



PROVINCIA DI RAVENNA

SETTORE LAVORI PUBBLICI

Servizio Edilizia Scolastica e Patrimonio

ADEGUAMENTO ALLA NORMATIVA ANTINCENDIO DELL'I.T.G. "C. MORIGIA" – I.T.A. "L. PERDISA" SEDE DI VIA DELL'AGRICOLTURA N. 5 - RAVENNA

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

Importo di progetto € 530.000,00

PROTEZIONE DAI FULMINI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE

Presidente:
Michele de Pascale

Consigliere con Delega all'Edilizia Scolastica:
Maria Luisa Martinez

Segretario Generale:
Dott. Paolo Neri

Dirigente Responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile

Resp. del Servizio.: Arch. Giovanna Garzanti

Firme:

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Arch. Giovanna Garzanti

Documento firmato digitalmente

PROGETTISTA COORDINATORE:

Ing. Calogera Tiziana Napoli

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Calogera Tiziana Napoli

PROGETTISTA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI
PROGETTISTA ANTINCENDIO
PROGETTISTA IMPIANTI MECCANICI

Studio Associato Ne.Ma
Ing. David Negrini

COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE

Ing. Simone Pivi
Ing. Annalisa Bollettino
Geom. Franco Tocco

Documento firmato digitalmente

Rev. Descrizione

Redatto:

Controllato:

Approvato:

Data:

Elaborato num:
IE08

Revisione:
0

Data:
Maggio 2021

Scala:

Nome file:
IE08_Fulmini.doc

I.T.G. "C. MORIGIA" – I.T.A. "L. PERDISA"

PROTEZIONE DAI FULMINI

Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione

- CEI EN 62305 II ed. -

DATI RELATIVI AI LOCALI IN CUI SONO UBICATI GLI IMPIANTI

Committenza **PROVINCIA DI RAVENNA – SETTORE LAVORI PUBBLICI**
Servizio Edilizia Scolastica e Patrimonio

Indirizzo **PIAZZA CADUTI PER LA LIBERTÀ, 2 – 48121 RAVENNA (RA)**

Sede impianti **VIA DELL'AGRICOLTURA, 5 - RAVENNA (RA)**

Uso **SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO**

ESTREMI DELLA RELAZIONE

Rif. interno **2021-16.IE**

Tecnico abilitato **Ing. Simone Pivi – Ordine degli Ingegneri di Forlì-Cesena – Iscrizione: n.1664/A**

La committenza

Il Tecnico

Per presa visione

Ing. Simone Pivi – Iscrizione Ordine Ingegneri FC N.1664/A

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				2

INDICE

<u>CONTENUTO DEL DOCUMENTO</u>	5
<u>NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO</u>	5
<u>DURATA VALIDITÀ DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE</u>	6
<u>ZONE ATEX E VALUTAZIONE DEL RISCHIO</u>	6
<u>RISCHI DELLA CAPTAZIONE NATURALE DELLE MASSE METALLICHE</u>	7
<u>GUIDA CEI 81-29, CEI 64-8 V5 E OBBLIGO DI PROTEZIONI MEDIANTE SPD</u>	7
<u>SCELTE PROGETTUALI</u>	8
1. <u>INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE</u>	10
2. <u>CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA</u>	13
3. <u>CARATTERISTICHE DELLE LINEE ENTRANTI</u>	14
4. <u>CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI INTERNI</u>	15
5. <u>SUDDIVISIONE IN ZONE DELLA STRUTTURA</u>	16
6. <u>NUMERO ANNUO ATTESO DI EVENTI PERICOLOSI PER LA STRUTTURA</u>	24
7. <u>VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LA STRUTTURA NON PROTETTA</u>	25
7.1 <u>VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA DI VITE UMANE R1</u>	25
7.1.1 <u>CONCLUSIONI DAL CALCOLO DI R1</u>	27
7.4 <u>VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA ECONOMICA R4</u>	27
8. <u>MISURE DI PROTEZIONE ADOTTATE</u>	29
9. <u>VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LA STRUTTURA PROTETTA</u>	30
<u>CONCLUSIONI</u>	32
10. <u>RISCHIO R4. VALUTAZIONE DELL'AMMONTARE DELLE PERDITE ECONOMICHE DOVUTE AL FULMINE</u>	33
10.1 <u>GENERALITÀ</u>	33
10.2 <u>VALUTAZIONE DELL'AMMONTARE DELLE PERDITE</u>	33

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				3

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				4

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.

La valutazione è stata condotta con l'ausilio di:

- Programma di calcolo **FLASH 4.1.7** edito dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)
- TNE – Fulminometro, valori di NG (fulmini/anno km²)

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): 2013
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): 2013
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): 2013
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): 2013
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
- CEI 81-29: 2020
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"
- CEI 81-2: 2013
"Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini"
- CEI EN IEC 62858: 2020
"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali"

I valori tipici utilizzati per il calcolo L1 di perdita di vita umane, sono quelli raccomandati dal CEI

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				5

DURATA VALIDITÀ DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI FULMINAZIONE

La seconda edizione della norma CEI EN IEC 62858 (2020), che definisce i criteri delle reti di localizzazione dei fulmini (LLS), sostituisce la norma 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 N_G di cui alla Norma CEI EN 62305-2*) e, di fatto, introduce un limite temporale sulla validità del numero di fulmini a terra all'anno e al kilometro quadrato N_G , parametro fondamentale per la valutazione del rischio.

Infatti la norma CEI EN IEC 62858 richiede che i dati rilevati dal sistema di localizzazione dei fulmini si riferiscano ad un periodo di osservazione di almeno 10 anni e che i dati più recenti non siano più vecchi di 5 anni, così che siano effettivamente rappresentativi del sistema climatico più attuale.

Quindi ogni 5 anni il datore di lavoro in base al nuovo valore di N_G deve verificare se aggiornare l'analisi del rischio (DLgs 81/08, artt. 29, 80, 84).

Se:

- $N_G \text{ nuovo} \leq N_G \text{ vecchio}$, non occorre altro;
- $N_G \text{ nuovo} \geq N_G \text{ vecchio}$, occorre verificare se:

$$(N_G \text{ nuovo} / N_G \text{ vecchio}) \cdot R_{\text{vecchio}} \geq R_T$$

dove,

R_{vecchio} = Valore del rischio già calcolato

R_T = Rischio tollerabile stabilito dalla norma

→ In tal caso occorre procedere ad una nuova valutazione del rischio.

ZONE ATEX E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Le zone ATEX sono considerate nella valutazione del rischio solo se:

- **Sono esposte al di sopra della copertura (ad es. uno sfiato);**

Ogni scarica in Zona ATEX è considerata pericolosa. Infatti, l'energia necessaria ad innescare una miscela esplosiva è dell'ordine dei μJ nel caso di gas e di mJ nel caso di polveri combustibili. Per fare un esempio l'elettricità statica accumulata da una persona può raggiungere i 135 mJ. Pertanto occorre eliminare il problema dell'arco elettrico garantendo la continuità del percorso verso terra del fulmine.

- **Sono interne alla struttura e a contatto con il tetto, per cui un eventuale impatto del fulmine può creare un punto caldo pericoloso ai fini dell'innescò della zona pericolosa.**

Per "punto caldo" s'intende la perforazione del materiale su cui impatta il fulmine o il raggiungimento, all'interno della struttura di temperatura tali da innescare la sostanza combustibile/infiammabile in esso contenuta.

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				6

- Sono interne alla struttura e lambiscono con la loro estensione le pareti che non presentano continuità elettrica (es. prefabbricati).

Secondo la Norma EN 62305-2, tab. C.4, nota, per le zone Atex 0-20 e 1-21, non si possono utilizzare coefficienti di riduzione $r_P < 1$.

RISCHI DELLA CAPTAZIONE NATURALE DELLE MASSE METALLICHE

È da evitare l'utilizzo delle masse metalliche che si trovano al di sopra della copertura come parti del sistema di captazione del fulmine quando queste sono elettricamente continue con l'interno (ad esempio, condotti di ventilazione, torrini di aspirazione, scambiatori di calore, ecc.), poiché significa dare al fulmine una via di discesa non definita.

Una corrente di fulmine all'interno della struttura, per effetto del campo elettromagnetico indotto, può generare sovratensioni sui conduttori di oltre 100 V/m.

GUIDA CEI 81-29, CEI 64-8 V5 E OBBLIGO DI PROTEZIONI MEDIANTE SPD

La nuova Guida CEI 81-29, dal 1 Giugno 2020 impone un limite superiore alla frequenza di danno tollerabile ($F_T \leq 1$), al di sotto della quale indica la protezione (SPD) come "necessaria", non più "opportuna", allineandosi così con la CEI 64-8 V5 di marzo 2019, che ritiene l'uso degli SPD di fatto sempre necessari.

La nuova Guida CEI 81-29 suggerisce come valore della frequenza di danno tollerabile $F_T = 0,1$ cioè un danno da sovratensione ogni 10 anni.

La nuova guida CEI 81-29 cambia di fatto le modalità per scegliere un sistema SPD superando l'allegato C (informativo) della Norma CEI EN 62305-4, un metodo più preciso, ma al tempo stesso più complicato.

Per ammissione della stessa guida CEI 81-29, art. 2.5, "la scelta di un sistema SPD che abbia una data probabilità P_{SPD} è una questione complessa che può richiedere l'uso di tecniche di simulazione e di programmi di calcolo".

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				7

SCELTE PROGETTUALI

Le attività svolte all'interno dell'area (scuola secondaria di secondo grado) sono soggette a procedimenti di prevenzione incendi ed è attualmente classificabile come A RISCHIO D'INCENDIO MEDIO, in quanto scuola di tipo 4 (< 1200 studenti).

La struttura contiene anche luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas infiammabili, dovuti all'uso di gas metano all'interno della centrale termica e in alcuni laboratori, all'interno dei quali sono presenti anche altri gas tecnici.

Dalla valutazione del rischio per la presenza di luoghi con pericolo di esplosione, si rileva la presenza di luoghi ATEX di tipo 21 all'interno dei laboratori (becchi bunsen), di estensione limitata. Sono altresì presenti luoghi ATEX di tipo 22 esterni alla centrale termica e all'interno di alcuni laboratori, di estensione limitata.

La valutazione viene condotta suddividendo l'edificio in zone (si veda nei capitoli successivi), poiché sono presenti compartimentazioni e separazioni, in modo da suddividere il rischio limitandolo, discriminando le cause per limitare gli interventi e i costi per ridurli al di sotto della soglia limite ammessa dalla norma.

In questo modo è possibile limitare eventuali dispositivi di protezione dal fulmine solo in alcune zone e non in altre.

La valutazione richiede di considerare il rischio della fulminazione diretta e indiretta della struttura e delle linee entranti, valutando quindi anche il rischio economico del danno limitandolo mediante l'introduzione di scaricatori di sovratensione (SPD) all'interno dell'impianto elettrico, di segnale e di controllo.

Di seguito, alcune note che evidenziano le motivazioni delle scelte che verranno adottate.

L'edificio, allo stato attuale, è dotato di un impianto di captazione esterno, composto da bandelle in acciaio zincato appoggiate alla copertura e da calate sempre in bandella di acciaio zincato in numero n. >10 (precisamente: n.41).

Posto che il calcolo (riportato nei prossimi capitoli) esclude la necessità dell'edificio di dotarsi di un elemento di captazione esterno, considerandone l'attuale presenza si valuta, di seguito, se mantenerlo o smantellarlo.

Considerando che la struttura della scuola è in c.a. gettato in opera, quindi con presenza di ferri di armatura elettricamente continui, la piattina appoggiata sulla copertura non è in grado di evitare l'impatto del fulmine sui ferri di armatura posti sotto cemento a distanza di pochi centimetri. D'altra parte i ferri d'armatura si possono costituire perfettamente come elemento di captazione, in grado di condurre a terra la corrente di fulmine senza pericolo di sovratensioni di contatto e di passo data l'elevata ramificazione e la perfetta equipotenzializzazione a terra delle fondazioni.

Rimane comunque la possibilità che un eventuale impatto da fulmine sul tetto dell'edificio possa produrre una sovratemperatura tale da incendiare la guaina d'isolamento, che tuttavia l'attuale captatore a bandella non sarebbe in grado di evitare. Comunque il calcolo ne valuta il rischio come tollerabile.

In altre parole, un eventuale fulmine che dovesse cadere sul tetto della scuola, dotata degli

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				8

idonei elementi di protezione contro le sovratensioni, non è in grado d'introdurre un pericolo per gli occupanti.

Considerando che l'elemento di captazione attuale presenta molti punti di equipotenzializzazione con grondaie, converse e infissi che non danno garanzia sul percorso a terra della corrente di fulmine, che le calate non sono isolate e non presentano punti di sezionamento per la verifica della resistenza di terra, che alcune di queste si avvicinano pericolosamente a tubazioni del gas e che si presenta difforme dalla condizione di posa iniziale per via di manutenzioni occorse nel tempo, se ne consiglia l'eliminazione completa.

Si consiglia inoltre:

l'introduzione di n.1 astina di captazione da elevare al di sopra del locale tecnico di rinvio pulegge dell'ascensore, punto più alto dell'edificio, dov'è presente anche l'antenna e la parabola TV, da collegare ai ferri di armatura del vano corsa dell'ascensore, perfetti elementi di calata naturale.

Le linee entranti dell'antenna e del satellite TV andranno protetti con opportuni scaricatori di sovratensione.

l'introduzione di n.1 astina di captazione da elevare al di sopra del camino della centrale termica, che presenta tubazioni metalliche di scarico dei gas combusti al di sopra dell'edificio, da collegare ai ferri di armatura dello stesso come elemento di calata, così da evitare che un eventuale impatto del fulmine possa condurre correnti all'interno della CT.

Inoltre, occorre eliminare l'impianto fotovoltaico posto in copertura (o almeno le linee elettriche e di terra da esso) o dotare anche l'impianto fotovoltaico di opportuni captatori.

Nella valutazione del rischio, tra le "misure di protezioni presenti" è stato indicato l'impianto di allarme automatico: La linea di alimentazione della centrale di allarme incendio andrà anch'essa protetta con degli scaricatori di sovratensione (SPD) in quanto linea di sicurezza e poiché rimanga valida come misura di protezione contro l'incendio.

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				9

1. 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.

Di seguito si riporta una vista parziale degli edifici per definire il contesto ambientale, quello di scuola secondaria di secondo grado.



Vista da est



Vista da Nord – Via

Rif.	Revisione	0			Pagina
	Data	13.05.2021			10



Vista da Sud

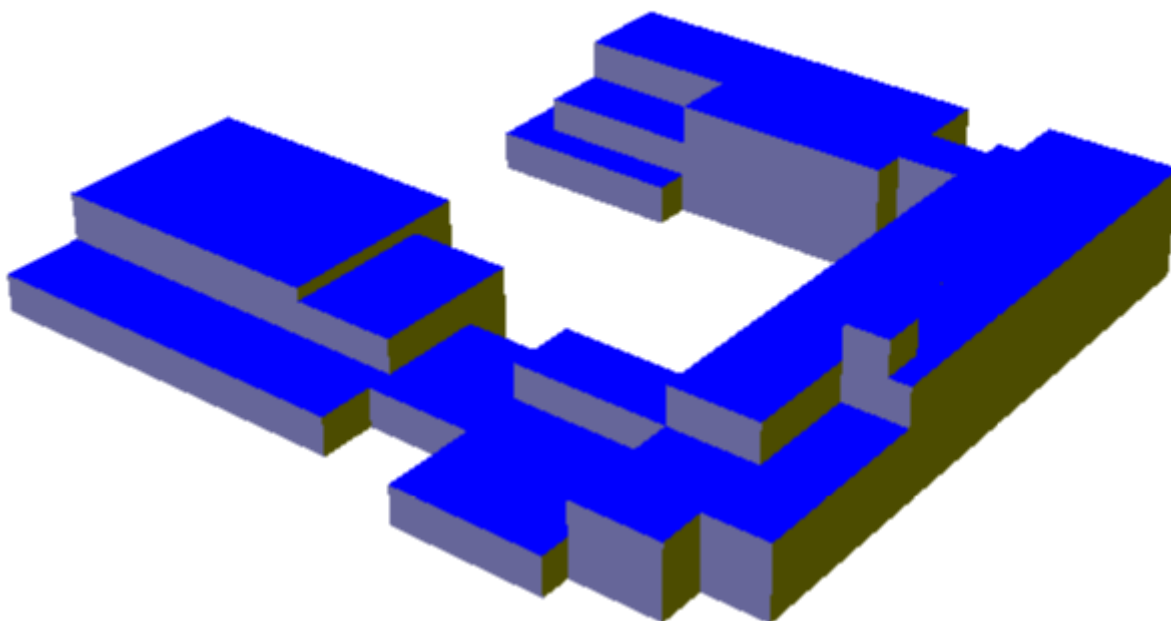


Vista da Ovest

Rif.	Revisione	0			Pagina
	Data	13.05.2021			11

Modellazione 3D della struttura

Ai sensi dell'art. A.2.1.2 della Norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2), le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare ai fini della valutazione del rischio da fulminazione dell'impianto di generazione da biomasse sono quelle costituenti "la struttura rilevante", edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni, di cui per facilità di individuazione riportiamo qui nella sua modellazione 3D.



Per la struttura in questione sono state considerate le perdite indicate in Tabella1.

Tab. 1 - Perdite considerate

perdita di vite umane (L1)	SI'
perdita di servizio pubblico (L2)	NO
perdita di patrimonio culturale insostituibile (L3)	NO
perdita economica (L4)	SI'

Sono stati pertanto valutati i rischi R1 e R4.

Per i suddetti rischi sono stati considerati i seguenti valori di rischio tollerabile (RT):

- RT1 = 0,00001

- RT4 = occorre effettuare la valutazione economica indicata all'allegato D della Norma CEI EN 62305-2.

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				12

2. CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

I principali dati e caratteristiche della struttura sono specificati nella Tabella 2.

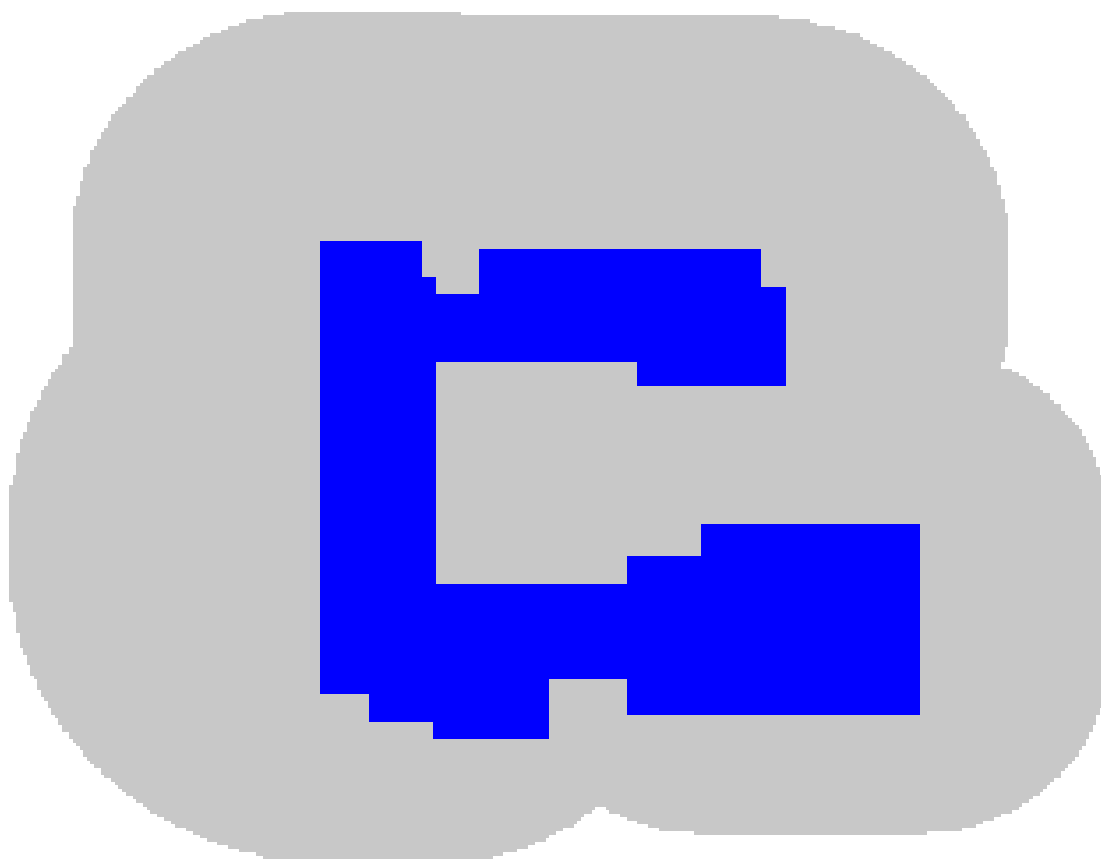
Tab. 2 - *Caratteristiche della struttura*

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Dimensioni (m)	Struttura complessa (°)	$(L_b \cdot W_b \cdot H_b)$	
Coefficiente di posizione	Isolata	C_D	1,00
LPS	Non presente	P_B	1,0
Schermatura della struttura	Non presente	K_{S1}	1,0
Densità di fulmini al suolo	1/km ² /anno	N_G	2,65
Persone presenti nella struttura	esterno ed interno	n_i	1894

(°) Vedasi planimetria

Il valore dell'area di raccolta della struttura isolata vale $A_d = 21362$ [m²]

Il valore dell'area di raccolta dei fulmini in prossimità della struttura vale $A_m=956771$ [m²]



Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				13

3. CARATTERISTICHE DELLE LINEE ENTRANTI

I principali dati e caratteristiche delle linee elettriche entranti nella struttura, nonché i valori calcolati delle aree di raccolta (A_1 e A_i) e del numero di eventi attesi pericolosi (N_L e N_I) sono specificati nelle seguenti Tabelle 3.

Tab. 3.1 - Caratteristiche della linea entrante linea n.1

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Energia		
Resistività del suolo (Ohm x m)		r_o	400
Tensione nominale (V)			230
Lunghezza (m)		L_c	5000
Altezza (m)	Linea interrata		
Sezione schermo (mm ²)	Linea non schermata		
Trasformatore AT/BT	Presente	C_t	0,2
Coefficiente di posizione della linea		C_d	
Coefficiente ambientale della linea	Rurale	C_e	1,00
Connessione alla barra equipotenziale	Schermo non collegato a barra equip. apparecchiature		
Area di raccolta dei fulmini sulla linea (m ²)		A_1	200000,0
Area di raccolta dei fulmini vicino alla linea (m ²)		A_i	20000000,0
Frequenza di fulminazione diretta della linea		N_L	0,053
Frequenza di fulminazione indiretta della linea		N_I	5,3
Dimensioni della struttura adiacente (m)		$(L_a \cdot W_a \cdot H_a)$	
Frequenza di fulminazione della struttura adiacente		N_{Dj}	0,0

Tab. 3.2 - Caratteristiche della linea entrante linea n.2

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Telefonia		
Resistività del suolo (Ohm x m)		r_o	400
Tensione nominale (V)			12
Lunghezza (m)		L_c	2000
Altezza (m)	Linea interrata		
Sezione schermo (mm ²)	Linea non schermata		
Trasformatore AT/BT	Non presente	C_t	1,0
Coefficiente di posizione della linea		C_d	
Coefficiente ambientale della linea	Rurale	C_e	1,00
Connessione alla barra equipotenziale	Schermo non collegato a barra equip. apparecchiature		
Area di raccolta dei fulmini sulla linea (m ²)		A_1	80000,0
Area di raccolta dei fulmini vicino alla linea (m ²)		A_i	8000000,0
Frequenza di fulminazione diretta della linea		N_L	0,106
Frequenza di fulminazione indiretta della linea		N_I	10,6
Dimensioni della struttura adiacente (m)		$(L_a \cdot W_a \cdot H_a)$	
Frequenza di fulminazione della struttura adiacente		N_{Dj}	0,0

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				14

4. CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI INTERNI

I principali dati e caratteristiche degli impianti elettrici presenti all'interno della struttura sono specificati nelle seguenti Tabelle 4.

Tab. 4.1 - *Caratteristiche impianto interno impianto n.1*

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Impianto elettrico		
Tensione nominale (V)			230
Sezione schermo (mm ²)	Impianto non schermato		
Precauzioni nel cablaggio interno	Area spire massimo 10 m ²	K_{S3}	0,01
Tensione di tenuta degli apparati U_w	$U_w=2500$ V	K_{S4}	0,4
Protezione con sistema coordinato di SPD	Non presente	P_{SPD}	1,0

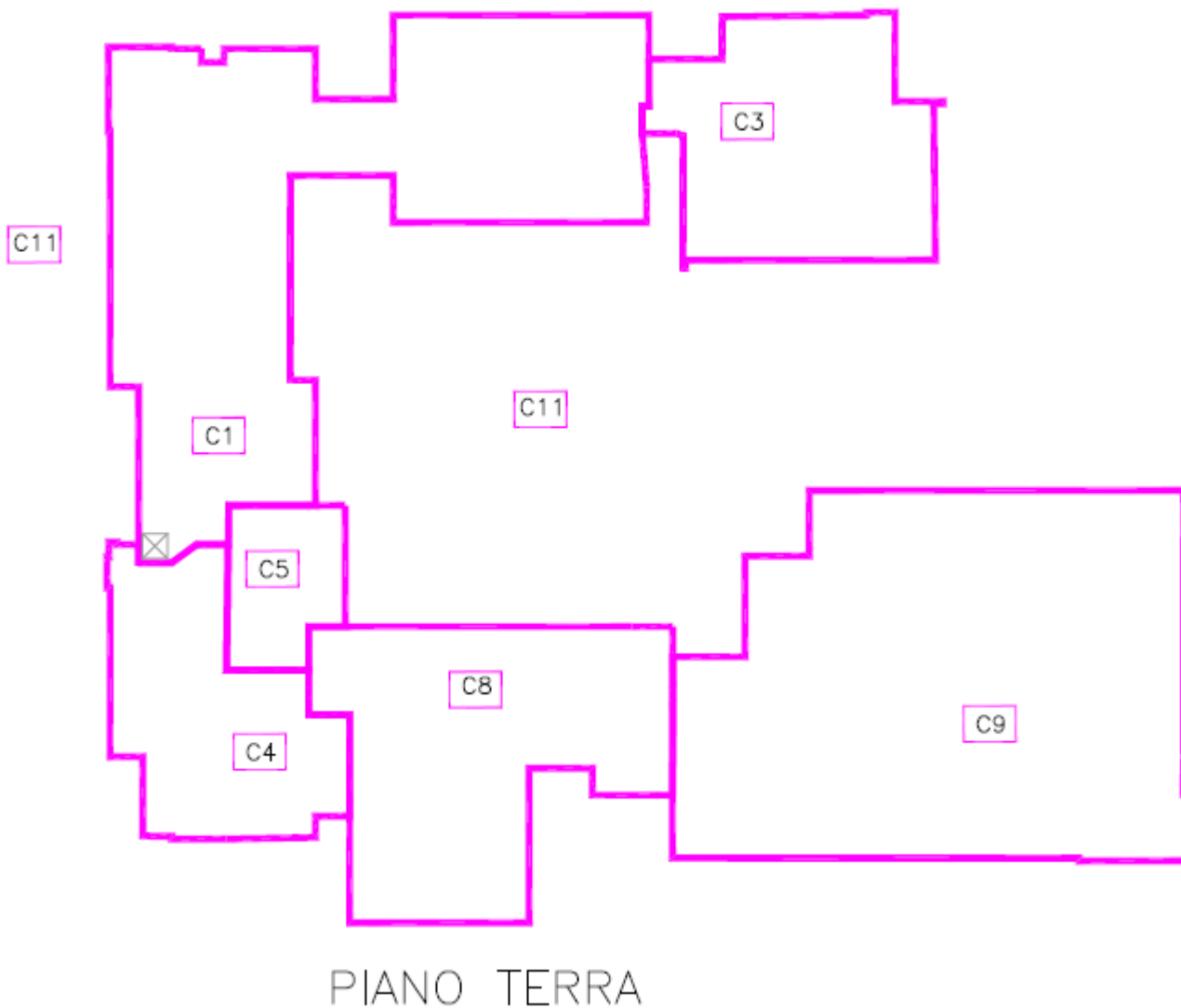
Tab. 4.2 - *Caratteristiche impianto interno impianto n.2*

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Centralino telefonico		
Tensione nominale (V)			12
Sezione schermo (mm ²)	Impianto non schermato		
Precauzioni nel cablaggio interno	Area spire massimo 10 m ²	K_{S3}	0,01
Tensione di tenuta degli apparati U_w	$U_w=1000$ V	K_{S4}	1,0
Protezione con sistema coordinato di SPD	Non presente	P_{SPD}	1,0

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				15

5. SUDDIVISIONE IN ZONE DELLA STRUTTURA

La struttura è stata suddivisa nelle seguenti zone:



PIANO TERRA

- Zona 1 = COMPARTIMENTO 1

ATRIO DI INGRESSO, SCALA PRINCIPALE, AULE NORMALI E SPECIALI, UFFICI, ECC.

PIANO TERRA, PIANO 1° E PIANO 2°, 3.431 MQ

RISCHIO INCENDIO ORDINARIO (MEDIO)

ESTINTORI-IDRANTI-ALLARME INCENDIO MANUALE E AUTOMATICO

PERSONE PRESENTI NELLA ZONA - N.570 PER 3016 ORE SU ANNO

VALORE ZONA: STRUTTURE E IMPIANTI: 1.000.000 EURO

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				16

- Zona 3 = COMPARTIMENTO 3

ZONA LABORATORI DI CHIMICA, PIANO TERRA
RISCHIO INCENDIO ORDINARIO (MEDIO)
ESTINTORI-IDRANTI-ALLARME INCENDIO MANUALE E AUTOMATICO
PERSONE PRESENTI NELLA ZONA - N.64 PER 3016 ORE SU ANNO
VALORE ZONA: STRUTTURE E IMPIANTI: 1.000.000 EURO

- Zona 4 = COMPARTIMENTO 4

ZONA NORD EST PIANO TERRA, SALA PROFESSORI, AREA BAR E RICREAZIONE
RISCHIO INCENDIO ORDINARIO (MEDIO)
ESTINTORI-IDRANTI-ALLARME INCENDIO MANUALE E AUTOMATICO
PERSONE PRESENTI NELLA ZONA - N.53 PER 3016 ORE SU ANNO
VALORE ZONA: STRUTTURE E IMPIANTI: 1.000.000 EURO

- Zona 5 = COMPARTIMENTO 5

BIBLIOTECA PIANO TERRA
RISCHIO INCENDIO ORDINARIO (MEDIO)
ESTINTORI-IDRANTI-ALLARME INCENDIO MANUALE E AUTOMATICO
PERSONE PRESENTI NELLA ZONA - N.64 PER 3016 ORE SU ANNO
VALORE ZONA: STRUTTURE E IMPIANTI: 1.000.000 EURO

- Zona 8 = COMPARTIMENTO 8

AULA MAGNA E SPAZI ANNESSI
RISCHIO INCENDIO ORDINARIO (MEDIO)
ESTINTORI-IDRANTI-ALLARME INCENDIO MANUALE E AUTOMATICO
PERSONE PRESENTI NELLA ZONA - N.280 PER 3016 ORE SU ANNO
VALORE ZONA: STRUTTURE E IMPIANTI: 1.000.000 EURO

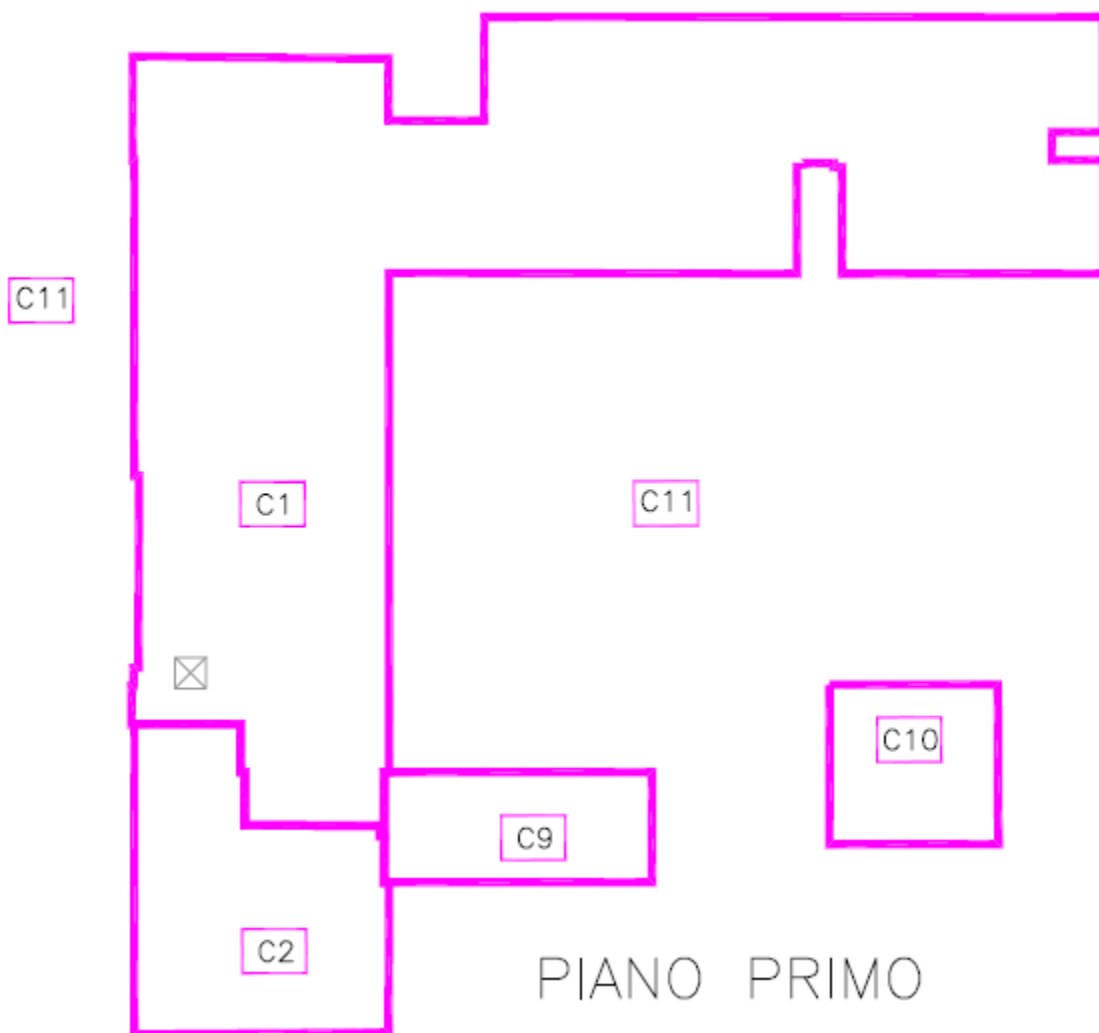
- Zona 9 = COMPARTIMENTO 9

PALESTRA E SPAZI ANNESSI
RISCHIO INCENDIO ORDINARIO (MEDIO)
ESTINTORI-IDRANTI-ALLARME INCENDIO MANUALE E AUTOMATICO
PERSONE PRESENTI NELLA ZONA - N.285 PER 3016 ORE SU ANNO
VALORE ZONA: STRUTTURE E IMPIANTI: 1.000.000 EURO

- Zona 11 = AREA ESTERNA

PERSONE PRESENTI NELLA ZONA - N.100 PER 3960 ORE SU ANNO
VALORE ZONA: STRUTTURE E IMPIANTI: 1.000.000 EURO

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				17



- Zona 2 = COMPARTIMENTO 3

LATO NORD, PIANO PRIMO

RISCHIO INCENDIO ORDINARIO (MEDIO)

ESTINTORI-IDRANTI-ALLARME INCENDIO MANUALE E AUTOMATICO

PERSONE PRESENTI NELLA ZONA - N.92 PER 3016 ORE SU ANNO

VALORE ZONA: STRUTTURE E IMPIANTI: 1.000.000 EURO

- Zona 10 = COMPARTIMENTO 10

EX CASA CUSTODE E LOCALI TECNICI

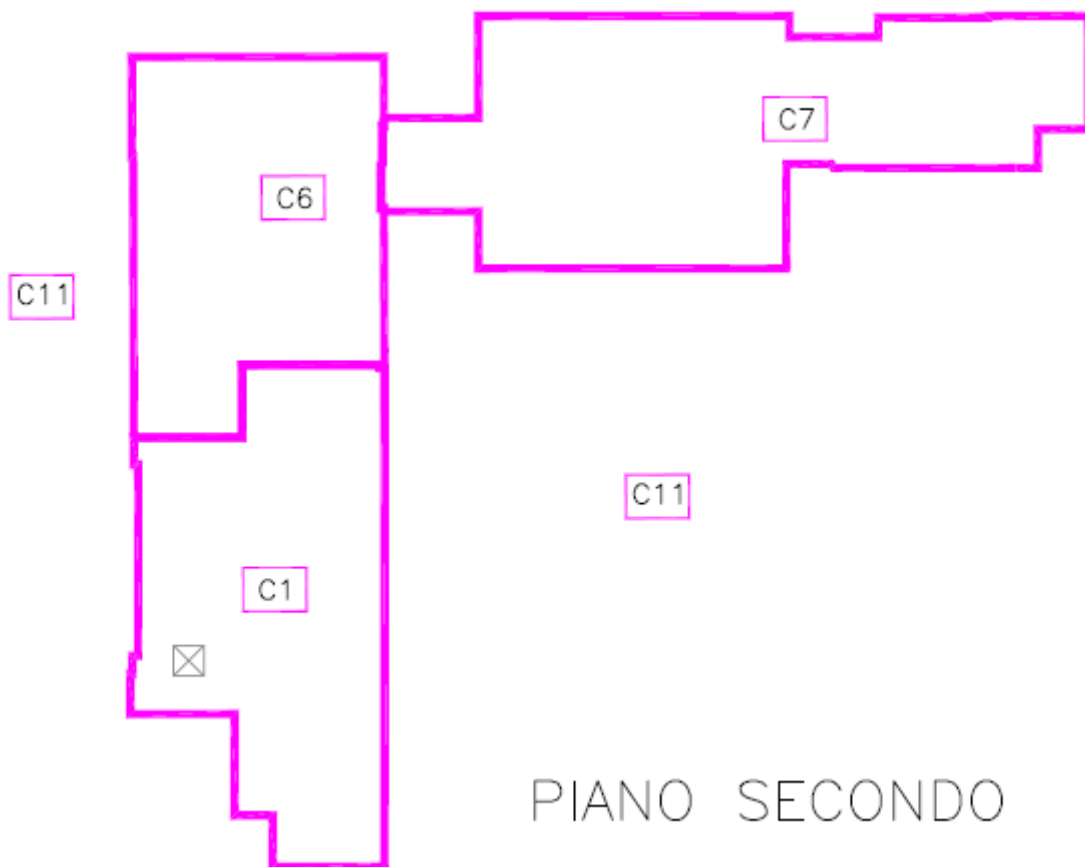
RISCHIO INCENDIO ORDINARIO (MEDIO)

ESTINTORI-IDRANTI-ALLARME INCENDIO MANUALE E AUTOMATICO

PERSONE PRESENTI NELLA ZONA - N.2 PER 3016 ORE SU ANNO

VALORE ZONA: STRUTTURE E IMPIANTI: 1.000.000 EURO

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				18



- Zona 6 = COMPARTIMENTO 6

CORPO SUD 2° PIANO, AULE NORMALI E SPECIALI

RISCHIO INCENDIO ORDINARIO (MEDIO)

ESTINTORI-IDRANTI-ALLARME INCENDIO MANUALE E AUTOMATICO

PERSONE PRESENTI NELLA ZONA - N.191 PER 3016 ORE SU ANNO

VALORE ZONA: STRUTTURE E IMPIANTI: 1.000.000 EURO

- Zona 7 = COMPARTIMENTO 7

CORPO SUD 2° PIANO, AULE NORMALI E SPECIALI

RISCHIO INCENDIO ORDINARIO (MEDIO)

ESTINTORI-IDRANTI-ALLARME INCENDIO MANUALE E AUTOMATICO

PERSONE PRESENTI NELLA ZONA - N.193 PER 3016 ORE SU ANNO

VALORE ZONA: STRUTTURE E IMPIANTI: 1.000.000 EURO

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				19

Le caratteristiche di queste zone sono riportate nelle seguenti Tabelle 5.

Tab. 5.1 - Caratteristiche della zona n.1

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Comp.1 - PT Atrio Uffici + Ascens + Scala PT-P1-P2		
Tipo di pavimento	marmo, ceramica	r_t	0,001
Rischio d'incendio	Rischio di incendio ordinario	r_f	0,01
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Panico ridotto	h	2,0
Protezione antincendio	Adottate (°)	r_p	0,2
Schermo locale	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti	Imp.2;		
Persone potenzialmente in pericolo			570

(°) Estintori; Idranti; Impianto di allarme manuale; Impianto di allarme automatico; Compartimentazione antincendio; Vie di fuga protette;

Tab. 5.2 - Caratteristiche della zona n.2

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Comp.2: lato nord, P1		
Tipo di pavimento	marmo, ceramica	r_t	0,001
Rischio d'incendio	Rischio di incendio ordinario	r_f	0,01
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	Adottate (°)	r_p	0,2
Schermo locale	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti			
Persone potenzialmente in pericolo			92

(°) Estintori; Idranti; Impianto di allarme manuale; Impianto di allarme automatico; Compartimentazione antincendio; Vie di fuga protette;

Tab. 5.3 - Caratteristiche della zona n.3

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Comp.3: zona laboratori di chimica, piano terra		
Tipo di pavimento	marmo, ceramica	r_t	0,001
Rischio d'incendio	Rischio di incendio ordinario	r_f	0,01
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	Adottate (°)	r_p	0,2
Schermo locale	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti			
Persone potenzialmente in pericolo			64

(°) Estintori; Idranti; Impianto di allarme manuale; Impianto di allarme automatico; Compartimentazione antincendio; Vie di fuga protette;

Rif.	Revisione	0			Pagina
	Data	13.05.2021			20

Tab. 5.4 - Caratteristiche della zona n.4

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Comp.4: zona nord est PT, sala profi, area bar		
Tipo di pavimento	marmo, ceramica	r_t	0,001
Rischio d'incendio	Rischio di incendio ordinario	r_f	0,01
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	Adottate (°)	r_p	0,2
Schermo locale	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti			
Persone potenzialmente in pericolo			53

(°) Estintori; Idranti; Impianto di allarme manuale; Impianto di allarme automatico; Compartimentazione antincendio; Vie di fuga protette;

Tab. 5.5 - Caratteristiche della zona n.5

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Comp.5: biblioteca PT		
Tipo di pavimento	marmo, ceramica	r_t	0,001
Rischio d'incendio	Rischio di incendio ordinario	r_f	0,01
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	Adottate (°)	r_p	0,2
Schermo locale	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti			
Persone potenzialmente in pericolo			64

(°) Estintori; Idranti; Impianto di allarme manuale; Impianto di allarme automatico; Compartimentazione antincendio; Vie di fuga protette;

Tab. 5.6 - Caratteristiche della zona n.6

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Comp.6: corpo sud P2, aule normali e speciali,		
Tipo di pavimento	pietrisco, moquette, tappeto	r_t	0,0001
Rischio d'incendio	Rischio di incendio ordinario	r_f	0,01
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	Adottate (°)	r_p	0,2
Schermo locale	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti	Imp.2;		
Persone potenzialmente in pericolo			191

(°) Estintori; Idranti; Impianto di allarme manuale; Impianto di allarme automatico; Compartimentazione antincendio; Vie di fuga protette;

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				21

Tab. 5.7 - Caratteristiche della zona n.7

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Comp. 7: corpo sud P2, aule normali e speciali		
Tipo di pavimento	marmo, ceramica	r_t	0,001
Rischio d'incendio	Rischio di incendio ordinario	r_f	0,01
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	Adottate (°)	r_p	0,2
Schermo locale	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti			
Persone potenzialmente in pericolo			193

(°) Estintori; Idranti; Impianto di allarme manuale; Impianto di allarme automatico; Compartimentazione antincendio; Vie di fuga protette;

Tab. 5.8 - Caratteristiche della zona n.8

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Comp.8: aula magna e spazi annessi		
Tipo di pavimento	marmo, ceramica	r_t	0,001
Rischio d'incendio	Rischio di incendio ordinario	r_f	0,01
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	Adottate (°)	r_p	0,2
Schermo locale	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti			
Persone potenzialmente in pericolo			280

(°) Estintori; Idranti; Impianto di allarme manuale; Impianto di allarme automatico; Compartimentazione antincendio; Vie di fuga protette;

Tab. 5.9 - Caratteristiche della zona n.9

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Comp. 9: palestra e spazi annessi		
Tipo di pavimento	marmo, ceramica	r_t	0,001
Rischio d'incendio	Rischio di incendio ordinario	r_f	0,01
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	Adottate (°)	r_p	0,2
Schermo locale	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti			
Persone potenzialmente in pericolo			285

(°) Estintori; Idranti; Impianto di allarme manuale; Impianto di allarme automatico; Compartimentazione antincendio; Vie di fuga protette;

Rif.	Revisione	0			Pagina
	Data	13.05.2021			22

Tab. 5.10 - Caratteristiche della zona n.10

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Casa Custode e locali tecnici		
Tipo di pavimento	marmo, ceramica	r_t	0,001
Rischio d'incendio	Rischio di incendio ordinario	r_f	0,01
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	Adottate (°)	r_p	0,2
Schermo locale	Nessuno	K_{S2}	1,0
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti			
Persone potenzialmente in pericolo			2

(°) Estintori; Idranti; Impianto di allarme manuale; Impianto di allarme automatico; Compartimentazione antincendio;

Tab. 5.11 - Caratteristiche della zona n.11

Parametro	Commento	Simbolo	Valore
Descrizione	Area di accesso alla scuola		
Tipo di pavimento	terreno agricolo, cemento	r_t	0,01
Rischio d'incendio	---	r_f	---
Pericolo particolare (relativo a R_1)	Nessuno	h	1,0
Protezione antincendio	---	r_p	---
Schermo locale	---	K_{S2}	---
Impianti di energia interni presenti	Imp.1;		
Impianti di segnale interni presenti			
Persone potenzialmente in pericolo			100

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				23

6. NUMERO ANNUO ATTESO DI EVENTI PERICOLOSI PER LA STRUTTURA

Il numero annuo atteso di eventi pericolosi per la struttura è valutato secondo l'Allegato A della Norma EN 62305-2. I risultati ottenuti sono riportati nella Tabella 6.

Tab. 6 - *Numero annuo atteso di eventi pericolosi*

Simbolo	Valore (1/anno)
N_D	0,05661
N_M	2,53544

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				24

7. VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LA STRUTTURA NON PROTETTA

7.1 Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1

I valori di probabilità P e delle perdite L sono riportati nelle Tabelle 7.1.1 e 7.1.2 per le diverse zone

Tab. 7.1.1 - Rischio R_1 - Valori delle probabilità nelle diverse zone per la struttura non protetta

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
P_A	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P_B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P_U (linea 1)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P_V (linea 1)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P_U (linea 2)	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
P_V (linea 2)	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0

	Zona 9	Zona 10	Zona 11
P_A	1,0	1,0	1,0
P_B	1,0	1,0	1,0
P_U (linea 1)	1,0	1,0	0,0
P_V (linea 1)	1,0	1,0	0,0
P_U (linea 2)	0,0	0,0	0,0
P_V (linea 2)	0,0	0,0	0,0

Tab. 7.1.2 - Rischio R_1 - Valori delle perdite nelle diverse zone per la struttura non protetta

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
L_A	0,000001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000001
L_B	0,000041	0,000003	0,000002	0,000002	0,000002	0,00001	0,000007	0,00001
L_U	0,000001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000001
L_V	0,000041	0,000003	0,000002	0,000002	0,000002	0,00001	0,000007	0,00001

	Zona 9	Zona 10	Zona 11
L_A	0,000001	0,0	0,000002
L_B	0,00001	0,0	0,0
L_U	0,000001	0,0	0,0
L_V	0,00001	0,0	0,0

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				25

I valori delle componenti di rischio per la struttura non protetta sono riportati nella Tabella 7.1.3

Tab. 7.1.3 - Rischio R_I - Valori delle componenti di rischio nelle diverse zone per la struttura non protetta
(valori $\times 10^{-5}$)

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Struttura
R_A	0,006	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0	0,002	0,003	0,0303
R_B	0,235	0,019	0,013	0,011	0,013	0,056	0,04	0,058	0,5035
R_U (linea 1)	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0	0,002	0,003	0,0157
R_V (linea 1)	0,22	0,018	0,012	0,01	0,012	0,053	0,037	0,054	0,4714
R_U (linea 2)	0,011	0,0	0,0	0,0	0,0	0,001	0,0	0,0	0,0115
R_V (linea 2)	0,439	0,0	0,0	0,0	0,0	0,105	0,0	0,0	0,5447
TOTALE	0,916	0,038	0,027	0,022	0,027	0,215	0,081	0,117	1,577

	Zona 9	Zona 10	Zona 11	Struttura
R_A	0,003	0,0	0,014	0,0303
R_B	0,059	0,0	0,0	0,5035
R_U (linea 1)	0,003	0,0	0,0	0,0157
R_V (linea 1)	0,055	0,0	0,0	0,4714
R_U (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,0115
R_V (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,5447
TOTALE	0,119	0,001	0,014	1,577

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				26

7.1.1 Conclusioni dal calcolo di R1

Poiché, per il rischio considerato, il rischio dovuto al fulmine è superiore al valore di rischio tollerato, la protezione contro il fulmine della struttura è necessaria

7.4 Valutazione del rischio di perdita economica R4

I valori di probabilità P e delle perdite L sono riportati nelle Tabelle 7.4.1 e 7.4.2 per le diverse zone

Tab. 7.4.1 - Rischio R_4 - Valori delle probabilità nelle diverse zone per la struttura non protetta

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
P_B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P_C	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P_V (linea 1)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P_W (linea 1)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P_Z (linea 1)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
P_V (linea 2)	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
P_W (linea 2)	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
P_Z (linea 2)	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0

	Zona 9	Zona 10	Zona 11
P_B	1,0	1,0	1,0
P_C	1,0	1,0	0,0
P_M	0,0	0,0	0,0
P_V (linea 1)	1,0	1,0	0,0
P_W (linea 1)	1,0	1,0	0,0
P_Z (linea 1)	0,3	0,3	0,0
P_V (linea 2)	0,0	0,0	0,0
P_W (linea 2)	0,0	0,0	0,0
P_Z (linea 2)	0,0	0,0	0,0

Tab. 7.4.2 - Rischio R_4 - Valori delle perdite nelle diverse zone per la struttura non protetta

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
L_B	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004
L_C	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
L_M	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
L_V	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004
L_W	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015
L_Z	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015	0,000015

	Zona 9	Zona 10	Zona 11
L_B	0,00004	0,00002	0,0
L_C	0,000015	0,000008	0,0
L_M	0,000015	0,000008	0,0
L_V	0,00004	0,00002	0,0
L_W	0,000015	0,000008	0,0
L_Z	0,000015	0,000008	0,0

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				27

I valori delle componenti di rischio per la struttura non protetta sono riportati nella Tabella 7.4.3

Tab. 7.4.3 - Rischio R_4 - Valori delle componenti di rischio nelle diverse zone per la struttura non protetta (valori $\times 10^{-3}$)

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Struttura
R_B	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0215
R_C	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0081
R_M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R_V (linea 1)	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0201
R_W (linea 1)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0076
R_Z (linea 1)	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,2266
R_V (linea 2)	0,004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0	0,0	0,0085
R_W (linea 2)	0,002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0	0,0	0,0032
R_Z (linea 2)	0,159	0,0	0,0	0,0	0,0	0,159	0,0	0,0	0,318
TOTALE	0,195	0,03	0,03	0,03	0,03	0,195	0,03	0,03	0,614

	Zona 9	Zona 10	Zona 11	Struttura
R_B	0,002	0,001	0,0	0,0215
R_C	0,001	0,0	0,0	0,0081
R_M	0,0	0,0	0,0	0,0
R_V (linea 1)	0,002	0,001	0,0	0,0201
R_W (linea 1)	0,001	0,0	0,0	0,0076
R_Z (linea 1)	0,024	0,012	0,0	0,2266
R_V (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,0085
R_W (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,0032
R_Z (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,318
TOTALE	0,03	0,015	0,0	0,614

7.4.1 Conclusioni dal calcolo di R_4

Per il rischio di perdite economiche (rischio 4), la valutazione della convenienza dell'installazione di misure di protezione deve essere valutata caso per caso.

La Norma CEI EN 62305-2 prevede, a tale proposito, un'apposita procedura di valutazione (Appendice G della Norma)

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				28

8. MISURE DI PROTEZIONE ADOTTATE

Per la protezione della struttura in questione si è scelto di adottare le seguenti misure di protezione:

- sistema di SPD sull'impianto interno 1 con LPL I (protezione rinforzata x2 avente $PSPD=0,002$ per ridurre le componenti RZ RW RM
- sistema di SPD sull'impianto interno 2 con LPL I (protezione rinforzata x2 avente $PSPD=0,002$ per ridurre le componenti RZ RW RM
- SPD per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali sulla linea entrante 1 con LPL III-IV per ridurre le componenti RU e RV
- SPD per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali sulla linea entrante 2 con LPL II per ridurre le componenti RU e RV .

Applicando le suddette misure di protezione il rischio dovuto al fulmine viene ridotto come indicato ai seguenti paragrafi.

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				29

9. VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LA STRUTTURA PROTETTA

9.1 Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1

I valori di probabilità P sono riportati nella Tabella 9.1.1

Tab. 9.1.1 - Rischio R_1 - Valori delle probabilità nelle diverse zone per la struttura protetta

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
P_A	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P_B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P_U (linea 1)	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
P_V (linea 1)	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
P_U (linea 2)	0,002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0	0,0
P_V (linea 2)	0,002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0	0,0

	Zona 9	Zona 10	Zona 11
P_A	1,0	1,0	1,0
P_B	1,0	1,0	1,0
P_U (linea 1)	0,002	0,002	0,0
P_V (linea 1)	0,002	0,002	0,0
P_U (linea 2)	0,0	0,0	0,0
P_V (linea 2)	0,0	0,0	0,0

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta sono riportati nella Tabella 9.1.2

Tab. 9.1.2 - Rischio R_1 - Valori delle componenti di rischio nelle diverse zone per la struttura protetta
(valori $\times 10^{-5}$)

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Struttura
R_A	0,006	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0	0,002	0,003	0,0303
R_B	0,235	0,019	0,013	0,011	0,013	0,056	0,04	0,058	0,5035
R_U (linea 1)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R_V (linea 1)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0009
R_U (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R_V (linea 2)	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0011
TOTALE	0,242	0,02	0,014	0,011	0,014	0,057	0,042	0,061	0,536

	Zona 9	Zona 10	Zona 11	Struttura
R_A	0,003	0,0	0,014	0,0303
R_B	0,059	0,0	0,0	0,5035
R_U (linea 1)	0,0	0,0	0,0	0,0
R_V (linea 1)	0,0	0,0	0,0	0,0009
R_U (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,0
R_V (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,0011
TOTALE	0,062	0,0	0,014	0,536

Valore del rischio R_1 STRUTTURA $0,536 \times 10^{-5} \leq$ rischio Tollerabile 10^{-5}

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				30

9.4 Valutazione del rischio di perdita economica R4

I valori di probabilità P sono riportati nella Tabella 9.4.1

Tab. 9.4.1 - Rischio R₄ - Valori delle probabilità nelle diverse zone per la struttura protetta

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
P _B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P _C	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
P _M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P _V (linea 1)	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
P _W (linea 1)	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
P _Z (linea 1)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
P _V (linea 2)	0,002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0	0,0
P _W (linea 2)	0,002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0	0,0
P _Z (linea 2)	0,002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0	0,0

	Zona 9	Zona 10	Zona 11
P _B	1,0	1,0	1,0
P _C	1,0	1,0	0,0
P _M	0,0	0,0	0,0
P _V (linea 1)	0,002	0,002	0,0
P _W (linea 1)	0,002	0,002	0,0
P _Z (linea 1)	0,001	0,001	0,0
P _V (linea 2)	0,0	0,0	0,0
P _W (linea 2)	0,0	0,0	0,0
P _Z (linea 2)	0,0	0,0	0,0

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta sono riportati nella Tabella 9.4.2

Tab. 9.4.2 - Rischio R₄ - Valori delle componenti di rischio nelle diverse zone per la struttura protetta

(valori x 10⁻³)

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Struttura
R _B	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0215
R _C	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0081
R _M	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R _V (linea 1)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R _W (linea 1)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R _Z (linea 1)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0005
R _V (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R _W (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R _Z (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0006
TOTALE	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,031

	Zona 9	Zona 10	Zona 11	Struttura
R _B	0,002	0,001	0,0	0,0215
R _C	0,001	0,0	0,0	0,0081
R _M	0,0	0,0	0,0	0,0
R _V (linea 1)	0,0	0,0	0,0	0,0
R _W (linea 1)	0,0	0,0	0,0	0,0
R _Z (linea 1)	0,0	0,0	0,0	0,0005
R _V (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,0
R _W (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,0
R _Z (linea 2)	0,0	0,0	0,0	0,0006
TOTALE	0,003	0,002	0,0	0,031

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				31

CONCLUSIONI

A seguito dell'adozione delle misure di protezione i Rischi non superano il valore tollerabile: R1

**SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2
LA STRUTTURA E' PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI**

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.

Data 13/05/2021

Timbro e firma





Timbro e firma

Data _____

Per presa visione - La Committenza

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				32

10. RISCHIO R4. VALUTAZIONE DELL'AMMONTARE DELLE PERDITE ECONOMICHE DOVUTE AL FULMINE

10.1 Generalità

Per quanto riguarda la riduzione del rischio dovuta al danno economico (rischio R4: non obbligatorio), di seguito sono comparate diverse possibili soluzioni di protezione contro il fulmine per la struttura considerata, con il metodo di analisi previsto nell' *Allegato D* della Norma CEI EN (IEC) 62305-2 "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Valutazione del rischio" (Marzo 2013).

I calcoli per la valutazione del rischio sono stati elaborati con il programma **FLASH** edito dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)

10.2 Valutazione dell'ammontare delle perdite

In Tabella1 è indicato il valore della perdita economica in ciascuna zona della struttura considerata.

Tab. 1 - Valore dell'ammontare della perdita in ciascuna zona (valori in k€)

<i>Zona</i>	<i>Costo animali (Ca)</i>	<i>Costo impianti (Cs)</i>	<i>Costo edificio (Cb)</i>	<i>Costo contenuto (Cc)</i>	<i>Totale</i>
Zona 1	0,0	150,0	750,0	100,0	1000,0
Zona 2	0,0	150,0	750,0	100,0	1000,0
Zona 3	0,0	150,0	750,0	100,0	1000,0
Zona 4	0,0	150,0	750,0	100,0	1000,0
Zona 5	0,0	150,0	750,0	100,0	1000,0
Zona 6	0,0	150,0	750,0	100,0	1000,0
Zona 7	0,0	150,0	750,0	100,0	1000,0
Zona 8	0,0	150,0	750,0	100,0	1000,0
Zona 9	0,0	150,0	750,0	100,0	1000,0
Zona 10	0,0	75,0	375,0	50,0	500,0
Zona 11	0,0	75,0	375,0	50,0	500,0
Struttura	0,0	1500,0	7500,0	1000,0	10000,0

L'ammontare delle perdite C_{LZ} in ciascuna zona può essere calcolato mediante la seguente equazione (relazione D.1 dell'Allegato D):

$$C_{LZ} = R_{4Z} \cdot c_t$$

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				33

dove:

R_{4z} è il rischio relativo alla perdita nella zona, in assenza delle misure di protezione;

c_t è il valore complessivo della struttura (animali, edificio, contenuto e impianti interni incluse le loro attività in moneta corrente).

L'ammontare complessivo della perdita C_L nella struttura può essere calcolato mediante la seguente equazione (relazione D.2 dell'Allegato D):

$$C_L = \sum C_{LZ} = R_4 \cdot c_t$$

dove:

R_4 è il rischio relativo alla perdita, in assenza delle misure di protezione;

I valori assunti per i tassi di interesse, di ammortamento e di manutenzione sono riportati in Tabella 2

Tab. 2 - Valori dei tassi

Tasso	Simbolo	Valore [%]
Interesse	i	4,0
Ammortamento	a	5,0
manutenzione	m	1,0

L'ammontare della perdita residua totale (C_{RL}) e di zona (C_{RLZ}) può essere calcolato con le relazioni (D.3 e D.4) dell'Allegato D dopo che sono stati calcolati i nuovi valori di rischio relativi alle misure di protezione adottate.

$$C_{RLZ} = R'_{4z} \cdot c_t$$

$$C_{RL} = \sum C_{RLZ} = R'_4 \cdot c_t$$

dove:

R'_{4z} è il rischio relativo alla perdita nella zona, in presenza delle misure di protezione;

L'ammontare totale C_{PM} delle misure di protezione può essere calcolato con la seguente relazione:

$$C_{PM} = C_P \cdot (i + a + m) \quad (G.3)$$

dove

C_P è il costo delle misure di protezione;

i è il tasso di interesse

a è il tasso di ammortamento

m è il tasso dei costi di manutenzione.

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				34

Il risparmio annuale S_M è dato dalla:

$$S_M = C_L - (C_{PM} + C_{RL}) \quad (G.4)$$

La protezione è conveniente se il risparmio annuale è $S > 0$.

10.3 Analisi costi-benefici

L'ammontare della perdita residua C_{RL} può essere calcolato con la relazione (D.4) dell'Allegato D dopo che sono stati calcolati i nuovi valori relativi alle misure di protezione adottate

I valori dell'ammontare della perdita C_L relativa alla struttura non protetta e della perdita residua C_{RL} relativa alla struttura protetta con le diverse soluzioni sono riportati nella Tabella 3.

Tab. 3 - Ammontare delle perdite C_L e C_{RL} in ciascuna zona (valori in k€)

	C_L (non protetta)	C_{RL} - soluzione 1
Zona 1	1,947	0,035
Zona 2	0,299	0,032
Zona 3	0,299	0,032
Zona 4	0,299	0,032
Zona 5	0,299	0,032
Zona 6	1,947	0,035
Zona 7	0,299	0,032
Zona 8	0,299	0,032
Zona 9	0,299	0,032
Zona 10	0,149	0,016
Zona 11	0,0	0,0
Totale	6,135	0,307

Il costo C_P ed il costo annuale C_{PM} delle misure di protezione sono riportati nella Tabella 4 (equazione D.5 dell'Allegato D). Nella stessa tabella è riportato il risparmio annuale S_M (relazione D.6)

Tab. 4 - Costi C_P e C_{PM} delle misure di protezione e risparmio annuale S_M (valori in k€)

	Soluzione 1
C_P	0,0
C_{PM}	0,0
S_M	5,828

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				35

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Via dell'Agricoltura, 5, 48123 Ravenna RA, Italia

Latitudine: 44.434644

Longitudine: 12.197399



Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				36

VALORE DI N_G



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 2,65 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **44,434644° N**

Longitudine: **12,197399° 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 .
- 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 norma CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di N_G riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2025.

Data, 12 maggio 2021

TNE srl - Strada dei Ronchi 29 - 10133 Torino - Tel. 011.661.12.12 - Fax 011.661.81.05 - info@tne.it - www.tne.it

Rif.	Revisione	0				Pagina
	Data	13.05.2021				37