



## COMUNE DI MOLTRASIO

### PROGETTO PER IL NUOVO LUNGOLAGO CAMPO 2 MOLTRASIO

#### PROGETTO DEFINITIVO

(Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50–Codice dei contratti pubblici)

---

## VERIFICA A SCARICHE ATMOFERICHE

---



*Melzi Gian Luca*

**VENELLI – KRAMER Architetti**

Via Pisani Dossi 5-A  
22100 Como ITALIA

+39 031 570779

+39 031 576605

info@venellikramer.com

Indirizzo

Telefono

Fax

e-mail

Indirizzo

Telefono

Fax

e-mail

<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>5</b>
<b>1.1 GENERALITÀ</b>	<b>5</b>
<b>1.2 ORIGINE E TIPO DI DANNO</b>	<b>6</b>
<b>1.3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO</b>	<b>8</b>
<b>1.4 RISCHIO DI FULMINAZIONE</b>	<b>10</b>
<b>1.5 RISCHIO TOLLERABILE E CONVENIENZA ECONOMICA</b>	<b>11</b>
<b>1.6 OBBLIGHI LEGISLATIVI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FULMINE</b>	<b>12</b>
<b>2. PROTEZIONE CONTRO I FULMINI - VALUTAZIONE DEL RISCHIO E SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE</b>	<b>13</b>
<b>2.1 CONTENUTO DEL DOCUMENTO</b>	<b>13</b>
<b>2.2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO</b>	<b>13</b>
<b>2.3 INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE</b>	<b>14</b>
<b>2.4 DATI INIZIALI</b>	<b>14</b>
2.4.1 Densità annua di fulmini a terra	14
2.4.2 Dati relativi alla struttura	14
2.4.3 Dati di ingresso assunti per il calcolo	15
2.4.4 Dati relativi alle linee elettriche esterne	17
2.4.5 Definizione e caratteristiche delle zone	17
<b>2.5 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE</b>	<b>18</b>
<b>2.6 VALUTAZIONE DEI RISCHI</b>	<b>19</b>
2.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane	19
<b>2.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE</b>	<b>19</b>
<b>3. NOTE CONCLUSIVE</b>	<b>20</b>
<b>4. APPENDICI</b>	<b>21</b>

**VENELLI – KRAMER Architetti**

Via Pisani Dossi 5-A  
22100 Como ITALIA

+39 031 570779

+39 031 576605

info@venellikramer.com

Indirizzo

Telefono

Fax

e-mail

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 GENERALITÀ

Le Norme CEI 81-1 e 81-4, di conseguenza anche la Guida CEI 81-1 sugli scaricatori di sovratensione SPD, sono decadute dall'anno 2006 e sostituite da nuove norme CEI elaborate sulla base delle seguenti norme europee:

- **CEI EN 62305-1** – Protezione contro i fulmini – Principi generali;
- **CEI EN 62305-2** – Protezione contro i fulmini – Analisi del rischio;
- **CEI EN 62305-3** – Protezione contro i fulmini – Danno materiale alle strutture e pericolo per  
le persone;
- **CEI EN 62305-4** – Protezione contro i fulmini – Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

La Norma **CEI EN 62305**, in vigore dall'anno 2006, è stata aggiornata con una seconda edizione, attualmente in vigore, dal 1° marzo 2013.

Di seguito si intende riassumere i passi fondamentali per seguire l'analisi del rischio da fulminazione ricavati dalla norma CEI 62305-2 rimandando per ulteriori o necessari approfondimenti alla norma stessa.

## 1.2 ORIGINE E TIPO DI DANNO

Il fulmine è un fenomeno di origine naturale, non prevedibile, dagli effetti spesso distruttivi e dal quale non sempre è possibile difendersi completamente.

La protezione contro i fulmini deve perciò essere affrontata senza la pretesa di riuscire ad annullarne la forza distruttiva, ma con lo scopo di ridurre la probabilità di danno entro limiti accettabili.

Un fulmine che investe una struttura può provocare danni, oltre che alla struttura stessa, ai suoi occupanti, ai beni che contiene, agli impianti elettrici e/o di segnale e alle apparecchiature.

I danni, inoltre, possono estendersi anche all'ambiente circostante e alle strutture vicine in relazione alle caratteristiche del fulmine e alla struttura colpita.

I tipi di danno (*D*) dovuti al fulmine si possono suddividere in tre principali gruppi:

- **D1 : lesione o morte di persone o animali;**
- **D2 : danni alle strutture;**
- **D3 : fuori servizio di apparecchiature elettriche ed elettroniche.**

Le sorgenti del danno (*S*) individuate dalla norma sono quattro e si differenziano in base al punto di impatto del fulmine che può interessare, cadendo direttamente o nei pressi di un edificio o sui servizi entranti nell'edificio (linea di energia o di segnale, tubazioni di acqua, gas o altri fluidi, ecc.).

Ogni sorgente (*S*) può determinare uno o più tipi di danno D1, D2 e D3 codificati dalla norma:

### **S1 : fulminazione diretta della struttura, il fulmine coglie direttamente la struttura:**

- *D1* – morte di persone o animali ( a causa di tensioni di passo o di contatto introdotte per accoppiamento induttivo, dovuto al campo magnetico generato dalla corrente di fulmine, o resistivo, dovuto alla corrente di fulmine che attraversa l'impedenza del dispersore o delle stessa linea);
- *D2* – incendi, esplosioni, perforazioni di tubazioni o serbatoi, rotture meccaniche (per le alte temperature in gioco, per effetto chimico elettrolitico, per sforzi elettrodinamici);
- *D3* – fuori servizio e malfunzionamenti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (per tensioni indotte dalla corrente di fulmine).

**S2 : fulminazione indiretta della struttura, il fulmine colpisce a terra nei pressi della struttura:**

- *D3* – fuori servizio e malfunzionamenti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (per sovratensioni dovute ad accoppiamento induttivo).

**S3 : fulminazione diretta della linea elettrica o di segnale, il fulmine cade direttamente su una linea elettrica o di segnale che entra nella struttura:**

- *D1* – morte di persone o animali a causa di tensioni di contatto ( a causa delle correnti di fulmine introdotte attraverso la linea);
- *D2* – incendi, esplosioni (dovuti a scariche originate da sovratensioni introdotte dalla linea);
- *D3* – fuori servizio e malfunzionamenti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (per sovratensioni che passano attraverso la linea).

**S4 : fulminazione indiretta della linea elettrica o di segnale, il fulmine si scarica nei pressi di una linea elettrica o di segnale entrante nella struttura:**

- *D3* – fuori servizio e malfunzionamenti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (per sovratensioni introdotte dalla linea).

Con le nuove Norme in vigore, dall'anno 2006, vengono prese in considerazione anche le linee entranti di segnale e, in caso di fulminazione diretta della linea, si introduce il danno D1 (morte di persone o animali per tensioni di contatto introdotte dalla linea) e il danno D3 (guasti alle apparecchiature elettriche ed elettroniche a causa delle sovratensioni che entrano attraverso la linea) mentre la precedente CEI 81-4 valutava soltanto il danno derivante dall'incendio.

### 1.3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO

I danni **D1, D2 e D3** prodotti dal fulmine, variamente combinati, possono causare perdite diverse secondo il tipo di struttura. I tipi di perdita e i rischi ad essi associati sono quattro:

- L1: perdita di vite umane-rischio R 1;
- L2: perdita di servizio pubblico - rischio R 2;
- L3: perdita di patrimonio culturale insostituibile - rischio R 3;
- L4: perdita economica - rischio R 4.

Le perdite L1, L2 ed L3 devono essere sempre considerate perché hanno un interesse per la collettività mentre la perdita L4, riguardando esclusivamente le perdite economiche, presenta un interesse privato e può pertanto essere valutata secondo le circostanze.

A comporre il rischio complessivo inerente ciascun tipo di perdita concorrono diverse porzioni di rischio chiamate componenti di rischio.

La classificazione, di seguito riassunta, è analoga a quella fornita dalla vecchia norma, ma si differenzia per le lettere alfabetiche che le identificano e per il numero di componenti che da sei passa a otto.

**Componente A (ex H)** – Fulmine diretto sulla struttura (S1). Danni ad esseri viventi causati da tensioni di passo e di contatto in una zona esterna a tre metri attorno alla struttura. Si possono avere perdite di tipo L1 ed L4 (perdita di animali nelle strutture ad uso agricolo).

**Componente B (ex A)** – Fulmine diretto sulla struttura (S1). Danni fisici prodotti da incendi o esplosioni causati da scariche derivanti dalla fulminazione. Si possono avere perdite di tipo L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di servizio pubblico per strutture con impianti essenziali), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile per edifici di interesse artistico, storico, architettonico), L4 (perdita economica).

**Componente C (ex D)** – Fulmine diretto sulla struttura (S1). Danni agli impianti interni, fuori servizio di apparecchiature elettriche ed elettroniche causato dalle tensioni indotte di carattere impulsivo dovute alla rapida variazione del campo elettromagnetico e all'impulso della corrente di fulmine. Si possono produrre perdite di tipo L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di servizio pubblico per strutture con impianti essenziali), L4 (perdita economica).

**Componente M (ex M)** – Fulmine che cade nei pressi della struttura (S2). Danni agli impianti interni con fuori servizio di apparecchiature elettriche ed elettroniche a causa della rapida variazione del campo elettromagnetico. Si possono produrre perdite di tipo L1 (se esiste pericolo di esplosione o se il fuori servizio sulle apparecchiature può provocare perdita di vite umane), L2 (perdita di servizio pubblico per strutture con impianti essenziali), L4 (perdita economica).

Indirizzo

Telefono

Fax

e-mail

**Componente U** (non considerato nella vecchia norma) – Fulmine diretto su linea entrante (S3). Danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura. Si possono presentare danni di tipo L1 (perdite di vite umane) ed L4 (perdita di animali nelle strutture agricole ).

**Componente V (ex C)** – Fulmine diretto su linea entrante (S3). Danni fisici prodotti da incendi o esplosioni causati da scariche derivanti dalla fulminazione. Si possono avere perdite di tipo L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di servizio pubblico per strutture con impianti essenziali), L3 (perdita di patrimonio culturale per edifici di interesse artistico, storico, architettonico), L4 (perdita economica).

**Componente W** (non considerato nella vecchia norma) – Fulmine diretto su linea entrante (S3). Le perdite possono essere di tipo L1 (perdita di vite umane se esiste pericolo di esplosione se si tratta di un ospedale o comunque se il fuori servizio delle apparecchiature può provocare perdita di vite umane), L2 (perdita di servizio pubblico per strutture con impianti essenziali) ed L4 (perdita economica).

**Componente Z (ex G)** – Fulmine che cade in prossimità della linea (S4). Danni agli impianti interni con fuori servizio di apparecchiature elettriche ed elettroniche provocati da sovratensioni indotte. Si possono avere perdite di tipo L1 (perdita di vite umane se esiste pericolo di esplosione se si tratta di un ospedale o comunque se il fuori servizio delle apparecchiature può provocare perdita di vite umane), L2 (perdita di servizio pubblico per strutture con impianti essenziali) ed L4 (perdita economica).

## 1.4 RISCHIO DI FULMINAZIONE

Di seguito sono raccolte le componenti di rischio da prendere in considerazione per ogni tipo di perdita e rischio relativo.

La somma delle varie componenti di rischio variamente combinate, scelte fra quelle precedentemente indicate e pertinenti ad una determinata struttura, fornisce il rischio complessivo R.

Un altro percorso indicato dalla norma per il calcolo del rischio totale tiene conto delle porzioni di rischio relative al tipo di fulminazione o al tipo di danno:

### Tipo di fulminazione (diretta o indiretta)

Il rischio totale è dato da  $R=R_D+R_I$ , dove  $R_D=R_A+R_B+R_C$ , ed è il rischio pertinente ai fulmini che cadono direttamente sulla struttura, mentre  $R_I=R_M+R_U+R_V+R_W+R_Z$  è il rischio corrispondente alla fulminazione indiretta della struttura e diretta o indiretta delle linee.

### Tipo di danno

Il rischio totale riferito al tipo di danno è dato da  $R=R_S+R_F+R_O$ , dove  $R_S=R_A+R_U$ , ed è il rischio inerente i danni a persone o animali,  $R_F=R_B+R_V$  è il rischio relativo ai danni fisici alla struttura e  $R_O=R_C+R_M+R_W+R_Z$  è il rischio relativo a guasti alle apparecchiature elettriche ed elettroniche.

Il rischio di danno imputabile al fulmine  $R_X$  in una struttura è espresso dalla equazione:

$$R_X = N_X \cdot P_X \cdot L_X$$

**$N_X$  rappresenta la frequenza di fulminazione ovvero il numero di fulmini che solitamente in un anno possono interessare la struttura.**

Si determina tenendo conto della densità di fulmini a terra per chilometro quadrato all'anno, delle dimensioni e della posizione topografica della struttura, delle caratteristiche delle linee entranti (numero, area, interrata, lunghezza).

**$P_X$  identifica la probabilità che un fulmine provochi delle perdite.**

Dipende dalle caratteristiche e da ciò che contiene la struttura, dagli impianti elettrici e di segnale installati nella struttura, dalla resistività superficiale del suolo all'esterno e del pavimento all'interno dell'edificio, dalle caratteristiche delle linee entranti e dalle eventuali misure di protezione adottate.

**$L_X$  è l'ammontare medio del danno.**

Tiene conto, in relazione alla destinazione d'uso della struttura, del tipo della perdita, della presenza e del tempo di sosta delle persone, del valore economico (della struttura ma anche di ciò che vi è contenuto oppure dell'importanza delle attività svolte), di particolari elementi che possono accrescere i danni e delle eventuali misure di protezione adottate.

Indirizzo

Telefono

Fax

e-mail

Per il calcolo del rischio la nuova norma introduce, come novità assoluta, la possibilità di classificare un edificio in zone, permettendo di razionalizzare l'impiego delle protezioni e di limitarne i costi complessivi, però, a fronte di calcoli laboriosi.

Le caratteristiche specifiche di ogni zona possono infatti influire sulla composizione del rischio, come ad esempio all'esterno il tipo di suolo e l'eventuale presenza di esseri viventi possono influenzare le componenti  $R_A$  ed  $R_U$ , i compartimenti antincendio possono avere effetto sulle componenti  $R_B$  ed  $R_V$ , ecc. .

## 1.5 RISCHIO TOLLERABILE E CONVENIENZA ECONOMICA

Con la nuova norma viene abolita la possibilità di applicare la procedura semplificata per stabilire la necessità o meno di proteggere una struttura.

Per accertare se è necessario adottare misure di protezione si deve quindi calcolare il rischio totale  $R$  tenendo presente ogni tipo di danno possibile e confrontare tale risultato con il rischio tollerato  $R_T$  .

Se  $R < R_T$  non si rendono necessarie protezioni particolari mentre se  $R > R_T$  devono essere previste misure di protezione per abbassare il rischio e riportare  $R$  a valori minori o uguali ad  $R_T$ .

La norma introduce per la prima volta anche una procedura che permette di stabilire la convenienza economica nell'adottare misure di protezione.

Il procedimento da seguire prevede il calcolo delle componenti di rischio inerenti le perdite economiche nel caso in cui siano previste e nel caso in cui non siano previste misure di protezione.

Successivamente, conoscendo il valore economico della struttura e dei beni che contiene, si può calcolare il costo per anno delle perdite complessive senza misure di protezione ( $C_L$ ), il costo per anno delle perdite residue che si hanno prevedendo misure di protezione ( $C_{RL}$ ) e per finire (comprendendo nei calcoli anche i costi relativi all'ammortamento, alla manutenzione, ecc..) il costo delle misure di protezione ( $C_{PM}$ ). Se  $C_{PM} + C_{RL} > C_L$ , non conviene adottare misure di protezione mentre al contrario, se  $C_{PM} + C_{RL} < C_L$ , eventuali misure di protezione sono economicamente giustificate .

## 1.6 OBBLIGHI LEGISLATIVI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FULMINE

L'art. 17 del dlgs 81/2008 (e s. m. dlgs 106/2009) obbliga il datore di lavoro ad effettuare "la valutazione di tutti i rischi con la conseguente elaborazione del documento previsto dall'articolo 28".

L'art. 84 del dlgs 81/2008 (e s. m. dlgs 106/2009) specifica che "il datore di lavoro provvede affinché 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".

La Norma CEI 81-10 indica che "la valutazione del rischio deve essere eseguita per tutte le strutture in conformità alla Norma CEI 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".

Le valutazioni del rischio fulminazione da scariche atmosferiche fatte con la prima versione della norma CEI 62305 devono essere rivalutate, in base a quanto affermato nel Testo Unico della Sicurezza sul lavoro (Decreto 81/08), il quale afferma:

"La valutazione dei rischi deve essere immediatamente rielaborata, in occasione di modifiche del processo produttivo o dell'organizzazione del lavoro significative ai fini della salute e sicurezza dei lavoratori, o in relazione al grado di evoluzione della tecnica, della prevenzione o della protezione o a seguito di infortuni significativi o quando i risultati della sorveglianza sanitaria ne evidenziano la necessità. A seguito di tale rielaborazione, le misure di prevenzione debbono essere aggiornate. Nelle ipotesi di cui ai periodi che precedono il documento di valutazione dei rischi deve essere rielaborato nel termine di trenta giorni dalle rispettive causali" (art. 29, comma 3).

**Il destinatario dell'obbligo in questione è il datore di lavoro** e non l'impiantista, il quale però, in qualità di consulente, è opportuno segnali tale necessità ai propri clienti.

Il datore di lavoro che non aggiorna l'analisi del rischio, viola il DLgs 81/08 ed è sanzionabile con un'ammenda da € 2.000,00 a € 4.000,00 D.Lgs. 81/08, art.55, comma 3.

## **2. PROTEZIONE CONTRO I FULMINI - VALUTAZIONE DEL RISCHIO E SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE**

### **2.1 CONTENUTO DEL DOCUMENTO**

Questo documento contiene:

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

### **2.2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1  
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali" - Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2  
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" - Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3  
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4  
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"  
Febbraio 2013;
- CEI 81-29  
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" - Febbraio 2014;
- CEI 81-30  
"Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).  
Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng  
(Norma CEI EN 62305-2)" - Febbraio 2014.

## 2.3 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.

## 2.4 DATI INIZIALI

### 2.4.1 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 Ng"), vale:

$$N_g = 6,79 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### 2.4.2 Dati relativi alla struttura

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

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: *centro velico-polifunzionale*

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita economica

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.

### 2.4.3 Dati di ingresso assunti per il calcolo

Di seguito vengono riportati i dati di ingresso assunti per la verifica della probabilità di fulminazione.

**INDIRIZZO STRUTTURA**

Via Regina – 22010 Moltrasio (CO)

**CONTESTO TERRITORIALE**

Suburbano

**DESTINAZIONE D'USO PREVALENTE**

Destinazione prevalente assunta di tipo centro velico - polifunzionale

**TIPOLOGIA TERRENO CIRCOSTANTE**

Erba

**NUMERO ATTIVITA' PRESENTI**

Num. una attività

**CARICO D'INCENDIO E CONDIZIONI DI RISCHIO PARTICOLARI**

Rischio d'incendio ordinario

Ridotto rischio di panico

**PROTEZIONI ANTINCENDIO**

Manuale

**RETE MAGLIATA DI EQUIPOTENZIALITA'**

Non presente

**PROTEZIONI CONTRO LE TENSIONI DI CONTATTO E DI PASSO**

Non presente

**SCHERMATURA DELLA STRUTTURA**

Assente

**PRESENZA LPS**

Scaricatori di classe II

**EDIFICIO CON STRUTTURA E/O COPERTURA METALLICA O IN CEMENTO ARMATO CON FERRI DI ARMATURA ELETTRICAMENTE CONTIGUI O GETTATI IN OPERA**

No

**AREA DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE**

Si estende all'intero edificio

**LINEE ESTERNE ENTRANTI NEL FABBRICATO**

Vengono assunte le seguenti linee esterne entranti nel fabbricato

Num. 1 LINEA ENERGIA ELETTRICA

Num. 1 LINEA SEGNALE DATI

Tipo di posa interrata in cavidotto, lunghezza stimata della tratta pari a 50mt

Scaricatori in arrivo linea classe II, resistività assunta pari a 400 ohm/metro lineare \*

**NUMERO IMPIANTI INTERNI**

Vengono assunti i seguenti impianti interni al fabbricato

Num. 1 IMPIANTO ENERGIA ELETTRICA

Num. 1 IMPIANTO SEGNALE DATI

**DEFINIZIONE DELLE ZONE E VALUTAZIONE DEL FABBRICATO**

Zona singola di tipo interno con presenza di persone

Ore di permanenza persone 8.760 ore/anno \*

Valore muri 1.000.000,00 Euro \*

Valore contenuto 50.000,00 Euro \*

Impianti interni inclusa l'attività 200.000,00 Euro \*

Totale valore stimato della struttura 1.250.000,00 Euro \*

Il danno non si estende alle strutture circostanti e all'ambiente \*

\* (dato non reperito ed assunto dal progettista in fase di calcolo)

#### 2.4.4 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Linea energia elettrica
- Linea di segnale: Linea segnale dati

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

#### 2.4.5 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: Struttura

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*.

## 2.5 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*.

## 2.6 VALUTAZIONE DEI RISCHI

### 2.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

#### **2.6.1.1 Calcolo del rischio R1**

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

Z1: Struttura

RA: 6,38E-07

RB: 1,28E-07

RU(Impianto energia elettrica): 6,79E-09

RV(Impianto energia elettrica): 1,36E-09

RU(Impianto segnale dati): 3,40E-07

RV(Impianto segnale dati): 6,79E-08

Totale: 1,18E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,18E-06

#### **2.6.1.2 Analisi del rischio R1**

Il rischio complessivo R1 = 1,18E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

## 2.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

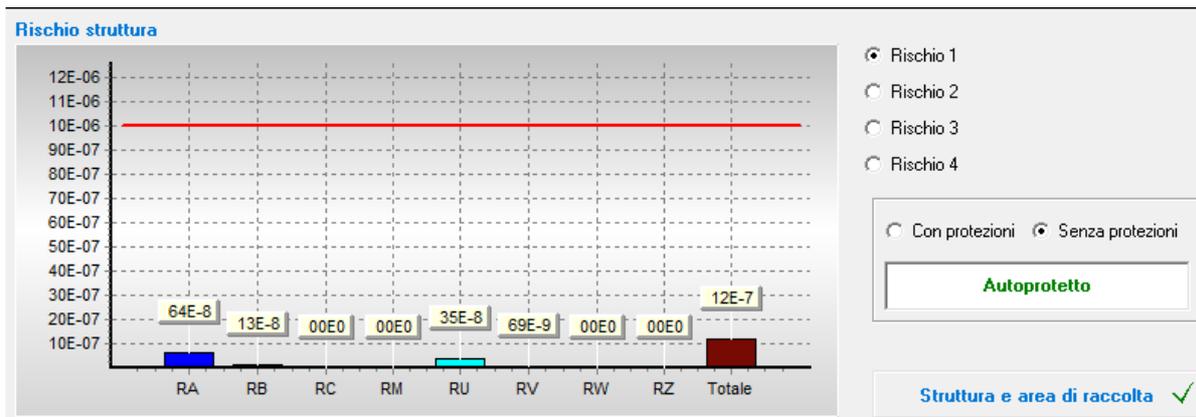
Poiché il rischio complessivo R1 = 1,18E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

### 3. NOTE CONCLUSIVE

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

**SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON E' NECESSARIA.**

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.



#### **4. APPENDICI**

##### **APPENDICE - Caratteristiche della struttura**

Dimensioni: vedi disegno

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore  
( $CD = 0,5$ )

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno  $km^2$ )  $Ng = 6,79$

##### **APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche**

Caratteristiche della linea: Linea energia elettrica

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 50$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

SPD ad arrivo linea: livello II ( $PEB = 0,02$ )

Caratteristiche della linea: Linea segnale dati

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m)  $L = 50$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

##### **APPENDICE - Caratteristiche delle zone**

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: erba ( $rt = 0,01$ )

Rischio di incendio: ordinario ( $rf = 0,01$ )

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ( $h = 2$ )

Protezioni antincendio: nessuna ( $rp = 1$ )

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Impianto energia elettrica

Alimentato dalla linea Linea energia elettrica

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a  $0,5 m^2$ )  
( $Ks3 = 0,01$ )

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: II ( $PSPD = 0,02$ )

Impianto interno: Impianto segnale dati

Alimentato dalla linea Linea segnale dati

Indirizzo

Telefono

Fax

e-mail

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m<sup>2</sup>)  
(Ks3 = 1)  
Tensione di tenuta: 1,5 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 8760

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 1,00E-04

Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 2,00E-05

Rischio 4

Valore dei muri (€): 1.000.000

Valore del contenuto (€): 50.000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 200.000

Valore totale della struttura (€): 1.250.000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 1,60E-05

Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 1,00E-03

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

## APPENDICE - Frequenza di danno

Frequenza di danno tollerabile FT = 0,1

Non è stata considerata la perdita di animali

Applicazione del coefficiente rf alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente rt alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: Struttura

FS1: 6,38E-03

FS2: 1,25E+00

FS3: 3,53E-03

FS4: 1,74E-01

Totale: 1,43E+00

## **APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.**

### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 1,88E-03 km<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 4,14E-01 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 6,38E-03

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 2,81E+00

### Linee elettriche

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

Linea energia elettrica

AL = 0,002000 km<sup>2</sup>

AI = 0,200000 km<sup>2</sup>

Linea segnale dati

AL = 0,002000 km<sup>2</sup>

AI = 0,200000 km<sup>2</sup>

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

Linea energia elettrica

NL = 0,003395

NI = 0,339500

Linea segnale dati

NL = 0,003395

NI = 0,339500

**APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta**

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Impianto energia elettrica) = 1,00E+00

PC (Impianto segnale dati) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Impianto energia elettrica) = 8,89E-07

PM (Impianto segnale dati) = 4,44E-01

PM = 4,44E-01

PU (Impianto energia elettrica) = 2,00E-02

PV (Impianto energia elettrica) = 2,00E-02

PW (Impianto energia elettrica) = 2,00E-02

PZ (Impianto energia elettrica) = 1,20E-02

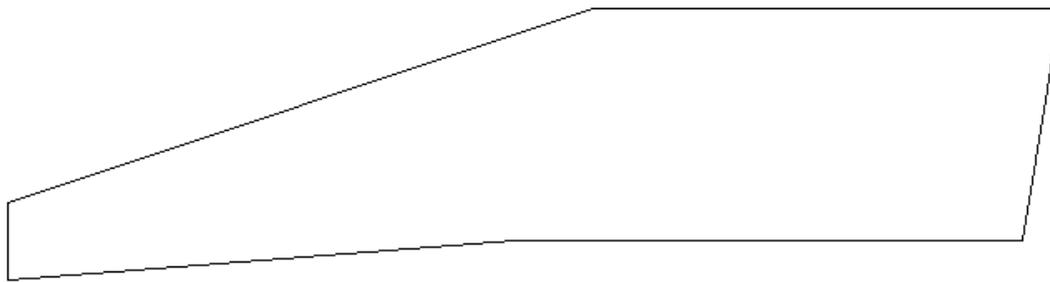
PU (Impianto segnale dati) = 1,00E+00

PV (Impianto segnale dati) = 1,00E+00

PW (Impianto segnale dati) = 1,00E+00

PZ (Impianto segnale dati) = 5,00E-01

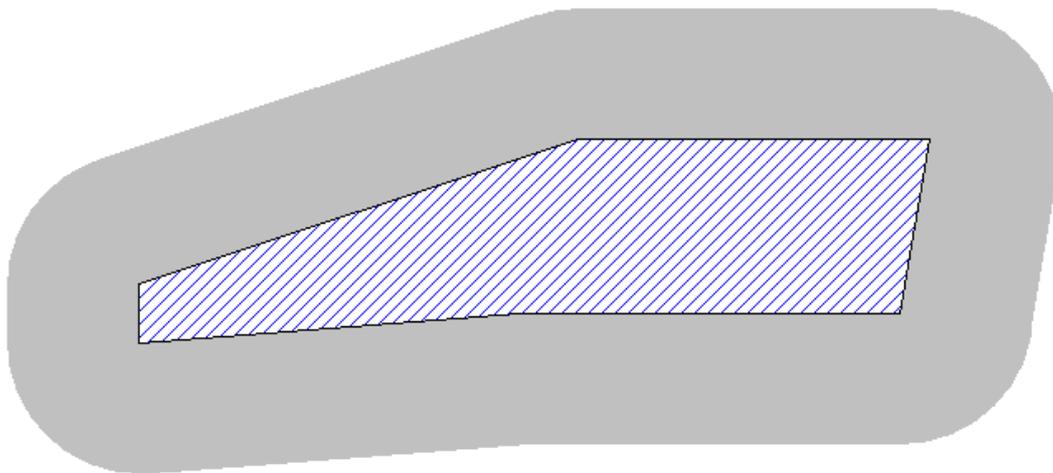
## APPENDICE – Disegno della struttura



Scala: 5 m

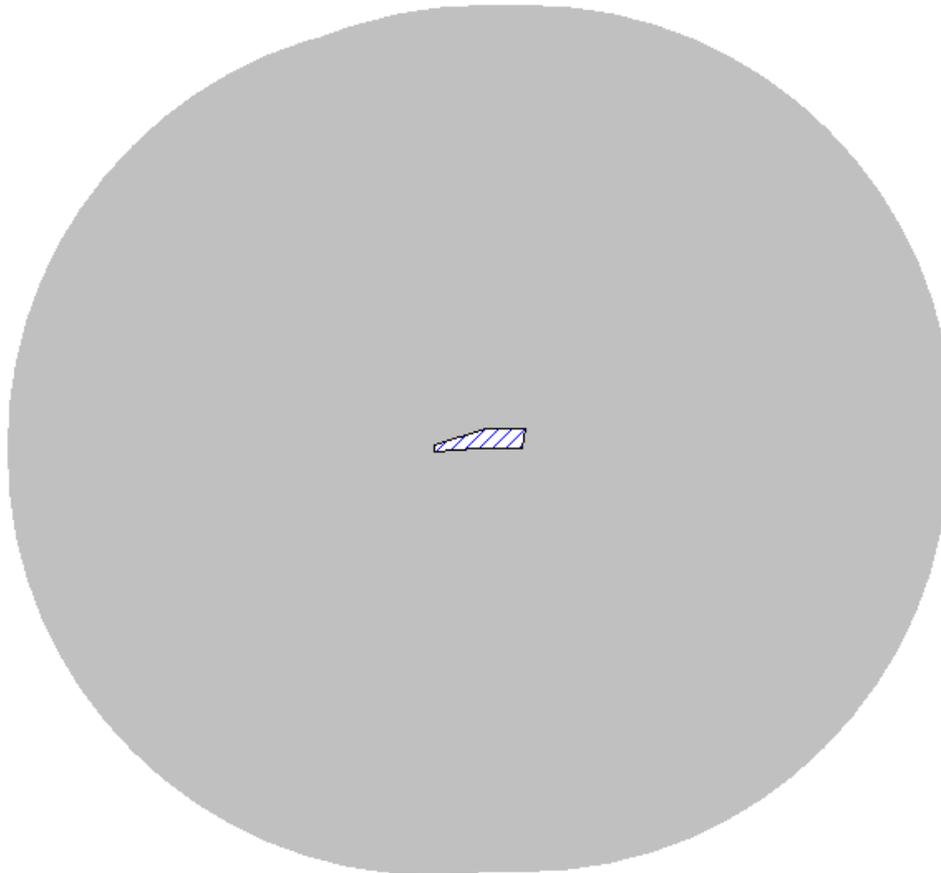
Hmax: 3 m

## APPENDICE – Area di raccolta per fulminazione diretta Ad



Area di raccolta AD (km<sup>2</sup>) = 1,88E-03

## APPENDICE – Area di raccolta per fulminazione indiretta Am



Area di raccolta AM (km<sup>2</sup>) = 4,14E-01

## APPENDICE – Densità di fulmini a terra $N_G$ riferita alle coordinate impostate



### VALORE DI $N_G$ (CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$$N_G = 6,79 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

#### POSIZIONE

Latitudine: **45,859308° N**

Longitudine: **9,098547° E**

#### INFORMAZIONI

- Il valore di  $N_G$  è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di  $N_G$  derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di  $N_G$  dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di  $N_G$ .
- I valori di  $N_G$  inferiori ad 1 sono stati arrotondati ad uno non essendo significativi valori inferiori all'unità (CEI 81-30, art. 6.5).
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di  $N_G$  a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI 81-30 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.

Data, 28 aprile 2021