



Comune di CELANO
Provincia di L'Aquila



Presidenza del Consiglio dei Ministri

PROGETTO

RIQUALIFICAZIONE URBANA, SOCIALE E CULTURALE
AREE DEGRADATE
RIONE MURICELLE, STAZIONE, TRIBUNA E VASCHETTE

TITOLO

SCUOLA "BENEDETTO CROCE"

Verifica protezione scariche atmosferiche

FORMATO

A4

SCALA

/

PROGETTISTA



STUDIO PARIS ENGINEERING

Via G. Amendola, 48
67051 AVEZZANO (AQ)
tel/fax: 0863.1940207
email: info@studioparisengineering.it



TIMBRO E FIRMA

| REVISIONE | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | CONTROLLATO | APPROVATO |
|--------------|---------------|---------------------------------|---------|-------------|-----------|
| 0 | novembre 2017 | progetto definitivo - esecutivo | FC | GM | LP |
| ELABORATO | | | | | |
| REL. IME. 03 | | | | | |



Sommario

| | |
|--|---------------------------------------|
| Sommario..... | 1 |
| 1 Norme tecniche di riferimento | 3 |
| 2 Introduzione | 3 |
| 3 Criterio di valutazione dei rischi..... | 3 |
| 4 Componenti di rischio | 5 |
| 5 Struttura a zone..... | 7 |
| 6 Descrizione opere da realizzare | 7 |
| 7 Dati di progetto | 9 |
| 7.1 Densità annua di fulmini a terra..... | 9 |
| 7.2 Struttura oggetto di analisi..... | 9 |
| 7.2.1 Descrizione della struttura | 9 |
| 7.2.2 Geometria della struttura | 10 |
| 7.2.3 Protezioni previste nel progetto | 10 |
| 7.3 Linee elettriche..... | 10 |
| 7.3.1 L1) Linea elettrica..... | 10 |
| 7.3.2 L2) Linea telefonica | 10 |
| 7.3.3 Struttura adiacente a cui la linea è connessa | Errore. Il segnalibro non è definito. |
| 7.4 Zone..... | 10 |
| 7.4.1 Z1) Asilo nido | 11 |
| 8 Calcolo delle aree di raccolta e del numero annuo di eventi pericolosi | 11 |
| 8.1 Calcolo numero medio annuo di eventi pericolosi per fulminazione diretta sulla Struttura Principale..... | 11 |
| 8.2 Calcolo numero medio annuo di eventi pericolosi per fulmini in prossimità della Struttura Principale..... | 11 |
| 8.3 Calcolo numero medio annuo di eventi pericolosi per fulmini sulle linee connesse alla Struttura Principale | 11 |
| 8.4 Calcolo numero medio annuo di eventi pericolosi per fulmini in prossimità di una linea entrante nella Struttura Principale | 12 |
| 8.5 Calcolo numero medio annuo di eventi pericolosi per fulmini sulla Struttura Adiacente..... | 12 |
| 8.5.1 Linea L1 - Linea elettrica, Linea di energia BT, telecomunicazione, segnale | 13 |



| | | |
|-------|---|----|
| 8.5.2 | Linea L2 - Linea telefonica, Linea di energia BT, telecomunicazione, segnale | 13 |
| 9 | Valutazione dell'ammontare delle perdite..... | 13 |
| 9.1 | Perdita delle vite umane..... | 13 |
| 9.1.1 | Zona Z1 - Asilo nido..... | 13 |
| 9.2 | Perdita del servizio pubblico (PS)..... | 13 |
| 9.2.1 | Zona Z1 - Asilo nido..... | 14 |
| 10 | Valutazione delle componenti di rischio..... | 15 |
| 10.1 | R_A Componente di rischio relativa al danno ad esseri viventi per elettrocuzione..... | 15 |
| 10.2 | R_B Componente di rischio relativa al danno materiale | 15 |
| 10.3 | R_C Componente di rischio relativa ai guasti agli impianti interni | 16 |
| 10.4 | R_M Componente di rischio relativa ai guasti degli impianti interni a causa di sovratensioni dovute a fulminazione in prossimità della struttura..... | 17 |
| 10.5 | R_U Componente di rischio relativa a danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura, causate dalla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura..... | 19 |
| 10.6 | R_V Componente di rischio relativa al danno materiale (incendio o esplosioni) alla struttura dovuta a corrente di fulmine trasmessa attraverso il servizio entrante..... | 20 |
| 10.7 | R_W Componente di rischio relativa al guasto di impianti interni causato da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura per fulminazioni sul servizio connesso alla struttura..... | 21 |
| 10.8 | R_Z Componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura, per fulminazioni in prossimità del servizio connesso alla struttura | 21 |
| 11 | ESITO DELLA VALUTAZIONE DEI RISCHI..... | 22 |
| | Appendice A - TABELLE DI VALUTAZIONE DEI RISCHI..... | 24 |

Relazione Tecnica

| | |
|-------------|-------------------------------------|
| Progetto | Scuola elementare B. Croce Vascette |
| Descrizione | Struttura adibita ad uso scolastico |
| Ubicazione | AQ CELANO |

| | |
|-------------|--|
| Committente | Comune di Celano |
| Indirizzo | Piazza IV Novembre, 67043, Celano (L'Aquila) |

| | |
|----------------------|------------|
| Data Prima Emissione | 16/11/2017 |
| Revisione | 0 |
| Data revisione | 16/11/2017 |

| | | | |
|-------------|------------------|-------------------------|---|
| Progettista | Ing. Livio Paris | Rev. Data 16/11/2017 | 0 |
|-------------|------------------|-------------------------|---|

1 Norme tecniche di riferimento

- ▶ CEI EN 62305-1 (CEI 81-10): "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali"
- ▶ CEI EN 62305-2: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
- ▶ CEI EN 62305-3: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
- ▶ CEI EN 62305-4: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
- ▶ CEI 81-3: "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico."
- ▶ CEI 0-2: "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"
- ▶ D. Lgs. 81/01 e s.m.i. – Testo unico in materia di igiene e sicurezza sul lavoro

2 Introduzione

La valutazione del rischio da scariche atmosferiche è un obbligo a cui sono tenuti ad ottemperare sia i

professionisti che si occupano di sicurezza del lavoro sia i progettisti di impianti elettrici.

La valutazione del rischio fulminazione, è documento integrante e indispensabile per una corretta progettazione elettrica nonché contemplato e previsto dalla CEI 0-2 (*Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici*).

Un impianto elettrico, che possa dirsi a regola d'arte, deve tenere conto del rischio fulminazione sin dal suo concepimento, quindi il progettista elettrico è tenuto a valutare il rischio fulminazione e, qualora questo non sia accettabile, ad implementare tutte le misure necessarie.

Nell'ambito della sicurezza sul lavoro la valutazione completa di tutti i rischi a cui sono soggetti i lavoratori, deve contemplare anche l'eventualità di danni a lavoratori derivanti da scarica atmosferica.

Il testo unico della sicurezza sul lavoro D.Lgs. 81/01, all' art. 29 comma 3 recita: *"La valutazione dei rischi deve essere immediatamente rielaborata, nel rispetto delle modalità di cui ai commi 1 e 2, in occasione di modifiche del processo produttivo o della 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 evidenzino 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 rispetto delle modalità di cui ai commi 1 e 2, nel termine di trenta giorni dalle rispettive causali"*.

Lo stesso decreto legislativo esplicita, all' articolo 84 che *"Il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature siano protetti dagli effetti dei fulmini secondo le norme tecniche"*.

Pertanto, il recepimento della normativa CEI EN 62305-2, da considerarsi evoluzione tecnica rispetto alle superate CEI 81-1 e CEI 81-4 (anno 1996), impone al datore di lavoro non solo di ottemperare a tale obbligo, ma anche di considerare superate eventuali precedenti valutazioni.

Inoltre, per gli edifici sprovvisti di luogo di lavoro, non vi è un obbligo specifico che impone la valutazione del rischio di fulminazione, tuttavia da un punto giuridico, in capo al responsabile della struttura, potrebbero configurarsi responsabilità, a seguito di danni a cose e/o persone.

Nell'ambito della sicurezza sul lavoro la valutazione del rischi di fulminazione verrà utilizzata dal SPP e Datore di lavoro per l'implementazione del documento di valutazione dei rischi o per attivarsi all'attuazione dei necessari provvedimenti indicati dal tecnico nella valutazione.

Negli ambienti adibiti a luogo di lavoro, il datore di lavoro rimane responsabile della valutazione del rischio di perdita di vita derivante da scariche atmosferiche, pertanto allo scopo di ottemperare a quanto previsto dall' art. 84 del D.Lgs. 81/08 deve provvedere ad incaricare personale competente per procedere con la valutazione.

La valutazione può essere effettuata da professionista in possesso di competenze specialistiche anche se sprovvisto dei requisiti previsti dall'art. 32 del D. Lgs. 81/08.

3 Criterio di valutazione dei rischi

Il metodo per la valutazione del rischio fulminazioni indicato nelle norme CEI EN 62305 prevede la valutazione di quattro differenti tipi di rischio, susseguenti ad un fenomeno di fulminazione che riguardi una struttura (edificio, struttura metallica, ponteggio, ecc).

- ▶ Rischio di perdite di vite umane (R1)
- ▶ Rischio di perdita di servizio pubblico (R2)
- ▶ Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile (R3)
- ▶ Rischio di perdita economica (R4)

Le prime tre tipologie di rischio sono a valutazione obbligatoria, in quanto trattano di aspetti soggetti a “pubblica tutela” mentre la quarta è lasciata in facoltà del committente il quale potrebbe giudicare più conveniente correre il rischio, piuttosto che affrontare le spese necessarie per la protezione.

Per le prime tre tipologie, la norma fissa un valore di rischio tollerabile, ossia un valore, al di sotto del quale, è consentito dichiarare che la struttura è “autoprotetta” e non necessita di misure di protezione. Tale valore discende da considerazioni in termini di valutazione costi/benefici, ossia, la norma ritiene che, al di sotto di un certo valore di rischio, l’aumento del costo delle misure di protezione necessario per diminuirlo ulteriormente non sia congruo con il beneficio atteso.

Per la quarta tipologia, invece, la valutazione si basa prettamente sul risparmio medio annuo che potrebbe conseguirsi, ponendo in opera determinate misure di protezione, che riducano le possibili perdite economiche susseguenti a un fenomeno di fulminazione.

4 Componenti di rischio

Ogni rischio dipende innanzitutto dal numero di eventi pericolosi attesi, ossia dal numero di fulmini che statisticamente possono interessare la struttura o il servizio.

Tale numero si determina mediante equazioni che, a partire dal numero medio annuo di fulmini nella zona in oggetto, tengono conto anche della conformazione e delle dimensioni della struttura (o del servizio) della sua ubicazione, delle caratteristiche dell’ambiente circostante, delle caratteristiche delle linee elettriche interessate, della presenza protezioni in genere e dalla ubicazione della struttura.

I quattro rischi R_1 , R_2 , R_3 , R_4 risultano a loro volta somma di componenti che genericamente possono essere indicate con R_x . Tali componenti rappresentano i rischi parziali dipendenti dalla sorgente e dal tipo di danno.

Ogni componente R_x si riferisce ad un determinato aspetto del rischio, nella cui determinazione entrano in gioco svariati coefficienti che portano in conto, diversi aspetti tra i quali: possibili rischi d’esplosione, presenza di ambienti

particolari (ospedali, scuole, musei), tipologia del suolo, livello di rischio incendio, difficoltà d'evacuazione, tipologia di protezioni sia da fulmini (LPS) sia da sovratensioni (SPD), nonché da protezioni antincendio.

Nello specifico, le componenti di rischio R_x , possono essere raggruppate secondo la sorgente di danno ed il tipo di danno in quattro categorie che rispettivamente sono:

1. Componenti di rischio per una struttura dovute alla fulminazione diretta della struttura:
 - o R_A Componente di rischio relativa al danno ad esseri viventi
 - o R_B Componente di rischio relativa al danno materiale
 - o R_C Componente di rischio relativa ai guasti agli impianti interni
2. Componente di rischio per una struttura dovuta alla fulminazione in prossimità della struttura:
 - o R_M Componente di rischio relativa ai guasti degli impianti interni a causa di sovratensioni dovute a fulminazione in prossimità della struttura
3. Componenti di rischio per una struttura dovuta alla fulminazione diretta di una linea connessa alla struttura:
 - o R_U Componente di rischio relativa a danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura, causate dalla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura
 - o R_V Componente di rischio relativa a danni materiali dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso la linea entrante
 - o R_W Componente di rischio relativa al guasto di impianti interni causati da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura
4. Componente di rischio per una struttura dovuta alla fulminazione in prossimità di una linea connessa alla struttura:
 - o R_Z Componente di rischio relativa al guasto di impianti interni a causa di sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura

Nel caso in cui si voglia procedere alla valutazione economica, la norma CEI EN 62305-2, oltre al calcolo del relativo rischio economico R_4 , impone il calcolo del risparmio annuo conseguente all'adozione delle misure di protezione, determinando: il valore dell'oggetto da proteggere, il costo dell'evento dannoso senza misure di protezione, il costo residuo dell'evento dannoso nonostante le misure di protezione, il costo totale annuo delle misure di protezione (manutenzione, ammortamento, interessi).

5 Struttura a zone

La norma permette di effettuare l'analisi del rischio considerando la struttura come un'unica zona oppure dividendo la struttura in più zone.

Considerare una struttura come un'unica zona, potrebbe portare a misure costose in quanto ciascuna misura dovrebbe essere applicata all'intera struttura. Ciò tuttavia permetterebbe di effettuare una sovrastima del rischio, di modo che se la struttura dovesse risultare già protetta sarebbe possibile concludere che anche effettuando un'analisi più approfondita (suddividendo la struttura in più zone) la stessa risulterebbe comunque protetta.

La suddivisione della struttura in zone permette di prendere in considerazione le principali caratteristiche di ciascuna zona nella valutazione delle componenti di rischio R_x e di individuare per ciascuna zona le misure di protezione più idonee.

Dividendo la struttura in più zone Z_x , il rischio per l'intera struttura è dato dalla somma dei rischi relativi a tutte le zone della struttura stessa; in ogni zona il rischio è la somma delle componenti di rischio nella zona considerata.

La suddivisione della struttura in più zone deve avvenire tenendo in considerazione:

- compartimenti antincendio presenti e/o realizzabili
- eventuali ambienti protetti (es schermati) e le misure di protezione
- il tipo di superficie all'esterno della struttura
- il tipo di pavimentazione
- la destinazione d'uso prevalente
- l'eventuale presenza di situazioni di rischio o panico particolari
- gli impianti e le linee entranti

in modo che le caratteristiche di ogni zona siano le più omogenee possibili.

6 Descrizione opere da realizzare

Ciascuna delle componenti di rischio R_x , si calcola attraverso la seguente equazione tipica:

$$R_x = N_x P_x L_x$$

dove:

- N_x è il numero di eventi pericolosi susseguenti a un determinato fenomeno di fulminazione
- P_x è la probabilità che si verifichi un certo danno o un guasto
- L_x è la perdita relativa a un danno o guasto

Preliminarmente vanno calcolati i valori di N_x per l'intera struttura, definiti come:

- N_D : numero di eventi pericolosi dovuti a fulmini sulla struttura
- N_M : numero di eventi pericolosi dovuti a fulmini in prossimità della struttura
- N_L : numero di eventi pericolosi dovuti a fulmini sul servizio
- N_I : numero di eventi pericolosi dovuti a fulmini in prossimità di un servizio
- N_{DJ} : numero di eventi pericolosi dovuti a fulmini sulla struttura adiacente

Il numero di eventi pericolosi attesi per l'intera struttura oggetto della valutazione da effettuare è strettamente legato al calcolo delle aree di raccolta $A_D, A_M, A_L, A_I, A_{DJ}$ definite come:

- A_D : area di raccolta fulmini sulla struttura
- A_M : area di raccolta fulmini in prossimità della struttura
- A_L : area di raccolta fulmini sul servizio
- A_I : area di raccolta fulmini in prossimità di un servizio
- A_{DJ} : area di raccolta fulmini della struttura adiacente isolata

Per ciascuna zona in cui si è suddivisa la struttura, occorre calcolare le probabilità P_x definite come:

- P_A probabilità di danno esseri viventi a causa di fulmini sulla struttura per elettrocuzione
- P_B probabilità di danno materiale a causa di fulmini sulla struttura
- P_C probabilità di guasto agli impianti interni a causa di fulmini sulla struttura
- P_M probabilità di guasto agli impianti interni a causa di fulmini in prossimità della struttura
- P_U probabilità di danno ad esseri viventi per elettrocuzione a causa di fulmini sul servizio connesso
- P_V probabilità di danno materiale a causa di fulmini su una linea
- P_W probabilità di guasti ad impianti interni a causa di fulmini su una linea
- P_Z probabilità di guasto ad impianti interni a causa di fulmini in prossimità di una linea

e le perdite L_x pari a:

- L_A perdita per danno a esseri viventi a causa di fulmini sulla struttura per elettrocuzione
- L_B perdita per danno materiale a causa di fulmini sulla struttura
- L_C perdita per guasto agli impianti interni a causa di fulmini sulla struttura
- L_M perdita per guasto agli impianti interni a causa di fulmini in prossimità della struttura
- L_U perdita per danno ad esseri viventi per elettrocuzione a causa di fulmini sul servizio connesso
- L_V perdita per danno materiale a causa di fulmini su una linea
- L_W perdita per guasto ad impianti interni a causa di fulmini su una linea
- L_Z perdita per guasto ad impianti interni a causa di fulmini in prossimità di una linea

Per il calcolo delle perdite L_x , occorre individuare per ciascuna zona e per ciascuna di esse, le componenti:

- L_T (perdita media dovuta ad elettrocuzione)
- L_F (perdita media dovuta a danno materiale)
- L_O (perdita media dovuta a guasti degli impianti interni di una struttura)

Tali valori sono tabellati in normativa a seconda del tipo di struttura, servizio, contesto ed a secondo del tipo di perdita che si sta calcolando.

In alternativa, la norma consente che le componenti L_x possano essere calcolate in base a specifiche valutazioni elaborate dal progettista.

7 Dati di progetto

7.1 Densità annua di fulmini a terra

Dalla norma CEI 81-3, si rileva, per il comune di AQ CELANO una densità di fulmini pari a $N_G = 2,5$ fulmini/(km² anno).

7.2 Struttura oggetto di analisi

Come indicato dalla norma CEI EN 62305-2 al p.to 5.2, per struttura si intende l'insieme dell'edificio e di tutte le sue dotazioni.

Nello specifico il termine struttura include:

- La struttura stessa intesa come edificio, il contesto, l'ubicazione
- Gli impianti interni alla struttura
- Il contenuto stesso dell' edificio
- La presenza di persone nella struttura e nella fascia fino a 3 metri all'esterno della stessa
- Le caratteristiche dell' ambiente circostante interessate da un eventuale danno
- Le caratteristiche delle attività svolte e di particolari situazioni di contesto (difficoltà evacuazione, rischio incendio, pericoli esplosioni)
- La presenza di protezioni (sugli impianti, antincendio, dotazioni della struttura)

Tali dati rappresentano gli input indispensabili per poter procedere alla valutazione delle componenti di rischio e del rischio.

Si riportano nei paragrafi successivi i dati relativi alla struttura oggetto della valutazione.

7.2.1 Descrizione della struttura

Struttura con muratura portante in pietrame .

7.2.2 Geometria della struttura

Dimensioni L x W x H (m): 41 x 12,3 x 9,5

Posizione: *Struttura ubicata in area con presenza di strutture (o alberi) di altezza minore.*

7.2.3 Protezioni previste nel progetto

Schermatura struttura esterna: *Nessuna*

7.3 Linee elettriche

7.3.1 L1) Linea elettrica

Tipo: *Linea di energia BT, telecomunicazione, segnale*

Installazione: *Interrata energia - non schermata*

Lunghezza (m): *1000*

Contesto Linea: *Suburbano (altezza degli edifici minore di 10 m)*

Tipo di Schermo: *Nessuno Schermo*

SPD installato ad arrivo linea: *Sistema SPD assente*

7.3.2 L2) Linea telefonica

Tipo: *Linea di energia BT, telecomunicazione, segnale*

Installazione: *Interrata TLC - non schermata*

Lunghezza (m): *1000*

Contesto Linea: *Suburbano (altezza degli edifici minore di 10 m)*

Tipo di Schermo: *Nessuno Schermo*

SPD installato ad arrivo linea: *Sistema SPD assente*

7.4 Zone

La struttura in esame è stata analizzata quale unica zona. In presenza di più opzioni per un singolo parametro (ad es. se presenti due tipi di pavimentazione differenti) si è orientata la scelta verso il parametro che implica la situazione più gravosa, in modo da non sottostimare le componenti di rischio, ed orientare la valutazione del rischio a favore della sicurezza.

Nei paragrafi che seguono sono riportati le principali caratteristiche rilevate ed utilizzate come dati di ingresso per il calcolo dei parametri delle componenti di rischio.



7.4.1 Z1) Aule scuola

Tipologia di Suolo: *Ceramica*

Misure di Protezione: *Cartelli ammonitori*

Caratteristiche particolari della zona: *Nessuna*

Misure antincendio: *Impianto di allarme manuale*

Schermatura interna: *Nessuna*

Rischio perdite per incendio/esplosione: *Incendio Ordinario*

Condizioni particolari di pericolo: *Panico ridotto*

8 Calcolo delle aree di raccolta e del numero annuo di eventi pericolosi

8.1 Calcolo numero medio annuo di eventi pericolosi per fulminazione diretta sulla Struttura Principale

Il numero annuo di eventi pericolosi per la struttura N_D è calcolato tramite la formula

$$N_D = N_G A_D C_D 10^{-6},$$

dove

- N_G è la densità dei fulmini, ossia il numero medio di fulmini che cadono annualmente in una superficie di 1 km²; tale valore statistico è correlato, mediante tabelle di Norma, alla località. In questo caso, trattasi del comune di AQ CELANO con densità fulmini pari a 2,5
- A_D è l'area di raccolta; l'area di raccolta può essere calcolata per via grafica o analitica.

La valutazione delle aree di raccolta della struttura è stata condotta in modo analitico, mediante il procedimento illustrato nella norma CEI EN 62305-2.

Tenendo conto che la struttura ha una forma regolare, senza elevate protusioni, va applicata la formula

$$A_D = L W + 6 H (L + W) + 9 H^2 \quad (L: \text{lunghezza}; W: \text{larghezza}; H: \text{altezza})$$

- C_D è il coefficiente di ubicazione; nel caso in esame, trattandosi di "Struttura ubicata in area con presenza di strutture(o alberi) di altezza minore" risulta $C_D = 0,5$

$$\text{Risulta } A_D = 6,09E+003 \text{ m}^2$$

$$N_D = 7,62E-003 \text{ (1/anno)}$$

8.2 Calcolo numero medio annuo di eventi pericolosi per fulmini in prossimità della Struttura Principale

La valutazione delle aree di raccolta della struttura è stata condotta in modo analitico, mediante il procedimento illustrato nella norma CEI EN 62305-2.



$$A_M = 2 \times 350(L+W) + 350^2$$

Il numero annuo di eventi pericolosi in prossimità della struttura si calcola tramite la seguente

$$N_M = N_G A_M 10^{-6}$$

Nel progetto in esame $A_M = 8,39E+005 \text{ m}^2$

$$N_M = 2,10E+000 \text{ (1/anno)}$$

8.3 Calcolo numero medio annuo di eventi pericolosi per fulmini sulle linee connesse alla Struttura Principale

Il numero annuo di eventi pericolosi dovuti a fulmini su una linea N_L è dato dalla

$$N_L = N_G A_L C_I C_E C_T 10^{-6}$$

- A_L è l'area di raccolta della linea pari a

$A_L = 40 L_L$, dove L_L è la lunghezza della linea

- C_I è il coefficiente di installazione
- C_E è il coefficiente ambientale
- C_T è il coefficiente tipo di linea

8.4 Calcolo numero medio annuo di eventi pericolosi per fulmini in prossimità di una linea entrante nella Struttura Principale

Il numero annuo di eventi pericolosi dovuti a fulmini in prossimità di una linea N_I è dato dalla

$$N_I = N_G A_I C_I C_E C_T 10^{-6}$$

- A_I è l'area di raccolta dei fulmini al suolo in prossimità della linea pari a
- $A_I = 4000 L_L$, dove L_L è la lunghezza della linea
- C_I è il coefficiente di installazione
- C_E è il coefficiente ambientale
- C_T è il coefficiente tipo di linea

8.5 Calcolo numero medio annuo di eventi pericolosi per fulmini sulla Struttura Adiacente

Il numero di eventi pericolosi per la struttura adiacente N_{DJ} (estremità 'a' di un servizio) è pari a

$$N_{DJ} = N_G A_{DJ} C_{DJ} C_T 10^{-6}, \text{ dove}$$

- $A_{DJ} = L_a W_a + 6 H_a (L_a + W_a) + 9 H_a^2$ riferita alle dimensioni $L_a W_a H_a$ della struttura adiacente (altrimenti imputata direttamente o calcolata con metodo grafico)
- C_{DJ} coefficiente di posizione della struttura adiacente.

Nel seguito il calcolo relativo alle linee presenti nel progetto.



8.5.1 Linea L1 - Linea elettrica, Linea di energia BT, telecomunicazione, segnale

- $L_L = 1 \text{ E}+03 \text{ m}$
- C_I) trattandosi di "Linea Interrata" risulta $C_I = 0,5$
- C_E) trattandosi di "Suburbano (altezza degli edifici minore di 10 m)" risulta $C_E = 0,5$
- C_T) trattandosi di "Linea di energia BT, telecomunicazione, segnale" risulta $C_T = 1$

$$A_L = 4 \text{ E}+04 \text{ m}^2$$

$$N_L = 2,50 \text{ E}-002$$

$$A_I = 4 \text{ E}+06 \text{ m}^2$$

$$N_I = 2,50 \text{ E}+000$$

8.5.2 Linea L2 - Linea telefonica, Linea di energia BT, telecomunicazione, segnale

- $L_L = 1 \text{ E}+03 \text{ m}$
- C_I) trattandosi di "Linea Interrata" risulta $C_I = 0,5$
- C_E) trattandosi di "Suburbano (altezza degli edifici minore di 10 m)" risulta $C_E = 0,5$
- C_T) trattandosi di "Linea di energia BT, telecomunicazione, segnale" risulta $C_T = 1$

$$A_L = 4 \text{ E}+04 \text{ m}^2$$

$$N_L = 2,50 \text{ E}-002$$

$$A_I = 4 \text{ E}+06 \text{ m}^2$$

$$N_I = 2,50 \text{ E}+000$$

9 Valutazione dell'ammontare delle perdite

9.1 Perdita delle vite umane

9.1.1 Zona Z1 - Asilo nido

$$L_A = r_t \times L_T \times (n_z / n_t) (t_z / 8760) = 6,85 \text{ E}-009$$

$$L_U = r_t \times L_T \times (n_z / n_t) (t_z / 8760) = 6,85 \text{ E}-009$$

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times (n_z / n_t) (t_z / 8760) = 6,85 \text{ E}-008$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_0 \times (n_z / n_t) (t_z / 8760) = 0,00E+000$$

La componente Danno Esseri Viventi tabellata nella normativa utilizzata è:

- $L_T = 1,00E-002$, Valore Norma:Tutti i tipi

La componente Danno Materiale tabellata nella normativa utilizzata è:

- $L_F = 1,00E-002$, Valore Norma:Scuole

La componente Guasto Impianti tabellata nella normativa utilizzata è:

- $L_0 = 0,00E+000$, Valore Norma:Nessuna perdita
- r_t è un coefficiente di riduzione della perdita correlato al tipo di terreno o pavimentazione
- r_p è il coefficiente di riduzione della perdita, correlato alle misure antincendio
- r_f è il coefficiente di riduzione della perdita dovuta a danno materiale correlato al rischio di incendio della zona
- h_z è il coefficiente di incremento della perdita dovuta a danno materiale per presenza di condizioni di pericolo particolari
- n_z numero delle persone nella zona, $n_z = 100$
- n_t numero totale atteso di persone nella struttura, $n_t = 100$
- t_z tempo di permanenza delle persone nella zona (ore/anno), $t_z = 6$

Il danno non è estensibile alle strutture circostanti.

9.2 Perdita del servizio pubblico (PS)

9.2.1 Zona Z1 - Asilo nido

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times (n_z / n_t) = 5,00E-004$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_0 \times (n_z / n_t) = 1,00E-002$$

La componente Danno Materiale tabellata nella normativa selezionata è:

- $L_F = 1,00E-001$, Valore Norma:Gas, Acqua, Energia Elettrica

La componente Guasto Impianti tabellata nella normativa selezionata è:

- $L_0 = 1,00E-002$, Valore Norma:Gas, Acqua, Energia Elettrica
- r_f è il coefficiente di riduzione della perdita dovuta a danno materiale correlato al rischio di incendio della zona
- h_z è il coefficiente di incremento della perdita dovuta a danno materiale per presenza di condizioni di pericolo particolari
- n_z numero di utenti serviti dalla zona, $n_z = 100$
- n_t numero di utenti serviti dalla struttura, $n_t = 100$.

10 Valutazione delle componenti di rischio

Nel seguito

- L1) indica la componente di rischio relativa alla perdita di vite umane
- L2) indica la componente di rischio relativa alla perdita di servizio pubblico
- L3) indica la componente di rischio relativa alla perdita di patrimonio culturale insostituibile
- L4) indica la componente di rischio relativa alla perdita economica.

10.1 R_A Componente di rischio relativa al danno ad esseri viventi per elettrocuzione

$$L1) R_A = N_D P_A L_A = N_D P_A r_t L_T n_z / n_t t_z / 8760$$

$$L4) R_A = N_D P_A L_A = N_D P_A r_t L_T C_a / C_t$$

dove

- $P_A = P_{TA} P_B$
- N_D è il numero annuo di eventi pericolosi per la struttura
- P_A la probabilità che un fulmine provochi danni per tensioni di contatto e passo e dipende dalle misure poste in essere per l'equipotenzialità
- P_{TA} è legato alle misure di protezione aggiuntive contro le tensioni di contatto e passo
- P_B è legato al livello di protezione con cui è progettato l'LPS in conformità alla CEI EN 62305-3
- L_A è la perdita per danno a esseri viventi dovuta a elettrocuzione causata da fulmine sulla struttura
- r_t è un coefficiente di riduzione della perdita correlato al tipo di pavimentazione
- L_T è la percentuale media di vittime per elettrocuzione

| Zona | Misure | P_{TA} | LPS | P_B | P_A | Tipologia di suolo | r_t | L_A PV | L_A PE | R_A PV | R_A PE |
|-------------------|--------------------|----------|----------------------------|-------|-------|--------------------|-------|----------|----------|----------|----------|
| Z1 aule scuola | CartelliAmmonitori | 0,1 | Struttura non protetta LPS | | 0,1 | Ceramica | 0,001 | 6,85E-09 | 0 | 5,22E-12 | 0 |

10.2 R_B Componente di rischio relativa al danno materiale

$$L1) R_B = N_D P_B L_B = N_D P_B r_p r_f h_z L_F n_z / n_t t_z / 8760$$

$$L2) R_B = N_D P_B L_B = N_D P_B r_p r_f L_F n_z / n_t$$

$$L3) R_B = N_D P_B L_B = N_D P_B r_p r_f L_F C_z / C_t$$

$$L4) R_B = N_D P_B L_B = N_D P_B r_p r_f L_F (C_a + b + C_c + C_s) / C_t$$

(h_z per le componenti di rischio PS-perdite di servizi e PC-perdite di patrimonio culturale è assunta pari a 1)

dove

- N_D è il numero annuo di eventi pericolosi per la struttura, già calcolato
- P_B è la probabilità che un fulmine sulla struttura provochi un danno materiale; essa dipende dal sistema LPS (Lightening Protection System sistema di protezione da fulmini). Gli LPS sono classificati nelle classi I, II, III e IV a seconda del livello di protezione LPL che assicurano. Per individuare la classe di LPS fare riferimento ai valori in tabella

| Tabella valori classe LPS | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------------|
| Classe | Lato maglia (m) | Distanze tra calate (m) |
| I | 5 | 10 |
| II | 10 | 10 |
| III | 15 | 15 |
| IV | 20 | 20 |

- L_B è la perdita per danno materiale causata da fulmine sulla struttura
- r_p è il coefficiente di riduzione della perdita, correlato alle misure antincendio
- h_z è il coefficiente di incremento della perdita dovuta a danno materiale per presenza di condizioni di pericolo particolare
- r_f è il coefficiente di riduzione della perdita dovuta a danno materiale correlato al rischio di incendio o esplosione della zona
- L_F è la percentuale media di vittime per danno materiale

| Zona | Tipologia LPS | P_B | Misure Antincendio | r_p | Condizioni di pericolo particolari | h_z | Rischio incendio | r_f |
|----------------|--------------------------------|----------|------------------------------|----------|------------------------------------|----------|--------------------|----------|
| Z1 aule scuola | Struttura non protetta con LPS | 1 | -Impianto di allarme manuale | 0,5 | Panico ridotto | 2 | Incendio:Ordinario | 0,01 |
| Zona | L_B PV | L_B PS | L_B PC | L_B PE | R_B PV | R_B PS | R_B PC | R_B PE |
| Z1 aule scuola | 6,85E-08 | 0,0005 | 0 | 0 | 5,22E-10 | 3,81E-06 | 0 | 0 |

10.3 R_C Componente di rischio relativa ai guasti agli impianti interni

$$L1) R_C = N_D P_C L_C = N_D P_C L_0 n_z / n_t t_z / 8760$$

$$L2) R_C = N_D P_C L_C = N_D P_C L_0 n_z / n_t$$

$$L4) R_C = N_D P_C L_C = N_D P_C L_0 c_s / c_t$$

dove

- N_D è il numero annuo di eventi pericolosi per la struttura, già calcolato
- P_C è la probabilità che un fulmine sulla struttura guasti negli impianti interni; essa dipende dalla presenza e dal LPL per cui sono progettati gli SPD

$$P_C = P_{SPD} C_{LD}$$

- P_{SPD} dipende dal LPL relativo al sistema SPD installato. In caso di sistema SPD non conforme ai requisiti della CEI EN 62305-4 si considera $P_{SPD} = 1$

- C_{LD} dipende dal tipo di schermatura e messa a terra tra linea ed impianto

Poichè P_C dipende dalle caratteristiche di ciascun impianto, vi sono N_{Zi} valori di P_C per gli N_{Zi} impianti nella zona Z_i .

Il valore P_{Czi} relativo alla zona Z_i è pari a $P_{Czi} = 1 - (1 - P_{C1})(1 - P_{C2}) \dots$

- L_C è la perdita per guasti agli impianti interni per effetto di fulmini sulla struttura
- L_0 è la percentuale media di vittime per guasto agli impianti interni

| Zona | P_C zona | L_C PV | L_C PS | L_C PE | R_C PV | R_C PS | R_C PE |
|-------------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Z1 aule scuola | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 |

10.4 R_M Componente di rischio relativa ai guasti degli impianti interni a causa di sovratensioni dovute a fulminazione in prossimità della struttura

$$L1) R_M = N_M P_M L_M = N_M P_M L_0 n_z / n_t t_z / 8760$$

$$L2) R_M = N_M P_M L_M = N_M P_M L_0 n_z / n_t$$

$$L4) R_M = N_M P_M L_M = N_M P_M L_0 C_s / C_t$$

dove

- N_M è il numero annuo di eventi pericolosi dovuti a fulmini in prossimità della struttura
- P_M è la probabilità che un fulmine in prossimità di una struttura provochi guasti negli impianti interni.

Tale probabilità dipende dalle misure di protezione installate ed è legato alla probabilità P_{MS} legato alle misure di protezione installate.

Si ha:

$$P_M = P_{MS} \text{ (protezione attuata con sistema SPD che non soddisfa i requisiti della CEI EN 62305-4) o}$$

$$P_M = P_{SPD} \times P_{MS} \text{ (protezione attuata con sistema SPD che soddisfa i requisiti della CEI EN 62305-4)}$$

P_{SPD} dipende dal LPL del sistema SPD installato.

| LPL | P_{SPD} |
|--------------|-------------|
| SPD assente | 1 |
| III-IV | 0,05 |
| II | 0,02 |
| I | 0,01 |
| SPD migliori | 0,005-0,001 |

$$P_{MS} = (K_{S1} K_{S2} K_{S3} K_{S4})^2$$

- K_{S1} è un coefficiente relativo all'efficacia della schermatura offerta dalla struttura da LPS o altri schermi esterni

Definito w il lato (in m) di magliatura di uno schermo a maglia o delle calate interconnesse di un LPS a maglia (o nel caso di LPS naturale, la spaziatura tra le colonne metalliche o tra le strutture in calcestruzzo armato), sarà

$K_{S1} = 0,12 w$ (distanza di sicurezza pari almeno a w)
oppure

$$K_{S1} = 0,24 w \text{ (distanza di sicurezza è compresa tra } 0,1 w \text{ e } 0,2 w \text{)}$$

- K_{S2} è un coefficiente relativo all'efficacia della schermatura offerta dagli schermi interni alla struttura

Definito w il lato (in m) di magliatura di uno schermo a maglia o delle calate interconnesse di un LPS a maglia (o nel caso di LPS naturale, la spaziatura tra le colonne metalliche o tra le strutture in calcestruzzo armato), sarà

$K_{S2} = 0,12 w$ (distanza di sicurezza pari almeno a w)
oppure

$$K_{S2} = 0,24 w \text{ (distanza di sicurezza è compresa tra } 0,1 w \text{ e } 0,2 w \text{)}$$

Nel caso, vi sia una rete di equipotenzializzazione magliata conforme ai requisiti della CEI EN 62305-4, i due coefficienti K_{S1} e K_{S2} possono essere dimezzati.

- K_{S3} è un coefficiente correlato alle caratteristiche del cablaggio dell'impianto interno
- K_{S4} è un coefficiente correlato alla più bassa tensione di tenuta all'impulso U_w tra gli apparati dell'impianto da proteggere: $K_{S4} = 1/U_w$
- L_M è la perdita per guasto agli impianti interni per effetto di fulminazione in prossimità della struttura.

Poichè P_M dipende dal tipo di schermo installato in ciascuna zona e dalle caratteristiche degli impianti della zona, vi sono N_{zi} valori di P_M per gli N_{zi} impianti definiti nella zona Z_i .

Il valore P_{Mzi} relativo alla zona Z_i è pari a $P_{Mzi} = 1 - (1 - P_{M1})(1 - P_{M2}) \dots$

| Zona | Efficacia Schermatura Esterna | K _{S1} | Efficacia Schermatura Interna | K _{S2} | L _M PV | L _M PS | L _M PE |
|-------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Z1 aule scuola | Assente | 1 | Assente | 1 | 0 | 0,01 | 0 |

| Zona | P _M zona | R _M PV | R _M PS | R _M PE |
|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Z1 aule scuola | 0 | 0 | 0 | 0 |

10.5 R_U Componente di rischio relativa a danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura, causate dalla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura

$$L1) R_U = (N_L + N_{DJ}) P_U L_U = (N_L + N_{DJ}) P_U r_t L_T n_z / n_t t_z / 8760$$

$$L4) R_U = (N_L + N_{DJ}) P_U L_U = (N_L + N_{DJ}) P_U r_t L_T C_a / C_t$$

dove

- N_L è il numero annuo di eventi pericolosi dovuti a fulmini su servizio
- N_{DJ} è il numero di eventi pericolosi per la struttura adiacente (estremità 'a' di un servizio)

| Linea | Tipologia | A _I (m ²) | N _L (1/anno) | A _{DJ} (m ²) | N _{DJ} (1/anno) |
|--------------------------|---|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| L1 linea di elettrica | Linea di energia BT, telecomunicazione, segnale | 4E+04 | 0,025 | 0 | 0 |

| Linea | Tipologia | A _I (m ²) | N _L (1/anno) | A _{DJ} (m ²) | N _{DJ} (1/anno) |
|------------------------|---|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| L2 linea telefonica | Linea di energia BT, telecomunicazione, segnale | 4E+04 | 0,025 | 0 | 0 |

- P_U è la probabilità di danno ad essere vivente, per elettrocuzione, a causa di fulminazione sul servizio connesso.

$$P_U = P_{TU} P_{EB} P_{LD} C_{LD}$$

Tale probabilità dipende dalle caratteristiche della schermatura del servizio, dalla tensione di tenuta ad impulso degli impianti interni connessi ai servizi, dalle misure tipiche di protezione (interdizione fisica, cartelli monitori, ecc) e dagli SPD installati all'ingresso del servizio.

(per servizi privi di schermo, si assume P_{LD} = 1)

- P_{TU} è un coefficiente di riduzione che tiene conto di misure di protezione quali barriere, cartelli monitori, ecc.
- P_{EB} è un valore di probabilità in funzione del LPL per cui sono progettati gli SPD
- P_{LD} è la probabilità di guasto agli impianti interni per fulmini sulla linea

Detti U_w la tensione di tenuta all'impulso degli apparati connessi all'impianto (la più bassa nel caso di differenti valori) e R_s la resistenza dello schermo, dalla tabella seguente si ricava il valore di P_{LD} .

| Tipo di linea | Tipo di linea, schermo e connessione | U_w in kV | | | | |
|---|--|-------------|-----|------|------|------|
| | | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 |
| Linee di energia o di telecomunicazione | Linea aerea o interrata, non schermata o con schermo non connesso alla stessa barra degli apparati | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | 1 | 1 | 0,95 | 0,9 | 0,8 |
| | Linea schermata o interrata con schermo connesso alla stessa barra degli apparati | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 0,1 |
| | | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,04 | 0,02 |

- C_{LD} è un coefficiente legato al tipo schermatura
- L_u è la perdita per danni a esseri viventi per elettrocuzione causata da fulmine sulla linea
- r_t è un coefficiente di riduzione della perdita correlato al tipo di terreno o pavimentazione

| Zona | Tipo di pavimentazione | r_t | L_u PV | L_u PE |
|-------------------|------------------------|-------|----------|----------|
| Z1 aule scuola | Ceramica | 0,001 | 6,85E-09 | 0 |

(0) Nessun Sistema SPD

(1) Sistema SPD che NON soddisfa i requisiti della CEI EN 62305-4

(2) Sistema SPD che soddisfa i requisiti della CEI EN 62305-4

10.6 R_v Componente di rischio relativa al danno materiale (incendio o esplosioni) alla struttura dovuta a corrente di fulmine trasmessa attraverso il servizio entrante

$$L1) R_v = (N_L + N_{DJ}) P_V L_V = (N_L + N_{DJ}) P_V r_p r_f h_z L_F n_z / n_t t_z / 8760$$

$$L2) R_v = (N_L + N_{DJ}) P_V L_V = (N_L + N_{DJ}) P_V r_p r_f L_F n_z / n_t$$

$$L3) R_v = (N_L + N_{DJ}) P_V L_V = (N_L + N_{DJ}) P_V r_p r_f L_F C_z / C_t$$

$$L4) R_v = (N_L + N_{DJ}) P_V L_V = (N_L + N_{DJ}) P_V r_p r_f L_F (C_a + C_b + C_c + C_s) / C_t$$

dove

- N_L è il numero annuo di eventi pericolosi dovuti a fulmini su servizio
- N_{DJ} è il numero di eventi pericolosi per la struttura adiacente (estremità 'a' di un servizio)
- P_V è la probabilità di danno materiale nella struttura a causa di fulminazione sul servizio connesso.

La norma assume che $P_V = P_{EB} P_{LD} C_{LD}$

- L_v è la perdita per danno materiale in una struttura causata da fulmine sulla linea

- r_p è il coefficiente di riduzione della perdita, correlato alle misure antincendio
- r_i è il coefficiente di riduzione della perdita dovuta a danno materiale correlato al rischio di incendio o esplosione della zona
- h_z è il coefficiente di incremento della perdita dovuta a danno materiale per presenza di condizioni di pericolo particolari

| Zona | Misure antincendio | r_p | Condizioni particolari di pericolo | h_z | Rischio incendio | r_i | L_F PV | L_F PS | L_F PC | L_F PE |
|----------------|-----------------------------|-------|------------------------------------|-------|---------------------|-------|----------|----------|----------|----------|
| Z1 aule scuola | Impianto di allarme manuale | 0,5 | Panico ridotto | 2 | Incendio: Ordinario | 0,01 | 6,85E-08 | 0,0005 | 0 | 0 |

10.7 R_W Componente di rischio relativa al guasto di impianti interni causato da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura per fulminazioni sul servizio connesso alla struttura

$$L1) R_W = (N_L + N_{DJ}) P_W L_W = (N_L + N_{DJ}) P_W L_0 n_z / n_t t_z / 8760$$

$$L2) R_W = (N_L + N_{DJ}) P_W L_W = (N_L + N_{DJ}) P_W L_0 n_z / n_t$$

$$L4) R_W = (N_L + N_{DJ}) P_W L_W = (N_L + N_{DJ}) P_W L_0 c_s / c_t$$

dove

- P_W è la probabilità che un fulmine su un servizio entrante nella struttura produca guasti agli impianti interni; la norma assume

$$P_W = P_{SPD} P_{LD} C_{LD}$$

- L_W è la perdita dovuta a guasti agli impianti interni per effetto di fulminazione sulla linea

| Zona | L_W PV | L_W PS | L_W PE |
|----------------|----------|----------|----------|
| Z1 aule scuola | 0 | 0,01 | 0 |

10.8 R_Z Componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura, per fulminazioni in prossimità del servizio connesso alla struttura

$$L1) R_Z = N_i P_Z L_Z = N_i P_Z L_0 n_z / n_t t_z / 8760$$

$$L2) R_Z = N_i P_Z L_Z = N_i P_Z L_0 n_z / n_t$$

$$L4) R_Z = N_i P_Z L_Z = N_i P_Z L_0 c_s / c_t$$

dove

- N_i è il numero annuo di eventi pericolosi dovuti a fulmini in prossimità del servizio

Nel caso di struttura con più linee connesse, come quella in esame, il calcolo verrà ripetuto per ciascuna linea.

- P_Z è la probabilità che un fulmine in prossimità di una linea causi guasti agli impianti interni

$$P_Z = P_{SPD} P_{LI} C_{LI}$$

- P_{LI} è la probabilità di guasto agli impianti interni per fulmini in prossimità della linea

Detta U_w la tensione di tenuta all'impulso degli apparati connessi all'impianto (la più bassa nel caso di differenti valori), dalla tabella seguente si ricava il valore di P_{LI} .

| Tipo di linea | U_w in kV | | | | |
|----------------------------|-------------|-----|-----|------|------|
| | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 |
| Linee di energia | 1 | 0,6 | 0,3 | 0,16 | 0,1 |
| Linea di telecomunicazione | 1 | 0,5 | 0,2 | 0,08 | 0,04 |

- C_{LI} è un coefficiente legato al tipo schermatura

| Zona | L_Z PV | L_Z PS | L_Z PE |
|------------------|----------|----------|----------|
| Z1 - aule scuola | 0 | 0,01 | 0 |

1.1 ESITO DELLA VALUTAZIONE DEI RISCHI

Calcolate tutte le componenti di rischio, è agevole ricavare i valori dei rischi R_x secondo le seguenti formule.

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1} + R_{M1} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1} + R_{Z1} = 5,27E-10 \text{ (componenti di rischio Perdita Vite Umane)}$$

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} = 3,81E-06 \text{ (componenti di rischio Perdita Servizio)}$$

Ove le varie R_{xi} sono le somme delle componenti per ciascuna zona (nel caso di componenti A, B, C, M) e per ciascun impianto (nel caso di componenti U, V, W, Z).

$$R_{Ax} = R_{Ax1} + R_{Ax2} + R_{Axi} \text{ (1, 2, i sono le zone i-esime)}$$

$$R_{Bx} = R_{Bx1} + R_{Bx2} + R_{Bxi} \text{ (1, 2, i sono le zone i-esime)}$$

$$R_{Cx} = R_{Cx1} + R_{Cx2} + R_{Cxi} \text{ (1, 2, i sono le zone i-esime)}$$

$$R_{Mx} = R_{Mx1} + R_{Mx2} + R_{Mxi} \text{ (1, 2, i sono le zone i-esime)}$$

$$R_{Ux} = R_{Ux11} + R_{Ux21} + R_{Uxij} \text{ (1, 1, 21, ij sono le zone i-esime, impianto j-esimo)}$$

$$R_{Vx} = R_{Vx11} + R_{Vx21} + R_{Vxij} \text{ (1, 1, 21, ij sono le zone i-esime, impianto j-esimo)}$$



$$R_{wx} = R_{wx11} + R_{wx21} + R_{wxij} \quad (11, 21, ij \text{ sono le zone i-esime, impianto j-esimo})$$

$$R_{zx} = R_{zx11} + R_{zx21} + R_{zxij} \quad (11, 21, ij \text{ sono le zone i-esime, impianto j-esimo})$$

Confrontati gli stessi con i valori di rischio tollerabile, si conclude quanto segue

$$R1 = 5,27E-010 \leq R_{T1} = 1E-05$$

Il rischio di perdita di vite umane è tollerabile.

$$R2 = 3,81E-006 \leq R_{T2} = 0,001$$

Il rischio di perdita di pubblico servizio è tollerabile.

SECONDO LE NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO DEL CEI LA STRUTTURA E' PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI, OSSIA NON E' NECESSARIA L'INSTALLAZIONE DI MISURE DI PROTEZIONE AGGIUNTIVE RISPETTO A QUELLE EVENTUALMENTE PRESENTI.

Si allega in appendice tabella riepilogativa di tutte le componenti di rischio valutate e raggruppate per:

- Tipo di rischio valutato (R1,R2,R3,R4)
- Zona
- Impianto

Studio Paris Engineering

Ing. Livio Paris



Appendice A - TABELLE DI VALUTAZIONE DEI RISCHI

| R1 Rischio Perdita Vite Umane | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|--------------------|-----------|--------|-----------|--|
| RA-1 | 5,22E-012 | | | | | |
| RB-1 | 5,22E-010 | | | | | |
| RC-1 | 0,00E+000 | | | | | |
| RM-1 | 0,00E+000 | | | | | |
| RU-1 | 0,00E+000 | | | | | |
| RV-1 | 0,00E+000 | | | | | |
| RW-1 | 0,00E+000 | | | | | |
| RZ-1 | 0,00E+000 | | | | | |
| R1 1 | 5,27E-010 | | | | | |
| | | R1 | 5,27E-010 | R1 lim | 1,00E-005 | |
| | | Struttura protetta | | | | |
| R2 Rischio Perdita Servizio Pubblico | | | | | | |
| | | | | | | |
| RB-1 | 3,81E-006 | | | | | |
| RC-1 | 0,00E+000 | | | | | |
| RM-1 | 0,00E+000 | | | | | |
| | | | | | | |
| RV-1 | 0,00E+000 | | | | | |
| RW-1 | 0,00E+000 | | | | | |
| RZ-1 | 0,00E+000 | | | | | |
| R2 1 | 3,81E-006 | | | | | |
| | | R2 | 3,81E-006 | R2 lim | 1,00E-003 | |
| | | Struttura protetta | | | | |