

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI

Struttura: ALLOGGI ERP CAPUA - ACER CAMPANIA

Committente: ACER CAMPANIA - R.U.P. ING. CARMINE CRISCI

Indirizzo: VIA MARTIRI DI NASSIRYA - Capua (CE)

Salerno, 20/02/2024

Il Tecnico
(RTP: SPRING PROJECT SRL - LITOS PROGETTI S.R.L. ING MICHELE
BARLETTA)

SPRING PROJECT SRL
RTP: SPRING PROJECT SRL - LITOS PROGETTI S.R.L.
ING MICHELE BARLETTA
VIA TANAGRO N. 19
Salerno (SA)
- - -
springprojectsr@gmail.com

Copyright ACCA software S.p.A.

DATI GENERALI

Committente

Nome Cognome	ACER CAMPANIA - R.U.P. ING. CARMINE CRISCI
Codice Fiscale	-
P. IVA	-
Data di nascita	-
Luogo di nascita	
Indirizzo	VIA MARTIRI DI NASSIRYA
CAP - Comune	81043 Capua (CE)
Telefono	-
Fax	-
E-mail	-

Tecnico

Ragione Sociale	SPRING PROJECT SRL
Nome Cognome	ING MICHELE BARLETTA
Qualifica	RTP: SPRING PROJECT SRL - LITOS PROGETTI S.R.L.
Codice Fiscale	BRLMHL80L30H703P
P. IVA	05885390657
Data di nascita	30/07/1980
Luogo di nascita	Salerno
Albo	Ingegneri SA
N° Iscrizione	5243
Indirizzo	VIA TANAGRO N. 19
CAP - Comune	84132 Salerno (SA)
Telefono	-
Fax	-
E-mail	springprojectsrl@gmail.com

ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

Normativa di riferimento

Gli impianti sono realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti e, in particolare, dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Per i calcoli e la valutazione del rischio si è fatto riferimento alla norma CEI EN 62305-2 "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Valutazione del rischio".

Per ulteriori aggiornamenti e il calcolo della frequenza di danno si è fatto riferimento alla guida CEI 81-29 "Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305".

Definizioni

Fulmine su una struttura

Fulmine che colpisce una struttura da proteggere.

Fulmine in prossimità di una struttura

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

Fulmine su una linea

Fulmine che colpisce una linea connessa alla struttura da proteggere.

Fulmine in prossimità di una linea

Fulmine che colpisce tanto vicino ad una linea connessa alla struttura da proteggere, da essere in grado di generare sovratensioni pericolose.

Danni ad esseri viventi

Danni, inclusa la perdita della vita, causati ad uomini o animali per elettrocuzione provocata da tensioni di contatto e di passo generate dal fulmine.

LEMP

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

LPL

Livello di protezione, numero, associato ad un gruppo di valori dei parametri della corrente di fulmine, relativo alla probabilità che i correlati valori massimo e minimo di progetto non siano superati in natura.

Misure di protezione

Misure da adottare nella struttura da proteggere per ridurre il rischio.

LP

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

Z_s

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

S_L

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

LPS

Sistema di protezione contro il fulmine, impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura.

SPM

Misure di protezione contro il LEMP, misure usate per la protezione degli impianti interni contro gli effetti del LEMP.

SPD

Limitatore di sovratensione, dispositivo che limita le sovratensioni e scarica le correnti impulsive; contiene almeno un componente non lineare.

Sistema di SPD

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

Simboli e abbreviazioni

A_D	Area di raccolta dei fulmini su una struttura isolata.
A_{DJ}	Area di raccolta dei fulmini su una struttura adiacente.
A_I	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una linea.
A_L	Area di raccolta dei fulmini su una linea.
A_M	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una struttura.
B	Struttura.
C_D	Coefficiente di posizione.
C_{DJ}	Coefficiente di posizione di una struttura adiacente.
C_E	Coefficiente ambientale.
C_I	Coefficiente di installazione di una linea.
C_L	Costo annuo della perdita totale senza misure di protezione.
C_{LD}	Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini sulla linea stessa.
C_{LI}	Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini in prossimità della linea stessa.
C_T	Coefficiente di correzione per un trasformatore AT/BT sulla linea.
D_1	Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.
D_2	Danno materiale.
D_3	Guasto di impianti elettrici ed elettronici.
K_{S1}	Coefficiente relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura.
K_{S2}	Coefficiente relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura.
K_{S3}	Coefficiente relativo alle caratteristiche dei circuiti interni alla struttura.
K_{S4}	Coefficiente relativo alla tensione di tenuta ad impulso di un impianto interno.
L_F	Tipica percentuale di perdita per danni materiali in una struttura.
L_O	Tipica percentuale di perdita per guasto di impianti interni in una struttura.
L_T	Tipica percentuale di perdita per danni ad esseri viventi per elettrocuzione.
L_1	Perdita di vite umane.
L_2	Perdita di servizio pubblico.
L_3	Perdita di patrimonio culturale insostituibile.
L_4	Perdita economica.
N_G	Densità di fulmini al suolo.
n_z	Numero delle possibili persone danneggiate (vittime o utenti non serviti).
n_t	Numero totale di persone (o utenti serviti).
P	Probabilità di danno.
P_A	Probabilità di danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulminazione sulla struttura).
P_B	Probabilità di danno materiale in una struttura (fulm. sulla struttura).
P_C	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla struttura).
P_M	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della struttura).
P_U	Probabilità di danno ad esseri viventi (fulm. sulla linea connessa).
P_V	Probabilità di danno materiale nella struttura (fulm. sulla linea connessa).
P_W	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla linea connessa).
P_X	Probabilità di danno nella struttura.
P_Z	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulm. in prossimità della linea connessa).
P_{EB}	Probabilità che riduce P_U e P_V dipendente dalle caratteristiche della linea e dalla tensione di tenuta degli apparati in presenza di EB (equipotenzializzazione al fulmine).
P_{SPD}	Probabilità che riduce P_C , P_M , P_W e P_Z , quando sia installato un sistema di SPD.
P_{TA}	Probabilità che riduce P_A dipendente dalle misure di protezione contro le tensioni di contatto e di passo.
r_t	Coefficiente di riduzione associato al tipo di superficie.

r_f	Coefficiente di riduzione delle perdite dipendente dal rischio di incendio.
r_p	Coefficiente di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio.
R_T	Rischio tollerabile, valore massimo del rischio che può essere tollerato nella struttura da proteggere.
R_A	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla struttura).
R_B	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla struttura).
R_C	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. sulla struttura).
R_M	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità della struttura).
R_U	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla linea connessa).
R_V	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla linea connessa).
R_W	Componente di rischio (danno agli impianti – fulm. sulla linea connessa).
R_Z	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità di una linea).
R_1	Rischio di perdita di vite umane nella struttura.
R_2	Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura.
R_3	Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura.
R_4	Rischio di perdita economica in una struttura.
S	Struttura.
S_1	Sorgente di danno (fulm. sulla struttura).
S_2	Sorgente di danno (fulm. in prossimità della struttura).
S_3	Sorgente di danno (fulm. sulla linea).
S_4	Sorgente di danno (fulm. in prossimità della linea).
t_z	Tempo di permanenza delle persone in un luogo pericoloso (ore/anno).
w_m	Lato di maglia.

Valutazione del rischio fulminazione

La normativa CEI EN 62305-2 specifica una procedura per la valutazione del rischio dovuto a fulminazione e individua le misure di protezione, se necessarie, da realizzare per ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma.

Sorgente di rischio, S

La corrente di fulmine è la principale sorgente di danno. Le sorgenti sono distinte in base al punto d'impatto del fulmine.

- S1 Fulmine sulla struttura.
- S2 Fulmine in prossimità della struttura.
- S3 Fulmine su una linea.
- S4 Fulmine in prossimità di una linea.

Tipo di danno, D

Un fulmine può causare danni in funzione delle caratteristiche della struttura da proteggere. Nelle pratiche applicazioni della determinazione del rischio è utile distinguere tra i tre tipi principali di danno che possono manifestarsi come conseguenza di una fulminazione. I tipi di danno si distinguono in:

- D1 Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.
- D2 Danno materiale.
- D3 Guasto di impianti elettrici ed elettronici.

Tipo di perdita, L

Ciascun tipo di danno, solo o in combinazione con altri, può produrre diverse perdite nella struttura da proteggere. Il tipo di perdita che ne consegue dipende dalle caratteristiche della struttura stessa e dal suo contenuto. I tipi di perdita sono:

- L1 Perdita di vite umane (compreso danno permanente).
- L2 Perdita di servizio pubblico.
- L3 Perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- L4 Perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Rischio, R

Il rischio R è la misura della probabile perdita media annua. Per ciascun tipo di perdita che può verificarsi in una struttura può essere valutato il relativo rischio.

- R₁ Rischio di perdita di vite umane (inclusi danni permanenti).
- R₂ Rischio di perdita di servizio pubblico.
- R₃ Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- R₄ Rischio di perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Rischio tollerabile, R_T

La definizione dei valori di rischio tollerabili R_T riguardanti le perdite di valore sociale sono stabilite dalla norma CEI EN 62305-2 e di seguito riportati.

- Rischio tollerabile per perdita di vite umane o danni permanenti (R_T = 10⁻⁵ anni⁻¹).
- Rischio tollerabile per perdita di servizio pubblico (R_T = 10⁻³ anni⁻¹).
- Rischio tollerabile per perdita di patrimonio culturale insostituibile (R_T = 10⁻⁴ anni⁻¹).

Metodo di valutazione

Ai fini della valutazione del rischio (R₁, R₂, R₃, R₄) si deve provvedere a:

- determinare le componenti R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W e R_Z che lo compongono;
- determinare il corrispondente valore del rischio R_x;
- confrontare il rischio R_x con quello tollerabile R_T (tranne per R₄).

La tabella seguente riporta tutti gli elementi da valutare:

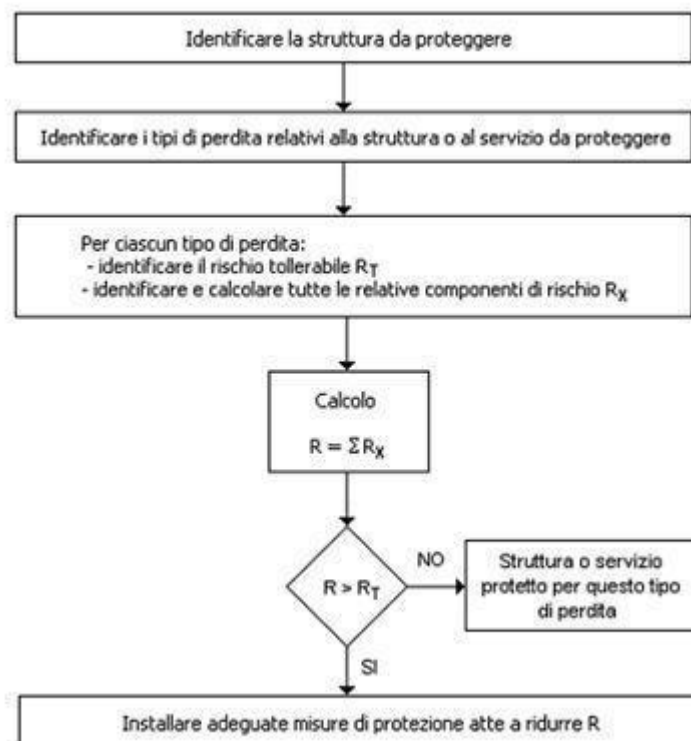
Sorgente	S1			S2	S3			S4
								
Danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Comp. di rischio	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
R ₁	SI	SI	SI ⁽¹⁾	SI ⁽¹⁾	SI	SI	SI ⁽¹⁾	SI ⁽¹⁾
R ₂	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
R ₃	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO
R ₄	SI ⁽²⁾	SI	SI	SI	SI ⁽²⁾	SI	SI	SI

(1) Nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui i guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana

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

Per ciascun rischio devono essere effettuati i seguenti passi (vedi anche figura successiva):

- identificazione delle componenti R_x che contribuiscono al rischio;
- calcolo della componente di rischio identificata R_x;
- calcolo del rischio totale R;
- identificazione del rischio tollerabile R_T;
- confronto del rischio R con quello tollerabile R_T.



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

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

Per il rischio R_A , oltre a determinare le componenti e il valore del rischio R_A , deve essere effettuata la valutazione della convenienza economica della protezione effettuando il confronto tra il costo totale della perdita con e senza le misure di protezione.

Componenti di rischio

Le componenti di rischio sono raggruppate secondo la sorgente di danno ed il tipo di danno, come si evince dalla precedente tabella.

Ciascuna delle componenti di rischio può essere calcolata mediante la seguente equazione generale:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

dove

N_x è il numero di eventi pericolosi [Allegato A, CEI EN 62305-2].

P_x è la probabilità di danno alla struttura [Allegato B, CEI EN 62305-2].

L_x è la perdita conseguente [Allegato C, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura), R_A

Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto e di passo in zone fino a 3 m all'esterno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 (perdita economica) con possibile perdita di animali.

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A$$

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura);
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_A Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sulla struttura) [§ B.2, CEI EN 62305-2].
- L_A Perdita per danno ad esseri viventi [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura), R_B
Componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano l'incendio e l'esplosione e che possono essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita: L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di un servizio pubblico), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) e L4 (perdita economica).

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_B Probabilità di danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ B.3, CEI EN 62305-2].
- L_B Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura), R_C
Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C$$

dove:

- R_C Componente di rischio (guasto di apparati del servizio - fulmine sulla struttura);
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_C Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ B.4.3, CEI EN 62305-2].
- L_C Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura), R_M

Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M$$

dove:

- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura);
- N_M Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità della struttura [§ A.3, CEI EN 62305-2];
- P_M Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ B.5, CEI EN 62305-2];
- L_M Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso), R_U
Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura dovute alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura. Possono

verificarsi perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 (perdita economica) con possibile perdita di animali.

$$R_U = (N_L + N_{Dj}) \times P_U \times L_U$$

dove:

- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio);
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{Dj} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2 della CEI EN 62305-2].
- P_U Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sul servizio connesso) [§ B.6, CEI EN 62305-2].
- L_U Perdita per danni ad esseri viventi (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso), R_V

Componente relativa ai danni materiali (incendio o esplosione innescati da scariche pericolose fra installazioni esterne e parti metalliche, generalmente nel punto d'ingresso della linea nella struttura) dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso il servizio entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita: L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di un servizio pubblico), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) e L4 (perdita economica).

$$R_V = (N_L + N_{Dj}) \times P_V \times L_V$$

dove:

- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{Da} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_V Probabilità di danno materiale nella struttura (fulmine sul servizio connesso) [§ B.7, CEI EN 62305-2].
- L_V Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso), R_W

Componente relativa al guasto di impianti interni causati da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_W = (N_L + N_{Dj}) \times P_W \times L_W$$

dove:

- R_W Componente di rischio (danno agli apparati - fulmine sul servizio connesso).
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{Da} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_W Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sul servizio connesso) [§ B.8, CEI EN 62305-2].
- L_W Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso), R_Z

Componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di

strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_z = N_i \times P_z \times L_z$$

dove:

- R_z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità del servizio).
- N_i Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità del servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- P_z Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità del servizio) [§ B.9, CEI EN 62305-2].
- L_z Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità del servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Determinazione del rischio di perdita di vite umane (R1)

Il rischio di perdita di vite umane è determinato come somma delle componenti di rischio precedentemente definite.

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^{(1)} + R_M^{(1)} + R_U + R_V + R_W^{(1)} + R_Z^{(1)}$$

- (1) Nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura).
- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

Determinazione del rischio di perdita di servizio pubblico (R2)

Il rischio di perdita di servizio pubblico è determinato dalla formula:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

Determinazione del rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile (R3)

Il rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile è dato dalla formula:

$$R_3 = R_B + R_V$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura)

- R_v Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso)

Determinazione del rischio di perdita economica (R₄)

Il rischio di perdita economica è determinato secondo la formula:

$$R_4 = R_A^{(1)} + R_B + R_C + R_M + R_U^{(1)} + R_V + R_W + R_Z$$

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

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura).
- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

Esito della valutazione

Una volta noti i valori di rischio per la struttura bisogna verificare che essi siano inferiori ai rischi tollerabili.

Caso 1 - Struttura autoprotetta

Se per ogni rischio calcolato i valori sono inferiori ai rispettivi R_T e non sono state adottate misure di protezione, la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Autoprotetta".

Caso 2 - Struttura protetta

Se per ogni rischio calcolato i valori sono inferiori ai rispettivi R_T e sono state adottate misure di protezione, la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Protetta".

Caso 3 - Struttura NON protetta

Se almeno un rischio calcolato è superiore al rispettivo R_T devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere il rischio inferiore.

Frequenza di danno

La frequenza di danno F è il numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno ad una apparecchiatura di un impianto interno e si valuta secondo la formula:

$$F = F_{S1} + F_{S3} + F_{S4}$$

se i circuiti sono collegati ad una linea esterna all'edificio,

oppure con la formula:

$$F = F_{S1} + F_{S2}$$

per i circuiti stand-alone o collegati ad una linea esterna all'edificio tramite una interfaccia isolante

dove:

- F_{S1} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S1).
- F_{S2} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2).

- F_{S3} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)
- F_{S4} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alle linee entranti nella struttura (sorgente S4)

Di seguito le formule per il calcolo di queste frequenze parziali:

$$F_{S1} = N_D \times P_C$$

$$F_{S2} = N_M \times P_M$$

$$F_{S3} = (N_L \times N_{DJ}) \times P_W$$

$$F_{S4} = N_I \times P_Z$$

Il significato di tali coefficienti è riportato nei paragrafi precedenti.

La frequenza di danno tollerabile F_T è il massimo valore della frequenza di danno che può essere tollerato dagli impianti interni. Fissare i valori di F_T è responsabilità del proprietario o del gestore della struttura tenendo presente che tale valore, secondo la guida CEI 81-29, dovrebbe essere 0.1, e, in ogni caso, inferiore ad 1.

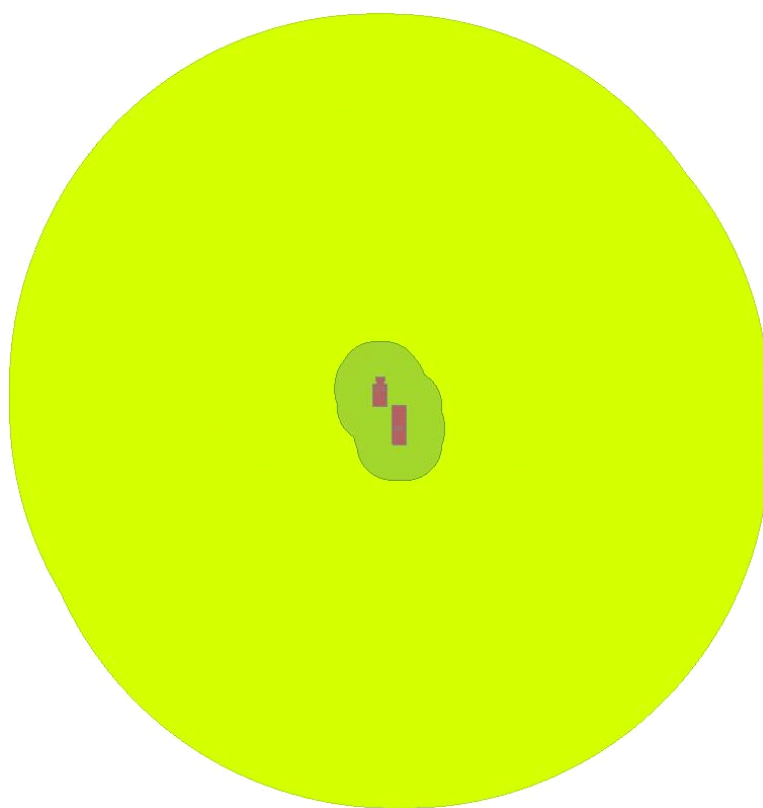
Se il valore di F risulta essere superiore al valore F_T stabilito, la frequenza di danno risulta essere non rispettata e, in tal caso, bisognerebbe agire migliorando le protezioni contro le sovratensioni al fine di fare rientrare il valore al di sotto di quello stabilito.

STRUTTURA

Dati generali	
Denominazione	ALLOGGI ERP CAPUA - ACER CAMPANIA
Destinazione d'uso	Civile abitazione
Indirizzo	VIA MARTIRI DI NASSIRYA
Comune	Capua (CE)
Cap	81043
N _G	2.79 fulmini/anno km ²
Fonte dati	TNE SRL - dato conforme a CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858

Caratteristiche della struttura	
Ubicazione	Circondata da oggetti di altezza uguale o inferiore [$C_D = 0.50$]
Geometria della struttura	Calcolo aree da disegno: Distanza struttura: 500 m (per il calcolo di A_M) Area raccolta della struttura isolata A_D: 22 054.43 m² Area raccolta fulmini in prossimità della struttura A_M: 904 984.47 m²
Schermatura	Assente $K_{SI} = 1$
LPS	Struttura protetta con copertura metallica e con discese naturali (ferri di armatura) [$PB = 0.001$]
N° persone totali nella struttura (L1)	$n_T = 400$
N° utenti serviti dalla struttura (L2)	$n_T = 301$

DISEGNO DELLA STRUTTURA



-  Struttura
-  Area di raccolta A_D
-  Area di raccolta A_M

ZONE

Nella struttura sono presenti 2 zone.

I dettagli di ogni zona sono riportati nei seguenti paragrafi.

Zona Z1 - "Zona ESTERNA"

Dati generali	
Denominazione	Zona ESTERNA
Tipo di zona	Esterna
Pavimentazione	Asfalto ($R \geq 100k\Omega$) [$r_t = 10^{-5}$]
Protezioni dalle tensioni di passo e di contatto	Multiselezione [PTA = 0]

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti (nz)	100
Ore presenza/anno (tz)	8760
L_T	10^{-2}
L_F	10^{-3}
Perdita inaccettabile di servizio pubblico (L2)	
N° utenti serviti dalla zona (nz)	300
L_F	0.10
L_o	10^{-2}

Zona Z2 - "Zona INTERNA"

Dati generali	
Denominazione	Zona INTERNA
Tipo di zona	Interna
Pavimentazione	Cemento ($R \leq 1k\Omega$) [$r_t = 10^{-2}$]
Pericoli particolari	Nessuno [$h_z = 1$]
Rischio esplosione	Assente
Rischio incendio	Ordinario [$r_f = 10^{-2}$]
Schermatura	Assente $K_{S2} = 1$
Misure antincendio	Misure di protezione manuali [$r_p = 0.5$]

Perdita di vite umane (L1)	
Il danno alla struttura dovuto al fulmine si può estendere alle strutture circostanti o all'ambiente (es. emissioni chimiche o radiative)	
N° persone presenti (n_z)	300
Ore presenza/anno (t_z)	8760
L_T	10^{-2}
L_F	10^{-3}
Percentuale media tipica di vittime dovuta al danno materiale all'esterno della struttura	$L_{FE} = 0$
Durata della presenza di persone nell'area pericolosa all'esterno della struttura (ore)	$t_e = 8760$
Perdita inaccettabile di servizio pubblico (L2)	
N° utenti serviti dalla zona (n_z)	1
L_F	0.10
L_o	10^{-2}

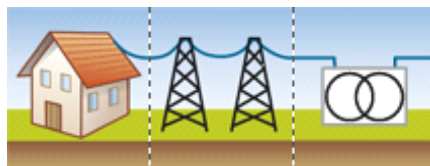
Legenda:

- L_T è la percentuale media di vittime per elettrocuzione (danno D1) causato da un evento pericoloso.
- L_F è la percentuale media di vittime per danno materiale (danno D2) causato da un evento pericoloso.
- L_o è la percentuale media di vittime per guasto degli impianti interni (danno D3) causato da un evento pericoloso.

LINEE

Alla struttura è collegata una linea di seguito descritta.

Linea L1 - "energia"



Dati generali	
Denominazione	energia
Tipo linea	Linea di energia
Protezione	Cavo protetto contro il fulmine o in condotto metallico
Ambiente circostante	Urbano [$C_e = 0.10$]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Isolamento elettrico [$PTU = 0.01$]
SPD su linea entrante	Sistema SPD assente [$PEB = 1.00$]
Trasformatore AT/BT	Presente, "Trasformatore 1" [$C_T = 0.20$]

Sezioni della linea:

Tratto aereo	
Denominazione	linea aerea
Lunghezza	1 000 m
Schermatura cavi	Assente

IMPIANTI

Nella struttura sono presenti 2 impianti interni.

I dettagli di ogni impianto sono riportati nei seguenti paragrafi.

Impianto I1 - "energia"

Dati generali	
Denominazione	energia
Linea collegata all'impianto	energia
Zone servite dall'impianto	Zona INTERNA
Tensione di tenuta	1500
Cavi impianto schermati	Sì
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	No
Tipo cablaggio	Precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare larghe spire
Tipo SPD	Sistema SPD assente [PSPD = 1.00]

Impianto I2 - "tlc"

Dati generali	
Denominazione	tlc
Linea collegata all'impianto	energia
Zone servite dall'impianto	Zona INTERNA
Tensione di tenuta	1000
Cavi impianto schermati	Sì
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	No
Tipo cablaggio	Nessuna precauzione nella scelta del percorso
Tipo SPD	Sistema SPD assente [PSPD = 1.00]

ESITO DELLA VALUTAZIONE

Perdite considerate e rischi tollerabili

Per la valutazione dei rischi sono state considerate le seguenti perdite:

L1 - Perdita di vite umane o danni permanenti (Rischio tollerabile $R_T = 10^{-5}$)

L2 - Perdita di servizio pubblico (Rischio tollerabile $R_T = 10^{-3}$)

Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1

Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{DJ}$			N_I
Struttura	3.08×10^{-2}			2.52	-			-
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{DJ}$			N_I
L1	-			-	2.23×10^{-3}			0.22

Valori di probabilità di perdita di vite umane, P_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Probabilità	P_A	P_B	P_C	P_M	P_U	P_V	P_W	P_Z
Z1	0	0	0	0	0	0	0	0
Z2	10^{-3}	10^{-3}	0	1.44×10^{-8}	0	0	0	0
- I1	-	-	0	4.44×10^{-9}	-	-	-	-
- I2	-	-	0	10^{-8}	-	-	-	-
- L1	-	-	-	-	0	0	0	0

Ammontare delle perdite di vite umane, L_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Perdite	L_A	L_B	L_C	L_M	L_U	L_V	L_W	L_Z

Z1	2.50×10^{-8}	0	0	0	2.50×10^{-8}	0	0	0
Z2	7.50×10^{-5}	3.75×10^{-6}	0	0	7.50×10^{-5}	3.75×10^{-6}	0	0

Componenti di rischio di perdita di vite umane, R_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Rischio	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Z1	0	0			0	0		
Z2	2.31×10^{-9}	1.15×10^{-10}			0	0		
Totale	2.31×10^{-9}	1.15×10^{-10}			0	0		

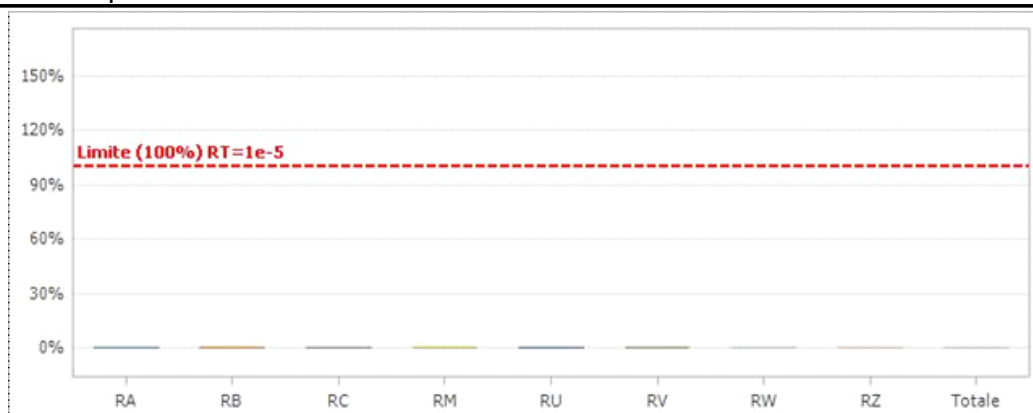
Rischio di perdita di vita umana, $R_{1,Struttura}$

$(R_{1,Struttura} = R_{A,Struttura} + R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{U,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura})$

2.42×10^{-9}

Il valore del rischio dovuto al fulmine è inferiore al valore di rischio tollerato R_T .

Grafico delle componenti di rischio



Valutazione del rischio di perdita inaccettabile di servizio pubblico R2

Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_x

Sorgente di danno	S1		S2	S3		S4
						
Tipo di danno	D2	D3	D3	D2	D3	D3
						
Eventi	N_D		N_M	$N_L + N_{DJ}$		N_I
Struttura	3.08×10^{-2}		2.52	-		-
Eventi	N_D		N_M	$N_L + N_{DJ}$		N_I
L1	-		-	2.23×10^{-3}		0.22

Valori di probabilità di perdita di servizio pubblico, P_x

Sorgente di danno	S1		S2	S3		S4
						
Tipo di danno	D2	D3	D3	D2	D3	D3
						
Probabilità	P_B	P_C	P_M	P_V	P_W	P_Z
Z1	0	0	0	0	0	0
Z2	10^{-3}	0	1.44×10^{-8}	0	0	0
- I1	-	0	4.44×10^{-9}	-	-	-
- I2	-	0	10^{-8}	-	-	-
- L1	-	-	-	0	0	0

Ammontare delle perdite di servizio pubblico, L_x

Sorgente di danno	S1		S2	S3		S4
						
Tipo di danno	D2	D3	D3	D2	D3	D3
						
Perdite	L_B	L_C	L_M	L_V	L_W	L_Z
Z1	0	9.97×10^{-3}	9.97×10^{-3}	0	9.97×10^{-3}	9.97×10^{-3}
Z2	1.66×10^{-6}	3.32×10^{-5}	3.32×10^{-5}	1.66×10^{-6}	3.32×10^{-5}	3.32×10^{-5}

Componenti di rischio di perdita di servizio pubblico, R_x

Sorgente di danno	S1		S2	S3		S4
						
Tipo di danno	D2	D3	D3	D2	D3	D3

						
Rischio	R _B	R _C	R _M	R _V	R _W	R _Z
Z1	0	0	0	0	0	0
Z2	5.11×10^{-11}	0	1.21×10^{-12}	0	0	0
Totale	5.11×10^{-11}	0	1.21×10^{-12}	0	0	0

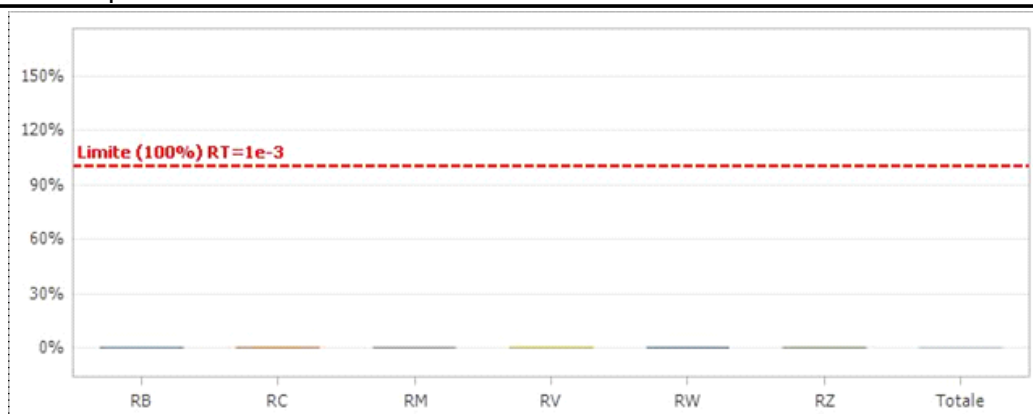
Rischio di perdita di servizio pubblico, R_{2,Struttura}

(R_{2,Struttura} = R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura})

5.23×10^{-11}

Il valore del rischio dovuto al fulmine è inferiore al valore di rischio tollerato R_T.

Grafico delle componenti di rischio



CONCLUSIONI

Visti gli esiti delle verifiche effettuate, non è necessario realizzare alcun sistema di protezione contro i fulmini per la struttura in questione in quanto il rischio dovuto al fulmine è già al di sotto del limite tollerato.

Quindi la struttura è da considerarsi **PROTETTA**.

In forza della legge n° 186 del 01/03/1968 che individua nelle norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

FREQUENZA DI DANNO

La tabella seguente riporta il calcolo della frequenza di danno per ogni impianto della struttura corrente:

Impianto	Linea	F _{S1}	F _{S2}	F _{S3}	F _{S4}	F	F _T
energia	energia	0	1.12×10^{-8}	0	0	0	0.10
tlc	energia	0	2.52×10^{-8}	0	0	0	0.10

Legenda:

Impianto Denominazione dell'impianto.

Linea Denominazione della linea a cui è collegato l'impianto.

F_{S1} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S1)

F_{S2} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2)

F_{S3} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)

F_{S4} Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alle linee entranti nella struttura (sorgente S4)

F Frequenza di danno F: numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno ad un'apparecchiatura di un impianto interno

F_T Frequenza di danno tollerabile

La frequenza di danno tollerabile risulta essere RISPETTATA.

INDICE

DATI GENERALI	2
Committente	2
Tecnico	2
ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	3
Normativa di riferimento	3
Definizioni	3
Simboli e abbreviazioni	4
Valutazione del rischio fulminazione	5
Metodo di valutazione	6
Componenti di rischio	7
Determinazione del rischio di perdita di vite umane (R1)	10
Determinazione del rischio di perdita di servizio pubblico (R2)	10
Determinazione del rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile (R3)	10
Determinazione del rischio di perdita economica (R4)	11
Esito della valutazione	11
Frequenza di danno	11
STRUTTURA	13
DISEGNO DELLA STRUTTURA	14
ZONE	15
Zona Z1 - "Zona ESTERNA"	15
Zona Z2 - "Zona INTERNA"	16
LINEE	17
Linea L1 - "energia"	17
IMPIANTI	18
Impianto I1 - "energia"	18
Impianto I2 - "tlc"	19
ESITO DELLA VALUTAZIONE	20
Perdite considerate e rischi tollerabili	20
Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1	20
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, NX	20
Valori di probabilità di perdita di vite umane, PX	20
Ammontare delle perdite di vite umane, LX	20
Componenti di rischio di perdita di vite umane, RX	21
Grafico delle componenti di rischio	21
Valutazione del rischio di perdita inaccettabile di servizio pubblico R2	22
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, NX	22
Valori di probabilità di perdita di servizio pubblico, PX	22
Ammontare delle perdite di servizio pubblico, LX	22
Componenti di rischio di perdita di servizio pubblico, RX	22
Grafico delle componenti di rischio	23
CONCLUSIONI	24
FREQUENZA DI DANNO	25
INDICE	27