



Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna



PUMS
BOLOGNA
METROPOLITANA

RTI Progettisti:

SYSTRA

SOTECNI
SYSTRA GROUP



STUDIO MATTIOLI
Ambiente - Ingegneria - Energie



PROGETTO DEFINITIVO DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione

Intervento finanziato con risorse
FSC 2014-2020 – Piano operativo della Città
metropolitana di Bologna
Delibera CIPE n.75/2017



ALIMENTAZIONE ELETTRICA ELABORATI GENERALI

RELAZIONE TECNICA DI VERIFICA PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE SSE

COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE
ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO
ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA
ING. BARBARA BARALDI
GEOM. AGNESE FERRO
ARCH. VIRGINIA BORRELLO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DI COMMESSA
ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE TECNICO
ING. ALESSANDRO PIAZZA

SISTEMA TRANVIARIO
ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO
ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE A VERDE
ARCH. NICOLA CANTARELLI

OPERE STRUTTURALI
ING. STEFANO TORTELLA

SEGNALAMENTO E TELECOMUNICAZIONI
ING. ALBERTO FORCHINO

AMBIENTE
PROF. MATTEO MATTIOLI

SICUREZZA
ARCH. SERGIO MOSCHEO

ARCHEOLOGIA
DOTT. CRISTINA BIGAZZI

BIM MANAGER
GEOM. MIRKO CASAROLI

RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
ING. SANTI CAMINITI

IMPIANTI TECNOLOGICI
ING. JEREMIE WAJS

STUDI TRASPORTISTICI
ING. ANDREA SPINOSA

VIABILITA' INTERFERENTE E SOTTOSERVIZI
ING. PIETRO CAMINITI

IDRAULICA E IDROLOGIA
ING. ANDREA BENVENUTI

DEPOSITO
ING. GIORGIO COLETTI

ARMAMENTO
ING. MAURIZIO FALZEA

GEOLOGIA E GEOTECNICA
DOTT. GEOL. ANTONIO PAONE

TRAZIONE ELETTRICA
ING. DOMENICO D'APOLLONIO

IMPIANTI MECCANICI
ING. MATTEO MARIOTTI

PIANI ECONOMICI E FINANZIARI
ING. BORIS ROWENCZYN

COMMESSA	FASE	LOTTO	WBS	DISCIPLINA	TIPO	NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B381	D	X00	IAE	XXX	RT	05	A		B381-D-X00-IAE-XXX-RT-05-A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Nov. 2020	EMISSIONE	TORTORELLA	D'APOLLONIO	S. CAMINITI
B					
C					
D					

Indice

1. PREMESSA.....	5
1.1 NORME DI RIFERIMENTO.....	5
1.2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO.....	5
2. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE	5
3. SOTTOSTAZIONE 01	7
3.1 DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA	8
3.2 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	8
3.3 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	8
3.4 DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	8
3.5 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	9
3.6 VALUTAZIONE DEI RISCHI	9
3.6.1 RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE	9
3.6.2 CALCOLO DEL RISCHIO R1.....	9
3.6.3 ANALISI DEL RISCHIO R1.....	10
3.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE	10
3.8 CONCLUSIONI	10
3.9 APPENDICI	10
4. SOTTOSTAZIONE 02	14
4.1 DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA	15
4.2 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	15
4.3 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	15
4.4 DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	15
4.5 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	16

4.6	VALUTAZIONE DEI RISCHI	16
4.6.1	RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE	16
4.6.2	CALCOLO DEL RISCHIO R1.....	16
4.6.3	ANALISI DEL RISCHIO R1.....	17
4.7	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE	17
4.8	CONCLUSIONI	17
4.9	APPENDICI	17
5.	SOTTOSTAZIONE 06	20
5.1	DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA	21
5.2	DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	21
5.3	DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	21
5.4	DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	21
5.5	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	22
5.6	VALUTAZIONE DEI RISCHI	22
5.6.1	RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE	22
5.6.2	CALCOLO DEL RISCHIO R1.....	22
5.6.3	ANALISI DEL RISCHIO R1.....	23
5.7	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE	23
5.8	CONCLUSIONI	23
5.9	APPENDICI	23
7.	SOTTOSTAZIONE 07	27
7.1	DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA	28
7.2	DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	28
7.3	DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	28
7.4	DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	28

7.5	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	29
7.6	VALUTAZIONE DEI RISCHI	29
7.6.1	RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE	29
7.6.2	CALCOLO DEL RISCHIO R1.....	29
7.6.3	ANALISI DEL RISCHIO R1.....	30
7.7	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE	30
7.8	CONCLUSIONI	30
7.9	APPENDICI	30
8.	SOTTOSTAZIONE 08	34
8.1	DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA	35
8.2	DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	35
8.3	DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	35
8.4	DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	35
8.5	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	36
8.6	VALUTAZIONE DEI RISCHI	36
8.6.1	RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE	36
8.6.2	CALCOLO DEL RISCHIO R1.....	36
8.6.3	ANALISI DEL RISCHIO R1.....	37
8.7	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE	37
8.8	CONCLUSIONI	37
8.9	APPENDICI	37
9.	SOTTOSTAZIONE 09	41
9.1	DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA	42
9.2	DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	42
9.3	DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	42

9.4	DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	42
9.5	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	43
9.6	VALUTAZIONE DEI RISCHI	43
9.6.1	RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE	43
9.6.2	CALCOLO DEL RISCHIO R1.....	43
9.6.3	ANALISI DEL RISCHIO R1.....	44
9.7	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE	44
9.8	CONCLUSIONI	44
9.9	APPENDICI	44
10.	SOTTOSTAZIONE 10	48
10.1	DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA	49
10.2	DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	49
10.3	DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	49
10.4	DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	49
10.5	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	50
10.6	VALUTAZIONE DEI RISCHI	50
10.6.1	RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE	50
10.6.2	CALCOLO DEL RISCHIO R1.....	50
10.6.3	ANALISI DEL RISCHIO R1.....	51
10.7	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE	51
10.8	CONCLUSIONI	51
10.9	APPENDICI	51

1. PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di illustrare i criteri seguiti per verificare la protezione delle scariche atmosferiche delle Sottostazioni da realizzare nell'ambito dei lavori della nuova linea Rossa della città di Bologna.

1.1 NORME DI RIFERIMENTO

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

1.2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1

"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali" Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-2

"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-3

"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"

Febbraio 2013; - CEI EN 62305-4

"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" Febbraio 2013;

- CEI 81-29

"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" Maggio 2020;

- CEI EN IEC 62858

"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali" Maggio 2020.

2. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

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

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

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

3. SOTTOSTAZIONE 01

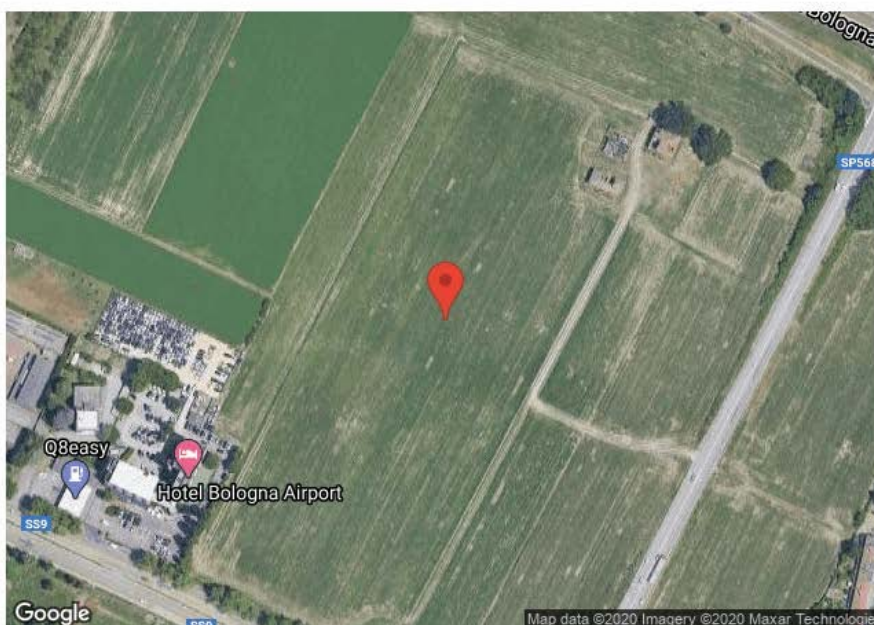


Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Via Marco Emilio Lepido, 203/14, 40132 Bologna BO, Italia

Latitudine: 44.524981

Longitudine: 11.260049



3.1 DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA

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

$$Ng = 2,57 \text{ fulmini/anno km}^2$$

3.2 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 15 B (m): 12 H (m): 4 Hmax (m): 4

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 R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal La struttura presenta tutte le parti metalliche collegate fra loro in modo da realizzare una rete di equipotenzialità conforme a quella richiesta dalla norma CEI EN 62305-4.

3.3 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA ELETTRICA MT

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

3.4 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:

Z1: ESTERNA

Z2: INTERNA

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*.

3.5 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*.

3.6 VALUTAZIONE DEI RISCHI

3.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

3.6.2 Calcolo del rischio R1

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

Z1: ESTERNA

RA: 2,74E-08

Totale: 2,74E-08

Z2: INTERNA

RA: 2,74E-08

RB: 5,49E-10

Totale: 2,79E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 5,53E-08

3.6.3 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 5,53E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

3.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 5,53E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

3.8 CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

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

3.9 APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 15 B (m): 12 H (m): 4 Hmax (m): 4

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza maggiore (CD = 0,25)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 2,57

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA ELETTRICA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m) L = 100

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: INTERNA

Tipo di zona: interna

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

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

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: INTERNA

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 100

Numero totale di persone nella struttura: 100

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 2920

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 3,33E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 6,67E-07$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 1500000

Valore del contenuto (€): 1500000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 500000

Valore totale della struttura (€): 2000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 2,50E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 4,38E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: INTERNA

Rischio 1: R_a R_b R_u R_v

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Caratteristiche della zona: ESTERNA

Tipo di zona: esterna

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

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: ESTERNA

Numero di persone nella zona: 100

Numero totale di persone nella struttura: 100

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 2920

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 3,33E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ESTERNA

Rischio 1: Ra

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,28E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,04E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 8,22E-04$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 1,04E+00$

Linee elettriche

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

LINEA ELETTRICA MT

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

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

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

LINEA ELETTRICA MT

$NL = 0,000103$

$NI = 0,010280$

APPENDICE - Valori delle 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: INTERNA

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

4. SOTTOSTAZIONE 02

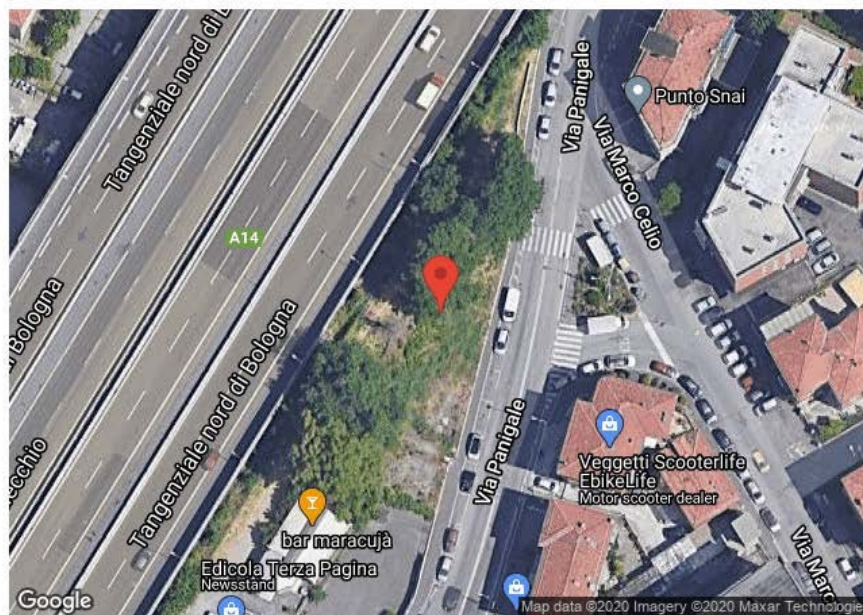


Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Via Panigale, 5/2, 40132 Bologna BO, Italia

Latitudine: 44.516001

Longitudine: 11.281336



4.1 DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA

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

$$Ng = 3 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 15 B (m): 15 H (m): 4 Hmax (m): 4

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 R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

La struttura presenta tutte le parti metalliche collegate fra loro in modo da realizzare una rete di equipotenzialità conforme a quella richiesta dalla norma CEI EN 62305-4.

4.3 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA MT

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

4.4 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: Z1: ESTERNA

Z2: INTERNA

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*.

4.5 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*.

4.6 VALUTAZIONE DEI RISCHI

4.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

4.6.2 Calcolo del rischio R1

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

Z1: ESTERNA RA: 1,80E-08

Totale: 1,80E-08

Z2: INTERNA RA: 1,80E-08 RB: 3,59E-10

Totale: 1,84E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,64E-08

4.6.3 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 3,64E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

4.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 3,64E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

4.8 CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

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

4.9 APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 15 B (m): 15 H (m): 4 Hmax (m): 4

Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza maggiore (CD = 0,25) Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 3

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT Lunghezza (m) L = 1000

Resistività (ohm x m) ρ = 400 Coefficiente ambientale (CE): urbano Linea in tubo o canale metallico

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

SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: ESTERNA Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: cemento (rt = 0,01)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: ESTERNA Numero di persone nella zona: 50

Numero totale di persone nella struttura: 50

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1500 Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 1,71E-05$

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

Caratteristiche della zona: INTERNA Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ($rt = 0,01$) Rischio di incendio: ridotto ($rf = 0,001$)

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$) Protezioni antincendio: manuali ($rp = 0,5$) Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: INTERNA Rischio 1

Numero di persone nella zona: 50

Numero totale di persone nella struttura: 50

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1500 Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 1,71E-05$ Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 3,42E-07$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 1500000 Valore del contenuto (€): 1500000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 500000 Valore totale della struttura (€): 2000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 2,50E-03$ Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 4,38E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: INTERNA Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = $1,40E-03 \text{ km}^2$ Area di
raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = $4,06E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = $1,05E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = $1,22E+00$

Linee elettriche

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

LINEA MT

AL = $0,040000 \text{ km}^2$ AI = $4,000000 \text{ km}^2$

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

LINEA MT

NL = $0,001200$

NI = $0,120000$

APPENDICE - Valori delle 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: INTERNA PA = $1,00E+00$

PB = $1,0$

PC = $0,00E+00$ PM = $0,00E+00$

5. SOTTOSTAZIONE 06

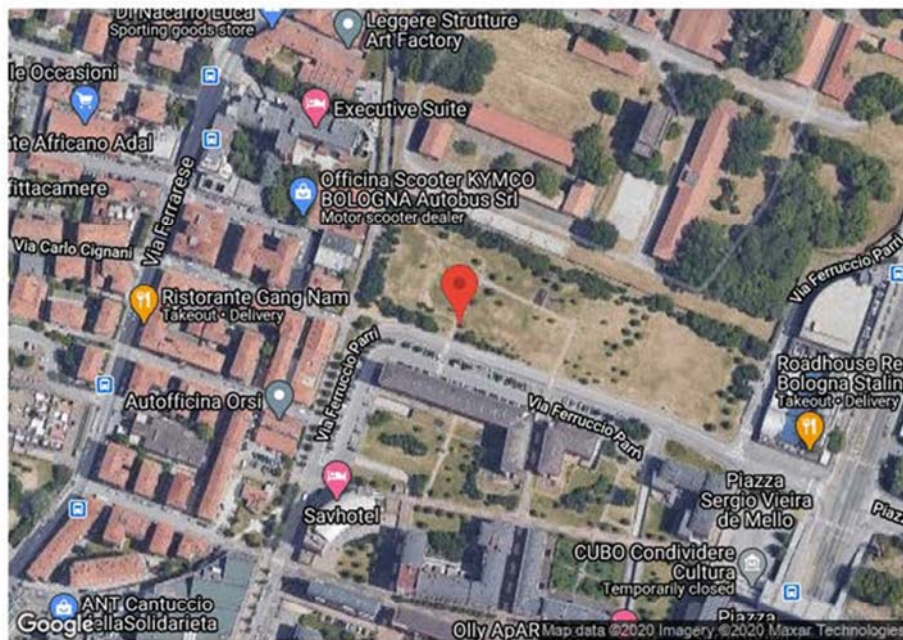


Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Sgambatoio Cani di Via Parri, Via Ferruccio Parri, 15, 40128 Bologna BO, Italia

Latitudine: 44.513666

Longitudine: 11.354984



5.1 DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA

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

$$Ng = 2,23 \text{ fulmini/anno km}^2$$

5.2 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 15 B (m): 12 H (m): 4 Hmax (m): 4

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 R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

La struttura presenta tutte le parti metalliche collegate fra loro in modo da realizzare una rete di equipotenzialità conforme a quella richiesta dalla norma CEI EN 62305-4.

5.3 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA MT

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

5.4 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:

Z1: ESTERNA

Z2: INTERNA

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.

5.5 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.

5.6 VALUTAZIONE DEI RISCHI

5.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

5.6.2 Calcolo del rischio R1

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

Z1: ESTERNA

RA: 2,44E-08

Totale: 2,44E-08

Z2: INTERNA

RA: 2,44E-08

RB: 4,88E-10

Totale: 2,49E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,93E-08

5.6.3 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 4,93E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

5.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 4,93E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

5.8 CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

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

5.9 APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 15 B (m): 12 H (m): 4 Hmax (m): 4

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 km²) Ng = 2,23

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m) L = 1500

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

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

SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: ESTERNA

Tipo di zona: esterna

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

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: ESTERNA

Numero di persone nella zona: 50

Numero totale di persone nella struttura: 50

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

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 1,71E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ESTERNA

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: INTERNA

Tipo di zona: interna

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

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

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: INTERNA

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 50

Numero totale di persone nella struttura: 50

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

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 1,71E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 3,42E-07$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 1500000

Valore del contenuto (€): 1500000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 500000

Valore totale della struttura (€): 2000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 2,50E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 4,38E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: INTERNA

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,28E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,04E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,43E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 9,01E-01$

Linee elettriche

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

LINEA MT

$AL = 0,060000 \text{ km}^2$

$AI = 6,000000 \text{ km}^2$

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

LINEA MT

$NL = 0,001338$

NI = 0,133800

APPENDICE - Valori delle 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: INTERNA

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

7. SOTTOSTAZIONE 07



Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Via Michelino, 77, 40127 Bologna BO, Italia

Latitudine: 44.513529

Longitudine: 11.372109



7.1 DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA

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

$$Ng = 2,23 \text{ fulmini/anno km}^2$$

7.2 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 15 B (m): 12 H (m): 4 Hmax (m): 4

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 R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

La struttura presenta tutte le parti metalliche collegate fra loro in modo da realizzare una rete di equipotenzialità conforme a quella richiesta dalla norma CEI EN 62305-4.

7.3 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA MT

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

7.4 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:

Z1: ESTERNA

Z2: 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.

7.5 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.

7.6 VALUTAZIONE DEI RISCHI

7.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

7.6.2 Calcolo del rischio R1

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

Z1: ESTERNA

RA: 3,25E-08

Totale: 3,25E-08

Z2: INTERNO

RA: 3,25E-08

RB: 6,52E-10

Totale: 3,32E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 6,57E-08

7.6.3 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 6,57E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

7.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 6,57E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

7.8 CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

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

7.9 APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 15 B (m): 12 H (m): 4 Hmax (m): 4

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 km²) Ng = 2,23

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m) L = 1500

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

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

SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: ESTERNA

Tipo di zona: esterna

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

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: ESTERNA

Numero di persone nella zona: 200

Numero totale di persone nella struttura: 200

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 2000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 2,28E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ESTERNA

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: INTERNO

Tipo di zona: interna

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

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

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: INTERNO

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 200

Numero totale di persone nella struttura: 200

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 2000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 2,28E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 4,57E-07$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 1500000

Valore del contenuto (€): 1500000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 500000

Valore totale della struttura (€): 2000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 2,50E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 4,38E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: INTERNO

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,28E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,04E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,43E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 9,01E-01$

Linee elettriche

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

LINEA MT

$AL = 0,060000 \text{ km}^2$

$AI = 6,000000 \text{ km}^2$

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

LINEA MT

$NL = 0,001338$

$NI = 0,133800$

APPENDICE - Valori delle 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 = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

8. SOTTOSTAZIONE 08



Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Tangenziale nord di Bologna, 32, 40127 Bologna BO, Italia

Latitudine: 44.501696

Longitudine: 11.382675



8.1 DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA

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

$$Ng = 2,23 \text{ fulmini/anno km}^2$$

8.2 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 15 B (m): 12 H (m): 4

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 R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

La struttura presenta tutte le parti metalliche collegate fra loro in modo da realizzare una rete di equipotenzialità conforme a quella richiesta dalla norma CEI EN 62305-4.

8.3 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA MT

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

8.4 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:

Z1: ESTERNA

Z2: INTERNA

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.

8.5 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.

8.6 VALUTAZIONE DEI RISCHI

8.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

8.6.2 Calcolo del rischio R1

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

Z1: ESTERNA

RA: 2,44E-08

Totale: 2,44E-08

Z2: INTERNA

RA: 2,44E-08

RB: 4,88E-10

Totale: 2,49E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,93E-08

8.6.3 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 4,93E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

8.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 4,93E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

8.8 CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

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

8.9 APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 15 B (m): 12 H (m): 4

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 km²) Ng = 2,23

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m) L = 1500

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

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

SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: ESTERNA

Tipo di zona: esterna

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

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: ESTERNA

Numero di persone nella zona: 50

Numero totale di persone nella struttura: 50

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

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 1,71E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ESTERNA

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: INTERNA

Tipo di zona: interna

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

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

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: INTERNA

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 50

Numero totale di persone nella struttura: 50

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

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 1,71E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 3,42E-07$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 1500000

Valore del contenuto (€): 1500000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 500000

Valore totale della struttura (€): 2000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 2,50E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 4,38E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: INTERNA

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,28E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,04E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,43E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 9,01E-01$

Linee elettriche

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

LINEA MT

$AL = 0,060000 \text{ km}^2$

$AI = 6,000000 \text{ km}^2$

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

LINEA MT

$NL = 0,001338$

$NI = 0,133800$

APPENDICE - Valori delle 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: INTERNA

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

9. SOTTOSTAZIONE 09



Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Pirandello, 40127 Bologna BO, Italia

Latitudine: 44.511746

Longitudine: 11.390055



9.1 DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA

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

$$N_g = 2,41 \text{ fulmini/anno km}^2$$

9.2 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 15 B (m): 12 H (m): 4 Hmax (m): 4

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 R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

La struttura presenta tutte le parti metalliche collegate fra loro in modo da realizzare una rete di equipotenzialità conforme a quella richiesta dalla norma CEI EN 62305-4.

9.3 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA MT

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

9.4 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:

Z1: ESTERNA

Z2: INTERNA

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*.

9.5 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.

9.6 VALUTAZIONE DEI RISCHI

9.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

9.6.2 Calcolo del rischio R1

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

Z1: ESTERNA

RA: 2,64E-08

Totale: 2,64E-08

Z2: INTERNA

RA: 2,64E-08

RB: 5,28E-10

Totale: 2,69E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 5,33E-08

9.6.3 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 5,33E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

9.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 5,33E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

9.8 CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

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

9.9 APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 15 B (m): 12 H (m): 4 Hmax (m): 4

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 km²) Ng = 2,41

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m) L = 1500

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

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

SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: ESTERNA

Tipo di zona: esterna

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

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: ESTERNA

Numero di persone nella zona: 100

Numero totale di persone nella struttura: 100

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

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 1,71E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ESTERNA

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: INTERNA

Tipo di zona: interna

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

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

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: INTERNA

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 100

Numero totale di persone nella struttura: 100

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

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 1,71E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 3,42E-07$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 1500000

Valore del contenuto (€): 1500000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 500000

Valore totale della struttura (€): 2000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 2,50E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 4,38E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: INTERNA

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,28E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,04E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,54E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 9,74E-01$

Linee elettriche

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

LINEA MT

$AL = 0,060000 \text{ km}^2$

$AI = 6,000000 \text{ km}^2$

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

LINEA MT

NL = 0,001446

NI = 0,144600

APPENDICE - Valori delle 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: INTERNA

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

10. SOTTOSTAZIONE 10

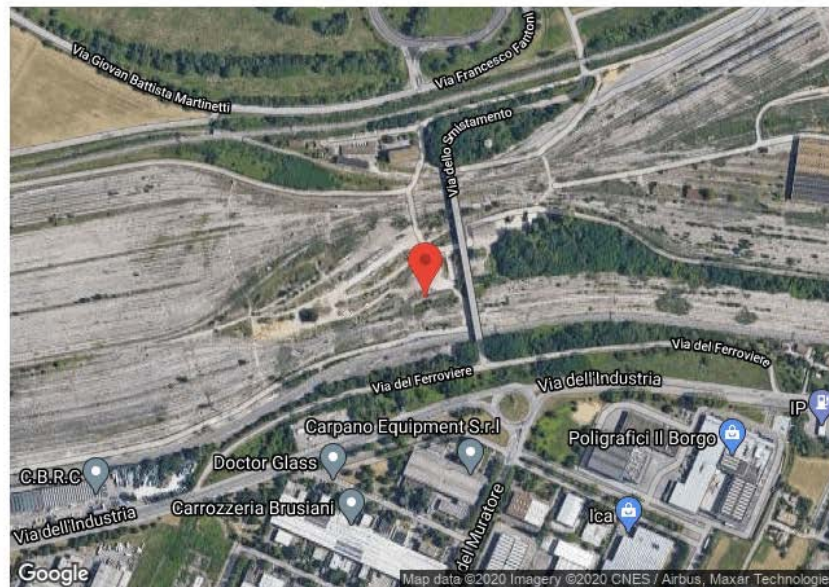


Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Via dello Smistamento, 11, 40127 Bologna BO, Italia

Latitudine: 44.508269

Longitudine: 11.412397



10.1 DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA

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

$$N_g = 2,41 \text{ fulmini/anno km}^2$$

10.2 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 15 B (m): 12 H (m): 4 Hmax (m): 4

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 R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

La struttura presenta tutte le parti metalliche collegate fra loro in modo da realizzare una rete di equipotenzialità conforme a quella richiesta dalla norma CEI EN 62305-4.

10.3 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA MT

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

10.4 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:

Z1: ESTERNA

Z2: INTERNA

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*.

10.5 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*.

10.6 VALUTAZIONE DEI RISCHI

10.6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

10.6.2 Calcolo del rischio R1

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

Z1: ESTERNA

RA: 2,64E-08

Totale: 2,64E-08

Z2: INTERNA

RA: 2,64E-08

RB: 5,28E-10

Totale: 2,69E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 5,33E-08

10.6.3 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 5,33E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

10.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 5,33E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

10.8 CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

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

10.9 APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 15 B (m): 12 H (m): 4 Hmax (m): 4

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 km²) Ng = 2,41

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m) L = 1500

Resistività (ohm x m) ρ = 400

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

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

SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: ESTERNA

Tipo di zona: esterna

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

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: ESTERNA

Numero di persone nella zona: 50

Numero totale di persone nella struttura: 50

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

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 1,71E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ESTERNA

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: INTERNA

Tipo di zona: interna

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

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

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: INTERNA

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 50

Numero totale di persone nella struttura: 50

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

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 1,71E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 3,42E-07$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 1500000

Valore del contenuto (€): 1500000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 500000

Valore totale della struttura (€): 2000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 2,50E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 4,38E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: INTERNA

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,28E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,04E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 1,54E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 9,74E-01$

Linee elettriche

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

LINEA MT

$AL = 0,060000 \text{ km}^2$

$AI = 6,000000 \text{ km}^2$

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

LINEA MT

$NL = 0,001446$

NI = 0,144600

APPENDICE - Valori delle 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: INTERNA

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00