



SOMMARIO

SOMMARIO.....	2
RELAZIONE TECNICA.....	3
GENERALITÀ	3
IDENTIFICAZIONE E STIMA DEI RISCHI	4
DEFINIZIONE DEI TERMINI, DEFINIZIONI, SIMBOLI E ABBREVIAZIONI	5
SIMBOLI E ABBREVIAZIONI.....	9
SORGENTI DI DANNO, TIPI DI DANNO E TIPI DI PERDITA IN FUNZIONE DEL PUNTO DI IMPATTO	13
COMPONENTI DI RISCHIO DA CONSIDERARE PER CIASCUN TIPO PERDITA IN UNA STRUTTURA.....	14
FATTORI CHE INFLUENZANO LE COMPONENTI DI RISCHIO IN UNA STRUTTURA	14
DETERMINAZIONE DEL NUMERO DI EVENTI PERICOLOSI (N)	15
SUDDIVISIONE DI UNA STRUTTURA IN ZONE	15
CONFRONTO TRA RISCHIO STIMATO E RISCHIO AMMESSO.....	16
IMPIANTI DI PROTEZIONE DAI FULMINI	16
SPD.....	18
INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE	19
DATI INIZIALI	19
CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	22
VALUTAZIONE DEI RISCHI.....	24
SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE	26
CONCLUSIONI.....	26
APPENDICI.....	27
CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA	27
CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE	27
CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	28
FREQUENZA DI DANNO.....	33
AREE DI RACCOLTA E NUMERO ANNUO DI EVENTI PERICOLOSI	34
VALORI DELLE PROBABILITÀ P PER LA STRUTTURA NON PROTETTA	35
VALORE NG.....	39



RELAZIONE TECNICA

GENERALITÀ

La funzione di un sistema di protezione contro le scariche atmosferiche (LPS – Lightning Protection System) è quella di ridurre il pericolo di danni entro limiti tollerabili.

La natura aleatoria del fulmine, tuttavia, impone che il sistema di protezione sia progettato e realizzato in modo tecnicamente corretto, diversamente il pericolo di danni può risultare aggravato, nei casi in cui la protezione risulta effettivamente necessaria, o comportare un inutile onere, nel caso di strutture non esposte a fulminazione o autoprotette.

Per la valutazione della necessità o meno del sistema di protezione, della definizione delle sue caratteristiche e del livello di protezione assicurato, le norme hanno introdotto una metodologia basata sul rischio R cui risulta soggetta la struttura e sul conseguente confronto con il rischio ritenuto tollerabile R_T .

La protezione contro le scariche atmosferiche è oggetto delle norme:

CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) - Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali.

CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) - Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio.

CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) - Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone (abrogata, i dati per i calcoli vengono forniti dal CEI direttamente).

CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) - Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

L'obbligo di valutazione del Rischio di fulminazione è prescritto dal Testo unico sulla sicurezza (D.lgs. 81/2008, artt. 17, 28, 29 e 84). In particolare, dall'analisi degli artt. 17, comma 1, lettera a), 28, comma 1 e 29, comma 1, del succitato decreto si evince il principio generale che la valutazione del rischio di fulminazione, potendosi configurare come un rischio per la sicurezza dei lavoratori (Art.28, comma 1), è un obbligo non delegabile in capo al Datore di Lavoro (Art. 17, comma 1, lettera a) che si avvale della collaborazione del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (Art. 29, comma 1).

L'art. 84 del Testo unico, inoltre, specifica sia il campo di applicazione sia la normativa tecnica di riferimento: "il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini secondo le norme tecniche", ovvero, secondo la normativa applicabile della serie CEI EN 62305 "Protezione dai fulmini".



IDENTIFICAZIONE E STIMA DEI RISCHI

Per la valutazione del rischio di una struttura, inteso come prodotto della probabilità che si verifichi la fulminazione per l'entità presumibile del danno conseguente, gli elementi da considerare sono:

- *la struttura stessa;*
- *gli impianti nella struttura;*
- *il contenuto della struttura;*
- *le persone nella struttura e quelle nella fascia fino a 3 m all'esterno della struttura;*
- *l'ambiente circostante interessato da un danno alla struttura.*

Per l'individuazione del rischio R le norme contemplano 4 diversi tipi di sorgenti di danno:

- *S1: fulminazione diretta della struttura;*
- *S2: fulminazione diretta di un servizio entrante nella struttura;*
- *S3: fulminazione indiretta (in prossimità) della struttura;*
- *S4: fulminazione indiretta di un servizio entrante nella struttura.*

La fulminazione diretta della struttura (S1) dà origine alle componenti di rischio che interessano le persone (RA), i materiali (RB) e gli apparati (RC). Anche la fulminazione indiretta di un servizio entrante nella struttura dà luogo alle stesse componenti di rischio, che però sono indicate rispettivamente con RU, RV e RW.

La fulminazione indiretta sulla struttura dà invece origine alla componente di rischio che interessa gli apparati (RM); analogamente la fulminazione indiretta su un servizio entrante (RZ).

Si devono poi considerare i tipi di danno dovuti all'abbattersi di una scarica atmosferica:

- *D1: danni ad esseri viventi (dovuti a tensioni di contatto e di passo);*
- *D2: danni fisici (dovuti ad incendi, esplosioni, rotture meccaniche, rilascio di sostanze tossiche, ecc.);*
- *D3: avarie di apparecchiature elettriche ed elettroniche (dovute a sovratensioni).*

Questo perché al verificarsi di un evento pericoloso è associata la probabilità che si verifichi uno o più danni specifici. A seconda del tipo di struttura o edificio e della destinazione d'uso dei locali, ogni tipo di danno può concorrere a produrre uno o più tipi di perdite, quantificabili con uno specifico livello di rischio:

- *L1: perdita di vite umane (Rischio R1).*
- *L2: perdita di servizio pubblico (Rischio R2).*
- *L3: perdita di patrimonio culturale (Rischio R3).*
- *L4: perdita economica (Rischio R4).*



DEFINIZIONE DEI TERMINI, DEFINIZIONI, SIMBOLI E ABBREVIAZIONI

Termini e definizioni

- **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
- **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 N_D : numero medio annuo atteso di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione diretta della struttura
- **numero di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione diretta di una linea** N_L : numero medio annuo atteso di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione diretta di una linea
- **numero di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione indiretta della struttura** N_M : numero medio annuo atteso di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione indiretta della struttura
- **numero di eventi pericolosi dovuti alla fulminazione indiretta di una linea** N_I : 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:** 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 P_x :** probabilità che un evento pericoloso possa provocare danno alla struttura da proteggere o al suo contenuto



- **perdita L_x** : 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 R_X** : rischio parziale dipendente dalla sorgente e dal tipo di danno
- **rischio tollerabile R_z** : valore massimo del rischio che può essere tollerato nella struttura da proteggere
- **zona di una struttura Z_s** : 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
- **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

α	Tasso di ammortamento
A_D	Area di raccolta dei fulmini su una struttura isolata
A_{D1}	Area di raccolta dei fulmini su una struttura adiacente
$A_{D'}$	Area di raccolta attribuita alla parte elevata del tetto
A_l	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una linea
A_L	Area di raccolta dei fulmini su una linea
A_M	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una struttura
C_D	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



<i>KMS</i>	<i>Coefficiente relativo all'efficacia di una misura di protezione contro il LEMP</i>
<i>KS1</i>	<i>Coefficiente relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura</i>
<i>KS2</i>	<i>Coefficiente relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura</i>
<i>KS3</i>	<i>Coefficiente relativo alle caratteristiche dei circuiti interni alla struttura</i>
<i>KS4</i>	<i>Coefficiente relativo alla tensione di tenuta ad impulso di un impianto interno</i>
<i>L</i>	<i>Lunghezza della struttura</i>
<i>LJ</i>	<i>Lunghezza della struttura adiacente</i>
<i>LA</i>	<i>Perdita per danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulmine sulla struttura)</i>
<i>LB</i>	<i>Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura)</i>
<i>LBE</i>	<i>Perdita addizionale per danno materiale all'esterno della struttura (fulmine sulla struttura)</i>
<i>LBT</i>	<i>Perdita totale per danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura)</i>
<i>LL</i>	<i>Lunghezza di una sezione della linea</i>
<i>LC</i>	<i>Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura)</i>
<i>LF</i>	<i>Tipica percentuale di perdita per danni materiali in una struttura</i>
<i>LFE</i>	<i>Tipica percentuale di perdita per danni materiali all'esterno della struttura</i>
<i>LM</i>	<i>Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine In prossimità della struttura)</i>
<i>LO</i>	<i>Tipica percentuale di perdita per guasto di impianti interni in una struttura</i>
<i>LT</i>	<i>Tipica percentuale di perdita per danni ad esseri viventi per elettrocuzione</i>
<i>LU</i>	<i>Perdita per danni ad esseri viventi per elettrocuzione (fulmine sulla linea)</i>
<i>LV</i>	<i>Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sulla linea)</i>
<i>LVE</i>	<i>Perdita addizionale per danno materiale all'esterno della struttura (fulmine sulla linea)</i>
<i>LVT</i>	<i>Perdita totale per danno materiale (fulmine sulla linea)</i>
<i>LW</i>	<i>Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sulla linea)</i>
<i>LX</i>	<i>Perdita conseguente ai danni</i>
<i>LZ</i>	<i>Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della linea)</i>
<i>L1</i>	<i>Perdita di vite umane</i>
<i>L2</i>	<i>Perdita di servizio pubblico</i>
<i>L3</i>	<i>Perdita di patrimonio culturale insostituibile</i>
<i>L4</i>	<i>Perdita economica</i>
<i>M</i>	<i>Tasso di manutenzione</i>
<i>Nx</i>	<i>Numero annuo di eventi pericolosi</i>
<i>ND</i>	<i>Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura</i>
<i>NDJ</i>	<i>Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura adiacente</i>
<i>NG</i>	<i>Densità di fulmini al suolo</i>
<i>NI</i>	<i>Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità di una linea</i>
<i>NL</i>	<i>Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta di una linea</i>



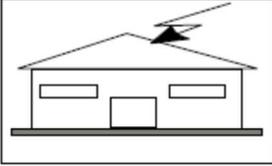
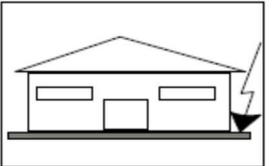
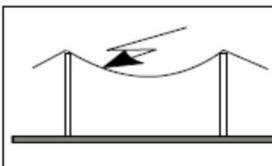
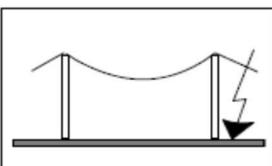
<i>NM</i>	<i>Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità della struttura</i>
<i>nz</i>	<i>Numero delle possibili persone danneggiate (vittime o utenti non serviti)</i>
<i>nt</i>	<i>Numero totale di persone (o utenti serviti)</i>
<i>P</i>	<i>Probabilità di danno</i>
<i>PA</i>	<i>Probabilità di danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulmine sulla struttura)</i>
<i>PB</i>	<i>Probabilità di danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura)</i>
<i>PC</i>	<i>Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura)</i>
<i>PEB</i>	<i>Probabilità che riduce PU e PV dipendente dalle caratteristiche della linea e dalla tensione di tenuta degli apparati in presenza di EB</i>
<i>PLD</i>	<i>Probabilità che riduce PU, PV e PW dipendente dalle caratteristiche e dalla tensione di tenuta degli apparati (fulmine sulla linea connessa)</i>
<i>PLI</i>	<i>Probabilità che riduce PZ dipendente dalle caratteristiche e dalla tensione di tenuta degli apparati (fulmine in prossimità della linea)</i>
<i>PM</i>	<i>Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della struttura)</i>
<i>PMS</i>	<i>Probabilità che riduce PM dipendente dalla schermatura, dal cablaggio e dalla tensione di tenuta degli apparati</i>
<i>PSPD</i>	<i>Probabilità che riduce PC, PM, PW e PZ, quando sia installato un sistema di SPD</i>
<i>PTA</i>	<i>Probabilità che riduce PA dipendente dalle misure di protezione contro le tensioni di contatto e di passo</i>
<i>PU</i>	<i>Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sulla linea connessa)</i>
<i>PV</i>	<i>Probabilità di danno materiale nella struttura (fulmine sulla linea connessa)</i>
<i>PW</i>	<i>Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sulla linea connessa)</i>
<i>PX</i>	<i>Probabilità di danno nella struttura</i>
<i>PZ</i>	<i>Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della linea connessa)</i>
<i>rt</i>	<i>Coefficiente di riduzione associato al tipo di superficie</i>
<i>rf</i>	<i>Coefficiente di riduzione delle perdite dipendente dal rischio di incendio</i>
<i>rp</i>	<i>Coefficiente di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio</i>
<i>R</i>	<i>Rischio</i>
<i>RA</i>	<i>Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura)</i>
<i>RB</i>	<i>Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura)</i>
<i>RC</i>	<i>Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura)</i>
<i>RM</i>	<i>Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura)</i>
<i>RS</i>	<i>Resistenza dello schermo per unità di lunghezza del cavo</i>
<i>RT</i>	<i>Rischio tollerabile</i>
<i>RU</i>	<i>Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla linea connessa)</i>
<i>RV</i>	<i>Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla linea connessa)</i>
<i>RW</i>	<i>Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sulla linea connessa)</i>
<i>RX</i>	<i>Componente di rischio per una struttura</i>
<i>RZ</i>	<i>Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di una linea)</i>



<i>R1</i>	<i>Rischio di perdita di vite umane nella struttura</i>
<i>R2</i>	<i>Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura</i>
<i>R3</i>	<i>Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura</i>
<i>R4</i>	<i>Rischio di perdita economica in una struttura</i>
<i>R'4</i>	<i>Rischio R4 quando siano adottate misure di protezione</i>
<i>S</i>	<i>Struttura</i>
<i>SM</i>	<i>Risparmio annuo</i>
<i>SL</i>	<i>Sezione di una linea</i>
<i>S1</i>	<i>Sorgente di danno - fulmine sulla struttura</i>
<i>S2</i>	<i>Sorgente di danno - fulmine in prossimità della struttura</i>
<i>S3</i>	<i>Sorgente di danno - fulmine sulla linea</i>
<i>S4</i>	<i>Sorgente di danno - fulmine in prossimità della linea</i>
<i>te</i>	<i>Tempo di permanenza delle persone in un luogo pericoloso all'esterno della struttura (ore/anno)</i>
<i>tz</i>	<i>Tempo di permanenza delle persone in un luogo pericoloso (ore/anno)</i>
<i>TD</i>	<i>Numero di giornate temporalesche per anno</i>
<i>UW</i>	<i>Tensione nominale di tenuta ad impulso di un impianto</i>
<i>wm</i>	<i>Lato di maglia</i>
<i>W</i>	<i>Larghezza della struttura</i>
<i>WJ</i>	<i>Larghezza della struttura adiacente</i>
<i>X</i>	<i>Pedice che identifica la componente del rischio</i>
<i>ZS</i>	<i>Zone della struttura</i>



SORGENTI DI DANNO, TIPI DI DANNO E TIPI DI PERDITA IN FUNZIONE DEL PUNTO DI IMPATTO

Fulminazione		Struttura	
Punto d'impatto	Sorgente di danno	Tipo di danno	Tipo di perdita
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^(a) L1, L2, L3, L4 L1 ^(b) , L2, L4
	S2	D3	L1 ^(b) , L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^(a) L1, L2, L3, L4 L1 ^(b) , L2, L4
	S4	D3	L1 ^(b) , L2, L4
<p>(a) Solo nel caso di strutture in cui si può verificare la perdita di animali. (b) 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.</p>			

Per ciascun tipo di perdita (L1 - L4) i rispettivi rischi R1, R2, R3 e R4 risultano determinati dalla somma delle proprie componenti di rischio:

$$R1 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$$

$$R2 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ$$

$$R3 = RB + RV$$

$$R4 = RA + RB + RC + RM + RV + RU + RW + RZ$$



**COMPONENTI DI RISCHIO DA CONSIDERARE PER CIASCUN TIPO
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
	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Componente di rischio								
Rischio per ciascun tipo di perdita								
R_1	*	*	* ^(a)	* ^(a)	*	*	* ^(b)	* ^(a)
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*				*		
R_4	* ^(b)	*	*	*	* ^(b)	**	*	*

(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) Soltanto in strutture in cui si può verificare la perdita di animali.

FATTORI CHE INFLUENZANO LE COMPONENTI DI RISCHIO IN UNA STRUTTURA

Caratteristiche della struttura e degli impianti interni Misure di protezione	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Area di raccolta	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistività superficiale del suolo	X							
Resistività della pavimentazione	X				X			
Barriere, isolamento, cartelli ammonitori, equipotenzializzazione del suolo	X				X			
LPS	X	X	X	X ^(a)	X ^(b)	X ^(b)		
Equipotenzializzazione con SPD	X	X			X	X		
Interfacce di separazione			X ^(c)	X ^(c)	X	X	X	X
Sistema di SPD			X	X			X	X
Schermatura locale			X	X				
Schermatura delle linee esterne					X	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.

NOTA Z1 Per ridurre il rischio possono essere utilizzati anche sistemi di allarme dei temporali conformi alla EN 50536.



Ciascuna componente di rischio $RA \div RZ$ può essere calcolata come prodotto del numero di eventi pericolosi (N) che possono interessare quella struttura nel periodo di tempo considerato (in genere un anno), per la probabilità (P) che l'evento pericoloso provochi un danno, per l'entità media della perdita conseguente (L):

$$RX = NX * PX * LX$$

DETERMINAZIONE DEL NUMERO DI EVENTI PERICOLOSI (N)

Il numero annuale medio N di eventi pericolosi dovuti al fulmine che possono interessare una struttura da proteggere dipende dall'attività temporalesca nella località in cui è ubicata e dalle caratteristiche fisiche della struttura stessa. Si calcola con la relazione:

$$N = Ng * A * c$$

essendo:

- Ng - la densità di fulmini al suolo (numero di fulmini per km^2), ottenibile dalle reti di localizzazione di fulmini al suolo;
- A - l'area equivalente di raccolta della struttura (in m^2), calcolabile per le strutture più semplici
- c - un coefficiente correttivo relativo alle caratteristiche fisiche della struttura.

Si deve determinare il numero di eventi pericolosi dovuti ai fulmini sulla struttura, sui servizi entranti nella struttura, in prossimità della struttura e in prossimità dei servizi entranti.

SUDDIVISIONE DI UNA STRUTTURA IN ZONE

Nella valutazione di ciascuna componente di rischio, una struttura può essere considerata come una singola zona oppure può essere suddivisa in zone aventi caratteristiche omogenee. Le zone sono definite principalmente da:

- tipo di suolo o di pavimentazione (componenti di rischio RA e RU);
- compartimentazione antincendio (componenti di rischio RB e RV);
- schermi locali (componenti di rischio RC e RM).

Ulteriori zone possono essere definite in funzione di:

- disposizione degli impianti interni (componenti di rischio RC e RM);
- misure di protezione esistenti o previste (tutte le componenti di rischio);
- valori delle perdite LX (tutte le componenti di rischio);

Nella suddivisione di una struttura in zone si deve tenere conto della possibilità realizzativa delle misure di protezione più adatte. Se la struttura è considerata come zona unica il rischio R è la somma delle componenti di rischio RX nella struttura.

Se la struttura è suddivisa in più zone il rischio per la struttura è la somma dei rischi relativi a tutte le zone della struttura stessa; in ogni zona il rischio è la somma di tutte le componenti di rischio nella zona considerata.



CONFRONTO TRA RISCHIO STIMATO E RISCHIO AMMESSO

È necessario adottare misure di protezione se:

- $R1 > (RT = 10^{-5})$ perdita di vite umane o danni permanenti;
- $R2 > (RT = 10^{-3})$ perdita di servizio pubblico;
- $R3 > (RT = 10^{-3})$ perdita di patrimonio culturale insostituibile.

L'opportunità o meno di proteggersi contro una perdita economica, conseguente al rischio R4, è invece considerata una libera scelta, anche se, secondo la norma, quest'ultima dovrebbe essere basata su un calcolo di convenienza.

IMPIANTI DI PROTEZIONE DAI FULMINI

Gli impianti di protezione contro i fulmini hanno la funzione di proteggere le persone presenti negli edifici da eventuali danni o, al limite dalla morte e le strutture da incendi e/o da danni statici. Un sistema di protezione contro i fulmini è costituito da una protezione esterna e da una interna.

LPS esterno

L'LPS esterno è principalmente costituito da captatori (del tipo ad asta o a maglia) collegati all'impianto di terra; la loro funzione è di creare un volume protetto, ovvero una zona che non può essere colpita da fulmini. Le funzioni della protezione contro i fulmini esterna sono quindi:

- intercettare le fulminazioni dirette con un sistema di captatori;
- condurre la corrente di fulmine in modo sicuro verso terra con un sistema di calate;
- distribuire la corrente di fulmine nella terra attraverso il sistema di dispersori.

In base ad una serie di regole costruttive sono state fissate le quattro classi di LPS I, II, III e IV corrispondenti ai livelli di protezione LPL. Ciascuna classe di LPS comprende regole costruttive dipendenti e indipendenti dalla classe di LPS. (Norma 62305-3).

LPS interno

Quando l'LPS esterno viene colpito da un fulmine, per un brevissimo istante l'impianto parafulmine si porta a un potenziale molto elevato con altrettanto elevate correnti in gioco. Questo crea una considerevole differenza di potenziale tra LPS e struttura protetta, accompagnata da fenomeni di induzione elettromagnetica. Come conseguenza si possono avere sovratensioni e scariche elettriche all'interno della struttura protetta, anche se questa non è stata colpita direttamente dal fulmine.

L'impianto interno, tramite connessioni metalliche o limitatori di sovratensione, serve ad evitare che scariche elettriche interessino la parte interna del volume protetto quando il fulmine colpisce l'impianto di protezione esterno o quando il fulmine interessa la linea di alimentazione dell'edificio o cade nelle sue immediate vicinanze.

La funzione della protezione contro i fulmini interna è, in definitiva, quella di evitare la formazione di scariche pericolose all'interno della struttura, in funzione delle protezioni degli impianti elettrici ed elettronici, mediante l'ausilio di scaricatori di corrente e/o tensione, noti anche come SPD (Surge Protective Device).

L'LPS interno è anche classificato, in funzione delle modalità di collegamento, in protezioni in serie e in protezioni in parallelo.



Protezione in serie

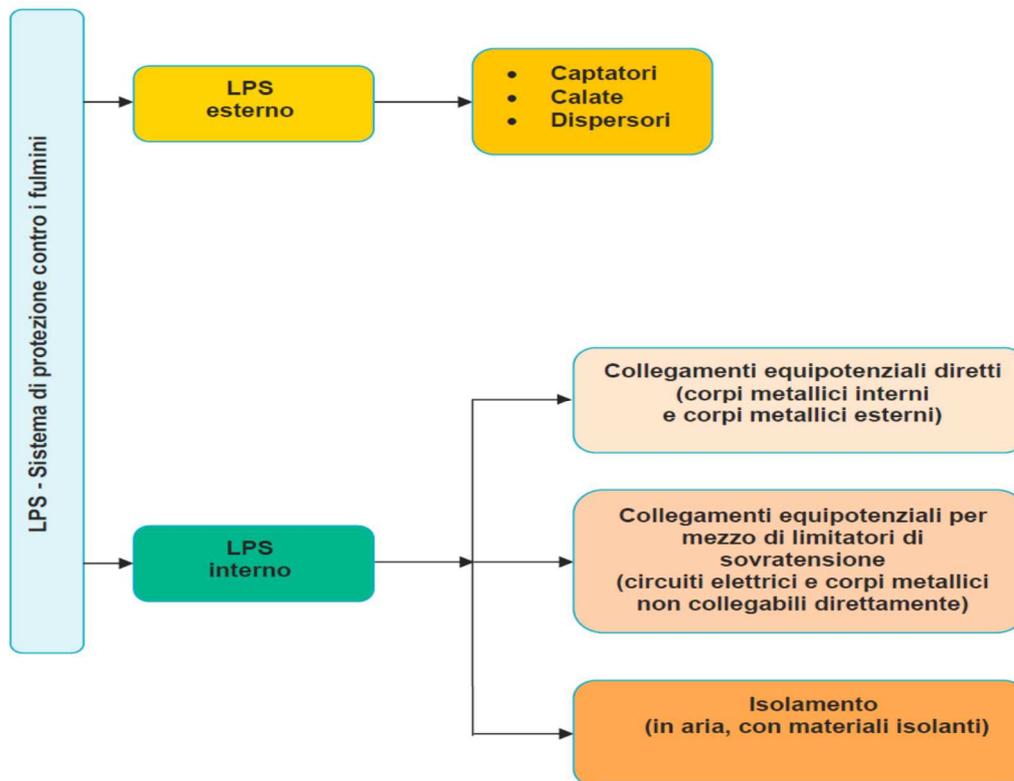
Sono installate in serie all'alimentazione dell'installazione da proteggere e debbono essere dimensionate in funzione della potenza dell'installazione stessa:

- Trasformatori: possono essere impiegati per limitare le sovratensioni e le componenti armoniche.
- Filtri: sono ottenuti impiegando resistenze, induttanze e capacità, proteggono sia dalle sovratensioni industriali o di manovra sia da quelle di origine atmosferica.
- Stabilizzatori e gruppi di continuità: adatti per la protezione di apparecchiature particolarmente sensibili per le quali deve essere garantita un'alimentazione stabile e la continuità del servizio. Non garantiscono la protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica.

Protezione in parallelo

Sono le protezioni più utilizzate perché si adattano bene alla potenza dell'installazione da proteggere:

- Scaricatori di sovratensione: sono impiegati, nei luoghi ove si opera la trasformazione MT/BT, in uscita dai trasformatori oppure nei sistemi a neutro isolato per scaricare a terra le eventuali sovratensioni.
- Scaricatori per basse tensioni: possiedono una capacità di scarica limitata ma sono installabili all'interno dei quadri di distribuzione; se opportunamente coordinati garantiscono una discreta protezione dalle sovratensioni sia di origine esterna sia di origine interna.



Schematizzazione di un sistema di protezione dai fulmini



SPD

Per poter contenere, entro limiti accettabili, gli effetti delle sovratensioni negli impianti elettrici utilizzatori occorre installare gli SPD. Gli SPD devono soddisfare i requisiti specificati dalla IEC 61643-1 ed IEC 61643-21 e si suddividono in tre classi:

- gli SPD di tipo 1 sono detti scaricatori di corrente di fulmine;
- gli SPD di tipo 2 sono detti limitatori di sovratensioni e sono indicati per installazioni fisse;
- gli SPD di tipo 3 sono limitatori di sovratensioni e proteggono gli apparecchi finali e si trovano nei loro pressi.

La scelta e l'installazione degli SPD deve considerare quanto segue.

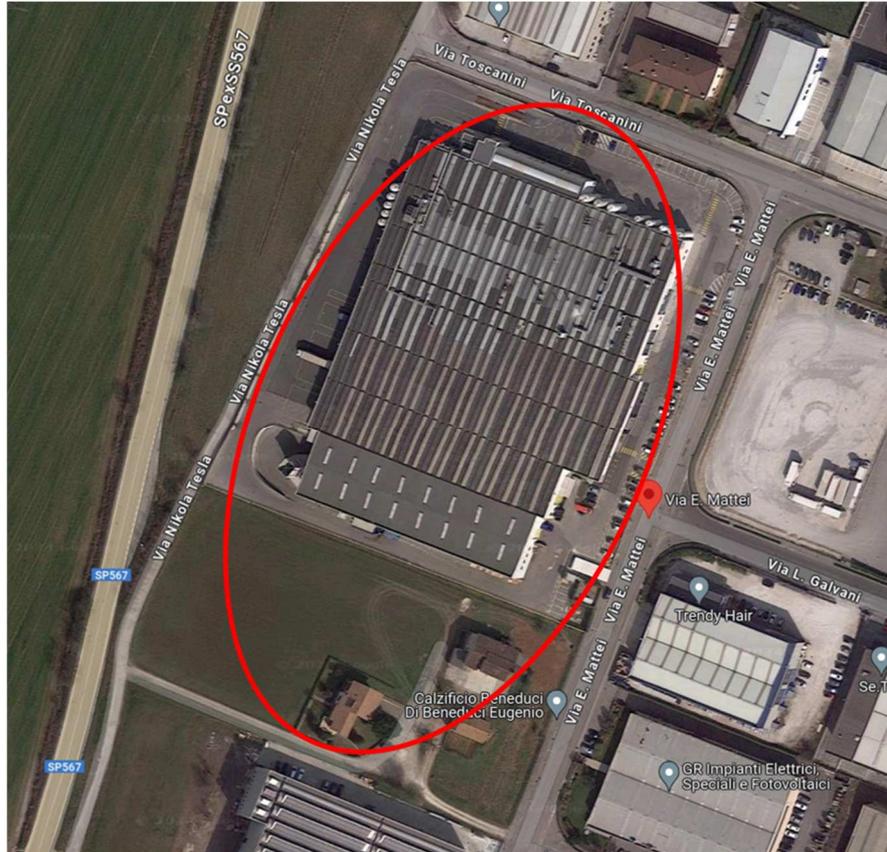
- Gli SPD installati all'ingresso delle linee entranti debbono essere provati per la corrente di fulmine (onda 10/350 μ s) che li attraversa (fulminazione diretta dell'edificio o della linea); debbono pertanto essere di tipo 1. Gli SPD possono essere di tipo 2 (onda 8/20 μ s) se risulta trascurabile N_D e N_L .
- Il valore della corrente di scarica di un SPD è dipendente dal LPL richiesto e dal tipo di fulminazione, diretta o indiretta.
- Sui conduttori che collegano l'SPD ai conduttori attivi e alla barra equipotenziale, la corrente di scarica, all'atto del funzionamento dello scaricatore, provoca delle cadute di tensione induttive che si vanno a sommare alla tensione residua sul SPD. Tali cadute di tensione tendono a diminuire, al limite vanificandolo l'effetto, il livello di protezione U_p dello scaricatore. La norma determina il livello di protezione effettivo (U_p/U_f) di un SPD:
- sommando ad U_p la caduta di tensione ΔU , se questa si verifica contemporaneamente a U_p (caso dei varistori);
- - come il maggiore tra U_p e la caduta di tensione ΔU , se questa non si verifica contemporaneamente a U_p (caso degli spinterometri).

Se i valori della tensione indotta risultano assai elevati non è possibile proteggere le apparecchiature tramite SPD installati nel quadro generale; è probabilmente necessario, in tali casi, installare ulteriori SPD nelle vicinanze, o direttamente, ai morsetti dell'apparecchiatura da proteggere.



INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.



La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

DATI INIZIALI

Densità annua di fulmini a terra

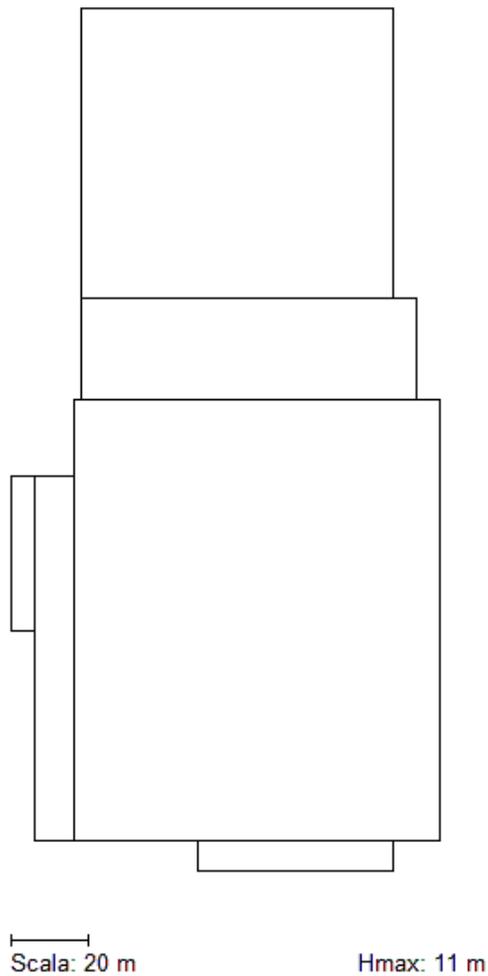
La densità annua di fulmini a terra al chilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di Ng"), vale:

$$N_g = 4,55 \text{ fulmini/anno km}^2$$



Dati relativi alla struttura

La pianta contenente la struttura è riportata nel disegno:



La destinazione d'uso prevalente della struttura è: industriale

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;

Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA ELETTRICA BT
- Linea di energia: LINEA ELETTRICA MT – BT
- Linea di segnale: LINEA SEGNALE TELEFONICO - TD

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.

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: ESTERNO

Z2: PRODUZIONE

Z3: MAGAZZINI

Z4: MAGAZZINO MATERIE PRIME

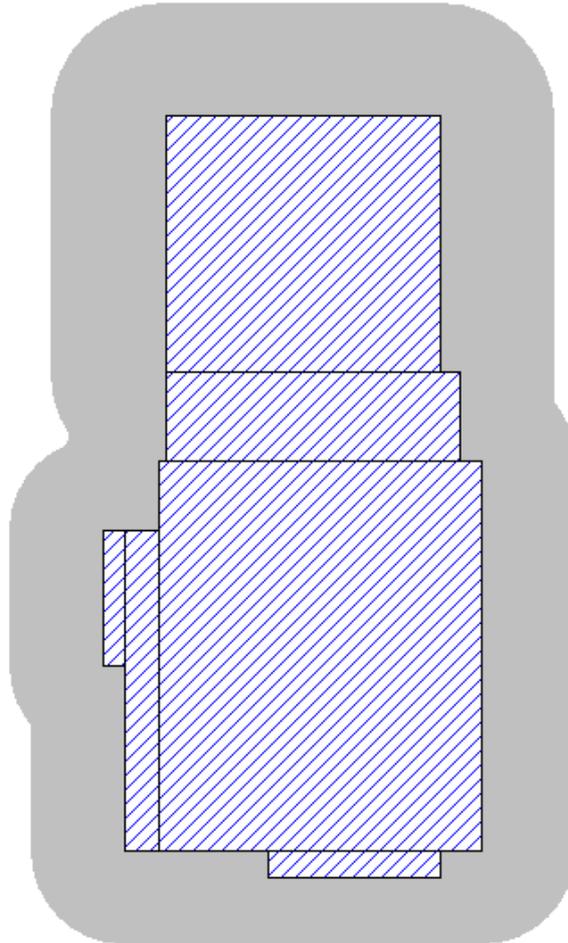
Z5: MAGAZZINO AMPLIAMENTO 2024

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.



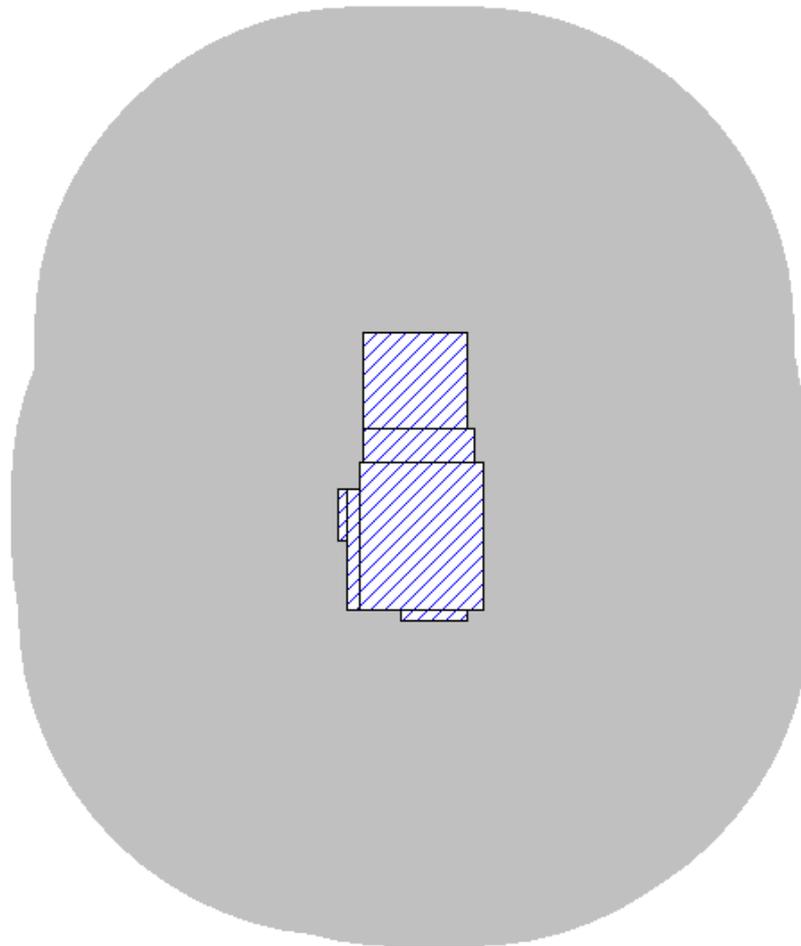
CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE
ELETTRICHE ESTERNE

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:



Area di raccolta AD (km²) = 4,15E-02

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



Area di raccolta AM (km²) = 6,23E-01

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.

Z1: ESTERNO

RA: 1,44E-10

Totale: 1,44E-10

Z2: PRODUZIONE

RA: 4,59E-06

RB: 9,17E-08

RU(IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 1): 3,41E-07

RV(IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 1): 6,81E-09

RU(IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 2): 2,65E-07

RV(IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 2): 5,30E-09

RU(IMPIANTI SEGNALE): 1,77E-06

RV(IMPIANTI SEGNALE): 3,53E-08

Totale: 7,11E-06

Z3: MAGAZZINI

RA: 5,53E-07

RB: 1,10E-07

RU(IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1): 4,11E-08

RV(IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1): 8,21E-09

RU(IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 2): 3,20E-08

RV(IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 2): 6,39E-09

RU(IMPIANTO SEGNALE): 2,13E-07

RV(IMPIANTO SEGNALE): 4,26E-08

Totale: 1,01E-06

Z4: MAGAZZINO MATERIE PRIME



RA: 1,38E-07

RB: 2,77E-07

RU(IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1): 1,02E-08

RV(IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1): 2,05E-08

RU(IMPIANTO SEGNALE): 1,02E-08

RV(IMPIANTO SEGNALE): 2,05E-08

Totale: 4,77E-07

Z5: MAGAZZINO AMPLIAMENTO 2024

RA: 5,53E-07

RB: 1,10E-07

RU(IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1): 4,11E-08

RV(IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1): 8,21E-09

RU(IMPIANTO TD): 2,13E-07

RV(IMPIANTO TD): 4,26E-08

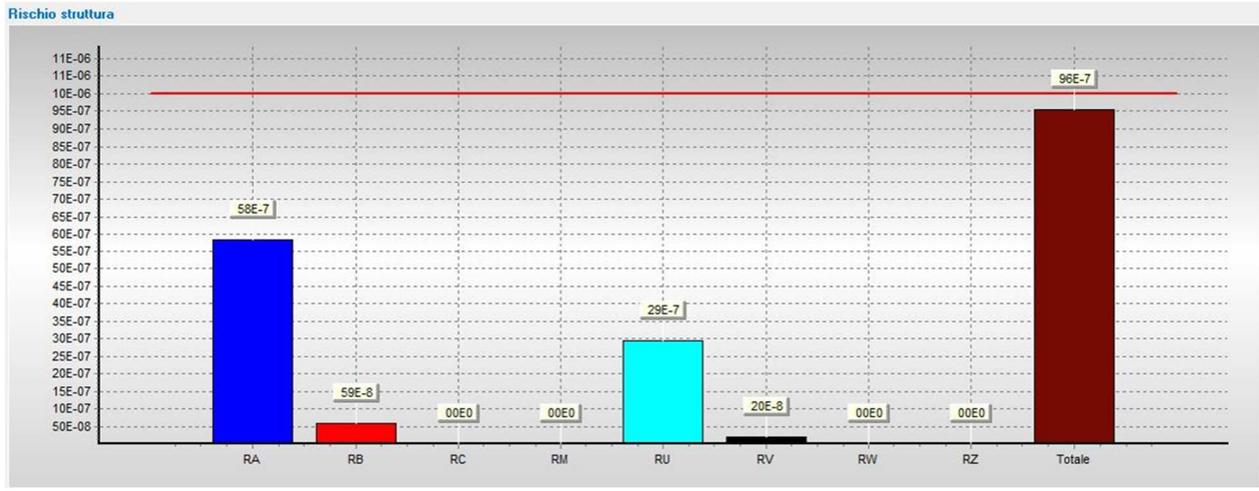
Totale: 9,68E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 9,57E-06

Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 9,57E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

Di seguito si riporta il grafico esplicativo:



SCelta DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 9,57E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

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

Porto Mantovano, Gennaio 2024





APPENDICI

CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

Dimensioni: vedi disegno

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^2) $Ng = 4,55$

CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE

Caratteristiche della linea: LINEA ELETTRICA BT

Tipo di linea: energia

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) $L = 150$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 4 H (m): 4

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

Caratteristiche della linea: LINEA ELETTRICA MT - BT

Tipo di linea: energia

La linea ha caratteristiche variabili lungo il percorso; essa pertanto è stata divisa in sezioni, ciascuna con caratteristiche uniformi.

Sezione 1

Trasformatore MT/BT

Sezione 2



Tratto di linea interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $1 < R \leq 5$ ohm/km

Caratteristiche della linea: LINEA SEGNALE TELEFONICO - TD

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) $L = 1000$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $1 < R \leq 5$ ohm/km

CARATTERISTICHE DELLE ZONE

Caratteristiche della zona: ESTERNO

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: asfalto ($r_t = 0,00001$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Caratteristiche della zona: ESTERNO

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: asfalto ($r_t = 0,00001$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Caratteristiche della zona: PRODUZIONE

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ($r_t = 0,01$)

Rischio di incendio: ridotto ($r_f = 0,001$)

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)

Protezioni antincendio: manuali ($r_p = 0,5$)



Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 1

Alimentato dalla linea LINEA ELETTRICA BT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) (Ks3 = 0,01)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Impianto interno: IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 2

Alimentato dalla linea LINEA ELETTRICA MT - BT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) (Ks3 = 0,01)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Impianto interno: IMPIANTI SEGNALE

Alimentato dalla linea LINEA SEGNALE TELEFONICO - TD

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

Tensione di tenuta: 1,5 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: PRODUZIONE

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 22

Numero totale di persone nella struttura: 30

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5800

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 4,86E-05

Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 9,71E-07

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: PRODUZIONE

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv



Caratteristiche della zona: MAGAZZINI

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ($r_t = 0,01$)

Rischio di incendio: ordinario ($r_f = 0,01$)

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)

Protezioni antincendio: manuali ($r_p = 0,5$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1

Alimentato dalla linea LINEA ELETTRICA BT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a $0,5 \text{ m}^2$) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Impianto interno: IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 2

Alimentato dalla linea LINEA ELETTRICA MT - BT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a $0,5 \text{ m}^2$) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Impianto interno: IMPIANTO SEGNALE

Alimentato dalla linea LINEA SEGNALE TELEFONICO - TD

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m^2) ($K_{s3} = 1$)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: MAGAZZINI

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 4

Numero totale di persone nella struttura: 30

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 3850



Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 5,86E-06$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,17E-06$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: MAGAZZINI

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Caratteristiche della zona: MAGAZZINO MATERIE PRIME

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ($rt = 0,01$)

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

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)

Protezioni antincendio: manuali ($rp = 0,5$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1

Alimentato dalla linea LINEA ELETTRICA BT

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

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Impianto interno: IMPIANTO SEGNALE

Alimentato dalla linea LINEA ELETTRICA BT

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m^2) ($Ks3 = 1$)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: MAGAZZINO MATERIE PRIME

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 30

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 3850



Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 1,46E-06$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 2,93E-06$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: **MAGAZZINO MATERIE PRIME**

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Caratteristiche della zona: **MAGAZZINO AMPLIAMENTO 2024**

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ($rt = 0,01$)

Rischio di incendio: ordinario ($rf = 0,01$)

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)

Protezioni antincendio: manuali ($rp = 0,5$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: **IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1**

Alimentato dalla linea **LINEA ELETTRICA BT**

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

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: IV ($PSPD = 0,05$)

Impianto interno: **IMPIANTO TD**

Alimentato dalla linea **LINEA SEGNALE TELEFONICO - TD**

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m^2) ($Ks3 = 1$)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: **MAGAZZINO AMPLIAMENTO 2024**

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 4

Numero totale di persone nella struttura: 30

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 3850



Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 5,86E-06$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,17E-06$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: MAGAZZINO AMPLIAMENTO 2024

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

FREQUENZA DI DANNO

Z1: ESTERNO

FS1: 0,00E+00

FS2: 0,00E+00

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 0,00E+00

Z2: PRODUZIONE

FS1: 9,44E-02

FS2: 1,26E+00

FS3: 5,62E-02

FS4: 2,05E-01

Totale: 1,62E+00

Z3: MAGAZZINI

FS1: 9,44E-02

FS2: 1,26E+00

FS3: 5,62E-02

FS4: 2,05E-01

Totale: 1,62E+00

Z4: MAGAZZINO MATERIE PRIME

FS1: 9,44E-02



FS2: 1,26E+00

FS3: 1,40E-02

FS4: 6,14E-01

Totale: 1,98E+00

Z5: MAGAZZINO AMPLIAMENTO 2024

FS1: 9,44E-02

FS2: 1,27E+00

FS3: 5,07E-02

FS4: 2,05E-01

Totale: 1,62E+00

AREE DI RACCOLTA E NUMERO ANNUO DI EVENTI PERICOLOSI

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 4,15E-02 km²

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 6,23E-01 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 9,44E-02

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 2,83E+00

Linee elettriche

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

ENERGIA

LINEA ELETTRICA BT

AL = 0,006000 km²

AI = 0,600000 km²

LINEA ELETTRICA MT - BT

AL = 0,040000 km²

AI = 4,000000 km²

LINEA SEGNALE TELEFONICO - TD



AL = 0,040000 km²

AI = 4,000000 km²

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

LINEA ELETTRICA BT

NL = 0,006825

NI = 0,682500

LINEA ELETTRICA MT - BT

NL = 0,009100

NI = 0,910000

LINEA SEGNALE TELEFONICO - TD

NL = 0,045500

NI = 4,550000

VALORI DELLE PROBABILITÀ P PER LA STRUTTURA NON PROTETTA

Zona Z1: ESTERNO

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

Zona Z2: PRODUZIONE

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 1) = 1,00E+00

PC (IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 2) = 1,00E+00

PC (IMPIANTI SEGNALE) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 1) = 1,60E-05

PM (IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 2) = 1,60E-05



PM (IMPIANTI SEGNALE) = 4,44E-01

PM = 4,44E-01

PU (IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 1) = 1,00E+00

PV (IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 1) = 1,00E+00

PW (IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 1) = 1,00E+00

PZ (IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 1) = 3,00E-01

PU (IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 2) = 6,00E-01

PV (IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 2) = 6,00E-01

PW (IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 2) = 6,00E-01

PZ (IMPIANTI ELETTRICI DA CABINA 2) = 0,00E+00

PU (IMPIANTI SEGNALE) = 8,00E-01

PV (IMPIANTI SEGNALE) = 8,00E-01

PW (IMPIANTI SEGNALE) = 8,00E-01

PZ (IMPIANTI SEGNALE) = 0,00E+00

Zona Z3: MAGAZZINI

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,00E+00

PC (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 2) = 1,00E+00

PC (IMPIANTO SEGNALE) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,60E-05

PM (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 2) = 1,60E-05

PM (IMPIANTO SEGNALE) = 4,44E-01

PM = 4,44E-01

PU (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,00E+00

PV (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,00E+00

PW (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,00E+00

PZ (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 3,00E-01

PU (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 2) = 6,00E-01

PV (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 2) = 6,00E-01

PW (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 2) = 6,00E-01



PZ (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 2) = 0,00E+00

PU (IMPIANTO SEGNALE) = 8,00E-01

PV (IMPIANTO SEGNALE) = 8,00E-01

PW (IMPIANTO SEGNALE) = 8,00E-01

PZ (IMPIANTO SEGNALE) = 0,00E+00

Zona Z4: MAGAZZINO MATERIE PRIME

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,00E+00

PC (IMPIANTO SEGNALE) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,60E-05

PM (IMPIANTO SEGNALE) = 4,44E-01

PM = 4,44E-01

PU (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,00E+00

PV (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,00E+00

PW (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,00E+00

PZ (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 3,00E-01

PU (IMPIANTO SEGNALE) = 1,00E+00

PV (IMPIANTO SEGNALE) = 1,00E+00

PW (IMPIANTO SEGNALE) = 1,00E+00

PZ (IMPIANTO SEGNALE) = 6,00E-01

Zona Z5: MAGAZZINO AMPLIAMENTO 2024

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,00E+00

PC (IMPIANTO TD) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 6,40E-03

PM (IMPIANTO TD) = 4,44E-01

PM = 4,48E-01

PU (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,00E+00



PV (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,00E+00

PW (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 1,00E+00

PZ (IMPIANTO ELETTRICO DA CABINA 1) = 3,00E-01

PU (IMPIANTO TD) = 8,00E-01

PV (IMPIANTO TD) = 8,00E-01

PW (IMPIANTO TD) = 8,00E-01

PZ (IMPIANTO TD) = 0,00E+00

Porto Mantovano, Gennaio 2024





VALORE NG



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 4,55 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **45,394395° N**

Longitudine: **10,460579° 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 2029.