



*Piattaforma polifunzionale di  
trattamento rifiuti  
Loc. Cà Ponticelle – Ravenna*


Nulla Osta di Fattibilità (N.O.F.)

D.Lgs. 26 giugno 2015, n. 105 e s.m.i., artt. 15 e 16

**RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA**  
**Piattaforma polifunzionale  
di trattamento rifiuti**

**ALLEGATO 3**  
**Relazione scariche atmosferiche**

<b>Approvato</b> HA	R. Boschi E. Zamagni		<b>Approvato</b> ER	G. Romano F. Lia	
<b>Controllato</b> HA	M. Facchini L. Pernetta		<b>Controllato</b> ER	E. Lagrotta V. D'Ippolito	
<b>Redatto</b> Golder		F. De Giorgi C. Zaffaroni P. Zoppellari			
<b>Cod. Doc.</b> HA	CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00		<b>Cod. Doc.</b> ER	160053-ENG-F-F5-2460_All.3	
<b>Rev.</b>	00	<b>Data</b>	09/09/2021	<b>Pagine</b>	1 di 88



**GOLDER**

## SOMMARIO

<b>A</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
A.1	CONTENUTO DEL DOCUMENTO .....	5
A.2	NORME DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA .....	7
<b>B</b>	<b>PROCEDURA ADOTTATA .....</b>	<b>8</b>
<b>C</b>	<b>INDIVIDUAZIONE STRUTTURE DA PROTEGGERE .....</b>	<b>10</b>
<b>D</b>	<b>VALUTAZIONE LOCALE N1+N2, RICONFEZIONAMENTO SOLIDI E TRITURAZIONE + SCONFEZIONAMENTO .....</b>	<b>19</b>
D.1.1	Densità annua di fulmini al suolo .....	19
D.1.2	Dati relativi alla struttura .....	19
D.1.3	Dati relativi alle linee elettriche esterne .....	19
D.1.4	Definizione e caratteristiche delle zone .....	20
D.2	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	20
D.3	VALUTAZIONI DEI RISCHI .....	21
D.3.1	Rischio $R_1$ : rischio di perdita di vite umane.....	21
D.3.2	Scelta delle misure di protezione .....	24
D.3.3	Conclusioni.....	27
D.3.4	Appendici .....	28
<b>E</b>	<b>VALUTAZIONE LOCALE N4 STOCCAGGIO SOLIDI SFUSI (ALTO CONTENUTO HC) .....</b>	<b>32</b>
E.1.1	Densità annua fulmini a terra.....	32
E.1.2	Dati relativi alla struttura .....	32
E.1.3	Dati relativi alle linee elettriche esterne .....	32
E.1.4	Definizione e caratteristiche delle zone .....	33
E.2	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLE STRUTTURE E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	33
E.3	VALUTAZIONI DEI RISCHI .....	34
E.3.1	Rischio $R_1$ perdita di vite umane.....	34
E.3.2	Scelta delle misure di protezione .....	37
E.3.3	Conclusioni.....	41
E.3.4	Appendici .....	41

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	2 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

<b>F</b>	<b>VALUTAZIONE LOCALE N7 STOCCAGGIO SOLIDI IN COLLI</b>	<b>46</b>
F.1.1	Densità annua dei fulmini a terra	46
F.1.2	Dati relativi alla struttura	46
F.1.3	Dati relativi alle linee elettriche esterne	46
F.1.4	Definizione e caratteristiche della zona	46
F.2	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLE STRUTTURE E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	47
F.3	VALUTAZIONE DEI RISCHI	48
F.3.1	Rischio R1: perdita di vite umane	48
F.3.2	Scelta delle misure di protezione	49
F.3.3	Conclusioni	49
F.3.4	Appendici	49
<b>G</b>	<b>VALUTAZIONE LOCALE N8 STOCCAGGIO LIQUIDI IN COLLI</b>	<b>53</b>
G.1.1	Densità annua di fulmini a terra	53
G.1.2	Dati relativi alla struttura	53
G.1.3	Dati relativi alle linee elettriche esterne	53
G.1.4	Definizione e caratteristica delle zone	53
G.2	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	54
G.3	VALUTAZIONE DEI RISCHI	55
G.3.1	Rischio R <sub>1</sub> : perdita di vite umane	55
G.3.2	Scelta delle misure di protezione	58
G.3.3	Conclusioni	62
G.3.4	Appendici	62
<b>H</b>	<b>VALUTAZIONE AREA N9 PARCO SERBATOI</b>	<b>67</b>
H.1.1	Densità annua di fulmini a terra	67
H.1.2	Dati relativi alle strutture	67
H.1.3	Dati relativi alle linee elettriche esterne	67
H.1.4	Definizione e caratteristiche delle zone	68
H.2	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	68
H.3	VALUTAZIONE DEI RISCHI	69
H.3.1	Rischio R1: perdita di vite umane	69

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	3 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

H.3.2	Scelta delle misure di protezione .....	70
H.3.3	Conclusioni.....	70
H.3.4	Appendice .....	70
<b>I</b>	<b>TABELLA RIASSUNTIVA DELLA VALUTAZIONE .....</b>	<b>74</b>
I.1	TABELLA RIASSUNTIVA R1 (DANNI A PERSONE).....	74
I.2	TABELLA RIASSUNTIVA DELLA FREQUENZA DI DANNO .....	76
<b>J</b>	<b>INDICAZIONI NORMATIVE RELATIVE A PUNTI SPECIFICI A BASE DELLA VALUTAZIONE .....</b>	<b>78</b>
J.1	ESCLUDIBILITA' DELL'AUMENTO DI RISCHIO DA SCARICHE ATMOSFERICHE QUANDO PRESENTI ZONE CLASSIFICATE AI FINI ATEX DA GUIDA CEI 81-29 .....	78
J.2	VERIFICA CONTINUITA' ELETTRICA DELLE ARMATURE E GENERALITA' DA EN 62305 – 3	79
J.3	DOCUMENTAZIONE A GIUSTIFICAZIONE DELLA CONTINUITA' DEI FERRI DI ARMATURA 80	
J.4	TIPICI ACCORGIMENTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA CONTINUITA' ELETTRICA DEI FERRI DI ARMATURA.....	81
<b>K</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>87</b>
K.1	COORDINATE SITO PONTICELLE .....	87
K.2	NUMERO DI FULMINI KM <sup>2</sup> /ANNO PER SITO PONTICELLE .....	88

### Allegati

TITOLO DELL'ALLEGATO	TAVOLA
Coordinate geografiche Sito	
Densità annua di fulmini a terra per chilometro quadrato (Ng)	
"LAYOUT SCARICHE ATMOSFERICHE"	CO 05 RA VA 01 RP PL 21.00

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	4 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## A PREMESSA

### A.1 CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine, ai sensi del DLgs 81/08 art. 28 e 80; eseguita per lo stato di progetto, relativamente ai luoghi di lavoro interni al sito definito "Cà Ponticelle", Ravenna (RA), di pertinenza HEA S.P.A. con sede legale in Via Berti Pichat 2/4 Bologna.

Nel sito sono presenti diversi edifici destinati ad attività lavorative connesse al trattamento rifiuti e serbatoi contenenti rifiuti pericolosi, infiammabili e non infiammabili. Possono essere individuate 4 strutture fondamentali, fra di loro effettivamente separate da separazioni superiori a REI 120.

Le condizioni comuni alle strutture sono le seguenti:

- Carico di incendio assunto per tutte le strutture, cautelativamente, maggiore di 800 MJ/m<sup>2</sup> (carico di incendio elevato ai sensi della norma CEI EN 62305-2);
- Collegamenti elettrici di potenza e collegamenti elettrici di segnale interni al sito disposti su pipe rack metallico collegato a terra in corrispondenza di ogni ingresso dei cavi elettrici internamente all'edificio;
- Distanze tali da poter considerare gli edifici fra di loro efficacemente separati nei confronti di possibili trasmissioni degli effetti dell'incendio (Assimilabili a REI 120) o effettive separazioni REI 120 e presenza di scaricatori di tensione sulle linee elettriche che passano da uno all'altro;

Gli edifici e le aree significativi ai fini della presente analisi sono costituiti da:

- A. Edificio N1+N2 locale riconfezionamento solidi e Triturazione + sconfezionamento;
- B. Edificio N4 Stoccaggio solidi sfusi (alto contenuto HC);
- C. Edificio N7 + N11 + N3 Stoccaggio solidi in colli più tettoia per stoccaggio solidi a basso potere calorifico;
- D. Edificio N8 Stoccaggio liquidi in colli;
- E. Area N9 Parco Serbatoi (rifiuti liquidi sfusi);

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	5 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Le informazioni relative a dimensioni e conformazioni del sito sono state ricavate dai seguenti disegni.

CO 05 RA VA 01 D1 PL 49.00	LAYOUT GENERALE PIATTAFORMA
CO 05 RA VA 01 D1 SB 59.00	N1 - N2 - PROSPETTI E SEZIONI
CO 05 RA VA 01 D1 SB 61.00	N.4 - SEZIONI E PROSPETTI
CO 05 RA VA 01 D1 SB 63.00	N.7 - SEZIONI E PROSPETTI
CO 05 RA VA 01 D1 SB 65.00	N8- N10 - SEZIONI E PROSPETTI
CO 05 RA VA 01 D1 SB 69.00	N.3 E N.11 - SEZIONI E PROSPETTI
CO 05 RA VA 00 D1 PL 55.00	PARCO SERBATOI N.9 - SEZIONI E PROSPETTI

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	6 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## A.2 NORME DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme CEI:

- CEI EN 62305-1: *"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali"* Edizione Febbraio 2013, e s.m.i.;
- CEI EN 62305-2: *"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"* Edizione Febbraio 2013, e s.m.i.;
- CEI EN 62305-3: *"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"* Edizione Febbraio 2013, e s.m.i.;
- CEI EN 62305-4: *"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"* Edizione Febbraio 2013 e s.m.i.;
- CEI 81-29 *"Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305"* edizione del novembre 2020
- CEI EN IEC 62858 *"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali )"* maggio 2020;
- D.Lgs. 09/04/08 n.81: *"Testo unico sulla salute e sulla sicurezza nei luoghi di lavoro"* e s.m.i..

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	7 di 88
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

## B PROCEDURA ADOTTATA

La valutazione del rischio è stata seguita la procedura indicata nella norma CEI EN 62305-2 edizione 2013-02 "Valutazione del rischio" (CEI 81-10/2).

Le elaborazioni sono state sviluppate con il programma ZEUS PLUS di TNE srl.

In relazione ai possibili rischi presenti, è stato valutato e contenuto entro i limiti previsti il valore del rischio " **$R_1$  perdita di vita umana**", mentre non risultano pertinenti rischi tipo " **$R_2$  perdita di servizio pubblico**" ed " **$R_3$  perdita di patrimonio culturale insostituibile**".

Non è stato valutato il rischio tipo " **$R_4$  perdita economica**" in quanto, da accordi con la committente, l'eventuale valutazione dettagliata potrà essere eseguita in fase di progettazione esecutiva, quando esattamente definiti i valori delle apparecchiature e gli eventuali costi assicurativi con i quali confrontare le spese di installazione di eventuali scaricatori di tensione (comunque nettamente inferiori al 10% del valore dell'impianto elettrico).

È stata comunque valutata la frequenza di danno tollerabile ( $F_T$ ), come definita nella guida CEI 81-29, assumendo come limite di danno all'impianto elettrico un valore di  $F_T$  pari a 0,1 corrispondente all'ipotesi di 1 guasto ogni 10 anni (Valore assunto in accordo con la committente). Allo scopo sono state prese in considerazione caratteristiche di linee elettriche coerenti con le possibili linee elettriche entranti nelle strutture analizzate.

La valutazione del rischio  $R_I$  è stata condotta sulla base di informazioni (dati iniziali) fornite dalla committente e di seguito riportate. Nella determinazione di alcuni parametri, qualora non presenti situazioni considerate nella norma CEI EN 62305-2:2013, si sono assunti valori relativi a situazioni simili o peggiorative (intese come condizioni di aumento del rischio in caso di scarica atmosferica) in modo da fornire comunque risultati a favore della sicurezza.

Per ciascun rischio considerato si effettuano i seguenti passi:

- identificazione delle componenti  $R_X$  che contribuiscono al rischio;
- calcolo della componente di rischio identificata  $R_X$ ;
- calcolo del rischio totale  $R$  (es.  $R_I$ : perdita di vite umane);
- identificazione del rischio tollerabile  $R_T$ ;
- confronto del rischio totale  $R$  con quello tollerabile  $R_T$ .

Se  $R \leq R_T \Rightarrow$  la protezione contro il fulmine non è necessaria.

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	8 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



Se  $R > R_T \Rightarrow$  devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere  $R \leq R_T$  per tutti i rischi a cui è interessata la struttura.

Per la struttura valutata sono riportati i seguenti dati:

- Densità annua di fulmini a terra per chilometro quadrato ( $N_G$ );
- Dati relativi alla struttura;
- Dati relativi alle linee esterne;
- Definizione e caratteristiche delle zone in cui può essere divisa la struttura da valutare;
- Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne;
- Valutazione del Rischio  $R_1$  (perdita di vite umane):
  - calcolo del rischio  $R_1$ ;
  - analisi del rischio  $R_1$ ;
- Scelta delle misure di protezione ove necessario ed eventuale nuova analisi del rischio;
- Conclusioni;
- Appendici (relative alla struttura considerata):
  - caratteristiche della struttura;
  - caratteristiche delle linee elettriche;
  - caratteristiche delle zone;
  - aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi;
  - valori delle probabilità  $P$  per la struttura non protetta.
- Appendice pianta e area di raccolta:
  - - pianta della struttura;
  - - grafico area di raccolta per fulminazione diretta AD.

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	9 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## C INDIVIDUAZIONE STRUTTURE DA PROTEGGERE

L'individuazione delle strutture da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione delle aree di raccolta.

Le strutture che si vogliono proteggere coincidono con interi edifici a sé stanti, fisicamente separati 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.

Per quanto attiene la posizione planimetrica delle strutture da proteggere all'interno del sito in oggetto si rimanda all'elaborato grafico ove rappresentate le strutture analizzate

Sono oggetto della valutazione i seguenti edifici e aree considerati rappresentativi di quanto presente in sito.

- A. Edificio N1+N2 locale riconfezionamento solidi e Triturazione + sconfezionamento
- B. Edificio N4 Stoccaggio solidi sfusi (alto contenuto HC)
- C. Edificio N7 + N11 + N3 Stoccaggio solidi in colli + tettoie ricovero rifiuti a basso potere calorifico
- D. Edificio N8+ N10 Stoccaggio liquidi in colli per TMD + riconfezionamento e lavaggio cisternette
- E. Area N9 Parco Serbatoi (rifiuti liquidi sfusi)

I dati di partenza della valutazione sono indicati nella Tabella 1 seguente

Tabella 1 – dati di input per la valutazione

CARATTERISTICHE STRUTTURA	VALORE				
Denominazione struttura	Riconfezionamento; Triturazione e sconfezionamento solidi	Stoccaggio solidi sfusi alto contenuto HC	Stoccaggio solidi in colli + tettoia per solidi basso contenuto HC	Stoccaggio liquidi in colli per TMD	Parco Serbatoi
Rischio derivante da Destinazione d'uso <sup>(9)</sup>	industriale	industriale	industriale	industriale	industriale
Dimensioni in pianta (metri)	40 x 25	45 x 43	79 x 40	43 x 48	4 x 4
Altezza struttura (metri)	13,5	15	10	10	12
Altezza massima struttura	13,5	15	10	10	12

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	10 di 88
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

CARATTERISTICHE STRUTTURA		VALORE			
Denominazione struttura	Riconfezionamento; Triturazione e sconfezionamento solidi	Stoccaggio solidi sfusi alto contenuto HC	Stoccaggio solidi in colli + tettoia per solidi basso contenuto HC	Stoccaggio liquidi in colli per TMD	Parco Serbatoi
Coefficiente di posizione della struttura e suo intorno <sup>(1)</sup>	Circondato edifici altezza uguale o inferiore	Circondato edifici altezza uguale o inferiore	Circondato edifici altezza uguale o inferiore	Circondato edifici altezza uguale o inferiore	Circondato edifici altezza uguale o inferiore
Schermatura della struttura e sue caratteristiche <sup>(2)</sup>	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente	Non presente
Struttura dotata di LPS (Assente, Livello I, II, III, IV)	Assente	Assente	assente	Assente	Assente
Condizioni particolari della struttura <sup>(3)</sup>	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna
CARATTERISTICHE LINEA ENERGIA (potenza)	Caratteristiche variabili lungo la linea: presenti 3 sezioni	Caratteristiche variabili lungo la linea: presenti 3 sezioni	Caratteristiche variabili lungo la linea: presenti 3 sezioni	Caratteristiche variabili lungo la linea: presenti 4 sezioni	Alimentazione pompe
Tipo di installazione (Linea assente, Interrata, Aerea) (linea in canale metallico su rack collegato a terra è stata considerata interrata)	Collegamento a cabina; interrata Sezione 2 Trasformatore MT/BT; Sezione 3 Struttura cabina	Collegamento a cabina; interrata Sezione 2 Trasformatore MT/BT; Sezione 3 Struttura cabina	Collegamento a cabina; interrata Sezione 2 Trasformatore MT/BT; Sezione 3 Struttura cabina	Collegamento a cabina; interrata Sezione 2 Trasformatore MT/BT; Sezione 3 Struttura cabina	Prevalentemente e in canale o tubo metallico
Tipo linea (Linea BT, con trasformatore MT/BT)	Trasformatore MT/BT	Trasformatore MT/BT	Trasformatore MT/BT	Trasformatore MT/BT	BT
Lunghezza linea energia (m) <sup>(10)</sup>	50 m sezione 1	50 m sezione 1	120 m sezione 1	50 m sezione 1 50 m sezione 2	50 m
Schermatura della linea energia ( $\Omega/\text{km}$ , Non schermata)	Non schermata	Non schermata	Non schermata	$1 < R < 5 \Omega/\text{km}$ Per entrambi le sezioni	Non schermata
Coefficiente ambientale linea energia <sup>(4)</sup>	Suburbano	Suburbano	Urbano (quasi interamente fra due edifici vicini)	Suburbano	suburbano
Linea entrante posato in tubo o canale metallico chiuso (Si, No)	no	no	no	no	Prevalentemente e in canale metallico chiuso
Linea entrante sotto fitta rete di terra magliata (Si, No)	no	no	no	no	no
Linea con neutro messo a terra in più punti (Si, No)	no	no	no	no	no

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	11 di 88
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

CARATTERISTICHE STRUTTURA	VALORE				
	Riconfezionamento; Triturazione e sconfezionamento solidi	Stoccaggio solidi sfusi alto contenuto HC	Stoccaggio solidi in colli + tettoia per solidi basso contenuto HC	Stoccaggio liquidi in colli per TMD	Parco Serbatoi
Presenza SPD arrivo linea energia (Assenti, Livello I, II, III, IV)	assenti	Assenti	Assenti	Assenti	no
Struttura connessa alla linea energia ( $L_J \times W_J \times H_J$ ) (da considerare se linea meno di $L_{max}$ <sup>(11)</sup> )	17 x 5 x h 7	17 x 5 x h 7	17 x 5 x h 7	17 x 5 x h 7	7 x 4 x h 3
Coefficiente di posizione struttura connessa e suo intorno <sup>(1)</sup>	in area con oggetti di altezza uguale o inferiore	in area con oggetti di altezza uguale o inferiore	in area con oggetti di altezza uguale o inferiore	in area con oggetti di altezza uguale o inferiore	in area con oggetti di altezza uguale o inferiore
<b>CARATTERISTICHE LINEA SEGNALE O TLC</b>	<b>Caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso</b>	<b>Caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso</b>	<b>Caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso</b>	<b>Caratteristiche variabili lungo la linea: presenti 3 sezioni</b>	<b>Caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso</b>
Tipo di installazione (Linea assente, Interrata, Aerea)	Interrata	Interrata	Interrata	Interrata	Prevalentemente e in canale metallico chiuso
Lunghezza linea segnale (m) <sup>(10)</sup>	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	50 m
Schermatura della linea segnale ( $\Omega/km$ , Non schermata)	$5 < R \leq 20$ ohm/km	$5 < R \leq 20$ ohm/km	$5 < R \leq 20$ ohm/km	$5 < R \leq 20$ ohm/km	$1 < R \leq 5$ ohm/km
Coefficiente ambientale linea segnale <sup>(4)</sup>	Suburbano	Suburbano	Suburbano	Suburbano	Suburbano
Linea entrante posato in tubo o canale metallico (Si, No)	No	No	No	No	Prevalentemente e in canale metallico chiuso
Linea entrante sotto fitta rete di terra magliata (Si, No)	No	No	No	No	No
Presenza SPD arrivo linea segnale (Assenti, Livello I, II, III, IV)	assenti	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti
Struttura connessa alla linea segnale ( $L_J \times W_J \times H_J$ ) (da considerare se linea meno di 1000 m)	-----	-----	-----	-----	7 x 4 x h 3
Coefficiente di posizione struttura connessa e suo intorno <sup>(1)</sup>	In area con oggetti di altezza uguale o inferiore	In area con oggetti di altezza uguale o inferiore	-----	in area con oggetti di altezza uguale o inferiore	In area con oggetti di altezza uguale o inferiore
<b>CARATTERISTICHE ZONA ESTERNA</b>					<b>Considerata unica zona</b>
Tipo di suolo esterno entro 3 m dalla struttura	Asfalto	Asfalto	Asfalto	Asfalto	

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	12 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

CARATTERISTICHE STRUTTURA	VALORE				
Denominazione struttura	Riconfezionamento; Triturazione e sconfezionamento solidi	Stoccaggio solidi sfusi alto contenuto HC	Stoccaggio solidi in colli + tettoia per solidi basso contenuto HC	Stoccaggio liquidi in colli per TMD	Parco Serbatoi
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo <sup>(5)</sup>	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	
Rapporto $\gamma = n_z / n_t$ <sup>(12)</sup>	1/2	1/2	1/2	1/2	
Tempo in ore presenza persone/anno <sup>(12)</sup>	5000	5000	5000	5000	
<b>CARATTERISTICHE ZONA INTERNA</b>					<b>Zona unica</b>
Massimo grado delle zone classificate ATEX (Assenti, Zona 0, 1, 2, 20, 21, 22)  <b>Nota:</b> Vedi relazione tecnica di classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione	Zona 1; Zona 21	Zona 1; Zona 21	Assenti	Zona 2;	Zona 2;
Provvedimenti per evitare scariche dirette sulla zona pericolosa	Non presenti <sup>(15)</sup>	Non presenti <sup>(15)</sup>	Non presenti <sup>(15)</sup>	Non presenti <sup>(15)</sup>	Non presenti <sup>(15)</sup>
Pericoli particolari - Livello di panico <sup>(6)</sup>	Ridotto	Ridotto	Ridotto	Ridotto	Ridotto
Rischio incendio <sup>(7)</sup>	elevato	Ridotto	Elevato	elevato	elevato
Protezioni antincendio <sup>(8)</sup>	Automatiche	Automatiche	manuali	Automatiche	Automatiche
Schermatura della zona <sup>(2)</sup>	assente	assente	assente	assente	assente
Tipo di pavimentazione interna	cemento	cemento	cemento	cemento	cemento
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo <sup>(5)</sup>	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna
Rapporto $\gamma = n_z / n_t$ <sup>(14)</sup>	1/1	1/1	1/1	1/1	
Tempo in ore presenza persone /anno <sup>(14)</sup>	5000	5000	5000	5000	5000
Il danno si può estendere a strutture circostanti o all'ambiente (Si, No) (es. emissioni chimiche pericolose o radioattive)	NO	NO	NO	NO	NO
Rapporto $\gamma_2 = n_z / n_t$ (relativo al rischio R2)	Non Applicabile	Non Applicabile	Non Applicabile	Non Applicabile	Non Applicabile
<b>CARATTERISTICHE IMPIANTI PRESENTI ZONA INTERNA 1</b>	<b>Uso energia elettrica</b>	<b>Uso energia elettrica</b>	<b>Uso energia elettrica</b>	<b>Uso energia elettrica</b>	<b>Uso energia elettrica</b>

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	13 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

CARATTERISTICHE STRUTTURA	VALORE				
Denominazione struttura	Riconfezionamento; Triturazione e sconfezionamento solidi	Stoccaggio solidi sfusi alto contenuto HC	Stoccaggio solidi in colli + tettoia per solidi basso contenuto HC	Stoccaggio liquidi in colli per TMD	Parco Serbatoi
Collegati con la linea	Potenza	Potenza	Potenza	Potenza	Potenza
Precauzioni cablaggi interni	Conduttore e PE stesso percorso	Conduttore e PE stesso percorso	Conduttore e PE stesso percorso	Conduttore e PE stesso percorso	Cavo schermato o canale metallico
Tensione di tenuta ad impulso $U_w$ in kV (1 - 1,5 - 2,5 - 4 - 6)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Presenza SPD impianti interni (Assenti, Livello I, II, III, IV)	Assenti (PSPD=1)	Assenti (PSPD=1)	Assenti (PSPD=1)	Assenti (PSPD=1)	Assenti (PSPD=1)
Presenza interfacce isolanti a protezione degli impianti interni	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna
<b>CARATTERISTICHE IMPIANTI PRESENTI ZONA INTERNA 1</b>	<b>Segnale</b>	<b>Segnale</b>	<b>Segnale</b>	<b>Segnale</b>	<b>Segnale</b>
Collegati con la linea	segnale	segnale	segnale	segnale	segnale
Precauzioni cablaggi interni	Cavo schermato o canale metallico	Cavo schermato o canale metallico	Cavo schermato o canale metallico	Cavo schermato o canale metallico	Cavo schermato o canale metallico
Tensione di tenuta ad impulso $U_w$ in kV (1 - 1,5 - 2,5 - 4 - 6)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Presenza SPD impianti interni (Assenti, Livello I, II, III, IV)	Assenti (PSPD=1)	Assenti (PSPD=1)	Assenti (PSPD=1)	Assenti (PSPD=1)	Assenti (PSPD=1)
Presenza interfacce isolanti a protezione degli impianti interni	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna	Nessuna

Il volume della struttura considerata è approssimato per eccesso con un parallelepipedo contenente la struttura stessa ed eventuali sporgenze in modo da fornire risultati a favore della sicurezza;

#### Legenda abbreviazioni e simboli utilizzati nelle tabelle:

- L, W: dimensioni massime in pianta della struttura;
- H: altezza massima della struttura;
- BT: linea in bassa tensione;
- Linea MT/BT: linea in media tensione con trasformazione BT all'interno struttura;

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	14 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

$\square$ :	rapporto tra nr. di persone nella zona (nz) e nr. di persone nella struttura (nt), (assumendo $\square$ pari a 1 si assume il caso più cautelativo);
ATEX	zone classificate per presenza di atmosfere esplosive, (zone 0, 1, 2, 20, 21, 22);
SPD	scaricatori di sovratensione;
LPS	sistema di protezione contro la fulminazione diretta della struttura.

- (1) Il coefficiente di posizione tiene conto di oggetti o alberi circostanti la struttura entro una distanza dalla struttura stessa pari a  $3 \times H$  m, e può avere i seguenti valori:
- **Maggiori:** se la struttura è circondata da oggetti/alberi di altezza più elevata;
  - **Uguali o inferiori:** se la struttura è circondata da oggetti/alberi di altezza uguale o inferiore;
  - **Isolata:** se non sono presenti altri oggetti/alberi nelle vicinanze (entro  $3 \times H$ );
  - **Isolata in cima ad una collina:** se non sono presenti altri oggetti/alberi nelle vicinanze (entro  $3 \times H$ ) ed inoltre la struttura si trova in cima ad una collina o montagna.
- (2) La schermatura della struttura o della zona può assumere i seguenti valori:
- **Assente:** se la struttura o la zona non è dotata di nessuna schermatura;
  - **Maglia X:** se la struttura o la zona è dotata di schermatura a maglia con lato di maglia pari a X (X espresso in metri);
  - **Continua:** se la struttura o la zona è dotata di schermatura continua con spessore  $\geq 0,1$  mm.
- (3) Le condizioni particolari di una struttura sono legate alla presenza della maglia di terra e alla continuità elettrica della struttura e del tetto e può assumere i seguenti valori:
- **Rete magliata:** se presente una rete magliata di equipotenzialità conforme alla norma CEI EN 62305-4 [Se tutte le parti metalliche della struttura (ferri di armatura del cemento armato elettricamente continui, facciate metalliche, pavimenti metallici, guide degli ascensori, tubazioni metalliche, telai metallici di porte e finestre, schermi metallici di locali, canali metallici portacavi, schermi metallici dei cavi, barre di equipotenzialità, ecc.) sono state collegate fra loro e all'impianto di terra con connessioni multiple in modo da realizzare una rete di equipotenzialità];
  - **Struttura portante metallica:** se l'edificio ha una struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura elettricamente continui o gettati in opera;

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	15 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- **Struttura portante e tetto metallico:** se l'edificio ha una struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura elettricamente continui o gettati in opera e con tetto metallico;
  - **Nessuna:** se non è presente nessuna delle condizioni sopra dette.
- (4) Il coefficiente ambientale di una linea tiene conto dell'efficacia della schermatura degli edifici a seconda della densità edilizia della zona e dell'altezza degli edifici presenti e può assumere i seguenti valori:
- **Urbano alti:** se la linea ha un percorso con edifici nel suo intorno maggiori di 20 m;
  - **Urbano:** se la linea ha un percorso con edifici nell'intorno compresi tra 20 m e 10 m;
  - **Suburbano:** se la linea ha un percorso con edifici nel suo intorno minori di 10 m;
  - **Rurale:** se la linea ha un percorso senza edifici nel suo intorno.
- (5) Le misure di protezione contro le tensioni di contatto e di passo riguardano la superficie del suolo all'esterno della struttura e la pavimentazione all'interno della struttura, l'isolamento o l'inaccessibilità delle parti in tensione, e possono assumere i seguenti valori (anche più di una):
- **Nessuna:** se non è presente nessuna protezione;
  - **Cartelli monitori:** se sono presenti cartelli di avviso per tale pericolo;
  - **Isolamento:** se è presente un isolamento elettrico delle parti pericolose accessibili (es. le calate) con un rivestimento in PVC spesso almeno 3 mm;
  - **Barriera:** se è presente una recinzione o barriera di protezione verso le parti pericolose accessibili;
  - **Terreno equipotenziale:** se è presente un equipotenzializzazione del suolo con una fitta rete metallica (solo per zone esterne).
- (6) Il livello di panico tiene conto di particolari condizioni esistenti in una struttura che possono contribuire ad aumentare la perdita di vite umane conseguenti ad un incendio innescato da una scarica pericolosa dovuta al fulmine, e può assumere i seguenti valori:
- **Nessuno:** se la struttura è limitata ad un piano con agevoli ed evidenti vie d'esodo ed un numero di persone inferiore a 10;
  - **Ridotto:** se la struttura limitata a due piani ed un numero di persone inferiore a 100;
  - **Medio:** per strutture destinate ad eventi culturali o sportivi con un numero di partecipanti compreso tra 100 e 1000 persone;

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	16 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



- **Elevato:** per strutture destinate ad eventi culturali o sportivi con un numero di partecipanti maggiore di 1000 persone);
  - **Difficoltà di evacuazione:** per strutture con presenza di persone impossibilitate a muoversi, ospedali, case di cura, ecc.).
- (7) Il rischio incendio tiene conto del carico specifico d'incendio (rapporto tra carico d'incendio totale espresso in MJ e la sua area complessiva espressa in  $m^2$ ) della struttura e può assumere i seguenti valori:
- **Nulla:** se non sono presenti materiali combustibili;
  - **Ridotto:** se il carico specifico di incendio è inferiore a  $400 \text{ MJ/m}^2$  o se la struttura contiene solo una modesta quantità di materiali combustibili;
  - **Ordinario:** se il carico specifico di incendio è compreso tra  $400 \text{ MJ/m}^2$  e  $800 \text{ MJ/m}^2$ ;
    - **Elevato:** se il carico specifico di incendio è superiore a  $800 \text{ MJ/m}^2$ , oppure se la struttura è realizzata con materiale combustibile o dotata di copertura di materiale combustibile.
- (8) Le protezioni antincendio tengono conto delle misure adottate contro l'incendio e possono assumere i seguenti valori:
- **Nessuna:** se non sono presenti misure di protezione contro l'incendio;
  - **Manuali:** se è presente almeno una delle seguenti misure: estintori, impianto fisso di estinzione operato manualmente, impianto di allarme manuale, idranti, compartimentazione antincendio, vie di fuga protette;
  - **Automatiche:** se è presente almeno una delle seguenti misure: impianto fisso di estinzione operato automaticamente, impianto di allarme automatico (solo se protetto contro le sovratensioni ed altri danneggiamenti e se i VVF o la squadra interna antincendio può intervenire entro 10 minuti dalla segnalazione).
- (9) come destinazione di uso, in relazione alle possibili scelte indicate dalla normativa pertinente, si è assimilata l'attività presente ad attività industriale.
- (10) Lunghezze massime come da guida CEI 81-29, rischio connesso a linee MT con trasformatore in arrivo nettamente inferiore a linee BT con arrivo diretto:
- (11) Se le linee hanno lunghezza pari alla lunghezza massima si possono escludere le strutture collegate all'altro capo della linea (ricordare che i pipe rack sono collegati a terra all'ingresso degli edifici).
- (12) per l'esterno degli edifici, cautelativamente, è stata considerata presenza di persone corrispondente al 50% delle persone interne all'edificio e per un tempo pari a 5000 ore/anno

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	17 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- (13) Adottati provvedimenti da guida CEI 81-29 per evitare incremento di rischio dovuto ad atmosfere ATEX
- (14) Per l'interno degli edifici, cautelativamente, è stata considerata presenza di persone corrispondente al 100% delle persone interne all'edificio e per un tempo pari a 5000 ore/anno (cautelative anche nell'ipotesi di 2 turni di lavoro annuo)
- (15) È stata richiesta la continuità elettrica dei ferri di armatura delle strutture e la loro accessibilità.

In fase di progettazione esecutiva potrà essere fatta la scelta di utilizzare le armature metalliche come calate captatori e dispersori o di realizzare veri e propri LPS Isolati.

**Nota:** nei casi di incertezza nel determinare il parametro corretto, si assegna, in modo cautelativo, il valore più critico per fornire comunque risultati a favore della sicurezza.

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	18 di 88
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

## D VALUTAZIONE LOCALE N1+N2, RICONFEZIONAMENTO SOLIDI E TRITURAZIONE + SCONFEZIONAMENTO

### D.1.1 Densità annua di fulmini al suolo

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

$$N_G = 2,64 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### D.1.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

$$A \text{ (m): } 40 \quad B \text{ (m): } 25 \quad H \text{ (m): } 13,5 \quad H_{\max} \text{ (m): } 13,5$$

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: industriale o assimilabile

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

L'edificio ha struttura e copertura in cemento armato con ferri d'armatura continui.

### D.1.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di segnale: segnale
- Linea di energia: potenza

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

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	19 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

#### **D.1.4 Definizione e caratteristiche delle zone**

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

$Z_1$ : esterno

$Z_2$ : interno

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.

## **D.2 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE**

L'area di raccolta dei fulmini sulla struttura ( $A_D$ ) è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

L'area di raccolta dei fulmini in prossimità della struttura ( $A_M$ ), che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

Le aree di raccolta dei fulmini sulla linea ( $A_L$ ) e dei fulmini in prossimità della linea ( $A_I$ ) 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.

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	20 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

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.

### D.3 VALUTAZIONI DEI RISCHI

#### D.3.1 Rischio $R_1$ : rischio di perdita di vite umane

##### Calcolo del Rischio $R_1$

I valori delle componenti ed il valore del rischio  $R_1$  sono di seguito indicati.

Zona esterno edificio/area ( $Z_1$ )	
Componente di Rischio	Valore
fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi ( $R_A$ ):	4,06E-10
<b>Totale:</b>	<b>4,06E-10</b>
$Z_2$ : interno edificio/area	
fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi ( $R_A$ ):	8,14E-07
fulmine su una struttura : danni meccanici immediati, incendio e/o esplosione dovuta al plasma incandescente del canale stesso, o al riscaldamento dei conduttori connesso con il fluire della corrente (sovratemperatura inaccettabili), o alla carica trasportata (fusione del metallo), incendio e/o esplosione provocati da scariche dovute a sovratensioni risultanti da accoppiamenti resistivi e induttivi e dal fluire di parte della corrente di fulmine ( $R_b$ ):	1,63E-05
fulmine su una struttura : guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP ( $R_C$ ):	8,14E-05
fulmine in prossimità di una struttura : guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP ( $R_M$ ):	7,52E-11
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante ( $R_V$ ) (linea potenza):	3,37E-09
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante ( $R_V$ ) (linea potenza):	6,73E-08
fulmine su una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura	1,30E-06

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	21 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

<b>(<math>R_W</math>)</b> (linea potenza):	
fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP	0,00E+00
<b>(<math>R_Z</math>)</b> (linea potenza):	
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante	1,36E-08
<b>(<math>R_V</math>)</b> (linea segnale):	
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante	2,73E-07
<b>(<math>R_V</math>)</b> (linea segnale):	
fulmine su una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura	2,73E-05
<b>(<math>R_W</math>)</b> (linea segnale):	
fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP	0,00E+00
<b>(<math>R_Z</math>)</b> (linea segnale):	
<b>Totale:</b>	<b>1,27E-04</b>

Valore totale del rischio  $R_1$  per la struttura: 1,27E-04

### Analisi del Rischio $R_1$

Il rischio complessivo  $R_1 = 1,27E-04$  è maggiore di quello tollerato  $R_T = 1,00E-05$  occorre adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La composizione delle componenti che concorrono a formare il rischio  $R_1$ , espressi in percentuale del valore di  $R_1$  per la struttura, è indicata di seguito con i seguenti raggruppamenti

$R_D$	$R_A + R_B + R_C$ il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura
$R_I$	$R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$ il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura
$R_S$	$R_A + R_U$ il rischio connesso alla perdita di esseri viventi
$R_F$	$R_B + R_V$ il rischio connesso al danno fisico
$R_O$	$R_M + R_C + R_W + R_Z$ il rischio connesso all'avaria degli impianti interni.

Z1 - esterno

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	22 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

$$R_D = 0,0003 \%$$

$$R_I = 0 \%$$

$$\text{Totale} = 0,0003 \%$$

$$R_S = 0,0003 \%$$

$$R_F = 0 \%$$

$$R_O = 0 \%$$

$$\text{Totale} = 0,0003 \%$$

$Z_2$  - interno

$$R_D = 77,3074 \%$$

$$R_I = 22,6923 \%$$

$$\text{Totale} = 99,9997 \%$$

$$R_S = 0,6522 \%$$

$$R_F = 13,0449 \%$$

$$R_O = 86,3026 \%$$

$$\text{Totale} = 99,9997 \%$$

I dati sopra indicati, evidenziano che il rischio  $R_1$  per la struttura si verifica essenzialmente nelle seguenti zone:

$Z_2$  - interno (99,9997 %)

- in gran parte per avaria degli impianti interni
- a causa principalmente della fulminazione diretta della struttura
- il contributo principale al valore del rischio  $R_1$  nella zona è dato dalle seguenti componenti di rischio:

$$R_C = 63,8906 \%$$

Avaria degli impianti interni per fulminazione diretta della struttura

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	23 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

$$R_W(\text{segnale}) = 21,3940 \%$$

Avaria degli impianti interni per fulminazione diretta della linea

### **D.3.2 Scelta delle misure di protezione**

Per ridurre il rischio  $R_1$  a valori non superiori a quello tollerabile  $R_T = 1E-05$ , è necessario agire sulle seguenti componenti:

- $R_B$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

- $R_C$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

- $R_W$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

adottando una o più delle possibili misure di protezione seguenti:

- per la componente B:

1) LPS

2) Mezzi e impianti di rivelazione e/o estinzione incendio, compartimenti antincendio

- per la componente C:

1) Sistema di SPD

2) Interfaccia isolante e schermatura

- per la componente W:

1) Sistema di SPD

2) Interfaccia isolante

3) Aumento tensione di tenuta apparecchiature

Tenuto conto della fattibilità tecnica, in relazione anche ai vincoli da rispettare, per la protezione della struttura in esame sono state scelte le misure di protezione seguenti:

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	24 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



- dotare l'edificio di un LPS di classe IV ( $P_b = 0,2$ )
- nella zona  $Z_2$  - interno:

Impianto interno: potenza

- Sistema di SPD - livello: II

Impianto interno: segnale

- Sistema di SPD - livello: II

Sulla Linea  $L_1$  - potenza:

- SPD arrivo linea - livello: II

Sulla Linea  $L_2$  - segnale:

- SPD arrivo linea - livello: II

L'adozione di queste misure di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Zona $Z_1$ : esterno	
Probabilità che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione $P_A$	2,00E-01
Probabilità che un fulmine su una struttura causi danno materiale $P_B$	0,2
Probabilità che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni $P_C$	0,00E+00
Probabilità che un fulmine in prossimità una struttura causi guasti negli impianti interni $P_M$	0,00E+00
$r_t$ coefficiente riduzione per pavimentazione	0,00001
$r_p$ coefficiente riduzione rischio incendio	---
$r_f$ coefficiente riduzione per rischio esplosione	---
$h$ incremento rischi particolari	---
Zona $Z_2$ : interno	
Probabilità che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione $P_A$	2,00E-01
Probabilità che un fulmine su una struttura causi danno materiale $P_B$	0,2
$P_C$ (linea potenza)	2,00E-02

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	25 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

$P_C$ (linea segnale)	2,00E-02
Probabilità che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni $P_C$	3,96E-02
$P_M$ (linea potenza)	3,20E-11
$P_M$ (linea segnale)	2,00E-10
Probabilità che un fulmine in prossimità una struttura causi guasti negli impianti interni $P_M$	2,32E-10
Probabilità che un fulmine su un servizio causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione $P_U$ (linea potenza)	1,20E-02
Probabilità che un fulmine su una linea causi danno materiale $P_V$ (linea potenza)	1,20E-02
Probabilità che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni $P_W$ (linea potenza)	1,20E-02
Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni $P_Z$ (linea potenza)	0,00E+00
Probabilità che un fulmine su un servizio causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione $P_U$ (linea segnale)	1,80E-02
Probabilità che un fulmine su una linea causi danno materiale $P_V$ (linea segnale)	1,80E-02
Probabilità che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni $P_W$ (linea segnale)	1,80E-02
Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni $P_Z$ (linea segnale)	0,00E+00
$r_t$ coefficiente riduzione per pavimentazione	0,01
$r_p$ coefficiente riduzione rischio incendio	1
$r_f$ coefficiente riduzione per rischio esplosione	0,1
$h$ incremento rischi particolari	2

### Rischio $R_1$ : perdita di vite umane

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta sono di seguito indicati.

$Z_1$ : esterno

$R_A$ : 8,13E-11

**Totale: 8,13E-11**

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	26 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

$Z_2$ : interno

$R_A$ : 1,63E-07

$R_B$ : 3,26E-06

$R_C$ : 3,22E-06

$R_M$ : 1,50E-12

$R_U$  (linea potenza): 1,35E-09

$R_V$  (linea potenza): 2,69E-08

$R_W$  (linea potenza): 1,35E-07

$R_Z$  (linea potenza): 0,00E+00

$R_U$  (linea segnale): 5,45E-09

$R_V$  (linea segnale): 1,09E-07

$R_W$  (linea segnale): 5,45E-07

$R_Z$  (linea segnale): 0,00E+00

**Totale: 7,47E-06**

Valore totale del rischio  $R_1$  per la struttura: 7,47E-06.

### D.3.3 Conclusioni

A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue.

Rischi che non superano il valore tollerabile:  $R_1$

**Secondo la norma CEI EN 62305-2 la struttura è protetta contro le fulminazioni.**

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	27 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

### D.3.4 Appendici

#### APPENDICE: Caratteristica delle strutture

Dimensioni: A (m): 40    B (m): 25    H (m): 13,5    Hmax (m): 13,5  
 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 = 2,64

#### APPENDICE: Caratteristiche linee elettriche

##### Caratteristiche della linea: potenza

Tipo di linea: energia  
 SPD ad arrivo linea: Assente  
 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 = 50  
 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): 17    B (m): 5    H (m): 7  
 Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

##### Caratteristiche della linea: segnale

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:  $5 < R \leq 20$  ohm/km  
 Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 17    B (m): 5    H (m): 7  
 Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore  
 SPD ad arrivo linea: assente

#### APPENDICE: 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

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	28 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Valori medi delle perdite per la zona: esterno  
 Numero di persone nella zona: 1  
 Numero totale di persone nella struttura: 2  
 Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000  
 Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = 2,85E-08$   
 Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: esterno  
 Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: interno  
 Tipo di zona: interna  
 Tipo di pavimentazione: cemento ( $rt = 0,01$ )  
 Rischio di esplosione - Zona 1, 21 ( $rf = 0,1$ )  
 Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ( $h = 2$ )  
 Protezioni antincendio:  $rp = 1$   
 Schermatura di zona: assente  
 Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna  
 Impianto interno: potenza  
     Alimentato dalla linea potenza  
     Tipo di circuito: Conduttori e PE sullo stesso percorso (spire fino a  $10\text{ m}^2$ ) ( $Ks3 = 0,2$ )  
     Tensione di tenuta: 2,5 kV  
     Sistema di SPD - livello: Assente ( $PSPD = 1$ )  
     Frequenza di danno tollerabile: 0,1  
 Impianto interno: segnale  
     Alimentato dalla linea segnale  
     Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ( $Ks3 = 0,0001$ )  
     Tensione di tenuta: 1,0 kV  
     Sistema di SPD - livello: Assente ( $PSPD = 1$ )  
     Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: interno  
 Rischio 1  
 Numero di persone nella zona: 1  
 Numero totale di persone nella struttura: 1  
 Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000  
 Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 5,71E-05$   
 Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R1)  $LC = LM = LW = LZ = 5,71E-03$   
 Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 1,14E-03$   
 Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: interno  
 Rischio 1: Ra Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

#### APPENDICE: Frequenza di danno

Impianto interno 1  
 - Zona: interno

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	29 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- Linea: potenza
- Circuito: potenza
- FS Totale: 0,0151
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

#### Impianto interno 2

- Zona: interno
- Linea: segnale
- Circuito: segnale
- FS Totale: 0,0191
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

A seguito dell'adozione delle misure di protezione scelte, la frequenza di danno si modifica come di seguito indicato:

#### Impianto interno 1

- Zona: interno
- Linea: potenza
- Circuito: potenza
- FS Totale: 0,0003
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

#### Impianto interno 2

- Zona: interno
- Linea: segnale
- Circuito: segnale
- FS Totale: 0,0004
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

### APPENDICE: Area di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.

#### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 1,08E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 4,30E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 1,43E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 1,14E+00$

#### Linee elettriche

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

$AL = 0,002000 \text{ km}^2$

$AI = 0,200000 \text{ km}^2$

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	30 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

potenza

AL = 0,002000 km<sup>2</sup>

AI = 0,200000 km<sup>2</sup>

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

segnale

NL = 0,000295

NI = 0,132000

potenza

NL = 0,000295

NI = 0,132000

#### **APPENDICE: Valori della 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: interno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (potenza) = 1,00E+00

PC (segnale) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (potenza) = 1,60E-09

PM (segnale) = 1,00E-08

PM = 1,16E-08

PU (potenza) = 3,00E-02

PV (potenza) = 3,00E-02

PW (potenza) = 6,00E-01

PZ (potenza) = 0,00E+00

PU (segnale) = 4,50E-02

PV (segnale) = 4,50E-02

PW (segnale) = 9,00E-01

PZ (segnale) = 0,00E+00

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	31 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

**E VALUTAZIONE LOCALE N4 STOCCAGGIO SOLIDI SFUSI (ALTO CONTENUTO HC)****E.1.1 Densità annua fulmini a terra**

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura vale:

$$Ng = 2,64 \text{ fulmini/anno km}^2$$

**E.1.2 Dati relativi alla struttura**

Le dimensioni massime della struttura sono:

$$A \text{ (m): } 45 \quad B \text{ (m): } 43 \quad H \text{ (m): } 15 \quad H_{\max} \text{ (m): } 15$$

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
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio  $R_f$ ;

L'edificio ha tetto e struttura portante in cemento armato con ferri d'armatura continui.

**E.1.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne**

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: potenza
- Linea di segnale: segnale

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

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	32 di 88
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	



### **E.1.4 Definizione e caratteristiche delle zone**

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

$Z_1$ : esterno

$Z_2$ : interno

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.

## **E.2 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLE STRUTTURE E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE**

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

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

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

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

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	33 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

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.

### E.3 VALUTAZIONI DEI RISCHI

#### E.3.1 *Rischio R1 perdita di vite umane*

##### Calcolo del Rischio R1

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

Zona esterno edificio/area ( $Z_1$ )	
Componente di Rischio	Valore
fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi ( $R_A$ ):	6,09E-10
<b>Totale:</b>	<b>6.09E-10</b>
$Z_2$ : interno edificio/area	
fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi ( $R_A$ ):	1,22E-06
fulmine su una struttura : danni meccanici immediati, incendio e/o esplosione dovuta al plasma incandescente del canale stesso, o al riscaldamento dei conduttori connesso con il fluire della corrente (sovratemperatura inaccettabili), o alla carica trasportata (fusione del metallo), incendio e/o esplosione provocati da scariche dovute a sovratensioni risultanti da accoppiamenti resistivi e induttivi e dal fluire di parte della corrente di fulmine ( $R_b$ ):	1,22E-06
fulmine su una struttura :guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP ( $R_c$ ):	1,22E-04
fulmine in prossimità di una struttura guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP ( $R_M$ ):	1,08E-07
Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. ( $R_u$ ) (linea potenza):	1,11E-07
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante ( $R_v$ ) (linea potenza):	2,23E-06
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante	6,73E-08

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	34 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

<b>(R<sub>V</sub>)</b> (linea potenza):	
fulmine su una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura <b>(R<sub>W</sub>)</b> (linea potenza):	1,11E-05
fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP <b>(R<sub>Z</sub>)</b> (linea potenza):	2,26E-04
Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. <b>(R<sub>U</sub>)</b> ( linea segnale):	1,51E-06
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante <b>(R<sub>V</sub>)</b> (linea segnale):	3,01E-05
fulmine su una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura <b>(R<sub>W</sub>)</b> (linea segnale):	1,51E-04
fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP <b>(R<sub>Z</sub>)</b> (linea segnale):	0,00E+00
<b>Totale:</b>	<b>5.07E-04</b>

Valore totale del rischio  $R_1$  per la struttura: 5,07E-04

### Analisi del Rischio $R_1$

Il rischio complessivo  $R_1 = 5,07E-04$  è maggiore di quello tollerato  $R_T = 1E-05$ , occorre adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La composizione delle componenti che concorrono a formare il rischio  $R_1$ , espressi in percentuale del valore di  $R_1$  per la struttura, è indicata di seguito con i seguenti raggruppamenti

$R_D$	$R_A + R_B + R_C$ il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura
$R_I$	$R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$ il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura
$R_S$	$R_A + R_U$ il rischio connesso alla perdita di esseri viventi
$R_F$	$R_B + R_V$ il rischio connesso al danno fisico
$R_O$	$R_M + R_C + R_W + R_Z$

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	35 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

	il rischio connesso all'avaria degli impianti interni.
--	--

$Z_1$  - esterno

$R_D = 0,0001 \%$

$R_I = 0 \%$

Totale = 0,0001 %

$R_S = 0,0001 \%$

$R_F = 0 \%$

$R_O = 0 \%$

Totale = 0,0001 %

$Z_2$  - interno

$R_D = 25,9266 \%$

$R_I = 74,0733 \%$

Totale = 99,9999 %

$R_S = 0,4984 \%$

$R_F = 9,9672 \%$

$R_O = 89,5344 \%$

Totale = 99,9999 %

I dati sopra indicati, evidenziano che il rischio  $R_1$  per la struttura si verifica essenzialmente nelle seguenti zone:

$Z_2$  - interno (99,9999 %)

- in gran parte per avaria degli impianti interni
- a causa principalmente della fulminazione indiretta della struttura

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	36 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- il contributo principale al valore del rischio  $R_1$  nella zona è dato dalle seguenti componenti di rischio:

$$R_C = 21,4270 \%$$

Avaria degli impianti interni per fulminazione diretta della struttura

$$R_Z (\text{energia}) = 39,6796 \%$$

Avaria degli impianti interni per fulminazione indiretta della linea

$$R_W (\text{Segnale}) = 26,4531 \%$$

Avaria degli impianti interni per fulminazione diretta della linea

### **E.3.2 Scelta delle misure di protezione**

Per ridurre il rischio  $R_1$  a valori non superiori a quello tollerabile  $R_T = 1E-05$ , è necessario agire sulle seguenti componenti:

- $R_B$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

- $R_C$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

- $R_M$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

- $R_W$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

- $R_Z$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

adottando una o più delle possibili misure di protezione seguenti:

- per la componente B:

1) LPS

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	37 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- 2) Mezzi e impianti di rivelazione e/o estinzione incendio, compartimenti antincendio
- per la componente C:
  - 1) Sistema di SPD
  - 2) Interfaccia isolante e schermatura
- per la componente V:
  - 1) LPS
  - 2) SPD arrivo linea
  - 3) Mezzi e impianti di rivelazione e/o estinzione incendio, compartimenti antincendio
  - 4) Interfaccia isolante
  - 5) Aumento tensione di tenuta apparecchiature
- per la componente W:
  - 1) Sistema di SPD
  - 2) Interfaccia isolante
  - 3) Aumento tensione di tenuta apparecchiature
- per la componente Z:
  - 1) Sistema di SPD
  - 2) Interfaccia isolante
  - 3) Aumento tensione di tenuta apparecchiature

Tenuto conto della fattibilità tecnica, in relazione anche ai vincoli da rispettare, per la protezione della struttura in esame sono state scelte le misure di protezione seguenti:

- dotare l'edificio di un LPS di classe II ( $P_b = 0,05$ )
- nella zona  $Z_2$  - interno:

Impianto interno: potenza

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	38 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- Sistema di SPD - livello: I

Impianto interno: segnale

- Sistema di SPD - livello: I

- Sulla Linea  $L_1$  - potenza:

- SPD arrivo linea - livello: I

- Sulla Linea  $L_2$  - segnale:

- SPD arrivo linea - livello: I

L'adozione di queste misure di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Zona $Z_1$ : esterno	
Probabilità che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione $P_A$	5,00E-02
Probabilità che un fulmine su una struttura causi danno materiale $P_B$	0,05
Probabilità che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni $P_C$	0,00E+00
Probabilità che un fulmine in prossimità una struttura causi guasti negli impianti interni $P_M$	0,00E+00
$r_t$ coefficiente riduzione per pavimentazione	0,00001
$r_p$ coefficiente riduzione rischio incendio	---
$r_f$ coefficiente riduzione per rischio esplosione	---
$h$ incremento rischi particolari	---
Zona $Z_2$ : interno	
Probabilità che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione $P_A$	5,00E-02
Probabilità che un fulmine su una struttura causi danno materiale $P_B$	0,05
$P_C$ (linea potenza)	1,00E-02
$P_C$ (linea segnale)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni $P_C$	1,99E-02
$P_M$ (linea potenza)	1,60E-07

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	39 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

$P_M$ (linea segnale)	1,00E-10
Probabilità che un fulmine in prossimità una struttura causi guasti negli impianti interni $P_M$	1,60E-07
Probabilità che un fulmine su un servizio causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione $P_U$ (linea potenza)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine su una linea causi danno materiale $P_V$ (linea potenza)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni $P_W$ (linea potenza)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni $P_Z$ (linea potenza)	3,00E-03
Probabilità che un fulmine su un servizio causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione $P_U$ (linea segnale)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine su una linea causi danno materiale $P_V$ (linea segnale)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni $P_W$ (linea segnale)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni $P_Z$ (linea segnale)	0,00E+00
$r_t$ coefficiente riduzione per pavimentazione	0,01
$r_p$ coefficiente riduzione rischio incendio	1
$r_f$ coefficiente riduzione per rischio esplosione	0,1
$h$ incremento rischi particolari	2

### Rischio $R_1$ : perdita di vite umane

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta sono di seguito indicati.

$Z_1$ : esterno

$R_A$ : 3,05E-11

**Totale: 3,05E-11**

$Z_2$ : interno

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	40 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



$R_A$ : 6,11E-08

$R_B$ : 1,22E-06

$R_C$ : 2,43E-06

$R_M$ : 1,08E-09

$R_U$ (energia): 1,11E-09

$R_V$ (energia): 2,23E-08

$R_W$ (energia): 1,11E-07

$R_Z$ (energia): 2,26E-06

$R_U$ (Segnale): 1,51E-08

$R_V$ (Segnale): 3,01E-07

$R_W$ (Segnale): 1,51E-06

$R_Z$ (Segnale): 0,00E+00

**Totale: 7,93E-06**

Valore totale del rischio  $R_1$  per la struttura: 7,93E-06

### E.3.3 Conclusioni

A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue.

Rischi che non superano il valore tollerabile:  $R_1$

**Secondo la norma CEI EN 62305-2 la struttura è protetta contro le fulminazioni.**

### E.3.4 Appendici

#### Appendici: Caratteristica della struttura

Dimensioni: A (m): 45    B (m): 43    H (m): 15    Hmax (m): 15

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

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	41 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km<sup>2</sup>) Ng = 2,64

## Appendici: Caratteristiche delle linee elettriche

### Caratteristiche della linea: potenza

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 = 50

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): 17 B (m): 05 H (m): 7

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

### Caratteristiche della linea: segnale

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) L = 50

Resistività (ohm x m)  $\rho$  = 400

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

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

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 17 B (m): 5 H (m): 7

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore.

## Appendice: 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

Valori medi delle perdite per la zona: esterno

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 2

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	42 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = 2,85E-08$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: esterno

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: interno

Tipo di zona: interna

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

Rischio di esplosione - Zona 1, 21 ( $rf = 0,1$ )

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

Protezioni antincendio:  $rp = 1$

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: potenza

Alimentato dalla linea potenza

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

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: segnale

Alimentato dalla linea segnale

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ( $Ks3 = 0,0001$ )

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: interno

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 5,71E-05$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R1)  $LC = LM = LW = LZ = 5,71E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 1,14E-03$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: interno

Rischio 1: Ra Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

#### Appendice: Frequenza di danno

Impianto interno 1

- Zona: interno
- Linea: potenza
- Circuito: potenza
- FS Totale: 0,063
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	43 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- Circuito protetto: SI

#### Impianto interno 2

- Zona: interno
- Linea: segnale
- Circuito: segnale
- FS Totale: 0,0478
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

A seguito dell'adozione delle misure di protezione scelte, la frequenza di danno si modifica come di seguito indicato:

#### Impianto interno 1

- Zona: interno
- Linea: potenza
- Circuito: potenza
- FS Totale: 0,0006
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

#### Impianto interno 2

- Zona: interno
- Linea: segnale
- Circuito: segnale
- FS Totale: 0,0005
- Frequenza di danno tollerabile: 0,1
- Circuito protetto: SI

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

#### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD =  $1,36E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM =  $4,46E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND =  $1,80E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM =  $1,18E+00$

#### Linee elettriche

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

potenza

AL =  $0,002000 \text{ km}^2$

AI =  $0,200000 \text{ km}^2$

segnale

AL =  $0,002000 \text{ km}^2$

AI =  $0,200000 \text{ km}^2$

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

potenza

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	44 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

NL = 0,001320

NI = 0,132000

segnale

NL = 0,026400

NI = 2,640000

#### **APPENDICE: Valori della 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: interno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (energia) = 1,00E+00

PC (Segnale) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (energia) = 1,60E-05

PM (Segnale) = 1,00E-08

PM = 1,60E-05

PU (energia) = 1,00E+00

PV (energia) = 1,00E+00

PW (energia) = 1,00E+00

PZ (energia) = 3,00E-01

PU (Segnale) = 1,00E+00

PV (Segnale) = 1,00E+00

PW (Segnale) = 1,00E+00

PZ (Segnale) = 0,00E+00

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	45 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## F VALUTAZIONE LOCALE N7 STOCCAGGIO SOLIDI IN COLLI

### F.1.1 Densità annua dei fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura vale:

$$N_g = 2,64 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### F.1.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 79      B (m): 40      H (m): 10      Hmax (m): 10

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  $R_f$ ;

L'edificio ha copertura e struttura portante in cemento armato con ferri d'armatura continui.

### F.1.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: potenza
- Linea di segnale: segnale

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

### F.1.4 Definizione e caratteristiche della zona

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	46 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- 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:

$Z_1$ : esterno

$Z_2$ : interno

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.

## **F.2 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLE STRUTTURE E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE**

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

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

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

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

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

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	47 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

### F.3 Valutazione dei rischi

#### F.3.1 *Rischio R1: perdita di vite umane*

##### Calcolo del rischio $R_1$

I valori delle componenti ed il valore del rischio  $R_1$  sono di seguito indicati.

Zona esterno edificio/area ( $Z_1$ )	
Componente di Rischio	Valore
fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi ( $R_A$ ):	4,93E-10
<b>Totale:</b>	<b>4.93E-10</b>
$Z_2$ : interno edificio/area	
fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi ( $R_A$ ):	9,87E-07
fulmine su una struttura : danni meccanici immediati, incendio e/o esplosione dovuta al plasma incandescente del canale stesso, o al riscaldamento dei conduttori connesso con il fluire della corrente (sovratemperatura inaccettabili), o alla carica trasportata (fusione del metallo), incendio e/o esplosione provocati da scariche dovute a sovratensioni risultanti da accoppiamenti resistivi e induttivi e dal fluire di parte della corrente di fulmine ( $R_b$ ):	1,97E-06
Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. ( $R_u$ ) (linea potenza):	7,23E-08
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante ( $R_v$ ) (linea potenza):	2,23E-06
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante ( $R_v$ ) (linea potenza):	1,44E-07
Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. ( $R_u$ ) ( linea segnale):	1,36E-06
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante ( $R_v$ ) (linea segnale):	2,71E-06
<b>Totale:</b>	<b>7,24E-06</b>

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 7,24E-06.

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	48 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



## Analisi del Rischio

Il rischio complessivo  $R_1 = 7,24E-06$  è inferiore a quello tollerato  $R_T = 1E-05$ .

### F.3.2 Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo  $R_1 = 7,24E-06$  è inferiore a quello tollerato  $R_T = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

### F.3.3 Conclusioni

Rischi che non superano il valore tollerabile:  $R_1$

**Secondo la norma CEI en 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria.**

### F.3.4 Appendici

#### Appendice: Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 79 B (m): 40 H (m): 10 Hmax (m): 10

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>)  $Ng = 2,64$

#### Appendice: Caratteristiche delle linee elettriche

##### Caratteristiche della linea: potenza

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)  $L = 120$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 17 B (m): 5 H (m): 7

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea ( $C_d$ ): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	49 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

**Caratteristiche della linea: segnale**

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:  $5 < R \leq 20$  ohm/km

**Appendice: Caratteristica 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

Valori medi delle perdite per la zona: esterno

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 2

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a  $R_1$ )  $LA = 2,85E-08$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: esterno

Rischio 1:  $R_a$

Caratteristiche della zona: interno

Tipo di zona: interna

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

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

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: potenza

Alimentato dalla linea potenza

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a  $10 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,2$ )

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Impianto interno: segnale

Alimentato dalla linea segnale

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ( $K_{s3} = 0,0001$ )

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: interno

Rischio 1

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	50 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 5,71E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 1,14E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: interno

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

### Appendice: Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: interno

Linea: potenza

Circuito: uso energia

FS Totale: 0,0376

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: interno

Linea: segnale

Circuito: segnali

FS Totale: 0,0411

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

### Appendice: Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

#### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 1,31E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 4,68E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 1,73E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 1,24E+00$

Linee elettriche

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

potenza

$AL = 0,004800 \text{ km}^2$

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	51 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

AI = 0,480000 km<sup>2</sup>

segnale

AL = 0,004000 km<sup>2</sup>

AI = 4,000000 km<sup>2</sup>

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

potenza

NL = 0,000634

NI = 0,063360

segnale

NL = 0,00264

NI = 2,64000

#### Appendice: 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: interno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (uso energia) = 1,00E+00

PC (segnali) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (uso energia) = 6,40E-03

PM (segnali) = 1,00E-08

PM = 6,40E-03

PU (uso energia) = 1,00E+00

PV (uso energia) = 1,00E+00

PW (uso energia) = 1,00E+00

PZ (uso energia) = 3,00E-01

PU (segnali) = 9,00E-01

PV (segnali) = 9,00E-01

PW (segnali) = 9,00E-01

PZ (segnali) = 0,00E+00

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	52 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## G VALUTAZIONE LOCALE N8 STOCCAGGIO LIQUIDI IN COLLI

### G.1.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura vale:

$$Ng = 2,64 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### G.1.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 43      B (m): 48      H (m): 10      Hmax (m): 10

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  $R_f$ ;

L'edificio ha copertura e struttura portante in cemento armato con ferri d'armatura continui.

### G.1.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: segnale
- Linea di energia: potenza

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

### G.1.4 Definizione e caratteristica delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	53 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- 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:

$Z_1$ : esterna

$Z_2$ : interno

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

## **G.2 Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne**

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

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

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

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

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

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	54 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

### G.3 VALUTAZIONE DEI RISCHI

#### G.3.1 Rischio $R_1$ : perdita di vite umane

##### Calcolo del rischio $R_1$

I valori delle componenti ed il valore del rischio  $R_1$  sono di seguito indicati.

Zona esterno edificio/area ( $Z_1$ )	
Componente di Rischio	Valore
fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi ( $R_A$ ):	3,91E-10
<b>Totale:</b>	<b>3.91E-10</b>
$Z_2$ : interno edificio/area	
fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi ( $R_A$ ):	7,84E-07
fulmine su una struttura : danni meccanici immediati, incendio e/o esplosione dovuta al plasma incandescente del canale stesso, o al riscaldamento dei conduttori connesso con il fluire della corrente (sovratemperatura inaccettabili), o alla carica trasportata (fusione del metallo), incendio e/o esplosione provocati da scariche dovute a sovratensioni risultanti da accoppiamenti resistivi e induttivi e dal fluire di parte della corrente di fulmine ( $R_b$ ):	1,57E-05
fulmine su una struttura : guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP ( $R_c$ ):	7,84E-05
fulmine in prossimità di una struttura guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP ( $R_M$ ):	4,33E-05
Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. ( $R_u$ ) (linea potenza):	7,23E-08
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante ( $R_v$ ) (linea potenza):	1,45E-06
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante ( $R_v$ ) (linea potenza):	1,45E-06
fulmine su una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura ( $R_w$ ) (linea potenza):	7,23E-06

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	55 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP ( $R_Z$ ) (linea potenza):	1,09E-04
Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. ( $R_U$ ) (linea segnale):	1,51E-06
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante ( $R_V$ ) (linea segnale):	3,01E-05
fulmine su una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti alle sovratensioni che si localizzano sulle linee entranti e che sono trasmesse alla struttura ( $R_W$ ) (linea segnale):	1,51E-04
fulmine in prossimità di una linea entrante nella struttura: guasti o malfunzionamenti degli impianti interni dovuti al LEMP ( $R_Z$ ) (linea segnale):	0,00E+00
<b>Totale:</b>	<b>4,38E-04</b>

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,38E-04

### Analisi del Rischio R1

Il rischio complessivo  $R1 = 4,38E-04$  è maggiore di quello tollerato  $RT = 1E-05$ , occorre adottare idonee misure di protezione per ridurlo.

La composizione delle componenti che concorrono a formare il rischio R1, espressi in percentuale del valore di R1 per la struttura, è indicata di seguito con i seguenti raggruppamenti

$RD$	$RA + RB + RC$ il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura
$RI$	$RM + RU + RV + RW + RZ$ il rischio dovuto alla fulminazione diretta della struttura
$RS$	$RA + RU$ il rischio connesso alla perdita di esseri viventi
$RF$	$RB + RV$ il rischio connesso al danno fisico
$RO$	$RM + RC + RW + RZ$ il rischio connesso all'avaria degli impianti interni.

$Z_1$  - esterna

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	56 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



$$R_D = 0,0002 \%$$

$$R_I = 0 \%$$

$$\text{Totale} = 0,0002 \%$$

$$R_S = 0,0002 \%$$

$$R_F = 0 \%$$

$$R_O = 0 \%$$

$$\text{Totale} = 0,0002 \%$$

$Z_2$  - interno

$$R_D = 21,6624 \%$$

$$R_I = 78,3375 \%$$

$$\text{Totale} = 99,9999 \%$$

$$R_S = 0,5398 \%$$

$$R_F = 10,7964 \%$$

$$R_O = 88,6637 \%$$

$$\text{Totale} = 99,9999 \%$$

I dati sopra indicati, evidenziano che il rischio  $R_I$  per la struttura si verifica essenzialmente nelle seguenti zone:

$Z_2$  - interno (99,9998 %)

- in gran parte per avaria degli impianti interni
- a causa principalmente della fulminazione sia diretta che indiretta della struttura
- il contributo principale al valore del rischio  $R_I$  nella zona è dato dalle seguenti componenti di rischio:

$$R_Z (\text{potenza}) = 24,7886 \%$$

Avaria degli impianti interni per fulminazione indiretta della linea

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	57 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

$R_W$  (segnale) = 34,4286 %

Avaria degli impianti interni per fulminazione diretta della linea

### G.3.2 Scelta delle misure di protezione

Per ridurre il rischio  $R_1$  a valori non superiori a quello tollerabile  $RT = 1E-05$ , è necessario agire sulle seguenti componenti:

- $R_B$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

- $R_C$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

- $R_M$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

- $R_V$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

- $R_W$  nelle zone:

$Z_2$  - interno

adottando una o più delle possibili misure di protezione seguenti:

- per la componente B:

1) LPS

2) Mezzi e impianti di rivelazione e/o estinzione incendio, compartimenti antincendio

- per la componente C:

1) Sistema di SPD

2) Interfaccia isolante e schermatura

- per la componente M:

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	58 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- 1) Sistema di SPD
  - 2) Schermatura totale o parziale della struttura
  - 3) Schermatura e/o disposizione dei circuiti interni
  - 4) Aumento tensione di tenuta apparecchiature
- per la componente V:
    - 1) LPS
    - 2) SPD arrivo linea
    - 3) Mezzi e impianti di rivelazione e/o estinzione incendio, compartimenti antincendio
    - 4) Interfaccia isolante
    - 5) Aumento tensione di tenuta apparecchiature
  - per la componente W:
    - 1) Sistema di SPD
    - 2) Interfaccia isolante
    - 3) Aumento tensione di tenuta apparecchiature
  - per la componente Z:
    - 1) Sistema di SPD
    - 2) Interfaccia isolante
    - 3) Aumento tensione di tenuta apparecchiature

Tenuto conto della fattibilità tecnica, in relazione anche ai vincoli da rispettare, per la protezione della struttura in esame sono state scelte le misure di protezione seguenti:

- dotare l'edificio di un LPS di classe IV ( $P_b = 0,2$ )
- nella zona  $Z_2$  - interno:

Impianto interno: potenza

- Sistema di SPD - livello: II

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	59 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Impianto interno: segnale

- Sistema di SPD - livello: II
- Sulla Linea  $L_1$  - segnale:
  - SPD arrivo linea - livello: II
- Sulla Linea  $L_2$  - potenza:
  - SPD arrivo linea - livello: II

L'adozione di queste misure di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Zona $Z_1$ : esterno	
Probabilità che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione $P_A$	2,00E-01
Probabilità che un fulmine su una struttura causi danno materiale $P_B$	0,2
Probabilità che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni $P_C$	0,00E+00
Probabilità che un fulmine in prossimità una struttura causi guasti negli impianti interni $P_M$	0,00E+00
$r_t$ coefficiente riduzione per pavimentazione	0,00001
$r_p$ coefficiente riduzione rischio incendio	---
$r_f$ coefficiente riduzione per rischio esplosione	---
$h$ incremento rischi particolari	---
Zona $Z_2$ : interno	
Probabilità che un fulmine sulla struttura causi danno ad esseri viventi per elettrocuzione $P_A$	2,00E-01
Probabilità che un fulmine su una struttura causi danno materiale $P_B$	0,2
$P_C$ (linea potenza)	1,00E-02
$P_C$ (linea segnale)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine su una struttura causi guasti negli impianti interni $P_C$	1,99E-02
$P_M$ (linea potenza)	6,40E-05
$P_M$ (linea segnale)	1,00E-10

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	60 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Probabilità che un fulmine in prossimità una struttura causi guasti negli impianti interni $P_M$	6,40E-05
Probabilità che un fulmine su un servizio causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione $P_U$ (linea potenza)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine su una linea causi danno materiale $P_V$ (linea potenza)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni $P_W$ (linea potenza)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni $P_Z$ (linea potenza)	3,00E-03
Probabilità che un fulmine su un servizio causi danno agli esseri viventi per elettrocuzione $P_U$ (linea segnale)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine su una linea causi danno materiale $P_V$ (linea segnale)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine su una linea causi guasti negli impianti interni $P_W$ (linea segnale)	1,00E-02
Probabilità che un fulmine in prossimità di una linea entrante causi guasti negli impianti interni $P_Z$ (linea segnale)	0,00E+00
$r_t$ coefficiente riduzione per pavimentazione	0,01
$r_p$ coefficiente riduzione rischio incendio	1
$r_f$ coefficiente riduzione per rischio esplosione	0,1
$h$ incremento rischi particolari	2

Rischio  $R_I$ : perdita di vite umane

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta sono di seguito indicati.

$Z_1$ : esterna

$R_A$ : 6,97E-11

**Totale: 6,97E-11**

$Z_2$ : interno

$R_A$ : 1,40E-07

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	61 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

$R_B$ : 2,79E-06

$R_C$ : 2,77E-06

$R_M$ : 3,12E-07

$R_U$  (potenza): 2,95E-09

$R_V$  (potenza): 5,90E-08

$R_W$  (potenza): 2,95E-07

$R_Z$  (potenza): 0,00E+00

$R_U$  (segnale): 7,70E-09

$R_V$  (segnale): 1,54E-07

$R_W$  (segnale): 7,70E-07

$R_Z$  (segnale): 0,00E+00

**Totale: 7,31E-06**

Valore totale del rischio  $R_1$  per la struttura: 7,31E-06

### G.3.3 Conclusioni

A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue.

Rischi che non superano il valore tollerabile:  $R_1$

**Secondo la norma CEI EN 62305-2 la struttura è protetta contro le fulminazioni.**

### G.3.4 Appendici

#### Appendice: Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 43    B (m): 48    H (m): 10    Hmax (m): 10

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

Schermo esterno alla struttura: assente

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	62 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km<sup>2</sup>)  $N_g = 2,64$

#### Appendice: Caratteristiche delle linee elettriche

##### Caratteristiche della linea: Energia

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)  $L = 120$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Sezione 2

Trasformatore MT/BT

Sezione 3

Struttura adiacente

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 17 B (m): 5 H (m): 7

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

##### Caratteristiche della linea: segnale

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:  $5 < R \leq 20$  ohm/km

#### Appendice: Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: esterna

Tipo di zona: esterna

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

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: esterna

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 2

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a  $R_1$ )  $LA = 2,85E-08$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: esterna

Rischio 1:  $R_a$

Caratteristiche della zona: interno

Tipo di zona: interna

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

Rischio di esplosione - Zona 2, 22

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	63 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

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

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

Protezioni antincendio:  $r_p = 1$

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: potenza

Alimentato dalla linea potenza

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 0,2$ )

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Impianto interno: segnale

Alimentato dalla linea segnale

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ( $K_{s3} = 0,0001$ )

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: interno

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 5000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 5,71E-05$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R1)  $LC = LM = LW = LZ = 5,71E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 1,14E-03$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: interno

Rischio 1:  $R_a \ R_b \ R_c \ R_m \ R_u \ R_v \ R_w \ R_z$

## Appendice: Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: interno

Linea: potenza

Circuito: potenza

FS Totale: 0,034

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: interno

Linea: segnale

Circuito: segnale

FS Totale: 0,0401

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	64 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



A seguito dell'adozione delle misure di protezione scelte, la frequenza di danno si modifica come di seguito indicato:

**Impianto interno 1**

Zona: interno

Linea: potenza

Circuito: potenza

FS Totale: 0,0003

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

**Impianto interno 2**

Zona: interno

Linea: segnale

Circuito: segnale

FS Totale: 0,0004

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

**Appendice: Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi**

**Struttura**

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 9,27E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 4,49E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 1,22E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 1,19E+00$

**Linee elettriche**

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

segnale

$AL = 0,004000 \text{ km}^2$

$AI = 0,400000 \text{ km}^2$

potenza

$AL = 0,004000 \text{ km}^2$

$AI = 0,400000 \text{ km}^2$

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

segnale

$NL = 0,002935$

$NI = 0,396000$

potenza

$NL = 0,002935$

$NI = 0,396000$

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	65 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

**Appendice: Valori di probabilità P per la struttura non protetta**

Zona Z1: esterna

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

Zona Z2: interno

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (potenza) = 1,00E+00

PC (segnale) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (potenza) = 6,40E-03

PM (segnale) = 1,00E-08

PM = 6,40E-03

PU (potenza) = 1,00E+00

PV (potenza) = 1,00E+00

PW (potenza) = 1,00E+00

PZ (potenza) = 3,00E-01

PU (segnale) = 1,00E+00

PV (segnale) = 1,00E+00

PW (segnale) = 1,00E+00

PZ (segnale) = 0,00E+00

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	66 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## H VALUTAZIONE AREA N9 PARCO SERBATOI

In area N9 verranno realizzati stoccaggi per liquidi infiammabili in serbatoi metallici esterni.

Realizzati in acciaio con inertizzato con azoto. In questo modo, accettando una disponibilità adeguata del sistema di inertizzazione, l'interno dei serbatoi sarà classificato come Zona 2

La valutazione del rischio connesso a questi sili viene condotta nell'ipotesi cautelativa di una struttura con identica base ma con altezza pari a 12 m (ipotesi di serbatoi metallici relativamente alti), presenza di persone che possano essere interessate da eventuali esplosioni pari al 100% delle persone presenti, tempo di presenza annuale di persone nell'intorno dei serbatoi 2000 ore/anno

Ne conseguono le seguenti valutazioni

### H.1.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura vale:

$$N_g = 2,64 \text{ fulmini/anno km}^2.$$

### H.1.2 Dati relativi alle strutture

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 4      B (m): 4      H (m): 12      Hmax (m): 12

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  $R_f$ ;

La struttura è completamente metallica

### H.1.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	67 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

- Linea di energia: segnale (controlli livello)
- Linea di energia: potenza (alimentazione pompe)

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

#### **H.1.4 Definizione e caratteristiche delle zone**

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

$Z_1$ : Struttura

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice Caratteristiche delle Zone.

## **H.2 Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne**

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

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

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

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	68 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

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.

### H.3 VALUTAZIONE DEI RISCHI

#### H.3.1 *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: Zona unica	
fulmine su una struttura: danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta alle tensioni di passo e di contatto causate da accoppiamenti resistivi e induttivi <b>(R<sub>A</sub>):</b>	3,51E-07
fulmine su una struttura: danni meccanici immediati, incendio e/o esplosione dovuta al plasma incandescente del canale stesso, o al riscaldamento dei conduttori connesso con il fluire della corrente (sovratemperatura inaccettabili), o alla carica trasportata (fusione del metallo), incendio e/o esplosione provocati da scariche dovute a sovratensioni risultanti da accoppiamenti resistivi e induttivi e dal fluire di parte della corrente di fulmine <b>(R<sub>B</sub>):</b>	7,02E-06
Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. <b>(R<sub>U</sub>) (linea potenza):</b>	0,00E-00
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante <b>(R<sub>V</sub>) (linea potenza):</b>	0,00E-00
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante <b>(R<sub>V</sub>) (linea potenza):</b>	0,00E-00
Fulmine su una linea, danno ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. <b>(R<sub>U</sub>) (linea segnale):</b>	0,00E-00
fulmine su una linea entrante nella struttura: incendio e/o esplosione iniziati da scariche dovute a sovratensioni e alle correnti di fulmine trasmesse tramite la linea entrante <b>(R<sub>V</sub>) (linea segnale):</b>	0,00E-00
<b>Totale:</b>	7,37E-06

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	69 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Valore totale del rischio  $R_1$  per la struttura: 7,37E-06

### Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo  $R_1 = 7,37E-06$  è inferiore a quello tollerato  $R_T = 1E-05$

### H.3.2 Scelta delle misure di protezione

Poiché il rischio complessivo  $R_1 = 7,37E-06$  è inferiore a quello tollerato  $R_T = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

### H.3.3 Conclusioni

Rischi che non superano il valore tollerabile:  $R_1$

**Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria.**

### H.3.4 Appendice

#### Appendice: Caratteristica della struttura

Dimensioni: A (m): 4      B (m): 4      H (m): 12      Hmax (m): 12

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>)  $N_g = 2,64$

#### Appendice: Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: potenza

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia per la maggior parte in canale metallico

Lunghezza (m)  $L = 50$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Linea per la maggior parte in tubo o canale metallico

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 7      B (m): 4      H (m): 3

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

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	70 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Caratteristiche della linea: segnale

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - energia per la maggior parte in canale metallico

Lunghezza (m)  $L = 100$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

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

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 7 B (m): 4 H (m): 3

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

### Appendice: Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

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

Rischio di esplosione - Zona 2, 22

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

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

Protezioni antincendio:  $r_p = 1$

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: potenza

Alimentato dalla linea potenza

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ( $K_{s3} = 0,0001$ )

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: segnale

Alimentato dalla linea segnale

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ( $K_{s3} = 0,0001$ )

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 5000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 5,71E-05$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R1)  $LC = LM = LW = LZ = 5,71E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 1,14E-03$

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	71 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

### Appendice: Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: Struttura

Linea: potenza

Circuito: potenza

FS Totale: 0,0

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: Struttura

Linea: segnali

Circuito: segnale

FS Totale: 0,0

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

### Appendice: Area di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

#### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 4,66E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 3,90E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 6,15E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 1,03E+00$

Linee elettriche

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

potenza

AL = 0,002000  $\text{km}^2$

AI = 0,200000  $\text{km}^2$

segnale

AL = 0,002000  $\text{km}^2$

AI = 0,200000  $\text{km}^2$

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

potenza

NL = 0,001320

NI = 0,132000

segnali

NL = 0,001320

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	72 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



NI = 0,132000

**Appendice: Valori delle probabilità P per la struttura non protetta**

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (potenza) = 0,00E+00

PC (segnale) = 0,00E+00

PC = 0,00E+00

PM (potenza) = 1,60E-09

PM (segnale) = 1,00E-08

PM = 1,16E-08

PU (potenza) = 0,00E+00

PV (potenza) = 0,00E+00

PW (potenza) = 0,00E+00

PZ (potenza) = 0,00E+00

PU (segnale) = 0,00E+00

PV (segnale) = 0,00E+00

PW (segnale) = 0,00E+00

PZ (segnale) = 0,00E+00

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	73 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

# I TABELLA RIASSUNTIVA DELLA VALUTAZIONE

## I.1 TABELLA RIASSUNTIVA R1 (DANNI A PERSONE)

Codice Locale	Denominazione Struttura	Dimensioni max $L \times W \times H$ [m]	Rischio $R_1$ $\times 10^{-5}$	ESITO Valutazione	Sistemi di protezione previsti	Rischio residuo $\times 10^{-5}$
N1+N2	Riconfezionamento, triturazione e sconsfezionamento solidi	40 x 25 x 13,5	12,7	Necessaria protezione	Necessario LPS livello IV con sistema SPD livello II per impianti interni di potenza e di segnale. Necessario, inoltre, SPD in ingresso linee di potenza e di segnale livello II. Possibile utilizzo componenti strutturali come elementi naturali dell'LPS	0,747
N4	Stoccaggio solidi sfusi (alto contenuto HC)	45 x 43 x 15	50,7	Necessaria Protezione	-Necessario LPS livello II Con sistema SPD livello I impianto interno di potenza; e di segnale. Necessario, inoltre, SPD in ingresso linea potenza e di segnale livello I. Possibile utilizzo componenti strutturali come elementi naturali dell'LPS	0,793
N7	Stoccaggio solidi in colli	79 x 40 x 10	0,724	Autoprotetta	-	-

Codice Locale	Denominazione Struttura	Dimensioni max $L \times W \times H$ [m]	Rischio $R_1$ $\times 10^{-5}$	ESITO Valutazione	Sistemi di protezione previsti	Rischio residuo $\times 10^{-5}$
N8	Stoccaggio liquidi in colli per TMD	43 x 48 x 10	43,8	Necessaria protezione	Necessario LPS livello IV Con sistema SPD livello II impianto interno di potenza; e di segnale. Necessario, inoltre, SPD in ingresso linea potenza e di segnale livello II. Possibile utilizzo componenti strutturali come elementi naturali dell'LPS.	0,731
N9	Parco Serbatoi	4 x 4 x 12	0,737	Previste solo protezioni con elementi naturali	Circuiti elettrici di segnale e potenza in tubo o canale metallico chiuso Collegamento a terra dei serbatoi in almeno un punto sulla circonferenza del serbatoio. Presenza di ballatoio in testa a serbatoi che impedisce la perforazione diretta o punto caldo del serbatoio. Eventuali captatori livello IV, opzionali, per evitare eventuale punto caldo dell'area classificata esterna a serbatoio	0,737

dove:

- L, W, H: dimensioni massime, in metri, del volume considerato (lunghezza, larghezza e altezza);
- $R_1$ : è il rischio di tipo 1 calcolato (perdite di vite umane);
- LPS: sistema di protezione contro la fulminazione diretta della struttura;
- SPD: scaricatore di sovratensione;

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	75 di 88
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

- Autoprotetta: indica che il rischio  $R_1$  calcolato è inferiore al rischio tollerabile  $R_T = 1,0 \times 10^{-5}$  senza adottare protezioni specifiche ;
- Rischio residuo: indica il rischio  $R_1$  calcolato quando applicati i sistemi di protezione previsti.

## I.2 TABELLA RIASSUNTIVA DELLA FREQUENZA DI DANNO

Aspetto collegato alla fruibilità della struttura e delle apparecchiature installate, protezione consigliata quando frequenza di danno superiore a  $10^{-1}$ , adozione di protezioni non obbligatoria.

Codice Locale	Denominazione Struttura	Frequenze di danno ( $\times 10^{-1}$ )	Esito	Protezioni consigliate	Livello raggiunto quando adottate protezioni consigliate ( $\times 10^{-1}$ )
N1+N2	Riconfezionamento, triturazione e sconfezionamento solidi	Zona $Z_2$ : interna, impianto potenza Totale: 0,003 Zona $Z_2$ : interna impianto segnale Totale: 0,004	Nessuna protezione consigliata su linee entranti e impianto di segnale in aggiunta a quanto già previsto per protezione R1	-----	-----
N4	Stoccaggio solidi sfusi (alto contenuto HC)	$Z_2$ : interno; Impianto potenza Totale: 0,006 $Z_2$ interno, Impianto segnale Totale 0,005	Nessuna protezione consigliata su linee entranti e impianto di segnale in aggiunta a quanto già previsto per protezione R1	-----	-----
N7	Stoccaggio solidi in colli	$Z_2$ : interno; Impianto potenza Totale: 0,376 $Z_2$ interno, Impianto segnale Totale 0,411	Nessuna protezione consigliata su linee entranti e impianto di segnale	-----	-----

Codice Locale	Denominazione Struttura	Frequenze di danno ( $\times 10^{-1}$ )	Esito	Protezioni consigliate	Livello raggiunto quando adottate protezioni consigliate ( $\times 10^{-1}$ )
N8	Stoccaggio liquidi in colli per TMD	$Z_2$ : interno; Impianto potenza Totale: 0,003 $Z_2$ interno, Impianto segnale Totale 0,004	Nessuna protezione consigliata su linee entranti e impianto di segnale in aggiunta a quanto già previsto per protezione R1	-----	-----
N9	Parco Serbatoi	$Z_2$ : interno; Impianto potenza Totale: 0,00 $Z_2$ interno, Impianto segnale Totale 0,00	Nessuna protezione consigliata su linee entranti e impianto di segnale in aggiunta a quanto già previsto per protezione R1	-----	-----

I valori delle frequenze di guasto ottenuti evidenziano che anche dal punto di vista della fruibilità delle attrezzature sono stati raggiunti valori ragionevoli essendo le stesse inferiori ai valori normalmente accettati.

Migliori valutazioni potranno essere condotte in fase di progettazione esecutiva, quando maggiormente dettagliati tutti gli aspetti, al fine di valutare eventuali aspetti di economicità dell'installazione di scaricatori in relazione a possibili perdite economiche per guasti alle attrezzature installate.

## J INDICAZIONI NORMATIVE RELATIVE A PUNTI SPECIFICI A BASE DELLA VALUTAZIONE

Si riportano di seguito alcuni stralci normativi a giustificazione di alcune scelte valutative e ad illustrazione di alcuni metodi per garantire accessibilità e continuità elettrica delle armature delle strutture edili.

### J.1 ESCLUDIBILITA' DELL'AUMENTO DI RISCHIO DA SCARICHE ATMOSFERICHE QUANDO PRESENTI ZONE CLASSIFICATE AI FINI ATEX DA GUIDA CEI 81-29

#### 2.9 Strutture con rischio di esplosione (Tab. C.5)

Ai fini di questa parte della Norma CEI EN 62305 le strutture con aree pericolose o contenenti materiali esplosivi solidi possono essere considerate strutture senza rischio di esplosione se è soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

- 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 Norma CEI EN 60079-10 e la Norma CEI EN 60079-10-2;
- c) la zona non può essere colpita direttamente dal fulmine e sono impediti scariche pericolose nella zona stessa.

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

- protette con LPS;
- con struttura portante metallica;
- in c.a. con ferri d'armatura continui;
- in c.a. gettato in opera, con i ferri d'armatura legati a regola d'arte edile

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.

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	78 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

## J.2 VERIFICA CONTINUITA' ELETTRICA DELLE ARMATURE E GENERALITA' DA EN 62305 – 3

### E.4.3.1 Generalità

Le strutture industriali sono frequentemente composte da sezioni realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera. In molti altri casi, le parti della struttura possono consistere di elementi prefabbricati o di strutture metalliche.

I ferri d'armatura nelle strutture in calcestruzzo armato, conformi a 4.3, possono essere usate come componenti naturali dell'LPS

Detti componenti naturali soddisfano i seguenti requisiti:

- sistema di calate in accordo con 5.3;
- sistema di dispersori in accordo con 5.4.

Il requisito relativo al massimo valore di resistenza complessiva di  $0,2 \Omega$  può essere verificato misurando la resistenza tra il sistema di captatori ed un collettore di terra a livello del terreno utilizzando un appropriato strumento atto a misure in configurazioni a quattro conduttori (due iniettanti la corrente e due di misura della caduta di tensione) come illustrato nella Fig. E.3. La corrente iniettata per la misura dovrebbe essere dell'ordine di 10 A.

NOTA 1 Quando l'accesso all'area di prova o il posizionamento dei conduttori sono difficili possono essere predisposti specifici collettori alla sommità e via via verso la base al fine di poter effettuare misure in ciascun punto. La resistenza totale dei giunti più la resistenza delle calate può essere calcolata.

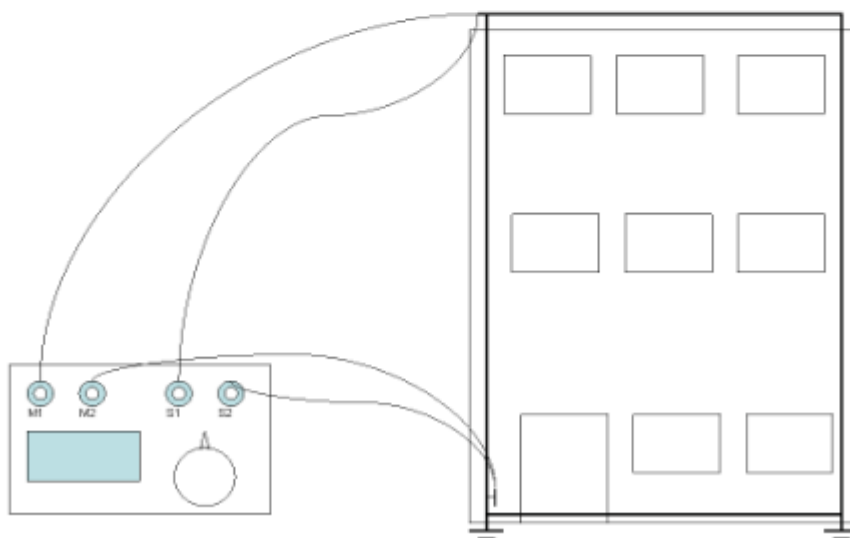


Fig. E.3 – Misura della resistenza elettrica complessiva

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	79 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

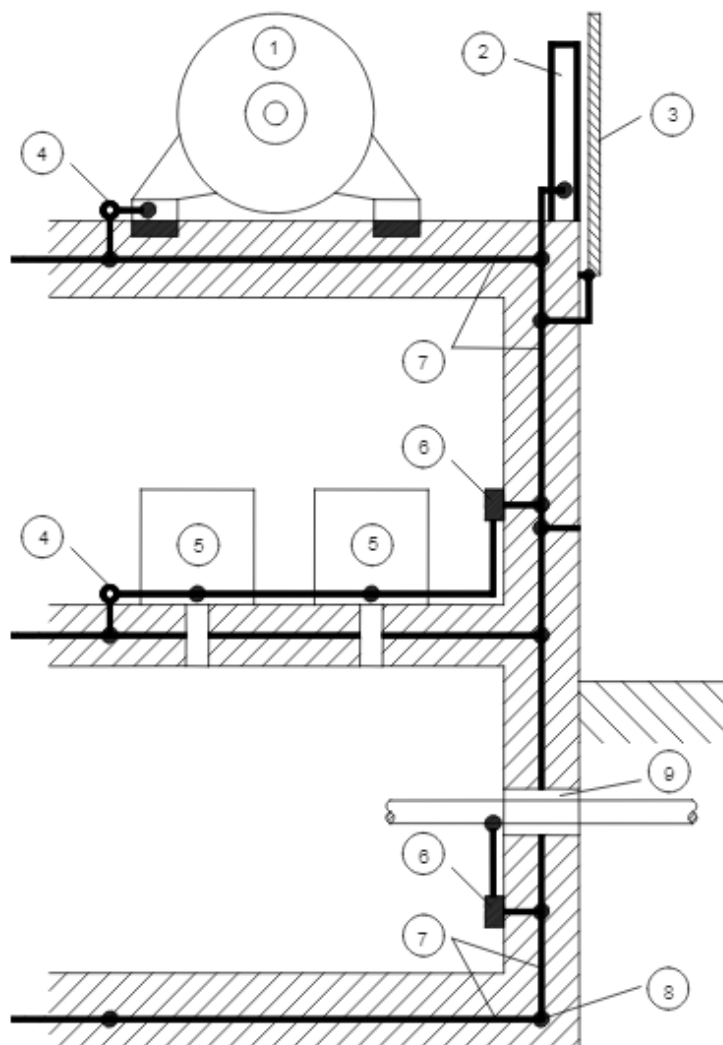
### J.3 DOCUMENTAZIONE A GIUSTIFICAZIONE DELLA CONTINUITA' DEI FERRI DI ARMATURA

È praticamente impossibile, dopo la fase di costruzione, determinare lo schema e le modalità d'installazione dei ferri d'armatura. Ai fini della protezione contro il fulmine, lo schema dei ferri d'armatura è quindi opportuno che sia ben documentato. Ciò può essere ottenuto mediante disegni, descrizioni e fotografie scattate durante la costruzione

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	80 di 88
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	



#### J.4 TIPICI ACCORGIMENTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA CONTINUITA' ELETTRICA DEI FERRI DI ARMATURA



##### Legenda

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1 Apparato elettrico di potenza     | 6 Barra equipotenziale                                      |
| 2 Parapetto metallico               | 7 Ferri d'armatura (con sovrapposta una rete di conduttori) |
| 3 Elemento metallico della facciata | 8 Dispersore di fondazione                                  |
| 4 Giunzione                         | 9 Ingresso comune dei diversi servizi                       |
| 5 Apparato elettrico o elettronico  |   |

**Figura E.4 – Equipotenzializzazione in una struttura in calcestruzzo armato**

Il posizionamento delle barre equipotenziali nella struttura dovrebbe essere indicato nella fase iniziale del progetto dell'LPS ed è comunicato al responsabile dei lavori civili.

Il responsabile dei lavori civili dovrebbe essere consultato per decidere se è consentita la saldatura ai ferri d'armatura, se sono utilizzabili i morsetti a compressione e se possono essere installati conduttori addizionali. Tutti i lavori necessari dovrebbero essere eseguiti e verificati prima della colata di calcestruzzo (cioè la pianificazione dell'LPS si svolge congiuntamente con il progetto della struttura).

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	81 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

### E.4.3.3 Connessioni ai ferri d'armatura

La continuità dei ferri d'armatura dovrebbe essere effettuata mediante morsetti a compressione o saldature.

NOTA Dovrebbero essere utilizzati i morsetti a compressione conformi alla serie EN 50164.

La saldatura dei ferri d'armatura è permessa solo con il consenso dal responsabile dei lavori civili. La saldatura dei ferri d'armatura dovrebbe estendersi per una lunghezza di almeno 50 mm (Fig. E.5).

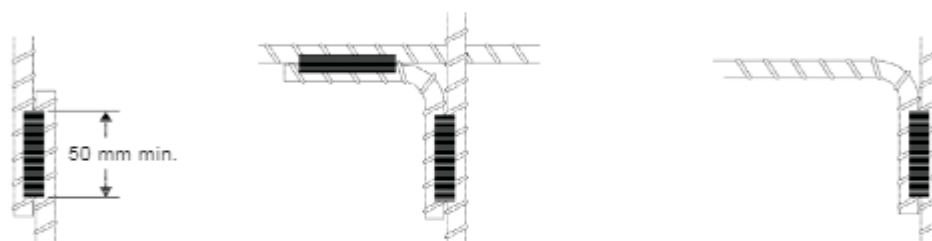


Figura E.5a – Saldatura (Idonea per correnti di fulmine e per EMC)

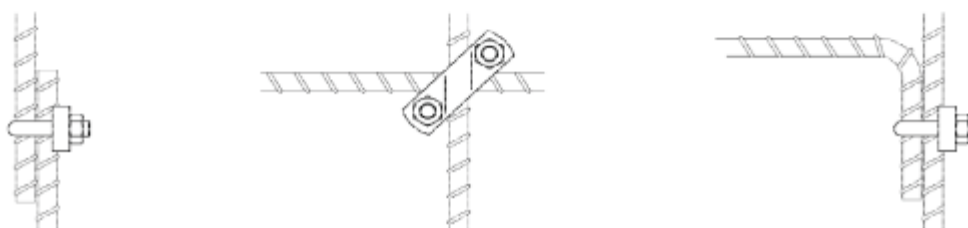


Figura E.5b – Morsetti a compressione conformi alla IEC 62561 (Idonei per correnti di fulmine e per EMC)

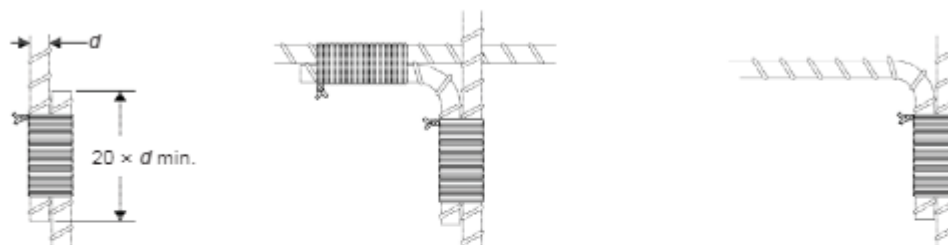


Figura E.5c – Legatura (Idonea per correnti di fulmine e per EMC)



Figura E.5d – Legatura lasca (Idonea solo per EMC)

Fig. E.5 – Tipici metodi di connessione dei ferri di armatura (dove consentiti)

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	82 di 88
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

La connessione dei corpi metallici esterni all'LPS dovrebbe essere effettuata mediante un conduttore addizionale che fuoriesce dal calcestruzzo nel punto stabilito, o da un conduttore o da una piastra che lo attraversa ed è connessa ai ferri d'armatura mediante saldatura o morsetto a compressione.

Quando la connessione tra i ferri d'armatura ed il conduttore è effettuata per mezzo di un morsetto a compressione, per ragioni di sicurezza (considerato che la giunzione non può essere ispezionata dopo la gettata di calcestruzzo) dovrebbero essere utilizzati due conduttori (o un conduttore con due morsetti su due diversi ferri). Se la giunzione è tra due metalli diversi, la zona della giunzione è opportuno sia completamente impermeabilizzata.

La Fig. E.6 mostra il morsetto a compressione usato per interconnettere un ferro d'armatura e un conduttore massiccio.

La Fig. E.7 mostra il dettaglio della connessione tra un impianto esterno ed un ferro d'armatura.

I conduttori sono dimensionati per la frazione di corrente di fulmine che fluisce nel punto di connessione (Tab. 8 e 9).

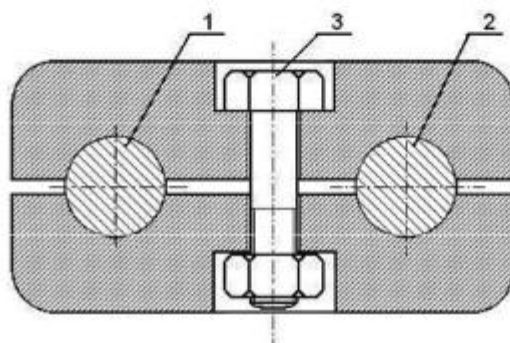


Figura E.6a – Connessione di un conduttore a sezione circolare ad un ferro d'armatura

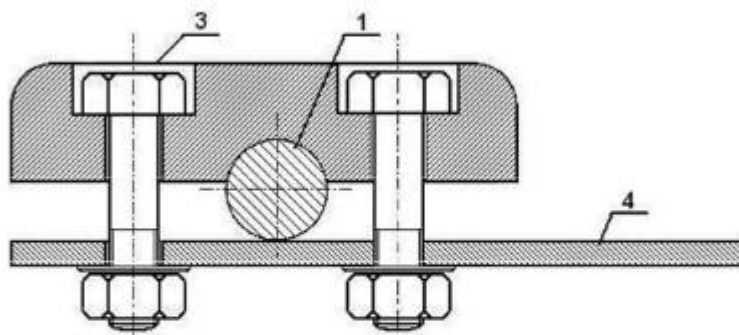


Figura E.6b – Connessione di un conduttore a nastro ad un ferro d'armatura

#### Legenda

- 1 Ferro d'armatura
- 2 Conduttore a sezione circolare
- 3 Vite
- 4 Conduttore a nastro

Figura E.6 – Esempi di connessioni con morsetti a compressione

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	83 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

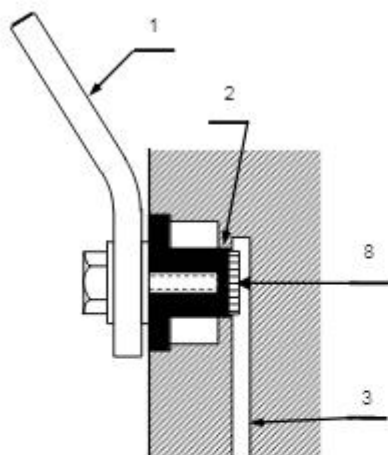


Figure E.7a

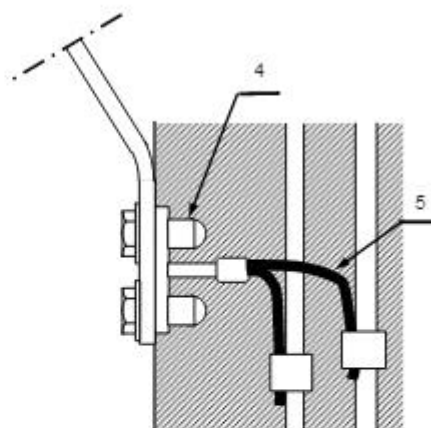


Figure E.7b

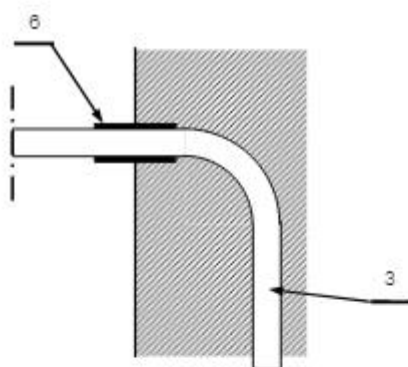


Figure E.7c

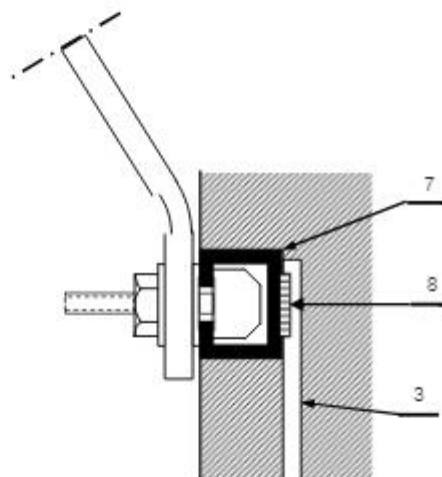


Figure E.7d

**Legenda**

- 1 conduttore
- 2 dado saldato al conduttore in acciaio
- 3 conduttore in acciaio \*
- 4 fissaggio in materiale non ferroso
- 5 conduttore cordato in rame
- 6 protezione dalla corrosione
- 7 profilato in acciaio a C (barra di montaggio a forma di C)
- 8 saldatura

\* Il conduttore in acciaio è connesso in più punti mediante morsetti o saldature ai ferri d'armatura.

NOTA La costruzione mostrata nella Fig. E.7c non è generalmente accettata come buona pratica ingegneristica

**Figura E.7 – Esempi di punti di connessione ai ferri d'armatura in una parete di calcestruzzo armato**

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	84 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

La Fig. E.40 mostra tre diversi esempi di come installare un dispersore di fondazione in una struttura con fondazioni impermeabilizzate.

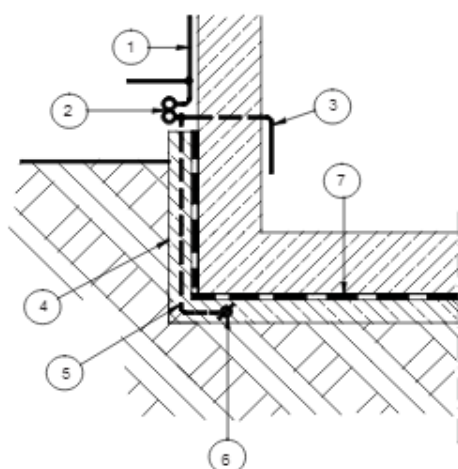


Figura E.40a – Fondazione Isolata con dispersore di fondazione nello strato di calcestruzzo non armato sotto l'impermeabilizzazione

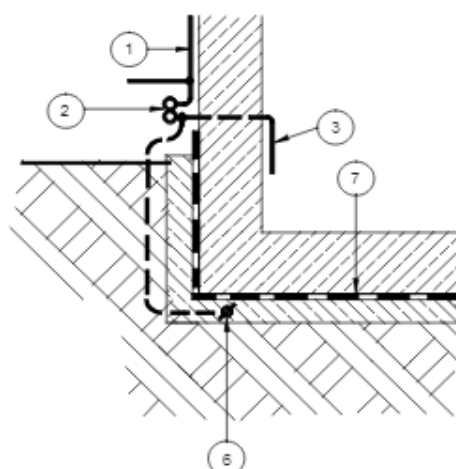
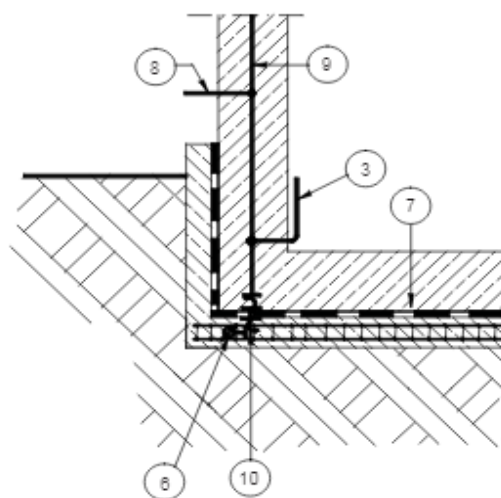


Figura E.40b – Fondazione Isolata con dispersore parzialmente nel terreno

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	85 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



**Figura E.40c – Conduttore dal dispersore di fondazione alla barra equipotenziale che attraversa lo strato impermeabilizzante**

**Legenda**

- 1 calata
- 2 punto di misura
- 3 connessione all'LPS interno
- 4 strato di calcestruzzo non armato
- 5 connessione all'LPS
- 6 dispersore di fondazione
- 7 strato impermeabilizzante che isola dalla penetrazione dell'acqua
- 8 connessione tra i ferri d'armatura ed il punto di misura
- 9 ferro d'armatura
- 10 perforazione dello strato impermeabilizzante bituminoso

NOTA È necessario il permesso del costruttore della struttura per la perforazione.

**Figura E.40 – Dispersore di fondazione ad anello in strutture con differenti tipi di fondazione**

Sono anche mostrate molte soluzioni atte ad effettuare la connessione adeguata del sistema di dispersori in strutture con fondazioni isolate.

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	86 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	



**K ALLEGATI****K.1 COORDINATE SITO PONTICELLE****Coordinate in formato decimale (WGS84)**

**Indirizzo:** Area Ca' Ponticelle, Ravenna

**Latitudine:** 44,456025

**Longitudine:** 12,226357



CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	87 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	

**K.2 NUMERO DI FULMINI KM<sup>2</sup>/ANNO PER SITO PONTICELLE****VALORE DI N<sub>G</sub>****(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)**

$$N_G = 2,64 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

**POSIZIONE**

Latitudine: **44,456025° N**

Longitudine: **12,226357° E**

**INFORMAZIONI**

- Il valore di N<sub>G</sub> 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<sub>G</sub> derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N<sub>G</sub> dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N<sub>G</sub>.
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N<sub>G</sub> 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<sub>G</sub> 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<sub>G</sub> riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2025.

Data, 15 gennaio 2021

CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00	RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	00	09/09/2021	88 di 88
<b>Cod. HA</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	