

INTERVENTO FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NEXT GENERATION EU

Progetto Definitivo / Esecutivo

DEMOLIZIONE CON RICOSTRUZIONE ED AMPLIAMENTO DI  
ASILO NIDO COMUNALE "IL PICCOLO PRINCIPE"  
Via Locatelli, Sesto Calende (VA)

Impresa Affidataria:

**TRABANO**  
COSTRUZIONI EDILI

Impresa Tabano S.r.l - Via dell'Industria 5 - Venegono Inferiore (VA)

Progettisti ATP:

Capogruppo:



ing. Alberto Mazzucchelli  
Ord. Ingegn. Prov. Varese n°1625  
SIA n°160796

Via Europa 54, Morazzone (VA) - Passaggio Duomo 2 Milano (MI) - Tel 0332870777 - [www.mpmait](http://www.mpmait) - [info@mpma.it](mailto:info@mpma.it)

arch. Roberto Pozzi  
Ordine degli Architetti della  
Provincia di Varese n°1017

arch. Maurizio Mazzucchelli  
Ord. Arch. Prov. Varese n°1213  
Consulente CasaClima ID 090175

Co - progettisti:



ing. Luca Santarelli  
Via Galliani 66/ter  
Casale Litta (VA)

**Bottelli ing. Roberto**

ing. Roberto Bottelli  
Via Cellini 3  
Varese (VA)



ing. Davide Lodi Rizzini  
Via Papa Giovanni XXIII 8  
Capiago Intimiano (CO)



ing. Pasquale Iommazzo  
Via Carnia 134  
Varese (VA)

Giovane Professionista:



ing. Simone Cattaneo  
Via Marconi 36  
Azzate (VA)

Collaboratori:

arch. Silvana Garegnani  
arch. Giacomo Mazzucchelli  
arch. Gianluca Buzzi

ing. Marco Lanfranconi  
ing. Gabriele Zampini  
ing. Giorgio Parpinel

tavola nr.

Sheet Name

**EL-03**

**RELAZIONE E CALCOLO DI VERIFICA DELLA  
PROBABILITÀ DI FULMINAZIONE**

commessa	1385.02	scala	data	04/08/2023
aggiornamento		data aggiornamento	approvato il	

## EDIFICIO SCOLASTICO ASILO NIDO COMUNALE “IL PICCOLO PRINCIPE”

**Via Locatelli / strada Prov. 48 - 21018 Sesto Calende (VA)**

### **RELAZIONE TECNICA**

#### **RELAZIONE E CALCOLO DI VERIFICA DELLA PROBABILITÀ DI FULMINAZIONE AI SENSI DELLE NORME:**

- **CEI EN 62305 II Edizione del Febbraio 2013 (CEI 81-10)**
- **CEI EN IEC 62858 (CEI 81-31)**
- **GUIDA CEI 81-29**

Redazione Documento:

*BOTTELLI Ing. Roberto  
Albo Ingegneri Provincia Varese n. 1911  
Albo Consulenti Tribunale di Varese n. 1398  
Albo Soggetti abilitati alle verifiche sicurezza impianti C.C.I.A.A. Varese n. 210  
Iscrizione elenco professionisti di cui alla Legge 818/84 n. VA 1911 I 00364*

## Sommario

<b>1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INDIVIDUAZIONE DEL COMPLESSO DI STRUTTURE DA PROTEGGERE.....</b>	<b>4</b>
<b>3. CLASSIFICAZIONE AMBIENTALE DEGLI AMBIENTI IN ANALISI .....</b>	<b>5</b>
<b>4. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>7</b>
<b>5. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FULMINAZIONE.....</b>	<b>8</b>
<b>6. DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA.....</b>	<b>22</b>
<b>7. ANALISI DI DETTAGLIO DELL'INSEDIAMENTO IN ESAME .....</b>	<b>24</b>
DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA .....	24
DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	24
DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	24
CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE .....	25
VALUTAZIONE DEI RISCHI .....	25
<b>8. CONCLUSIONI GENERALI.....</b>	<b>30</b>

## 1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

La presente relazione tecnica si pone come obiettivo l'individuazione e la valutazione dei rischi dovuti al fulmine ed la valutazione di massima (non definitiva e non esecutiva) di eventuali misure di protezione da adottare in merito con riferimento alle strutture principali (**volumi principali**) relativi all'insediamento in progetto che ospiterà l'Asilo Nido “Il Piccolo Principe” in fase di progetto per edificazione in **Via Locatelli a Sesto Calende**.

La presente valutazione di probabilità di fulminazione è stata elaborata in accordo alle indicazioni di cui alle NORME CEI EN 62305 II Edizione del Febbraio 2013 (CEI 81-10) e CEI EN IEC 62858 (CEI 81-31) del Maggio 2020.

## 2. INDIVIDUAZIONE DEL COMPLESSO DI STRUTTURE DA PROTEGGERE

### *Zone considerate*

- Z1: Ambienti Interni
- Z2: Esterno

### *Ipotesi di base per lo sviluppo della valutazione del rischio di fulminazione*

I calcoli di seguito sviluppati, finalizzati alla precisa valutazione numerica del rischio in esame, sono stati sviluppati secondo le seguenti ipotesi :

- Assenza di impianti parafulmine LPS (Lightning Protection Systems) su tutti gli edifici/manufatti considerati.
- Non sono state prese in considerazione, nello sviluppo analitico della probabilità di fulminazione, le linee segnale/dati in fibra ottica in quanto "elettricamente disaccoppiate" rispetto a qualsiasi influenza elettromagnetica per fenomeni di sovratensione di natura atmosferica o altro.
- Applicazione della condizione c) di cui alla Tabella C.5 nota 9 EN 62305-2.
- La presente Valutazione del Rischio verrà effettuata esclusivamente per il Rischio di tipo 1 (perdita di vite umane).

Tutte le ipotesi operative sopra riportate sono state condivise con la Stazione Appaltante che le ha espressamente valutate ed autorizzate

### 3. CLASSIFICAZIONE AMBIENTALE DEGLI AMBIENTI IN ANALISI

In caso presenza di aree classificate in accordo ai disposti della Norma CEI EN 60079-10-1:2016-03, la Norma CEI EN 62485-3:2016-5 e la Norma 60079-10-2; tali zone potenzialmente pericolose per il rischio di esplosione non sono nel caso in esame presenti.

Il nuovo approccio della Norma CEI EN 62305-2 per valutare il rischio di fulminazione considera la presenza di aree con pericolo di esplosione (0, 1, 2, 20, 21 e 22). Ai fini dell'analisi del rischio contro i fulmini il rischio di esplosione è trascurabile quando (Rif. Norma CEI EN 62305-2 tabella C.5 nota 9):

- a) *il tempo di presenza della sostanza esplosiva è inferiore a 0,1 ore/anno;*
- b) *il volume dell'atmosfera esplosiva è trascurabile secondo la EN 60079-10-1 e EN 60079-10-2*
- c) *la zona non può essere colpita direttamente dal fulmine e sono impediti scariche pericolose nella zona stessa.*

Nel caso in esame le condizioni a) e b) non sono applicabili alle zone in esame; lo è viceversa la condizione c).

Infatti, il CT81 del Comitato Elettrotecnico Italiano ha ufficialmente precisato che

*“la condizione c) si ritiene soddisfatta se la zona pericolosa si trova all'interno di strutture:*

- *protette con LPS;*
- *con struttura portante metallica;*
- *in c.a. con ferri di armatura continui;*
- *in c.a. gettato in opera:*

*purché gli organi di captazione naturale, impediscano perforazioni o problemi di punto caldo nella zona e gli impianti interni alla zona, se presenti, siano protetti contro le sovratensioni al fine di evitare scariche pericolose”.*

Quindi secondo il Comitato Tecnico 81 del CEI, per essere applicata la condizione c) è sufficiente che l'edificio e/o la zona con pericolo di esplosione siano dotati di struttura con scheletro metallico elettricamente continuo, come in tutti i Volumi di seguito considerati.

Nel presente calcolo, come indicato precedentemente, non è stato considerato il futuro impianto fotovoltaico, che, comunque, non comporterà aggravi ai fini della valutazione di fulminazione diretta ed indiretta.

La scelta del tipo di pavimentazione dipende da ciascun tipo di Volume analizzato: se il volume è considerato interno (uffici, officine, locali tecnici, ecc) la pavimentazione sarà quella interna al volume (Rif. Norma CEI EN 62305 FEB.2013) e non quella circostante. Nei volumi esterni (vasche, silos) la pavimentazione sarà quella su cui poggiano o di cui sono circondate le strutture.

La scelta fatta è sempre cautelativa: se per esempio sono presenti sia asfalto sia erba, verrà sempre scelta l'erba.

Per ogni volume il software utilizzato (*Zeus TuttoNorme<sup>TM</sup>*) esporta automaticamente la planimetria, l'area di fulminazione diretta e l'area di fulminazione indiretta del Volume considerato, alla fine della valutazione sono allegati a seguito delle Appendici. L'altezza indicata è quella massima, ma nella valutazione è stata considerata ogni singola altezza dei volumi, come indicato nella documentazione fornita dalla Committenza alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

DEMOLIZIONE CON RICOSTRUZIONE ED AMPLIAMENTO DI ASILO NIDO COMUNALE IL PICCOLO PRINCIPE	<b>FUTURA</b> SOCIETÀ PER IL SVILUPPO LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI	C.U.P.: I88H22000270007
---	---	----------------------------

#### 4. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Il presente documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme CEI:

- CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali" del Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" del Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" del 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.

DEMOLIZIONE CON RICOSTRUZIONE ED AMPLIAMENTO DI ASILO NIDO COMUNALE IL PICCOLO PRINCIPE	<b>FUTURA</b> SISTEMA DI FORMAZIONE INTERNAZIONALE INTERNAZIONALE LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI	C.U.P.: I88H22000270007
---	---	----------------------------

## 5. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FULMINAZIONE

### ***Valutazione del rischio e scelta dei componenti di protezione***

Nei luoghi di lavoro, la valutazione del rischio di fulminazione da scariche atmosferiche, eseguita con la versione precedente della norma, deve essere rivalutata come richiesto dal d.lgs. 81/08 e s.m.i. (artt. 17, 29 e 84), essendo in vigore dal 01/03/2013 la nuova versione della norma CEI EN 62305-2.

Infatti, per gli edifici esistenti, nei quali la valutazione del rischio di fulminazione era già stata effettuata in base alle norme tecniche precedenti, il datore di lavoro dovrà compiere nuovamente la valutazione, in conformità alla norma CEI EN 62305-2, e se necessario dovrà individuare e realizzare le misure di protezione finalizzate a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma stessa. Una valutazione del rischio previdente fornisce degli elementi che permettono di prendere le decisioni opportune al fine di limitare i rischi in questione. Le analisi dei rischi hanno come obiettivo l'oggettivazione e la quantificazione del pericolo al quale sono esposti gli edifici, e i loro contenuti, in caso di una fulminazione diretta e indiretta.

L'analisi del rischio definita nella CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) garantisce un progetto di protezione contro fulmini comprensibile per tutte le parti coinvolte (committente/datore di lavoro e valutatore) che sia ottimale sia dal punto di vista tecnico ed economico.

### ***Definizione dei termini, delle definizioni, dei simboli e delle abbreviazioni***

#### ***struttura da proteggere***

- struttura per cui è richiesta la protezione contro il fulmine in conformità alla Norma; la struttura da proteggere può essere una parte di una struttura più grande

#### ***struttura con rischio di esplosione***

- struttura che contiene materiali esplosivi solidi o zone pericolose come definite dalla Norma EN 60079-10-1e EN 60079-10-2

#### ***strutture pericolose per l'ambiente***

- strutture che, in conseguenza di una fulminazione, possono dar luogo ad emissioni biologiche, chimiche o radioattive (come ad esempio impianti chimici, petrolchimici, nucleari, ecc.)

#### ***ambiente urbano***

- area con un alta densità di edifici o di abitanti e con edifici alti

DEMOLIZIONE CON RICOSTRUZIONE ED AMPLIAMENTO DI ASILO NIDO COMUNALE IL PICCOLO PRINCIPE	<b>FUTURA</b> SOCIETÀ PER IL SVILUPPO LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI	C.U.P.: I88H22000270007
---	---	----------------------------

### ***ambiente suburbano***

- area con una densità media di edifici; la "Periferia" è un esempio di ambiente suburbano

### ***ambiente rurale***

- area con una bassa densità di edifici; la "Campagna" è un esempio di ambiente rurale

### ***tensione nominale di tenuta ad impulso $U_w$***

- tensione di tenuta ad impulso assegnata dal costruttore ad un'apparecchiatura o ad una parte di essa, per caratterizzare la capacità di tenuta del suo isolamento contro le sovratensioni [EN 60664-1:2007, definizione 3.9.2 modificata]. Per gli scopi della presente Parte della CEI EN 62305, si considera solo la tensione di tenuta fra conduttori attivi e la terra.

### ***impianto elettrico***

- impianto comprendente componenti elettrici alimentati in bassa tensione

### ***impianto elettronico***

- impianto comprendente componenti elettronici sensibili quali apparati per telecomunicazioni, calcolatori, impianti di controllo e misura, impianti radio, apparati elettronici di potenza

### ***impianti interni***

- impianti elettrici ed elettronici interni ad una struttura

### ***linea***

- linea di energia o di telecomunicazione connessa ad una struttura per cui è richiesta la protezione

### ***linea di telecomunicazione***

- linea di trasmissione usata per far comunicare fra loro apparecchiature che possono essere ubicate in strutture separate, come ad esempio una linea dati o una linea telefonica

### ***linea di energia***

- linea elettrica di alimentazione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche di impianti interni, quale, ad esempio, una linea di distribuzione di energia a bassa tensione (BT) o alta tensione (AT)

### ***evento pericoloso***

- fulmine sulla o in prossimità della struttura da proteggere, sulla o in prossimità di una linea connessa alla struttura da proteggere, che può causare danno

### ***fulmine su una struttura***

- fulmine che colpisce una struttura da proteggere

### ***fulmine in prossimità di una struttura***

- fulmine che colpisce tanto vicino ad una struttura da proteggere da essere in grado di generare sovratensioni pericolose

### ***fulmine su una linea***

- fulmine che colpisce una linea connessa alla struttura da proteggere

### ***fulmine in prossimità di una linea***

- fulmine che colpisce tanto vicino ad una linea connessa alla struttura da proteggere da essere in grado di generare sovratensioni pericolose

### ***numero di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione diretta della struttura ND***

- numero medio annuo atteso di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione diretta della struttura

### ***numero di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione diretta di una linea NL***

- numero medio annuo atteso di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione diretta di una linea

### ***numero di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione indiretta della struttura NM***

- numero medio annuo atteso di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione indiretta della struttura

### ***numero di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione indiretta di una linea NI***

- numero medio annuo atteso di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione indiretta di una linea

### ***impulso elettromagnetico del fulmine LEMP***

- tutti gli effetti elettromagnetici della corrente di fulmine che possono generare impulsi e campi elettromagnetici mediante accoppiamento resistivo, induttivo e capacitivo

### ***impulso***

- transitorio dovuto al LEMP che si manifesta come una sovratensione e/o una sovracorrente

### ***nodo***

- punto di una linea oltre il quale la propagazione di impulsi si assume trascurabile. Esempi di nodo sono la barra di distribuzione a valle di un trasformatore AT/BT su una linea di energia, un multiplexer o un apparato xDSL su una linea di telecomunicazione. Per una linea di telecomunicazioni il “nodo” è costituito, nella maggior parte dei casi, dalla centrale di telecomunicazioni

### ***danno materiale***

DEMOLIZIONE CON RICOSTRUZIONE ED AMPLIAMENTO DI ASILO NIDO COMUNALE IL PICCOLO PRINCIPE	<b>FUTURA</b> SOCIETÀ PER IL SVILUPPO LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI	C.U.P.: I88H22000270007
---	---	----------------------------

- danno ad una struttura (o a quanto in essa contenuto) o a un servizio causato dagli effetti meccanici, termici, chimici o esplosivi del fulmine

### ***danni ad esseri viventi***

- danni, inclusa la perdita della vita, causati ad uomini o animali per elettrocuzione provocata da tensioni di contatto e di passo generate dal fulmine. Sebbene gli esseri viventi possano subire danneggiamenti per altre cause, la dizione “danni ad esseri viventi” è riferita, in questa Parte della CEI EN 62305, solo al danno per elettrocuzione (tipo di danno D1)

### ***guasto di un impianto elettrico o elettronico***

- avaria permanente di un impianto elettrico o elettronico dovuta al LEMP

### ***probabilità di danno PX***

- probabilità che un evento pericoloso possa provocare danno alla struttura da proteggere o al suo contenuto

### ***perdita LX***

- ammontare medio della perdita (uomini e beni) conseguente ad un determinato tipo di danno dovuto ad un evento pericoloso, riferito al valore complessivo (uomini e beni) della struttura da proteggere

### ***rischio R***

- valore della probabile perdita media annua (uomini e beni) dovuta al fulmine, riferito al valore complessivo (uomini e beni) della struttura da proteggere

### ***componente di rischio RX***

- rischio parziale dipendente dalla sorgente e dal tipo di danno

### ***rischio tollerabile RT***

- valore massimo del rischio che può essere tollerato nella struttura da proteggere

### ***zona di una struttura ZS***

- parte di una struttura con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un gruppo unico di parametri per la valutazione di una componente di rischio

DEMOLIZIONE CON RICOSTRUZIONE ED AMPLIAMENTO DI ASILO NIDO COMUNALE IL PICCOLO PRINCIPE	<b>FUTURA</b> www.futura.it Progetto Protezione Sistemi Elettrici Protezione dell'Uomo Protezione della Terra	LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI	C.U.P.: I88H22000270007
---	--	-------------------------------------	----------------------------

### ***sezione di una linea SL***

- parte di una linea con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un unico gruppo di parametri per la valutazione di una componente di rischio

### ***zona di protezione LPZ***

- zona in cui è definito l' ambiente elettromagnetico creato dal fulmine. I confini di zona di una LPZ non sono necessariamente costituiti da elementi fisici (es.: pareti, pavimento e soffitto)

### ***livello di protezione LPL***

- numero, associato ad un gruppo di valori dei parametri della corrente di fulmine, relativo alla probabilità che i correlati valori massimo e minimo di progetto non siano superati in natura. Il livello di protezione è usato per dimensionare le misure di protezione sulla base del corrispondente gruppo di parametri della corrente di fulmine

### ***misure di protezione***

- misure da adottare nella struttura da proteggere per ridurre il rischio

### ***protezione contro il fulmine LP***

- sistema completo usato per la protezione contro il fulmine delle strutture, dei loro impianti interni, del loro contenuto e delle persone, costituito in generale da un LPS e dalle SPM

### ***sistema di protezione contro il fulmine LPS***

- impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura. È costituito da un impianto di protezione esterno e da un impianto di protezione interno

### ***misure di protezione contro il LEMP - SPM***

- misure usate per la protezione degli impianti interni contro gli effetti del LEMP. Esse fanno parte della protezione completa contro il fulmine

### ***schermo magnetico***

- schermo metallico chiuso, continuo o a maglia, che racchiude la struttura da proteggere, o una parte di essa, usato per ridurre i guasti degli impianti elettrici ed elettronici

### ***cavo di protezione contro il fulmine***

- cavo speciale con isolamento incrementato il cui schermo è in continuo contatto con il suolo sia direttamente che attraverso la guaina di plastica

### ***condotto per la protezione dei cavi contro il fulmine***

- condotto per cavi avente bassa resistività ed in contatto con il suolo( es.: calcestruzzo con ferri di armatura interconnessi o condotto metallico)

### ***limitatore di sovratensione SPD***

- dispositivo che limita le sovratensioni e scarica le correnti impulsive; contiene almeno un componente non lineare

### ***sistema di SPD***

- gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre i guasti degli impianti elettrici ed elettronici

### ***interfacce di separazione***

- dispositivi atti ad attenuare gli impulsi condotti sulle linee entranti in una LPZ. Sono compresi i trasformatori di separazione muniti di schermo connesso a terra tra gli avvolgimenti, cavi in fibra ottica privi di parti metalliche ed opto-isolatori. Le caratteristiche di tenuta di detti dispositivi sono intrinsecamente adatte allo scopo o rese tali mediante SPD

### ***collegamento equipotenziale EB***

- connessione tra corpi metallici e l'LPS, mediante connessione diretta o tramite limitatore di sovratensioni, per ridurre le differenze di potenziale dovute alle correnti di fulmine

### ***zona 0***

- luogo in cui è presente continuamente o per lunghi periodi o frequentemente una atmosfera esplosiva composta da una miscela di aria e sostanza infiammabile sotto forma di gas, vapore o miscela [IEC 60050-462:2008, 426-03-03, modificata]

### ***zona 1***

- luogo in cui è probabile che si verifichi occasionalmente, durante le normali operazioni, atmosfera esplosiva composta da una miscela di aria e sostanza infiammabile sotto forma di gas, vapore o miscela [IEC 60050-462:2008, 426-03-04, modificata]

### ***zona 2***

- luogo in cui, durante le normali operazioni, non è probabile che si verifichi atmosfera esplosiva composta da una miscela di aria e sostanza infiammabile sotto forma di gas, vapore o miscela ma, quando questo accade, essa persiste solo per brevi periodi. In questa definizione, il termine "persiste" significa il periodo totale di tempo in cui esiste l'atmosfera esplosiva. Questo normalmente comprende la durata totale del rilascio più il tempo necessario all'atmosfera esplosiva per disperdersi dopo la cessazione del rilascio. Indicazioni relative alla frequenza degli avvenimenti ed alla loro durata possono essere ottenute dai regolamenti delle specifiche industrie o applicazioni. [IEC 60050-462:2008, 426-03-05, modificata]

### **zona 20**

- luogo in cui è presente nell'aria continuamente, o per lunghi periodi, o frequentemente, atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile [EN 60079-10-2:2009, 6.2, modificata]

### **zona 21**

- luogo in cui è probabile si verifichi occasionalmente, durante le normali operazioni, atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile [EN 60079-10-2:2009, 6.2, modificata]

### **zona 22**

- luogo in cui, durante le normali operazioni, non è probabile che si verifichi atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile, ma quando questo accade essa persiste solo per brevi periodi [EN 60079-10-2:2009, 6.2, modificata]

### ***Simboli e abbreviazioni***

$\alpha$	Tasso di ammortamento
AD	Area di raccolta dei fulmini su una struttura isolata
ADJ	Area di raccolta dei fulmini su una struttura adiacente
AD'	Area di raccolta attribuita alla parte elevata del tetto
AI	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una linea
AL	Area di raccolta dei fulmini su una linea
AM	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una struttura
CD	Coefficiente di posizione
CDJ	Coefficiente di posizione di una struttura adiacente
CE	Coefficiente ambientale
CI	Coefficiente di installazione di una linea
CL	Costo annuo della perdita totale senza misure di protezione
CLD	Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini sulla linea stessa
CLI	Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini in prossimità della linea stessa
CLZ	Costo della perdita in una zona
CP	Costo delle misure di protezione
CPM	Costo annuo delle misure di protezione scelte
CRL	Costo annuo della perdita residua
CRLZ	Costo annuo della perdita residua in una zona
CT	Coefficiente di correzione per un trasformatore AT/BT sulla linea
ca	Costo degli animali, in denaro
cb	Costo della zona dell'edificio, in denaro
cc	Costo del contenuto della zona, in denaro
ce	Valore dei beni nei luoghi pericolosi all'esterno della struttura
cs	Valore degli impianti interni (comprese le loro attività) nella zona, in denaro
ct	Valore totale della struttura, in denaro
cz	Valore del patrimonio culturale nella zona, in denaro

D1	Danno ad esseri viventi per elettrocuzione
D2	Danno materiale
D3	Guasto di impianti elettrici ed elettronici
hz	Coefficiente che incrementa le perdite in presenza di pericoli particolari
H	Altezza della struttura
HJ	Altezza della struttura adiacente
i	Tasso di interesse
KMS	Coefficiente relativo all'efficacia di una misura di protezione contro il LEMP
KS1	Coefficiente relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura
KS2	Coefficiente relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura
KS3	Coefficiente relativo alle caratteristiche dei circuiti interni alla struttura
KS4	Coefficiente relativo alla tensione di tenuta ad impulso di un impianto interno
L	Lunghezza della struttura
LJ	Lunghezza della struttura adiacente
LA	Perdita per danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulmine sulla struttura)
LB	Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura)
LBE	Perdita addizionale per danno materiale all'esterno della struttura (fulmine sulla struttura)
LBT	Perdita totale per danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura)
LL	Lunghezza di una sezione della linea
LC	Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura)
LF	Tipica percentuale di perdita per danni materiali in una struttura
LFE	Tipica percentuale di perdita per danni materiali all'esterno della struttura
LM	Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura)
LO	Tipica percentuale di perdita per guasto di impianti interni in una struttura
LT	Tipica percentuale di perdita per danni ad esseri viventi per elettrocuzione
LU	Perdita per danni ad esseri viventi per elettrocuzione (fulmine sulla linea)
LV	Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sulla linea)
LVE	Perdita addizionale per danno materiale all'esterno della struttura (fulmine sulla linea)
LVT	Perdita totale per danno materiale (fulmine sulla linea)
LW	Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sulla linea)
LX	Perdita conseguente ai danni
LZ	Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della linea)
L1	Perdita di vite umane
L2	Perdita di servizio pubblico
L3	Perdita di patrimonio culturale insostituibile
L4	Perdita economica
M	Tasso di manutenzione
Nx	Numero annuo di eventi pericolosi
ND	Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura
NDJ	Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura adiacente
NG	Densità di fulmini al suolo
NI	Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità di una linea
NL	Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta di una linea
NM	Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità della struttura
nz	Numero delle possibili persone danneggiate (vittime o utenti non serviti)
nt	Numero totale di persone (o utenti serviti)
P	Probabilità di danno
PA	Probabilità di danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulmine sulla struttura)

PB	Probabilità di danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura)
PC	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura)
PEB	Probabilità che riduce U e PV dipendente dalle caratteristiche della linea e dalla tensione di tenuta degli apparati in presenza di EB
PLD	Probabilità che riduce PU, PV e PW dipendente dalle caratteristiche e dalla tensione di tenuta degli apparati (fulmine sulla linea connessa)
PLI	Probabilità che riduce PZ dipendente dalle caratteristiche e dalla tensione di tenuta degli apparati (fulmine in prossimità della linea)
PM	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della struttura)
PMS	Probabilità che riduce PM dipendente dalla schermatura, dal cablaggio e dalla tensione di tenuta degli apparati
PSPD	Probabilità che riduce PC, PM, PW e PZ, quando sia installato un sistema di SPD
PTA	Probabilità che riduce PA dipendente dalle misure di protezione contro le tensioni di contatto e di passo
PU	Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sulla linea connessa)
PV	Probabilità di danno materiale nella struttura (fulmine sulla linea connessa)
PW	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sulla linea connessa)
PX	Probabilità di danno nella struttura
PZ	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della linea connessa)
rt	Coefficiente di riduzione associato al tipo di superficie
rf	Coefficiente di riduzione delle perdite dipendente dal rischio di incendio
rp	Coefficiente di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio
R	Rischio
RA	Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura)
RB	Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura)
RC	Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura)
RM	Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura)
RS	Resistenza dello schermo per unità di lunghezza del cavo
RT	Rischio tollerabile
RU	Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla linea connessa)
RV	Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla linea connessa)
RW	Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sulla linea connessa)
RX	Componente di rischio per una struttura
RZ	Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di una linea)
R1	Rischio di perdita di vite umane nella struttura
R2	Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura
R3	Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura
R4	Rischio di perdita economica in una struttura
R'4	Rischio R4 quando siano adottate misure di protezione
S	Struttura
SM	Risparmio annuo
SL	Sezione di una linea
S1	Sorgente di danno - fulmine sulla struttura
S2	Sorgente di danno - fulmine in prossimità della struttura
S3	Sorgente di danno - fulmine sulla linea
S4	Sorgente di danno - fulmine in prossimità della linea
te	Tempo di permanenza delle persone in un luogo pericoloso all'esterno della struttura (ore/anno)

tz	Tempo di permanenza delle persone in un luogo pericoloso (ore/anno)
TD	Numero di giornate temporalesche per anno
UW	Tensione nominale di tenuta ad impulso di un impianto
wm	Lato di maglia
W	Larghezza della struttura
WJ	Larghezza della struttura adiacente
X	Pedice che identifica la componente dl rischio
ZS	Zone della struttura

### ***Analisi del Rischio e del Danno***

La corrente di fulmine è la principale sorgente di danno (D).

Le sorgenti considerate sono distinte in base al punto d'impatto del fulmine:

- S1: fulmine sulla struttura;
- S2: fulmine in prossimità della struttura;
- S3: fulmine su una linea;
- S4: fulmine in prossimità di una linea.

Un fulmine può causare danni in rapporto alle caratteristiche della struttura da proteggere. Alcune delle più importanti caratteristiche sono: il tipo di costruzione, il contenuto e attività, il tipo del servizio e le misure di protezione adottate. Nelle applicazioni pratiche della determinazione del rischio si distingue tra le tre tipologia principali di danno che possono manifestarsi come conseguenza di una fulminazione. Esse sono le seguenti:

- D1: danno ad esseri viventi per elettrocuzione;
- D2: danno materiale;
- D3: guasto di impianti elettrici ed elettronici.

Il danno ad una struttura dovuto al fulmine può essere limitato ad una parte della stessa o estendersi all'intera struttura; esso può anche interessare le strutture vicine o l'ambiente (per esempio emissioni chimiche o radioattive). Ciascun tipo di danno, separatamente o in combinazione con altri, può produrre diverse perdite nella struttura da proteggere. Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle caratteristiche dell'oggetto stesso ed al suo contenuto.

Debbono essere presi in considerazione i seguenti tipi di perdita:

- L1: perdita di vite umane (inclusi danni permanenti);
- L2: perdita di servizio pubblico;
- L3: perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- L4: perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Il rischio (R) è la misura della probabile perdita media annua.

Per ciascun tipo di perdita che può verificarsi in una struttura deve essere valutato il relativo rischio.

I rischi da valutare in una struttura possono essere:

- R1: rischio di perdita di vite umane (inclusi danni permanenti);
- R2: rischio di perdita di servizio pubblico;
- R3: rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- R4: rischio di perdita economica.

Per valutare i rischi R debbono essere definite e calcolate le relative componenti di rischio che rappresentano i rischi parziali dipendenti dalla sorgente e dal tipo di danno; ciascun rischio R è quindi la somma delle sue componenti di rischio.

Nell'effettuare la somma, le componenti di rischio possono essere raggruppate secondo la sorgente ed il tipo di danno.

#### Componenti di rischio dovute a fulminazione diretta della struttura

RA: componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto e di passo all'interno della struttura e all'esterno in zone fino a tre metri attorno alle calate. Possono verificarsi perdite di tipo L1 e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 con possibile perdita di animali;

RB: 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. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4);

RC: componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

#### Componente di rischio dovute a fulminazione in prossimità della struttura

RM: componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP.

In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

#### Componenti di rischio dovute a fulminazione diretta di una linea connessa alla struttura

RU: componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 e, in caso di strutture ad uso agricolo, anche perdite di tipo L4 con possibile perdita di animali.

RV: componente relativa ai danni materiali (incendio o esplosione innescati da scariche pericolose fra installazioni esterne e parti metalliche, generalmente nel punto d'ingresso della linea nella struttura) dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso la linea entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4).

RW: componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

#### Componente di rischio dovute a fulminazione in prossimità di una linea connessa alla struttura

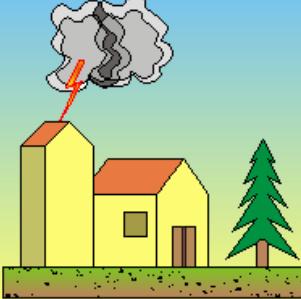
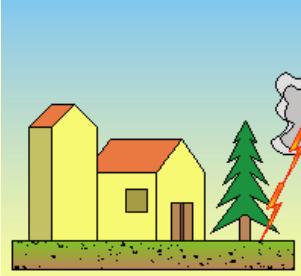
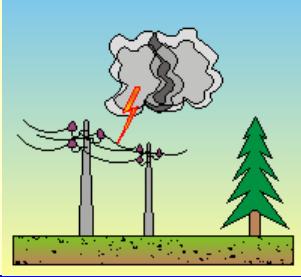
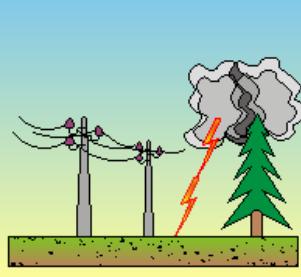
RZ: componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto di impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

*Nota 1 - Le linee da considerare in questa valutazione sono solo le linee entranti nella struttura.*

*Nota 2 - Le fulminazioni su o in prossimità di tubazioni non producono danno alla struttura a condizione che esse siano connesse alla barra equipotenziale della struttura. Se detta barra equipotenziale non è presente dovrebbe essere considerato anche questo pericolo.*

Tabella 1 – Relazione tra sorgente di danno (S1, S2, S3, S4), tipo di danno (D1, D2, D3) e tipo di perdita (L1, L2, L3, L4)

Punto di caduta	Sorgente del danno	Tipo di danno	Tipo di perdita	Componenti di rischio
-----------------	--------------------	---------------	-----------------	-----------------------

	<p><i>S1</i></p>	<p><i>D1</i> <i>D2</i> <i>D3</i></p>	<p><i>L1,L4<sup>(2)</sup></i> <i>L1,L2,L3,L4</i> <i>L1<sup>(1)</sup>,L2,L4</i></p>	<p><i>R<sub>A</sub>,R<sub>B</sub>,R<sub>C</sub></i></p>
	<p><i>S2</i></p>	<p><i>D3</i></p>	<p><i>L1<sup>(1)</sup>,L2,L4</i></p>	<p><i>R<sub>M</sub></i></p>
	<p><i>S3</i></p>	<p><i>D1</i> <i>D2</i> <i>D3</i></p>	<p><i>L1,L4<sup>(2)</sup></i> <i>L1,L2,L3,L4</i> <i>L1<sup>(1)</sup>,L2,L4</i></p>	<p><i>R<sub>U</sub>,R<sub>V</sub>,R<sub>W</sub></i></p>
	<p><i>S4</i></p>	<p><i>D3</i></p>	<p><i>L1<sup>(1)</sup>,L2,L4</i></p>	<p><i>R<sub>Z</sub></i></p>

(<sup>1</sup>) Per le strutture con rischio di esplosione, gli ospedali e tutte le strutture nelle quali a causa di guasti alle apparecchiature e agli impianti si può avere perdita di vite umane.

(<sup>2</sup>) Per le strutture ad uso agricolo-zootecnico nelle quali si può avere perdita di animali

### Calcolo Componenti di Rischio

- Le componenti di rischio da considerare per ciascun tipo di perdita in una struttura sono:
- R1: rischio di perdita di vita umane:
- $R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1}^{(I)} + R_{M1}^{(I)} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1}^{(I)} + R_{Z1}^{(I)}$

(1) Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali con apparati elettrici salva vita o di altre strutture in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.

- R2: rischio di perdita di servizio pubblico:
- $R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2}$
- R3: rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile:
- $R_3 = R_{B3} + R_{V3}$
- R4: rischio di perdita economica:
- $R_4 = R_{A4(2)} + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4(2)} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4}$

(2) Solo in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

- Le componenti di rischio corrispondenti a ciascun tipo di perdita sono correlati nella successiva Tabella 2.

Le componenti di rischio corrispondenti a ciascun tipo di perdita sono correlati nella successiva Tabella 2.

Tabella 2 - Componenti di rischio da considerare per ciascun tipo di perdita in una struttura

Sorgente di danno	Fulminazione diretta della struttura S1			Fulminazione in prossimità della struttura S2	Fulminazione diretta di una linea entrante S3			Fulminazione in prossimità di una linea entrante S4
Componente di rischio	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
R1	x	x	x (a)	x (a)	x	x	x (a)	x (a)
R2		x	x	x		x	x	x
R3		x				x		
R4	x (b)	x	x	x	x (b)	x	x	x

(a) Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana. (b) Solo in strutture in cui si può verificare la perdita di animali.

Le caratteristiche della struttura e delle possibili misure di protezione che influenzano le componenti di rischio per una struttura sono riportate in Tabella 3.

Tabella 3 - Fattori che influenzano le componenti di rischio in una struttura

Caratteristiche della struttura e degli impianti interni Misure di protezione	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
Area di raccolta	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistività superficiale del suolo	X							
Resistività della pavimentazione	X				X			
Barriere, isolamento, cartelli monitori, equipotenzializzazione suolo	X				X			
LPS (sistema di protezione contro il fulmine)	X	X	X	X <sup>(a)</sup>	X <sup>(b)</sup>	X <sup>(b)</sup>		
Equipotenzializzazione con SPD	X	X			X	X		
Interfacce di separazione			X <sup>(c)</sup>	X <sup>(c)</sup>	X	X	X	X
Sistema di SPD (limitatore di sovratensione)				X			X	X
Schermatura locale				X	X			
Schermatura delle linee esterne						X	X	X
Schermatura delle linee interne				X	X			
Cablaggio degli impianti interni				X	X			
Rete di equipotenzialità				X				
Misure antincendio		X				X		
Rischio d'incendio		X				X		
Pericoli particolari		X				X		
Tensione di tenuta ad impulso			X	X	X	X	X	X

(a) Solo per LPS esterni a maglia. (b) Dovuto alla presenza di connessioni equipotenziali. (c) Solo se esse appartengono all'apparato.

## 6. DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura in esame **in Via Locatelli a Sesto Calende**, con riferimento alla esatta posizione geografica latitudine 45,731260° N longitudine 8,633092° E vale:

$$N_g = 4,09 \text{ fulmini/anno km}^2$$

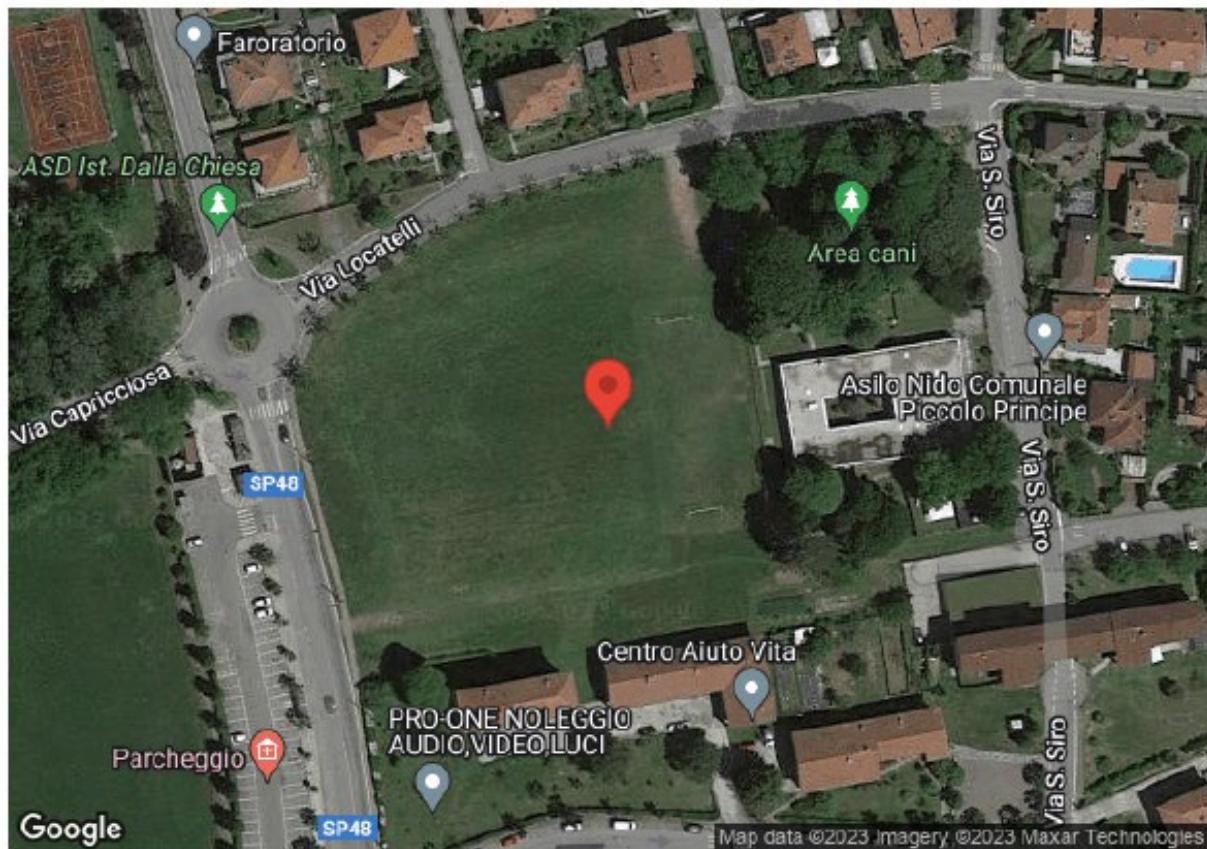
(valore estratto dal database il 1° Agosto 2023)

### Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 45,731260

Longitudine: 8,633092





## VALORE DI $N_G$

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$N_G = 4,09$  fulmini / (anno km<sup>2</sup>)

### POSIZIONE

Latitudine: 45,731260° N

Longitudine: 8,633092° 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 ceraunica.
- 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 2028.

Data 01/08/2023

## 7. ANALISI DI DETTAGLIO DELL'INSEDIAMENTO IN ESAME

### Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 39,4 B (m): 28,4 H (m): 4,6 Hmax (m): 5,5

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: scolastico

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.

L'edificio ha struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

### Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Energia
- Linea di segnale: Linea Dati (eventuale)

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

### 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: Interno

Z2: Esterna

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*.

## Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AD*).

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovrattensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AM*).

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

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

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

### Valutazione dei rischi

#### Rischio R1: perdita di vite umane

Calcolo del rischio R1

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

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

Z1: Interno

RA: 1,26E-10

RB: 1,26E-06

RU(Elettrico): 5,60E-13

RV(Elettrico): 5,60E-09

RU(Impianto Dati): 1,40E-12

RV(Impianto Dati): 1,40E-08

Totale: 1,28E-06

Z2: Esterna

RA: 1,26E-08

Totale: 1,26E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,29E-06

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

Z1: Interno

RA: 1,26E-10

RB: 1,26E-06

RU(Elettrico): 5,60E-13

RV(Elettrico): 5,60E-09

RU(Impianto Dati): 1,40E-12

RV(Impianto Dati): 1,40E-08

Totale: 1,28E-06

Z2: Esterna  
RA: 1,26E-08  
Totale: 1,26E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,29E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 8,29E-07

### Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 1,29E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

### SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 1,29E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

### APPENDICI

#### APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 39,4 B (m): 28,4 H (m): 4,6 Hmax (m): 5,5

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

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km<sup>2</sup>) Ng = 4,09

#### APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Energia

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) L = 80

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: 5 < R <= 20 ohm/km

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: Linea Dati (eventuale)

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) L = 200

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

## APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Interno

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: linoleum ( $rt = 0,00001$ )

Rischio di incendio: elevato ( $rf = 0,1$ )

Pericoli particolari: difficoltà di evacuazione ( $h = 5$ )

Protezioni antincendio: automatiche ( $rp = 0,2$ )

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Elettrico

Alimentato dalla linea Energia

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a  $10 \text{ m}^2$ ) ( $Ks3 = 0,2$ )

Tensione di tenuta: 1,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,3

Impianto interno: Impianto Dati

Alimentato dalla linea Linea Dati (eventuale)

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

Tensione di tenuta: 1,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,3

Valori medi delle perdite per la zona: Interno

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 50

Numero totale di persone nella struttura: 50

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1500

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 1,71E-08$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 1,71E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Interno

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Caratteristiche della zona: Esterna

Tipo di zona: esterna

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

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: Esterna

Numero di persone nella zona: 50

Numero totale di persone nella struttura: 50

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 150

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = 1,71E-06$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Esterna  
Rischio 1: Ra

### **APPENDICE - Frequenza di danno**

Impianto interno 1

Zona: Interno

Linea: Energia

Circuito: Elettrico

FS Totale: 0,0008

Frequenza di danno tollerabile: 0,3

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: Interno

Linea: Linea Dati (eventuale)

Circuito: Impianto Dati

FS Totale: 0,4245

Frequenza di danno tollerabile: 0,3

Circuito protetto: NO

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

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 3,59E-03 km<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 4,32E-01 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 7,34E-03

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,77E+00

Linee elettriche

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

Energia

AL = 0,003200 km<sup>2</sup>

AI = 0,320000 km<sup>2</sup>

Linea Dati (eventuale)

AL = 0,008000 km<sup>2</sup>

AI = 0,800000 km<sup>2</sup>

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

Energia

NL = 0,003272

NI = 0,327200

Linea Dati (eventuale)

NL = 0,008180

NI = 0,818000

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

Zona Z1: Interno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Elettrico) = 2,00E-02

PC (Impianto Dati) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Elettrico) = 3,56E-04

PM (Impianto Dati) = 4,44E-05

PM = 4,00E-04

PU (Elettrico) = 1,00E-02

PV (Elettrico) = 1,00E-02

PW (Elettrico) = 2,00E-02

PZ (Elettrico) = 0,00E+00

PU (Impianto Dati) = 1,00E-02

PV (Impianto Dati) = 1,00E-02

PW (Impianto Dati) = 1,00E+00

PZ (Impianto Dati) = 5,00E-01

Zona Z2: Esterna

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

## 8. CONCLUSIONI GENERALI

I calcoli sviluppati evidenziano che **non è necessario** alcun provvedimento ulteriore rispetto a quelli già in progetto (limitatori di sovratensione), poiché per ogni volume o zona considerata con la presente Relazione Tecnica il rischio di fulminazione calcolato risulta inferiore ai **limiti accettabili normativamente** ed in accordo alle disposizioni legislative applicabili.

*Varese, 2 Agosto 2023*

*In fede,*

*BOTTELLI Ing. Roberto  
Albo Ingegneri Provincia Varese n. 1911  
Albo Consulenti Tribunale di Varese n. 1398  
Albo Soggetti abilitati alle verifiche sicurezza impianti C.C.I.A.A. Varese n. 210  
Iscrizione elenco professionisti di cui alla Legge 818/84 n. VA 1911 I 00364*