A L L
I N G E G N E R I A

STUDIO TECNICO ASSOCIATO

VIA 1° MAGGIO 56/A, Ed.D - 60131 - ANCONA
tel. 071-2800274 - fax 071-2800273 - info@allingegneria.it - www.allingegneria.it

COMMITTENTE:

COMUNE DI ANCONA

OGGETTO:

LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA MATERNA "GARIBALDI" DI ANCONA

PROGETTAZIONE
Studio Tecnico Associato

RESPONSABILE DI COMMESSA
Ing. Francesco Cappanera

RESPONSABILE TECNICO
Ing. Marco Principi

ASSOCIATI ALLA PROGETTAZIONE:
Ing. Stefano Leoni
Ing. Marco Lorenzini
Ing. Claudia Marconi

COLLABORATORI:
Arking Consulting S.r.l.
Ing. Mascia Malizia

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Francesco Paolucci

elaborato	Progetto ESECUTIVO_rev.2021
fase: E · tipo: I · n. tavola: 31	PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI: VALUTAZIONE RISCHIO FULMINAZIONE
scala: -:---	COMMESSA N° 394 — cod. 394-E-I-31-A

Organizzazione certificata RINA secondo norma UNI EN ISO 9001:2008 Cert. n. 9740/03/S

	DATA	OPR.	CONTR.	APPR.
emiss. A	21/06/18	EXT	MP	FC
1° rev. B				
2° rev. C				
3° rev. D				

Proprieta' riservata, a termine di legge, a "ALL INGEGNERIA" con divieto di riproduzione e di utilizzazione anche solo parziale senza l'autorizzazione dell'autore.

RELAZIONE SPECIALISTICA
VALUTAZIONE RISCHIO FULMINAZIONE

PROGETTO DI ADEGUAMENTO SISMICO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'EDIFICIO DENOMINATO "SCUOLA MATERNA GARIBALDI" – VIA TORRIONI, 16 - ANCONA

Valutazione del rischio
per la protezione da fulmini

elaborata secondo

la Norma internazionale: IEC 62305-2: 2006;

e considerando le note del CT 81 italiano, nazionali per

l'Italia secondo

la norma nazionale: CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2)

Sommario

1. Premessa

2. Informazioni legali

3. Norme tecniche di riferimento

4. Scelta dei rischi considerati

5. Informazioni generali per la Struttura Scuola Materna

6. Linee esterne
6.1 Caratteristiche della linea Elettrica

7. Zone

8. Rischio
8.1 Valutazione del rischio R1, perdita di vite umane

1. Premessa

Per evitare danni a seguito di fulminazioni, sono da adottare mirate misure di protezione per le strutture. Grazie alle maggiori conoscenze scientifiche nelle ricerche sul fulmine, sono state adeguate allo stato attuale anche le norme per la protezione contro i fulmini.

La valutazione del rischio descritta nella norma contiene un'analisi del rischio, tramite la quale si può stabilire la necessità di protezione da fulminazione di una struttura. **La struttura in oggetto è già dotata di un impianto LPS a gabbia di Faraday di classe IV, nel corso dei lavori di consolidamento strutturale, adeguamento sismico e rinnovamento impiantistico verrà ripristinato l'impianto LPS esistente. La presente valutazione stabilisce e conferma la necessità di questo tipo di impianto per la struttura considerata.**

La grandezza del rischio viene determinata dalla posizione geografica, le sorgenti di danno, le cause di danno nonché i tipi di danno.
Le sorgenti di danno si riferiscono al punto d'impatto del fulmine. In seguito a fulminazioni possono essere provocati danni, la quale grandezza viene determinata dalle caratteristiche della struttura nonché di strutture connesse. Nella valutazione si deve anche considerare le linee entranti.
Nella valutazione del rischio viene distinto tra i tre tipi principali di cause di danno. Esse si riferiscono al danno ad esseri viventi, danno materiale, nonché guasto di impianti elettrici ed elettronici.

Dalle cause di danno risultano diversi tipi di danno, che possono manifestarsi all'interno come anche all'esterno della struttura da proteggere. Le conseguenti perdite dipendono dalle caratteristiche dell'oggetto stesso ed il suo contenuto. I tipi di danno si distinguono in:

- L1: Perdita di vite umane
- L2: Perdita di servizio pubblico
- L3: Perdita di patrimonio culturale insostituibile
- L4: Perdita economica

Dalla grandezza delle perdite annue risulta il criterio per il rischio di danno R. I rischi si distinguono in:

- R1: Rischio di perdita di vite umane;

R2: Rischio di perdita di servizio pubblico;
R3: Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile;
R4: Rischio di perdita economica;

Il fine della valutazione del rischio è di ridurre il rischio a un valore tollerabile, a seguito di fulminazione di una struttura, adottando determinate misure di protezione.

2. Informazioni legali

La valutazione del rischio allegata alla presente si basa su dati forniti dal gestore della struttura, proprietario oppure specialista, i quali sono stati presunti, valutati oppure definiti in loco. Si fa presente, che questi dati saranno da riverificare dopo la valutazione.

La procedura per il calcolo del rischio utilizzata è dedotta dalla norma (IEC 62305-2; CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2); DIN EN 62305-2).

Tutti i parametri corrispondono alle richieste normative. Si fa espressamente notare che nella seguente relazione, le abbreviazioni normative sono state modificate per dare maggior chiarezza di comprensione.

3. Principi normativi per l'Italia

La serie di norme CEI EN 62305 (CEI 81-10) è composta dalle seguenti parti:

-CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) „Protezione contro i fulmini – parte 1: Principi generali“

-CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) „Protezione contro i fulmini – parte 2: Valutazione del rischio“

-CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) „Protezione contro i fulmini – parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone“

-CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) „Protezione contro i fulmini – parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture“

4. Scelta dei rischi da considerare

Nella presente analisi del rischio sono stati considerati:

R1: Rischio di perdita di vite umane

5. Dati relativi alla struttura

Struttura Scuola Materna

Td	Numero di giornate temporalesche per anno	15 giorni
NgBasis	Densità di fulmini al suolo senza coefficiente di sicurezza	1,5 per km² / anno
Ng%	Coefficiente di sicurezza	25 %
Ng	Densità di fulmini al suolo	1.875 per km² / anno

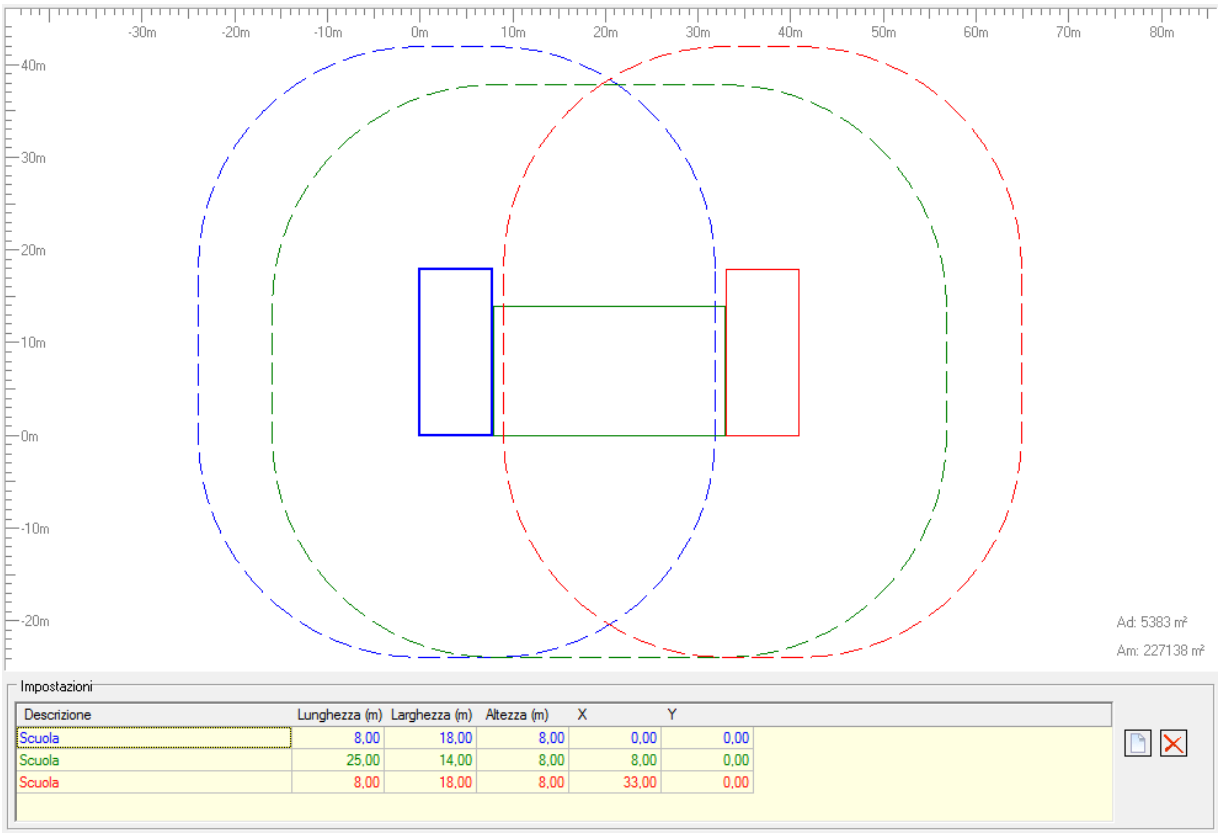
Dimensioni della struttura

Lb	Lunghezza	40 m
Wb	Larghezza	18 m

Hb	Altezza	8 m
Hpb	Punto max della struttura	8 m

Area di raccolta

Ad	Area di raccolta per fulminazione diretta	5383 m²
Am	Area di raccolta per fulminazione indiretta	227138 m²
Cdb	Coefficiente di posizione	0,5
ND	Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta sulla struttura	0,005047 1/anno
NM	Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta sulla struttura	0,420837 1/anno



Impostazioni

Descrizione	Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Altezza (m)	X	Y
Scuola	8,00	18,00	8,00	0,00	0,00
Scuola	25,00	14,00	8,00	8,00	0,00
Scuola	8,00	18,00	8,00	33,00	0,00

6. Caratteristiche delle linee

6.1 Caratteristiche della linea Elettrica

	Tipo di linea	Linea interrata
Lc	Lunghezza della linea	500 m
Hc	Altezza della linea (per linee aeree)	6 m
rho	Resistività del terreno (se interrata)	500 Ωm
Al	Area di raccolta dei fulmini su un servizio	17136 m²
Ai	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di un servizio	500000 m²
Cd	Coefficiente di posizione	0,5
Ce	Coefficiente ambientale	0,5

Ct	Trasformatore	1
NL	Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio	0,016065 1/anno
NI	Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità del servizio	0,46875 1/anno

7. Caratteristiche delle zone

7.1 Caratteristiche della zona Scuola Materna

Resistenza di contatto

ra	Caratteristiche del suolo/pavimentazione esterna	1E-5
ru	Caratteristiche del suolo/pavimentazione interna	1E-5

Tensione di passo e contatto

pa	Protezione contro la tensione di passo e contatto esterna	1
pu	Protezione contro la tensione di passo e contatto interna	1

Incendio

rp	Misure di protezione atte a ridurre l'incendio	0,5
rf	Rischio d'incendio	0,01
KS2	Schermi interni alla struttura	1

Perdita di vite umane L1

La (Lt)	Tensione di passo e contatto esterna	0,01
Lu (Lt)	Tensione di passo e contatto interna	0,0001
Lf	Rischio d'incendio	0,05
hz	Pericoli particolari	2
Lo	Perdita in seguito a sovratensioni	0

Perdita di servizio pubblico L2

Lf	Rischio d'incendio	0
Lo	Perdita in seguito a sovratensioni	0

Perdita di patrimonio culturale insostituibile L3

Lf	Rischio d'incendio	0

Perdita economica L4

La (Lt)	Tensione di passo e contatto esterna	0
Lu (Lt)	Tensione di passo e contatto interna	0
Lf	Rischio d'incendio	0
hz	Pericoli particolari	1
Lo	Perdita in seguito a sovratensioni	0

7.1.1 Caratteristiche della zona attuale e delle linee Elettrica

pSPD	Protezione con sistema coordianto di SPD	0,03
KS3	Tipo di cablaggio interno	1

Uw	Tensione nominale minima di tenuta ad impulso	1,5 kV
KS4	Coefficiente di tenuta ad impulso	1
pld		1
pli		1

8. Valutazione dei rischi selezionati

8.1 Valutazione del rischio R1, perdita di vite umane
Struttura Scuola Materna

Generalità:

Il rischio R1 descrive la perdita di vite umane inerente il pericolo a seconda della sorgente di danno. Perdite di vite umane possono verificarsi sia all'interno sia all'esterno di strutture a causa di tensioni di passo e contatto a seguito di fulminazione. Anche influenze fisiche, come p. es. incendio, esplosione possono causare perdite di vite umane.

Valutazione del rischio R1 della Struttura Scuola Materna

Il rischio calcolato ammonta a **R1 = 2,76498018195E-6**

R1 = 2,76498018195E-6 < RT 1E-5

Visto che il rischio è inferiore al rischio RT, l'impianto è protetto sufficientemente per questo tipo di danno.

Per ridurre il rischio al livello sopraindicato sono stati adottati i seguenti provvedimenti:

- ***Presenza di un LPS di classe IV ovvero con lato di magliatura < 20m (visibile secondo tabelle allegate)***
- ***Equipotenzializzazione per LPS di classe IV***
- ***Protezione del quadro elettrico generale con idonei scaricatori di sovratensione***

Il rischio R1 è composto dalle seguenti componenti di rischio:

RA 5,047E-10

componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto e di passo in zone fino a 3 m all'esterno della struttura.
(dovuta alla fulminazione diretta della struttura)

RB 2,5235E-6

componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano l'incendio e l'esplosione e che possono anche essere pericolose per l'ambiente.
(dovuta alla fulminazione diretta della struttura)

RC 0

componente relativa al guasto di impianti interni causato dal LEMP.
(dovuta alla fulminazione diretta della struttura)

RM **0**

componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP.
(dovuta alla fulminazione in prossimità della struttura)

RU **4,8195E-13**

componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura dovute alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura.
(dovute alla fulminazione diretta di un servizio connesso alla struttura)

RV **2,40975E-7**

componente relativa ai danni materiali dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso il servizio entrante.
(dovute alla fulminazione diretta di un servizio connesso alla struttura)

RW **0**

componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse sulla struttura.
(dovute alla fulminazione diretta di un servizio connesso alla struttura)

RZ **0**

componente relativa al guasto di impianti causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura.
(dovute alla fulminazione in prossimità di un servizio connesso alla struttura)

Tabella 1 – Le dimensioni della magliatura

Classe dell'lps	Lato di magliatura (m)
I	5 x 5
II	10 x 10
III	15 x 15
IV	20 x 20

Tabella 2 – Valori tipici delle distanze tra le calate, in funzione della classe dell'lps

Classe dell'lps	Distanze tipiche (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

Tabella 3 – Relazione tra sorgente di danno, tipi di danno e perdite

Sorgente di danno	Tipo di danno	Tipo di perdita	Componenti di rischio
S1	D1	L1, L4[2]	R_A, R_B, R_C
	D2	L1, L2, L3, L4	
	D3	L1[1], L2, L4	
S2	D3	L1[1], L2, L4	R_M
S3	D1	L1, L4[2]	R_U, R_V, R_W
	D2	L1, L2, L3, L4	
	D3	L1[1], L2, L4	
S4	D3	L1[1], L2, L4	R_Z

[1]: Solo per ospedali e luoghi con pericolo di esplosione (Zone 0 e 20)
[2]: perdita di animali (per strutture agricole, zootecniche)

Tabella 4 - Il rischio tollerabile è funzione del tipo di perdita

Tipo di danno	R_T
Perdita di vite umane (R1)	10^{-5}
Perdita inaccettabile di servizi pubblici essenziali (R2)	10^{-3}
Perdita di patrimonio culturale insostituibile (R3)	10^{-3}
Perdita economica (R4)	** Dipende dal caso in esame*

Tabella 5 - Le configurazioni e le sezioni minime dei conduttori e delle aste del sistema di captatori e dei conduttori delle calate

Materiale	Configurazione	Sezione minima (mm^2)	Commento [10]
Rame	Nastro massiccio	50 [8]	2 mm di spessore min.
	Tondo massiccio [7]	50 [8]	8 mm di diametro
	Cordato	50 [8]	1,7 mm di diam. min. di ciascun cond. elem.
	Tondo massiccio [3], [4]	200 [8]	16 mm di diametro
Rame stagnato [1]	Nastro massiccio	50 [8]	2 mm di spessore min.
	Tondo massiccio [7]	50 [8]	8 mm di diametro
	Cordato	50 [8]	1,7 mm di diam. min. di ciascun cond. elem.
Alluminio	Nastro massiccio	70	3 mm di spessore min.
	Tondo massiccio	50 [8]	8 mm di diametro
	Cordato	50 [8]	1,7 mm di diam. min. di ciascun cond. elem.
Lega di Alluminio	Nastro massiccio	50 [8]	2,5 mm di spessore min.
	Tondo massiccio	50	8 mm di diametro
	Cordato	50 [8]	1,7 mm di diam. min. di ciascun cond. elem.
	Tondo massiccio [3]	200 [8]	16 mm di diametro
Acciaio zincato a caldo [2]	Nastro massiccio	50 [8]	2,5 mm di spessore min.
	Tondo massiccio [9]	50	8 mm di diametro
	Cordato	50 [8]	1,7 mm di diam. min. di ciascun cond. elem.
	Tondo massiccio [3], [4], [9]	200	16 mm di diametro
Acciaio inossidabile [5]	Nastro massiccio [6]	50 [8]	2 mm di spessore min.
	Tondo massiccio [6]	50	8 mm di diametro
	Cordato	70 [8]	1,7 mm di diam. min. di ciascun cond. elem.
	Tondo massiccio [3], [4]	200 [8]	16 mm di diametro

(1) Rivestimento per zincatura a caldo o deposito elettrolitico di 1 µm.
(2) Il rivestimento dovrebbe essere liscio, continuo e privo di macchie con uno spessore minimo di 50 µm.
(3) Utilizzabile solo per aste di captatori. In presenza di sforzi meccanici (ad esempio spinta del vento) non critici, possono essere utilizzate aste di 10 mm di diametro lunghe al massimo 1 m con ancoraggi addizionali.
(4) Utilizzabile solo per picchetti.
(5) Cromo ≥ 16%, Nichel ≥ 8%, carbonio ≤ 0,07%
(6) Per acciaio inossidabile inglobato in calcestruzzo o in contatto diretto con materiali infiammabili, la sezione minima dovrebbe essere aumentata a 78mm^2 (10 mm di diametro) per tondo massiccio e a 75 mm^2 (3 mm di spessore minimo) per nastro massiccio.
(7) In alcune applicazioni dove la resistenza meccanica non è un requisito essenziale, i 50mm^2 (8mm di diametro) possono essere ridotti a 28mm^2 (6 mm di diametro). In questo caso è consigliabile diminuire la distanza fra gli ancoraggi.
(8) Se gli aspetti termici e meccanici sono importanti, queste dimensioni possono essere aumentate a 60 mm^2 per il nastro massiccio ed a 78 mm^2 per tondo massiccio.
(9) La minima sezione per evitare la fusione, assumendo una energia specifica di 10000 kJ/Ω, è pari a 16 mm^2 (rame), 25 mm^2 (alluminio), 50 mm^2 (acciaio) e 50 mm^2 (acciaio inossidabile).
(10) Tolleranze per spessore, larghezza e diametro: ± 10%

Tabella 6 - Lo spessore minimo delle lastre metalliche o delle tubazioni metalliche usate come captatori

Classe dell'lps	Materiale	Spessore a (mm) [1]	Spessore b (mm) [2]
I – II – III – IV	Piombo	-	2,0
	Acciaio (inossidabile, galvanizzato)	4	0,5
	Titanio	4	0,5
	Rame	5	0,5
	Alluminio	7	0,65
	Zinco	-	0,7

[1]: spessore che impedisce la perforazione, il punto caldo e l'accensione
[2]: spessore solo per lastre metalliche se non è importante prevenire la perforazione, il punto caldo ed i problemi di accensione.