

MANUTENZIONE STRAORDINARIA

ex Scuola Materna in Via Cesare Battisti 43 a Roncolev

Propriet: Comune di Trevenzuolo



PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

PROGETTO ARCHITETTONICO

DIREZIONE LAVORI

COORDINAMENTO SICUREZZA

FRUSTOLI & SOARDO
ARCHITETTI ASSOCIATI

via Col. Fasoli, 9 - 37135 VERONA - tel. 0452022683 - E-Mail: frustoli.soardo@gmail.com

Arch. Francesco Soardo

PROGETTO e DIREZIONE LAVORI per INTERVENTI LOCALI di MIGLIORAMENTO SISMICO

DR. MATTIA N. SARTORI
INGEGNERE

via Prato Santo 34/A - 37126 VERONA
Tel 045/914085 - Fax 045/914605
E-mail: mattiasartori@studiosartori.com

PROGETTO e D. L. IMPIANTI TERMO - MECCANICI
MIGLIORAMENTO ENERGETICO EDIFICIO

PROGETTO e D. L. IMPIANTI ELETTRICI



TeKnoStudio
di Dott. Arch. Berti Giovanni

37135 - Verona - Via Niccol Copernico, n. 19
tel. 045 585170
www.teknostudio.eu - teknostudioberti@gmail.com



Studio Tecnico
Per. Ind. Massimo Zanoni

Via Poerio n. 17 - 37124 Verona
tel. 0455117222 - 3472537738
massimozanoni@yahoo.it

TITOLO ELABORATO

COD. ALLEGATO

IMPIANTI ELETTRICI **RELAZIONE**
PROTEZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

IME-03

CODICE di STATO

FASE

SCALA

DATA

COS-REV 01

Costruzione

Rev01 - dicembre 2021

Il R.U.P.

Il Direttore dei Lavori

PREMESSA

Questo documento contiene la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine ai sensi del D.Lgs. 81/08, art. 29 e la scelta delle misure di protezione da adottare qualora si rendessero necessarie, come richiesto dal D.Lgs. 81/08, art. 84.

Protezione contro i fulmini

**Valutazione del rischio
scelta delle misure di protezione**

SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
 - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
 - 4.2 Dati relativi alla struttura
 - 4.3 Scelta parametri linee esterne
 - 4.3.1 Dati relativi alle linee esterne
 - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
 - 6.1 Rischio R_1 di perdita di vite umane
 - 6.1.1 Calcolo del rischio R_1
 - 6.1.2 Analisi del rischio R_1
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. CONSIDERAZIONI FINALI

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. 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", Maggio 2020;
- CEI EN IEC 62858
"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali"
Maggio 2020.

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.

4. DATI INIZIALI

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, vale:

$$N_g = 3,77 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura in esame, sono:

A (m): 22 B (m): 24 H (m): 12 Hmax (m): 14

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: altro

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.

4.3 Scelta parametri linee esterne

Lunghezza, resistività

La lunghezza delle linee e la resistività del suolo per le linee in cavo interrato sono dati necessari per il calcolo delle aree di raccolta A_L dei fulmini diretti sulla linea (fulminazione diretta di linea) ed A_I dei fulmini a terra in prossimità della linea (fulminazione indiretta di linea).

La norma assume il valore di 400 ohm*m per la resistività del suolo; tale valore è stato scelto per il presente calcolo.

La lunghezza della linea è un dato necessario per il calcolo delle aree di raccolta.

La lunghezza di linea da considerare è quella tra la struttura e il primo nodo di rete.

Per nodo di rete si intende il punto della linea oltre il quale la propagazione di impulsi si assume trascurabile.

Per una linea elettrica il "nodo" è costituito, nella maggior parte dei casi, dalla stazione AT/MT.

La barra di distribuzione del trasformatore MT/BT può essere considerata “nodo” soltanto se le linee che si diramano da essa sono numerose (almeno 10) e molto lunghe (almeno 1 km di lunghezza).

Tenuto conto della configurazione delle reti dei Distributori, una cabina MT/BT, di fatto, non è mai un nodo di rete.

Per una linea di segnale il “nodo” è costituito, nella maggior parte dei casi, dalla centrale di telecomunicazioni.

Sono altresì “nodi”:

- la cassetta di protezione lungo linea all'interno della quale sono installati gli SPD quando la linea dalla cassetta fino all'edificio del cliente è in cavo schermato;
- il Multiplex o le apparecchiature per i servizi a larga banda installate in armadi lungo linea.

Quando il nodo non è individuabile con certezza, in accordo con la guida CEI 81-29, possono essere usate le lunghezze tipiche indicate di seguito.

Linee di energia

Una linea di energia deve essere considerata composta da una sezione BT e una sezione MT, tabella A.

Se la struttura è alimentata direttamente in media tensione fare riferimento alla sezione MT.

Una linea entrante in bassa tensione (cioè senza trasformatore MT/BT ad arrivo linea), può essere ricondotta a una linea equivalente avente le caratteristiche di cui alla tabella B. Se la linea entrante è in MT (cioè con trasformatore MT/BT ad arrivo linea), fare riferimento alla sezione MT della tabella A.

Tabella A - Caratteristiche tipiche delle sezioni di linea.

Tipo di area	Sezione BT			Sezione MT		
	Lunghezza (m)	Tipo di posa	Schermo	Lunghezza (m)	Tipo di posa	Schermo
Urbana	100	Interrata	NO	400	Interrata	SI (*)
Suburbana	300	Interrata	NO	1200	Aerea	NO
Rurale	1000	Aerea	NO	4000	Aerea	NO

(*) Resistenza dello schermo $1 \text{ ohm/km} < R_s \leq 5 \text{ ohm/km}$

Tabella B - Linea equivalente in BT.

Tipo di area	Lunghezza (m)	Tipo di posa	Schermo
Urbana	180	Interrata	NO
Suburbana	390	Aerea (*)	NO
Rurale	1800	Aerea	NO

(*) Per una linea equivalente interrata occorre assumere una lunghezza di 780 m.

Linee di segnale

Caratteristiche tipiche delle linee di segnale:

- area urbana o suburbana: 1000 m di cavo interrato schermato con resistenza dello schermo nell'ordine da $1 \text{ } \Omega/\text{km}$ a $5 \text{ } \Omega/\text{km}$;
- area rurale: 1000 m di linea aerea non schermata.

Resistenza dello schermo del cavo

Il valore della resistenza dello schermo (ohm/km) è fornito, in genere, dal costruttore del cavo.

In assenza di informazioni, si segnala che:

- la resistenza di 1 ohm/km corrisponde (a 20 °C) a una sezione dello schermo di circa 17 mm² (rame) o 28 mm² (alluminio);
- la resistenza di 5 ohm/km corrisponde (a 20 °C) a una sezione dello schermo di circa 3,5 mm² (rame) o 6 mm² (alluminio);
- la resistenza di 20 ohm/km corrisponde (a 20 °C) a una sezione dello schermo di circa 1 mm² (rame) o 1,5 mm² (alluminio).

Le norme sui cavi MT (CEI 20-13 e 20-14) richiedono per lo schermo una resistenza massima di 3 ohm/km.

Coefficiente ambientale

Il coefficiente ambientale C_E tiene conto dell'efficacia della schermatura degli edifici a seconda della densità edilizia della zona e dell'altezza degli edifici presenti. I casi considerati sono:

- zona urbana con edifici di altezza superiore a 20 m ($C_E = 0,01$),
- zona urbana ($C_E = 0,1$),
- zona suburbana ($C_E = 0,5$),
- zona rurale ($C_E = 1$).

SPD ad arrivo linea

Il valore delle sovratensioni trasmesse da una linea all'impianto interno alla struttura dipende anche dalle eventuali misure di protezione esistenti nel punto d'ingresso della linea nella struttura. In genere i mezzi di protezione consistono in:

- a. trasformatori di separazione con schermo metallico fra gli avvolgimenti connesso all'impianto di terra della struttura. Se necessario, i trasformatori sono protetti lato linea con idonei SPD;
- b. limitatori di sovratensione (SPD) opportunamente scelti ed installati fra conduttori di linea e terra. In particolare, per gli SPD all'arrivo linea, sono da tenere in conto:
 - la classe di prova;
 - la capacità di scarica;
 - il livello di protezione effettivo.

Si assume che un SPD correttamente scelto ed installato (vedi norma CEI EN 62305-4) svolga la sua funzione protettiva finché la corrente di fulmine che è chiamato a scaricare non supera la sua capacità di scarica; pertanto la probabilità che l'effetto protettivo di un SPD venga meno è tanto più piccola (e il suo livello di protezione tanto più alto) quanto maggiore è la capacità di scarica dell'SPD.

La norma CEI EN 62305-2 fissa per gli SPD, in funzione della corrente di fulmine di riferimento (I), quattro livelli di protezione LPL standard (IV, III, II e I) e relative probabilità PSPD che l'SPD fallisca la sua missione protettiva, e dà la possibilità di avere ulteriori tre livelli di protezione (ad esempio 1,5x, 2x e 3x).

Se gli SPD all'arrivo linea non sono stati correttamente scelti ed installati, la protezione non è efficace: essi pertanto non vanno considerati.

Struttura adiacente

Per struttura adiacente si intende una struttura dalla quale proviene direttamente una linea esterna, senza diramazioni. Le fulminazioni dirette di questa struttura generano sovratensioni che, tramite la linea, vengono trasmesse agli impianti interni alimentati dalla linea stessa.

L'area di raccolta per fulminazione diretta della linea va pertanto incrementata dell'area di raccolta A'_{DJ} della struttura adiacente. Per questo motivo il programma richiede le dimensioni massime della struttura adiacente e il relativo coefficiente di posizione C_D .

Interfaccia isolante

Sono considerate interfacce isolanti:

- trasformatori di separazione con schermo metallico tra gli avvolgimenti, collegato a terra;
- accoppiatori optoelettronici;
- cavi in fibra ottica senza elementi metallici.

4.3.1 Dati relativi alle linee esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: energia
- Linea di segnale: telefono

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

4.4 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: 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*.

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 analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

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

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

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

6. VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

6.1.1 Calcolo del rischio R1

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

Z1: Struttura

RA: 2,55E-08

RB: 2,55E-07

RU(energia): 1,16E-07

RV(energia): 1,16E-06

RU(telefono): 2,73E-07

RV(telefono): 2,73E-06

Totale: 4,57E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,57E-06

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 4,57E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 4,57E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria ai fini della riduzione del rischio.

È invece richiesta, in accordo con la guida CEI 81-29, la protezione contro le sovratensioni al fine di garantire la funzionalità degli impianti.

9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 22 B (m): 24 H (m): 12 Hmax (m): 14
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 = 3,77

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

In questo specifico caso nella struttura sono entranti:

- 9.1) n. 1 linea BT interrata da rete ente distributore (e-distribuzione), che alimenta l'impianto elettrico della struttura;
- 9.2) n. 1 o più linee telefono/internet interrata, derivata da rete Telecom Italia, per la struttura.

In relazione a quanto indicato al capitolo 4.3 nelle tabelle A e B, ai fini del calcolo, pur se apparentemente in contrasto con quanto poc'anzi indicato (9.1 / 9.2) si devono assumere le seguenti caratteristiche per le linee:

Caratteristiche della linea: energia

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - aerea

Lunghezza (m) L = 390

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 18 B (m): 12 H (m): 10

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: telefono

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - aerea

Lunghezza (m) L = 1000

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 18 B (m): 12 H (m): 10

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: ceramica (rt = 0,001)

Rischio di incendio: ridotto (rf = 0,001)

Pericoli particolari: elevato rischio di panico (h = 10)

Protezioni antincendio: nessuna (rp = 1)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: energia

Alimentato dalla linea energia

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: telefono

Alimentato dalla linea telefono

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m²) (Ks3 = 1)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 3000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 3,42E-06

Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 3,42E-05

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: Struttura

Linea: energia

Circuito: energia

FS Totale: 1,8059

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: NO

Impianto interno 2

Zona: Struttura

Linea: telefono

Circuito: telefono

FS Totale: 7,6275

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: NO

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 7,91E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,17E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 7,46E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 1,57E+00$

Linee elettriche

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

energia

$AL = 0,015600 \text{ km}^2$

$AI = 1,560000 \text{ km}^2$

telefono

$AL = 0,040000 \text{ km}^2$

$AI = 4,000000 \text{ km}^2$

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

energia

$NL = 0,029406$

$NI = 2,940600$

telefono

$NL = 0,075400$

$NI = 7,540000$

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

$PA = 1,00E+00$

$PB = 1,0$

$PC \text{ (energia)} = 1,00E+00$

$PC \text{ (telefono)} = 1,00E+00$

$PC = 1,00E+00$

$PM \text{ (energia)} = 1,78E-02$

$PM \text{ (telefono)} = 1,00E+00$

$PM = 1,00E+00$

$PU \text{ (energia)} = 1,00E+00$

$PV \text{ (energia)} = 1,00E+00$

$PW \text{ (energia)} = 1,00E+00$

$PZ \text{ (energia)} = 6,00E-01$

$PU \text{ (telefono)} = 1,00E+00$

$PV \text{ (telefono)} = 1,00E+00$

$PW \text{ (telefono)} = 1,00E+00$

PZ (telefono) = 1,00E+00

10. CONSIDERAZIONI FINALI

In forza della legge 1-3-1968 n. 186 che individua nelle norme CEI la regola dell'arte, si può pertanto ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

Vista la complessità dei dati analizzati ai fini dei calcoli per la determinazione dei valori delle componenti di rischio, qualunque variazione della realtà ad esempio modifiche strutturali, compartimentazioni, carico di incendio, ecc. andranno ad inficiare i risultati ottenuti.

Ai fini della sicurezza i calcoli effettuati nella presente relazione tecnica sono stati ottenuti mediante software ZEUS Plus Tuttonormel.

Ai fini del calcolo, si è considerato:

- carico di incendio ridotto, ovvero inferiore a 450 MJ/mq;
- dimensioni del volume come indicato al punto 4.2;
- pavimentazione interna in ceramica (o marmo);
- linee elettriche interne costituite da circuiti con conduttore PE con medesimo percorso per energia;
- linee elettriche interne costituite da circuiti con cavi per segnale;
- elevato rischio di panico in caso di incendio.

Tutti i dati di input relativi alle dimensioni e caratteristiche della struttura ed ogni riferimento della presente relazione, sono stati dettati dal Committente.

Si ricorda infine che un volume che risulti autoprotetto in base ai calcoli ottenuti, non significa che non possa essere colpito da scariche atmosferiche; il calcolo è infatti probabilistico e basato su valori medi di fulminazione per le aree del territorio italiano.