023				

COMUNE DI RIVOLI

RIQUALIFICAZIONE DELLA VILLA ANTICA, DELLA PALAZZINA SVIZZERA E DELLE AREE ESTERNE AD ESSE CONNESSE DEL COMPENDIO DENOMINATO "VILLA MELANO"

FONTE DI FINANZIAMENTO: FONDO PER LO SVILUPPO E LA COESIONE (FSC)
CIG: 938107432A - CUP: F25C19001500007

PROGETTO DEFINITIVO

VALUTAZIONE DEL RISCHIO SCARICHE ATMOSFERICHE – IMPIANTI ELETTRICI

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE 3
   1.1. STRUTTURA DEL DOCUMENTO 3
   1.2. OBBLIGHI DEL DATORE DI LAVORO IN MATERIA I PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE 4
   1.3. VALIDITA' DEL PRESENTE DOCUMENTO E OBBLIGHI PER IL DATORE DI LAVORO 4
   1.4. LEGGI E NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO 5
2. DANNI PROVOCATI DALLE FULMINAZIONI ALLE STRUTTURE 7
   2.1. SORGENTI DI DANNO PER LE STRUTTURE E TIPOLOGIA DI DANNO DETERMINATO 7
   2.2. TIPO DI DANNO 8
   2.3. TIPO DI PERDITA 8
   2.4. LE COMPONENTI DI RISCHIO DI UNA STRUTTURA 9
3. PROTEZIONE CONTRO LE FULMINAZIONI 10
   3.1. PROTEZIONE DELLE STRUTTURE 10
   3.2.VALUTAZIONE DEL RISCHIO 10
4. CONSIDERAZIONI PROGETTUALI 11
   4.1.DENSITA' ANNUA DEI FULMINI A TERRA 11
5. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE 14
6. DATI INIZIALI 15
   6.1. DENSITA' ANNUA DI FULMINI A TERRA 15
   6.2. DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA 15
   6.3. DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE 15
   6.4. DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE 15
6. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE 17
7. VALUTAZIONE DEI RISCHI 18
   7.1 RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE – CALCOLO DEL RISCHIO R1 18

7.2 ANALISI DEL RISCHIO R1 18
8. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE 19
9. CONCLUSIONI 20
10. APPENDICI 21
10.1 APPENDICE – CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA 21
10.2 APPENDICE – CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE 21
10.3 APPENDICE – CARATTERISTICHE DELLE ZONE 22
10.4 APPENDICE – FREQUENZA DI DANNO 23
10.5 APPENDICE – AREE DI RACCOLTA E NUMERO ANNUO DI EVENTI PERICOLOSI 23
10.6 APPENDICE – VALORI DELLE PROBABILITA' P PER LA STRUTTURA NON PROTETTE 25
ALLEGATO – DISEGNO DELLA STRUTTURA 26
ALLEGATO – AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE DIRETTA AD 27
ALLEGATO – AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE AM 28

1. INTRODUZIONE

La presente relazione costituisce il documento di valutazione del rischio di fulminazione diretta ed indiretta a servizio dei fabbricati oggetto di ristrutturazione e riqualificazione all'interno del comprensorio di Villa Melano a Rivoli (TO).

Gli stabili e le aree oggetto della presente valutazione del rischio sono prevalentemente destinati ad uso pubblico. Le principali destinazioni d'uso sono le seguenti:

- Luoghi ad uso ufficio;
- Locali di dimora temporanea a servizio degli allestitori delle mostre;
- Musei, locali espositivi per mostre e gallerie;
- Locali tecnologici quali: vani macchina ascensore, centrali termiche, centrali idriche e di pompaggio antincendio, sistemi di climatizzazione e trattamento aria;
- Deposito di materiali diversi;
- Accessi con cancelli automatizzati, aree esterne, piazzali e parcheggi pubblici;

1.1. STRUTTURA DEL DOCUMENTO

La relazione risulta suddivisa in sezioni di testo più gli allegati. Il testo contiene:

- riferimenti alla normativa tecnica che regolamenta la materia della protezione contro le scariche atmosferiche.
- descrizione dettagliata degli elementi considerati per la valutazione dei rischi di cui sopra
- risultati della valutazione del rischio di fulminazione ex Norma CEI EN 62305

Gli allegati invece contengono:

- allegati grafici con rappresentazione delle strutture
- densità di fulminazione al suolo nell'area oggetto di valutazione (la densità di fulminazione al suolo, è stata determinata mediante l'applicazione on line di TNE che consente l'accesso ai dati di densità di fulmini al suolo Ng del territorio italiano).
- Allegati vari impiegati nel corso delle valutazioni

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

La valutazione del rischio di fulminazione è stata effettuata con il software Zeus, versione 2.8.0, sviluppato dalla società TNE srl, Strada dei Ronchi 29, Torino.

1.2.OBBLIGHI DEL DATORE DI LAVORO IN MATERIA I PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

Ai sensi del D.lgs 81-08 art. 80, il datore di lavoro è tenuto a garantire la salvaguardia della salute dei lavoratori contro i rischi derivanti da fulminazione diretta o indiretta (rischio 1) . Recita l'articolo 84 del T.U.S.

Art. 84.

Protezioni dai fulmini

1. Il datore di lavoro provvede affinchè gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini con sistemi di protezione realizzati secondo le norme di buona tecnica.

Ciò implica che il datore di lavoro è tenuto a valutare il rischio secondo quanto previsto dalla regola dell'arte (Norma CEI EN 62305-2) e qualora tale rischio risulti superiore al livello da esso considerato accettabile, prende i necessari provvedimenti di protezione che consentono di ricondurlo entro la soglia della tollerabilità.

Per quanto concerne lo strumento normativo da impiegare per la valutazione del rischio e l'eventuale protezione, la variante 1 della Norma CEI 81-10 recita:

"La valutazione del rischio, deve essere eseguita per tutte le strutture in conformità alla Norma CEI EN 62305-2 e devono essere individuate le misure di protezione necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla Norma stessa".

Quindi la protezione delle strutture contro le fulminazioni deve essere verificata e attuata in conformità alla Norma CEI EN 62305 e successive modifiche e integrazioni e non più in conformità alla Norma CEI 81-4.

1.3.VALIDITA' DEL PRESENTE DOCUMENTO E OBBLIGHI PER IL DATORE DI LAVORO

Il documento di valutazione del rischio di fulminazione ha validità se vengono rispettate alcune condizioni essenziali che sono in parte elencate nei punti che seguono.

1) manutenzione corretta e regolare di tutti i sistemi di protezione contro gli incendi;
2) mantenimento in efficienza e condizioni necessarie di addestramento/funzionalità di squadra e sistemi antincendio;
3) posizionamento, ripristino e integrazione della segnaletica di sicurezza/emergenza;
4) verifica e riposizionamento di eventuali ingombri posti lungo le vie di fuga in modo che nulla ostruisca il percorso verso le uscite di sicurezza;

Qualora dovessero cambiare aspetti significativi quali ad esempio i livelli di occupazione dei locali, le dimensioni della struttura (in particolar modo le altezze per il posizionamento di parti in copertura), i provvedimenti contro gli incendi, i carichi d'incendio etc., il presente documento deve essere riprodotto.

Con l'abrogazione della guida CEI 81-30, il quale stabiliva le modalità di rivelazione e di trattamento del numero di fulmini a terra all'anno e al chilometro quadrato (Ng), e la sua sostituzione con la nuova norma CEI EN IEC 62858 art. 4.3, il quale invece stabilisce il periodo di validità dei valori di Ng nel tempo, valutato sia nella durata del periodo di osservazione sia nell'anzianità dei dati richiesti (considerando un periodo di osservazione di almeno 10 anni e un'anzianità del valore Ng non superiore ai 5 anni), tale documento avrà validità fino alla data di scadenza del valore di Ng, riportata nell'apposito allegato "Valore di Ng".

Si suggerisce pertanto un periodico aggiornamento del presente documento, sia per la possibilità che si verifichino cambiamenti negli impianti e delle destinazioni d'uso dei locali che potrebbero rendere non più valide le ipotesi che stanno alla base del presente documento, sia per seguire l'evoluzione della legislazione e dello stato dell'arte secondo la normativa tecnica di settore.

Si aggiunge infine che, qualora venissero variate le dimensioni e le caratteristiche della struttura, la presente relazione andrebbe rivista alla luce di suddetti cambiamenti.

1.4.LEGGI E NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

- Dlgs 81/08 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Dlgs 106/09 Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Dlgs 85/16 Attuazione della Direttiva 2014/34/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.
- DPR 462/01 "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi".
- Norma CEI EN 62305-1 II Ed Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali
- Norma CEI EN 62305-2 II Ed Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio
- Norma CEI EN 62305-3 II Ed Protezione contro i fulmini Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- Norma CEI EN 62305-4 II Ed Protezione contro i fulmini Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
- Norma CEI 81-29: Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305.
- Norma CEI EN IEC 62858 (CEI 81-31): Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali.
- Norma CEI EN 50164-1 Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione.
- Norma CEI EN 81-5 V1 Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione (variante)
- Norma CEI EN 61663-1 Protezione delle strutture contro i fulmini - Linee di telecomunicazione Parte 1: Installazioni in fibra ottica
- Norma CEI EN 61663-2 Protezione delle strutture contro i fulmini - Linee di telecomunicazione Parte 2: Linee in conduttori metallici.
- Norma IEC 61643-11 "Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Prescrizioni e prove"
- Norma IEC 61643-12 "Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Scelta e principi di applicazione" Norma IEC 61643-21 "Dispositivi di protezione dagli impulsi collegati alle reti di telecomunicazione e di trasmissione dei segnali - Prescrizioni di prestazione e metodi di prova"

- Norma IEC 61643-22 "Limitatori di sovratensioni connessi alle reti di telecomunicazione e di trasmissione dei segnali- Scelta e principi applicativi"
- Norma CEI EN 60664-1 "Coordinamento dell'isolamento per le apparecchiature nei sistemi a bassa tensione"
- Norma CEI 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata"
- Norma CEI 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata"
- Norma CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- Norma CEI 0-21 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica";

2. DANNI PROVOCATI DALLE FULMINAZIONI ALLE STRUTTURE

L'analisi del rischio è lo strumento che permette di stabilire se la protezione di un impianto elettrico contro il fulmine sia necessaria (obbligatoria) e/o soltanto economicamente conveniente. Solo nell'ambito di una completa analisi del rischio dovuto al fulmine è possibile individuare se e quali protezioni contro le sovratensioni sono necessarie e/o economicamente convenienti.

Un fulmine può interessare un edificio perché lo colpisce direttamente, o perché colpisce le linee di energia o di segnale, entranti nell'edificio, o anche perché cade a terra in prossimità dell'edificio o delle linee stesse. La corrente da fulmine è la principale sorgente di danno.

I danni ad una struttura dovuti ad una fulminazione, dipendono sia dalle caratteristiche della struttura stessa, sia dal punto di caduta della scarica (sorgente del danno).

2.1.SORGENTI DI DANNO PER LE STRUTTURE E TIPOLOGIA DI DANNO DETERMINATO

Secondo il punto d'impatto del fulmine si distinguono quattro sorgenti di danno:

fulmine sull'edificio	sorgente di danno S1
fulmine a terra in prossimità dell'edificio	sorgente di danno S2
fulmine su una linea connessa all'edificio	sorgente di danno S3
fulmine a terra in prossimità di una linea connessa all'edificio	sorgente di danno S4

La prima sorgente di danno S1, cioè il fulmine che colpisce direttamente la struttura, può:

a) determinare la presenza di tensioni di passo e contatto
b) causare danni materiali per crolli e incendi
c) originare malfunzionamenti degli apparati elettrici ed elettronici per via del fenomeno del lemp.

La seconda sorgente di danno S2, cioè il fulmine che cade in prossimità della struttura, può produrre un unico effetto:

a) originare malfunzionamenti degli apparati elettrici ed elettronici per via del fenomeno del LEMP.

La terza sorgente di danno S3, cioè il fulmine che colpisce direttamente una linea entrante nella struttura, può:

a) determinare la presenza di tensioni di passo e contatto
b) causare danni materiali per crolli e incendi
c) originare malfunzionamenti degli apparati elettrici ed elettronici per via del fenomeno del LEMP.

Infine la quarta sorgente di danno S4, cioè il fulmine che cade in prossimità di una linea entrante nella struttura, può:

a) originare malfunzionamenti degli apparati elettrici ed elettronici per via del fenomeno del lemp.

Ogni sorgente di danno, da sola o in combinazione con le altre, può produrre danni di diverso tipo, in funzione delle caratteristiche dell'edificio.

2.2.TIPO DI DANNO

Sulla base di quanto riportato al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, si deduce che si possono avere i seguenti tipi di danno:

1) D1 danni agli esseri viventi dovuti alle tensioni di passo e contatto
2) D2 danni materiali dovuti al fulmine
3) D3 guasti agli impianti interni dovuti al LEMP

Ciascuna delle quattro sorgenti di danno può determinare nella struttura tutti e tre i tipi di danno (caso di S1 e di S3) oppure solamente uno (caso di S2 ed S4 che determinano solo il danno D3).

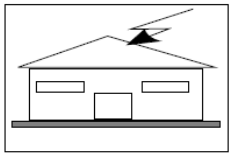
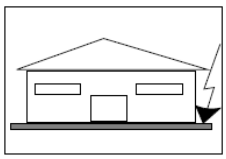
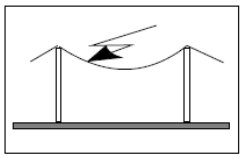
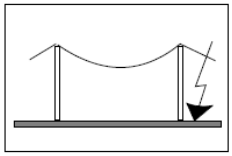
2.3.TIPO DI PERDITA

Le conseguenze in termini di perdite prodotte dalla corrente di un fulmine, possono essere riassunte in 4 differenti tipologie di perdita:

- L1 perdita di vite umane
- L2 perdita di un servizio pubblico essenziale
- L3 perdita di patrimonio culturale insostituibile
- L4 perdita economica

Il legame tra sorgenti di danno, tipo di danno e tipo di perdita, è riportato nella Tabella 2 –Danni e perdite in una struttura .

Tabella 2 –Danni e perdite in una struttura in funzione dei diversi punti d'impatto del fulmine (CEI EN 62305-1)

Punto d'impatto		Sorgentedi danno	Tipo di danno	Tipo di perdita
Struttura		S1	D1 D2 D3	L1, L4[(a)] L1, L2, L3, L4 L1[(b)], L2, L4
In prossimità della struttura		S2	D3	L1[(b)], L2, L4
Linea entrante nella struttura		S3	D1 D2 D3	L1, L4[(a)] L1, L2, L3, L4 L1(b), L2, L4
In prossimità di una linea		S4	D3	L1[(b)], L2, L4

(a) Nel caso di perdita di animali.
(b) Solo per strutture con rischio di esplosione e per gli ospedali o altre strutture analoghe in cui la perdita degli impianti interni mette a rischio immediato la vita umana

2.4.LE COMPONENTI DI RISCHIO DI UNA STRUTTURA

A seconda delle destinazioni d'uso, un edificio può essere interessato contemporaneamente da più rischi. Ogni rischio è la somma di diversi rischi parziali denominati "componenti di rischio".

Le componenti che concorrono a determinare il rischio considerato possono essere raggruppate per causa di danno.

Le componenti di rischio indicate dalla norma CEI EN 62305, in base alla causa di danno, sono le seguenti:

- Componente RA: danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto e di passo all'interno e all'esterno dell'edificio per fulminazione diretta dello stesso;
- Componente RB: danni materiali dovute ad incendio ed esplosione innescati da scariche pericolose per fulminazione diretta dell'edificio;
- Componente RC: avarie di apparecchiature elettriche ed elettroniche dovute a sovratensioni per fulminazione diretta dell'edificio;
- Componente RM: avarie di apparecchiature elettriche ed elettroniche dovute a sovratensioni per fulmine a terra in prossimità dell'edificio;
- Componente RU: danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura per fulminazione diretta della linea entrante nell'edificio;
- Componente RV: danni materiali dovuti ad incendio ed esplosione innescati da scariche pericolose per fulminazione diretta della linea entrante nell'edificio;
- Componente RW: avarie di apparecchiature elettriche ed elettroniche dovute a sovratensioni per fulminazione diretta della linea entrante nell'edificio;
- Componente RZ: avarie di apparecchiature elettriche ed elettroniche dovute a sovratensioni per fulmine a terra in prossimità della linea entrante nell'edificio.

Il valore totale R di ogni rischio è pari alla somma delle componenti di rischio coinvolte; il raggruppamento può essere riferito al tipo di fulminazione oppure alla causa di danno.

I tipi di perdita e i relativi rischi da considerare sono:

perdita di vite umane	rischio 1
perdita di servizio pubblico	rischio 2
perdita di patrimonio culturale	rischio 3
perdite economiche	rischio 4

I rischi R1, R2, R3, hanno carattere sociale, perché riguardano l'intera collettività e dunque è d'obbligo ridurli entro limiti accettabili; il rischio R4 invece è di natura privata, le perdite economiche infatti riguardano solo chi le subisce e quindi la protezione è facoltativa.

3. PROTEZIONE CONTRO LE FULMINAZIONI

Per stabilire se una struttura debba essere protetta o meno, si definisce il concetto di rischio accettabile che deve rappresentare un limite superato, il quale si deve ritenere necessaria, l'adozione di misure di protezione contro le scariche atmosferiche e i suoi effetti.

Tale accettabilità del rischio, non potrà prevedere un'unica soglia per ogni tipo di pericolo ma dovrà tenere conto dei quattro differenti tipi di perdita (vite umane, servizio pubblico etc.).

Per ciascuno di questi quattro, si dovrà valutare il rischio che si verifichi la perdita e tale rischio dovrà essere confrontato con la soglia considerata accettabile: sulla base di questo confronto, si dovrà decidere se adottare misure di protezione, che portino nuovamente il rischio ad essere al di sotto del valore considerato accettabile.

La verifica, si conduce per il rischio di perdita fondamentale, ovvero nel caso specifico al rischio di perdita di vite umane. Al termine della valutazione, qualora il valore di rischio risultasse superiore alla soglia considerata accettabile, si procederà alla valutazione delle misure da adottare al fine di ridurre tale valore sotto la soglia accettata.

3.1. PROTEZIONE DELLE STRUTTURE

Le strutture da proteggere devono essere almeno in una Zona LPZ 0_B, qualora il rischio presente sia superiore al rischio considerato tollerabile dalla norma; perciò, in questi casi, va previsto un impianto di protezione contro le scariche atmosferiche (LPS) che è composto da un impianto di protezione interno e da un impianto di protezione esterno. L'LPS esterno deve intercettare il fulmine (mediante captatori), condurlo a terra in modo sicuro (mediante calate) e disperderlo nel terreno (mediante impianto di dispersione a terra), l'LPS interno deve prevenire le scariche verso il volume protetto e si realizza mediante collegamenti equipotenziali oppure rispettando la distanza di sicurezza tra i punti tra i quali si può sviluppare la scarica.

3.2. VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La decisione di adottare delle protezioni contro le scariche atmosferiche e la tipologia di protezioni stesse che devono essere impiegate, dipendono dalla probabilità che una struttura oppure i servizi che la alimentano, possano essere danneggiati da una fulminazione. Ne consegue quindi, che prima di adottare una qualsiasi strategia di gestione delle fulminazioni, vada fatta una valutazione della probabilità di fulminazione ed una valutazione della probabilità che questa possa determinare delle perdite.

4. CONSIDERAZIONI PROGETTUALI

4.1.DENSITA' ANNUA DEI FULMINI A TERRA

A seguito dell'abrogazione della Norma CEI 81-3, la densità annua di fulmini a terra per chilometro quadrato nel sito in oggetto è stato desunto dal database di probabilità ceraunica di proprietà del CEI e di CESI S.p.A. I valori utilizzati per le valutazioni del rischio elaborate sono:

Ng = 2,49 fulmini/km² anno

Il valore di densità di fulmini a terra per km^2/anno desunto dai suddetti database è stato utilizzato, per omogeneità di risultati, sull'intero sito al quale è riferito. Tale ipotesi trova appoggio nel fatto che il sito analizzato ha una estensione territoriale inferiore alla maglia del reticolo geografico di rifermento (5 km x 5 km) e si ritiene improbabile che il medesimo si sviluppi a cavallo della linea di separazione di due differenti maglie del reticolo a loro volta con valori Ng attribuiti significativamente differenti.

Si allega a seguire l'estratto del valore Ng desunto.

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 45,068645

Longitudine: 7,508436

VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

N_G = 2,49 fulmini / (anno km²)

POSIZIONE

Latitudine: 45,068645° N

Longitudine: 7,508436° E

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

Validità temporale

Il valore di N G riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2028.

CAPITOLO II – RELAZIONE TECNICA

Protezione contro i fulmini

Valutazione del rischio
e scelta delle misure di protezione

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

6.1. DENSITA' ANNUA DI FULMINI A TERRA

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura vale:

$$N_g = 2{,}49 \text{ fulmini/anno km}^2$$

6.2. DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

La pianta della struttura è riportata nel disegno (Allegato *Disegno della struttura*).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: museo
In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:
- perdita di vite umane

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:
- rischio R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

La struttura presenta tutte le parti metalliche collegate fra loro in modo da realizzare una rete di equipotenzialità conforme a quella richiesta dalla norma CEI EN 62305-4.

6.3. DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:
- Linea di energia: Linea BT n.1 - QCV-12.O/S
- Linea di energia: Linea BT n.2 - QUTA
- Linea di energia: Linea BT n.3 - QCV-12.O/S
- Linea di energia: Loop antincendio
- Linea di energia: Loop antincendio
- Linea di energia: EVAC linea n.1
- Linea di energia: EVAC linea n.2

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

6.4. DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE

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:

Z1: Zona 1 - interno
Z2: Zona 2 - esterno

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone.*

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone.*

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

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AD*).
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 graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AM*).
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.*

7. VALUTAZIONE DEI RISCHI

7.1 RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE – CALCOLO DEL RISCHIO R1

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

Z1: Zona 1 - interno
RA: 8,92E-08
RB: 2,23E-06
RU(Linea BT entrante): 0,00E+00
RV(Linea BT entrante): 0,00E+00
RU(Linea segnale): 0,00E+00
RV(Linea segnale): 0,00E+00
Totale: 2,32E-06

Z2: Zona 2 - esterno
RA: 6,40E-08
Totale: 6,40E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,38E-06

7.2 ANALISI DEL RISCHIO R1

Il rischio complessivo R1 = 2,38E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

8. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 2,38E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

9. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1
Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria.

10. APPENDICI

10.1 APPENDICE – CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

Dimensioni: vedi disegno
Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza maggiore (CD = 0,25)
Schermo esterno alla struttura: assente
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 2,49

10.2 APPENDICE – CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE

Caratteristiche della linea: Linea BT n.1 - QCV-12.O/S
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata
Lunghezza (m) L = 130
Resistività (ohm x m) r = 400
Coefficiente ambientale (CE): urbano
Linea in tubo o canale metallico
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 12 B (m): 8 H (m): 3
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore
SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: Linea BT n.2 - QUTA
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata
Lunghezza (m) L = 130
Resistività (ohm x m) r = 400
Coefficiente ambientale (CE): urbano
Linea in tubo o canale metallico
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 12 B (m): 8 H (m): 3
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore
SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: Linea BT n.3 - QCV-12.O/S
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata
Lunghezza (m) L = 130
Resistività (ohm x m) r = 400
Coefficiente ambientale (CE): urbano
Linea in tubo o canale metallico
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 12 B (m): 8 H (m): 3
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore
SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: Loop antincendio
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata
Lunghezza (m) L = 130
Resistività (ohm x m) r = 400
Coefficiente ambientale (CE): urbano
Linea in tubo o canale metallico
Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: R <= 1 ohm/km
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 12 B (m): 8 H (m): 3
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore
Caratteristiche della linea: Loop antincendio

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata
Lunghezza (m) L = 100
Resistività (ohm x m) r = 400
Coefficiente ambientale (CE): urbano
Linea in tubo o canale metallico
Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: R <= 1 ohm/km
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 22 B (m): 11 H (m): 13
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: EVAC linea n.1
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata
Lunghezza (m) L = 100
Resistività (ohm x m) r = 400
Coefficiente ambientale (CE): urbano
Linea in tubo o canale metallico
Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: R <= 1 ohm/km
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 22 B (m): 11 H (m): 13
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: EVAC linea n.2
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata
Lunghezza (m) L = 100
Resistività (ohm x m) r = 400
Coefficiente ambientale (CE): urbano
Linea in tubo o canale metallico
Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: R <= 1 ohm/km
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 22 B (m): 11 H (m): 13
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

10.3 APPENDICE – CARATTERISTICHE DELLE ZONE

Caratteristiche della zona: Zona 1 - interno
Tipo di zona: interna
Tipo di pavimentazione: ceramica (rt = 0,001)
Rischio di incendio: ordinario (rf = 0,01)
Pericoli particolari: elevato rischio di panico (h = 10)
Protezioni antincendio: manuali (rp = 0,5)
Schermatura di zona: assente
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Linea BT entrante
- Alimentato dalla linea Linea BT n.1 - QCV-12.O/S
- Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) (Ks3 = 0,2)
- Tensione di tenuta: 2,5 kV
- Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)
- Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: Linea segnale
- Alimentato dalla linea Loop antincendio
- Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico (Ks3 = 0,0001)
- Tensione di tenuta: 1,5 kV
- Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Valori medi delle perdite per la zona: Zona 1 - interno
Rischio 1
Numero di persone nella zona: 508
Numero totale di persone nella struttura: 550
Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 8760
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 9,24E-06
Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 2,31E-04

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Zona 1 - interno
Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Caratteristiche della zona: Zona 2 - esterno
Tipo di zona: esterna
Tipo di suolo: erba (rt = 0,01)
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: Zona 2 - esterno
Numero di persone nella zona: 50
Numero totale di persone nella struttura: 508
Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5900
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = 6,63E-06

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Zona 2 - esterno
Rischio 1: Ra

10.4 APPENDICE – FREQUENZA DI DANNO

Impianto interno 1
Zona: Zona 1 - interno
Linea: Linea BT n.1 - QCV-12.O/S
Circuito: Linea BT entrante
FS Totale: 0,0096
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: SI

Impianto interno 2
Zona: Zona 1 - interno
Linea: Loop antincendio
Circuito: Linea segnale
FS Totale: 0,0
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: SI

10.5 APPENDICE – AREE DI RACCOLTA E NUMERO ANNUO DI EVENTI PERICOLOSI

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 1,55E-02 km²
Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 4,19E-01 km²
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 9,65E-03
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,04E+00

Linee elettriche

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

Linea BT n.1 - QCV-12.O/S
AL = 0,005200 km²
AI = 0,520000 km²

Linea BT n.2 - QUTA
AL = 0,005200 km²
AI = 0,520000 km²

Linea BT n.3 - QCV-12.O/S
AL = 0,005200 km²
AI = 0,520000 km²

Loop antincendio
AL = 0,005200 km²
AI = 0,520000 km²

Loop antincendio
AL = 0,004000 km²
AI = 0,400000 km²

EVAC linea n.1
AL = 0,004000 km²
AI = 0,400000 km²

EVAC linea n.2
AL = 0,004000 km²
AI = 0,400000 km²

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

Linea BT n.1 - QCV-12.O/S
NL = 0,000647
NI = 0,064740

Linea BT n.2 - QUTA
NL = 0,000647
NI = 0,064740

Linea BT n.3 - QCV-12.O/S
NL = 0,000647
NI = 0,064740

Loop antincendio
NL = 0,000647
NI = 0,064740

Loop antincendio
NL = 0,000498
NI = 0,049800

EVAC linea n.1

NL = 0,000498
NI = 0,049800

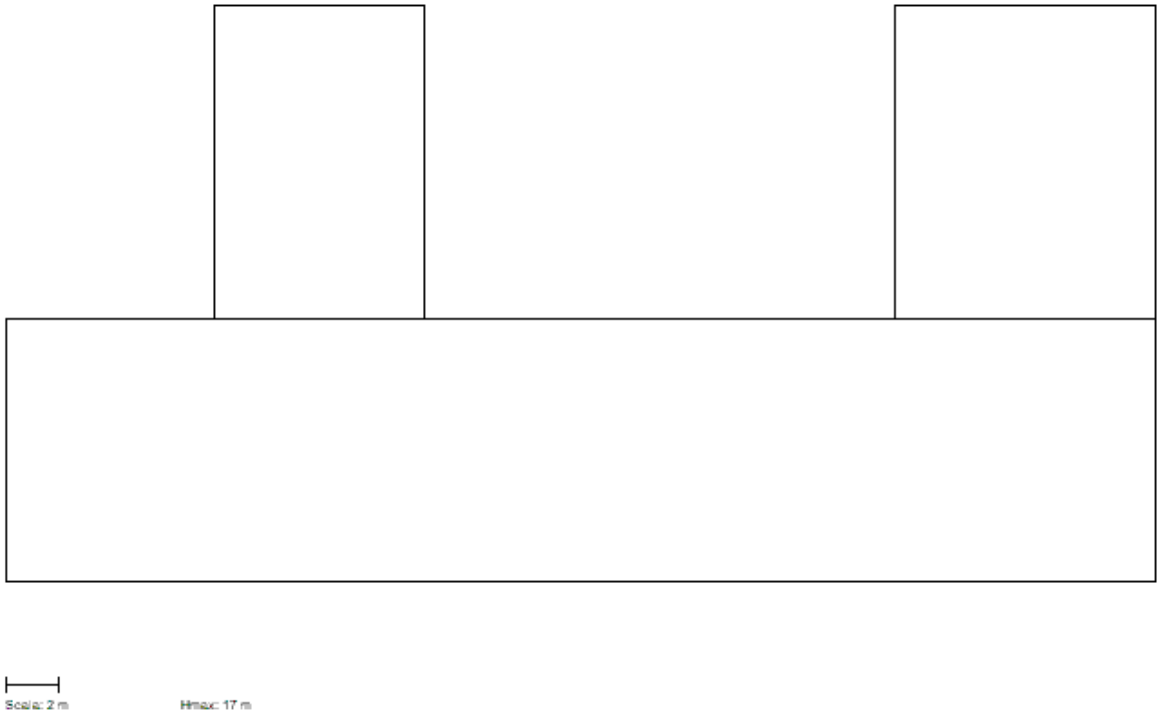
EVAC linea n.2
NL = 0,000498
NI = 0,049800

10.6 APPENDICE – VALORI DELLE PROBABILITA' P PER LA STRUTTURA NON PROTETTE

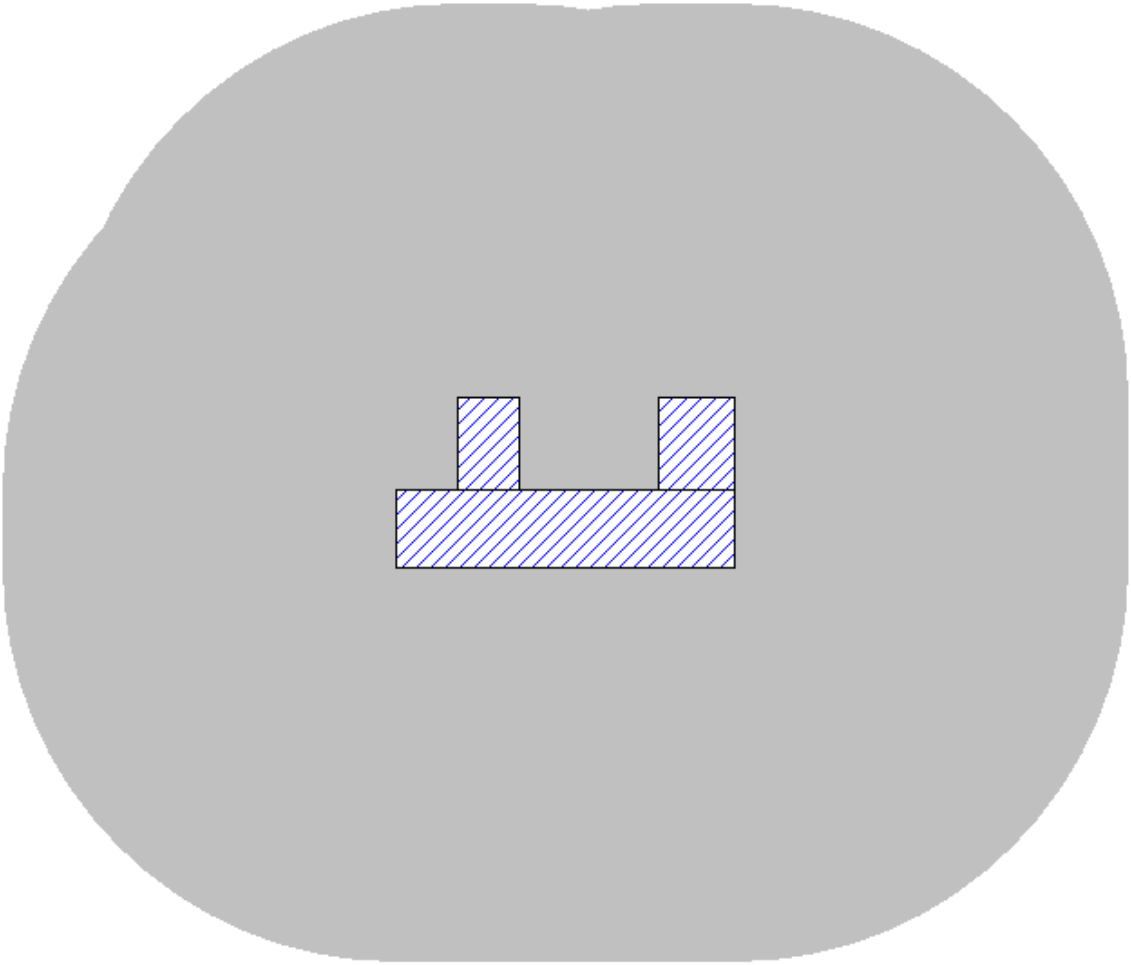
Zona Z1: Zona 1 - interno
PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC (Linea BT entrante) = 1,00E+00
PC (Linea segnale) = 0,00E+00
PC = 0,00E+00
PM (Linea BT entrante) = 1,28E-04
PM (Linea segnale) = 4,44E-09
PM = 1,28E-04
PU (Linea BT entrante) = 0,00E+00
PV (Linea BT entrante) = 0,00E+00
PW (Linea BT entrante) = 0,00E+00
PZ (Linea BT entrante) = 0,00E+00
PU (Linea segnale) = 0,00E+00
PV (Linea segnale) = 0,00E+00
PW (Linea segnale) = 0,00E+00
PZ (Linea segnale) = 0,00E+00

Zona Z2: Zona 2 - esterno
PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC = 0,00E+00
PM = 0,00E+00

ALLEGATO – DISEGNO DELLA STRUTTURA

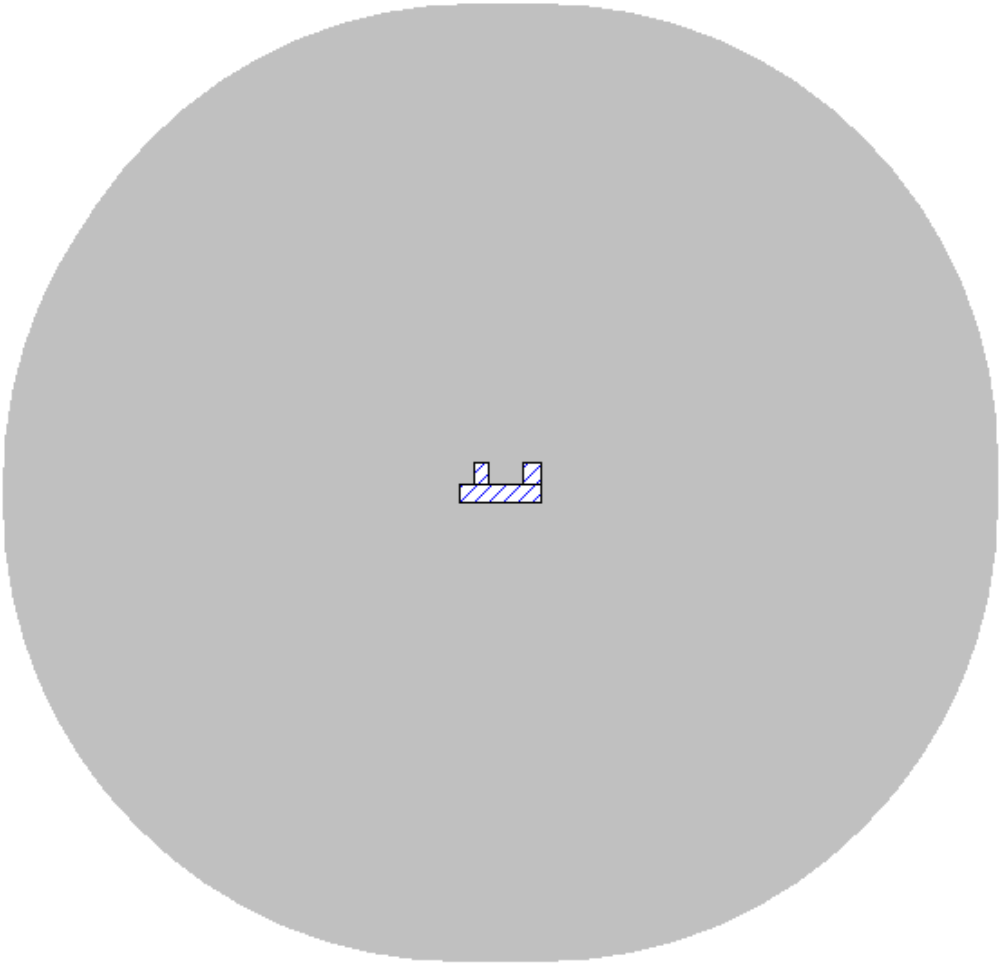


ALLEGATO – AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE DIRETTA AD



Area di raccolta AD (km²) = 1,55E-02

ALLEGATO – AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE AM



Area di raccolta AM (km²) = 4,19E-01