COMUNE DI CASTEL SAN GIORGIO
provincia di Salerno

Unione Europea

POR CAMPANIA FESR 2014-2020

REGIONE CAMPANIA

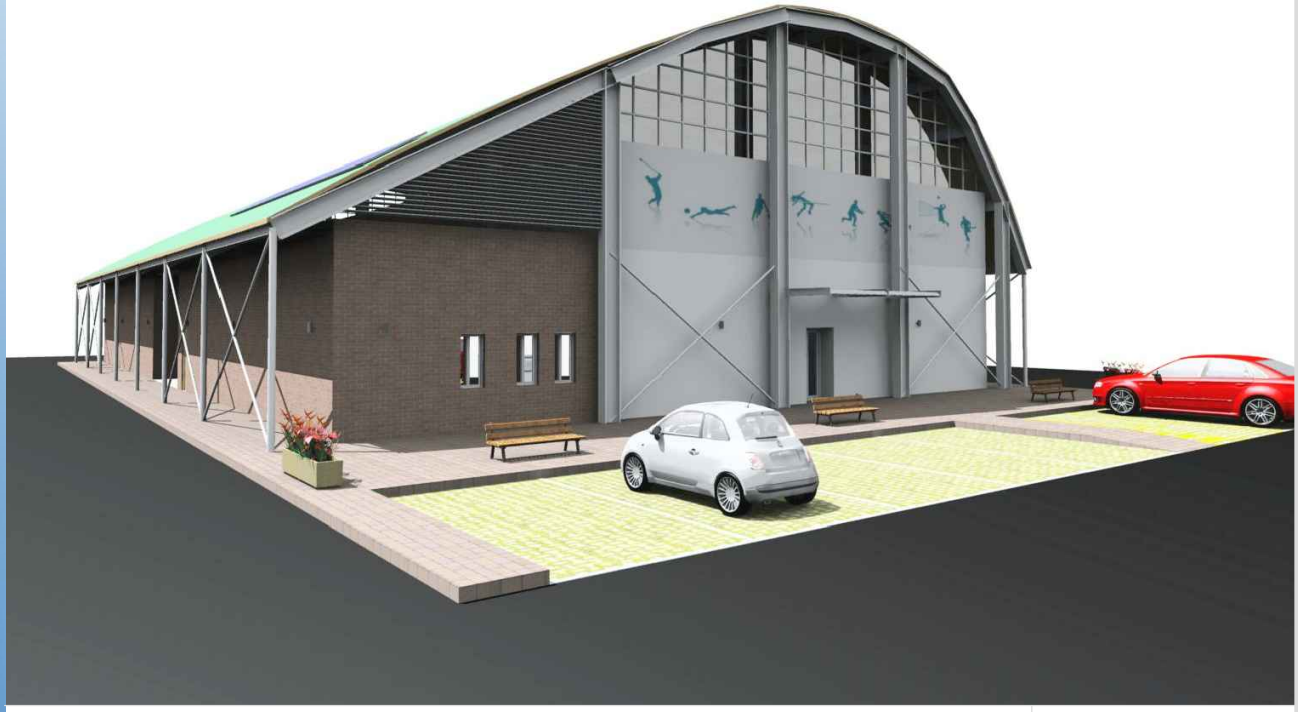
PROGETTO ESECUTIVO

decreto legislativo n. 50/2016

INTERVENTO DI SOSTITUZIONE EDILIZIA DI UNA PALESTRA SITA IN VIA G. DELLA MONICA

Piano triennale di edilizia scolastica (P.T.E.S.) della Regione Campania 2018-2020

Sindaco: Avv. Paola Lanzara
Ass. lavori pubblici: Franco Longanella
Ass. edilizia scolastica: Arch. Mena Pascariello



elaborato

RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

34

scala

1:A

data

Giugno 2018

Progettazione

Ing. Paolo Sorrentino

Verifica e validazione

IL R.U.P.
Arch. j. Carmine Russo

Piazza A. Amabile, 1
C.A.P. 84083
Castel San Giorgio (SA)
C.F. 80021560653
P.Iva 00264860651
Tel. 081 5163211
Fax. 081 5161900

RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

1 DATI GENERALI

1.1 Committente

Ragione Sociale	**Comune di CASTEL SAN GIORGIO**
Indirizzo	**P.zza A. Amabile**
CAP - Comune	**84083 Castel San Giorgio (SA)**

1.2 Tecnico

Ragione Sociale	**SORRENTINO & FRASCI**
Nome Cognome	**Ing. PAOLO SORRENTINO**
Qualifica	**Ingegnere**
CAP - Comune	**84083 Castel San Giorgio (SA)**

2 ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

2.1 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".

2.2 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.

2.3 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.

D1 Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.

D2 Danno materiale.

D3 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.

L1 Perdita di vite umane.

L2 Perdita di servizio pubblico.

L3 Perdita di patrimonio culturale insostituibile.

L4 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).

R1 Rischio di perdita di vite umane nella struttura.

R2 Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura.

R3 Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura.

R4 Rischio di perdita economica in una struttura.

S Struttura.

S1 Sorgente di danno (fulm. sulla struttura).

S2 Sorgente di danno (fulm. in prossimità della struttura).

S3 Sorgente di danno (fulm. sulla linea).

S4 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.

2.4 Valutazione del rischio fulminazione

La normativa CEI EN 62305-2 specifica una procedura per la valutazione del rischio dovuto a fulminazione e, se necessario, individua le misure di protezione 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 dell'oggetto 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. Essi sono le seguenti:

- 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 conseguenti nell'oggetto da proteggere. Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle caratteristiche dell'oggetto stesso ed al suo contenuto.

- 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.

- R_1 Rischio di perdita di vite umane (inclusi danni permanenti).
- R_2 Rischio di perdita di servizio pubblico.
- R_3 Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- R_4 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}).

Per ogni tipologia di rischio (R_1, R_2, R_3 o R_4), nella tabella seguente sono riportate le sue componenti:

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

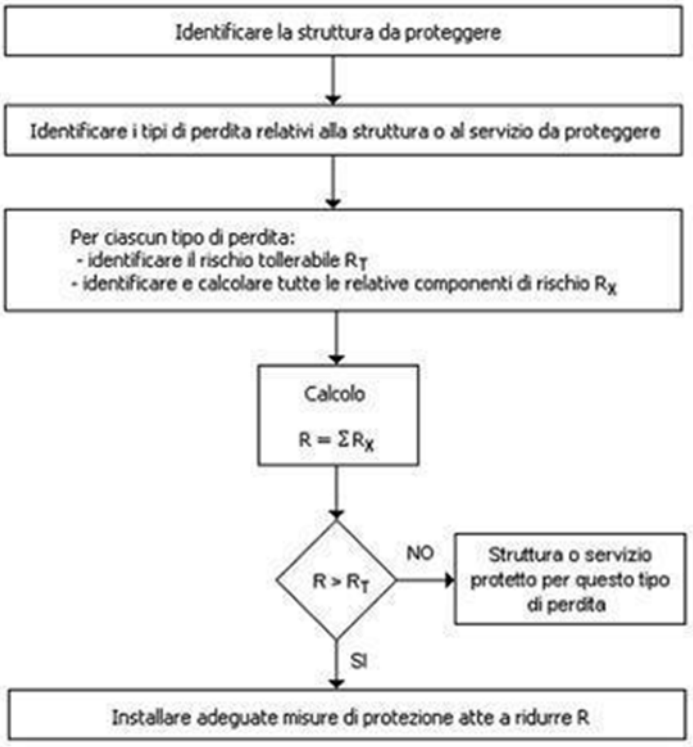
2.4.1 Metodo di valutazione

Ai fini della valutazione del rischio (R_1, R_2, R_3 o R_4) 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 R_4)

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 interessato l'oggetto.

Per il richio R_4, oltre a determinare le componenti e il valore del rischio R_4, 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.

2.4.2 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) [§ B43, 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].

2.5 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).

2.6 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).

2.7 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)

2.8 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).

2.9 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.

3 STRUTTURA

Dati generali	
Denominazione	**PALESTRA SCUOLA MEDIA T. TASSO**
Destinazione d'uso	**PALESTRA SCOLASTICA**
Indirizzo	**Via G. Della Monica**
Comune	**CASTEL SAN GIORGIO (SA)**
Cap	**84083**
N_G	**2.50 fulmini/anno km²**
Fonte dati	**GUIDA CEI 81-3:1995 e s.m.i.**

Caratteristiche della struttura	
Ubicazione	**Isolata [C_D = 1]**
Geometria della struttura	**Struttura regolare:** **Lunghezza: 30.0 m** **Larghezza: 26.0 m** **Altezza: 15 m** **Altezza protrusione: 0.0 m** **Area raccolta della struttura isolata A_D: 10 325.65 m²** **Area raccolta fulmini in prossimità della struttura A_M: 855 398.16 m²**
Schermatura	**Assente** **K_{S1}= 1**
LPS	**Struttura non protetta con LPS [PB = 1.00]**
N° persone totali nella struttura (L1)	**n_T = 200**
Valore complessivo della struttura (L4)	**c_T = 1 000 000.00 €**

4 ZONE

Nella struttura è presente una sola zona, per cui la zona comprende l'intera struttura.

Di seguito si riportano i dati relativi alla zona.

4.1 Zona Z1 - "Zona 1"

Dati generali	
Denominazione	**Zona 1**
Tipo di zona	**Interna**
Pavimentazione	**Ceramica (R ≥ 100kΩ) [rt =10^{-5}]**
Pericoli particolari	**Nessuno [hz = 1]**
Rischio d'incendio	**Rischio d'incendio ordinario [rf =10^{-2}]**
Schermatura	**Assente** **K_{S2}= 1**
Misure antincendio	**Misure di protezione manuali e automatiche [rp =0.2]**

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti (n_Z)	**200**
Ore presenza/anno (t_Z)	**1440**
L_T	**10^{-2}**
L_F	**10^{-2}**
Perdita economica (L4)	
Valore animali	**€ 0.00**
Valore edificio	**€ 750 000.00**
Valore contenuto zona	**€ 150 000.00**
Valore impianti interni zona	**€ 0.00**
L_T	**10^{-2}**
L_F	**1**
L_O	**0.10**

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.

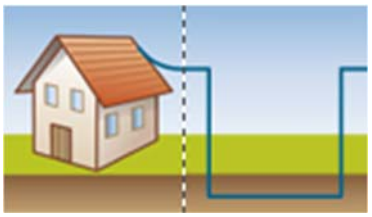
L_O è la percentuale media di vittime per guasto degli impianti interni (danno D3) causato da un evento pericoloso.

5 LINEE

Alla struttura sono collegate 2 linee.

I dettagli di ogni linea sono riportati nei seguenti paragrafi.

Linea L1 - "Linea 1 - Enel"

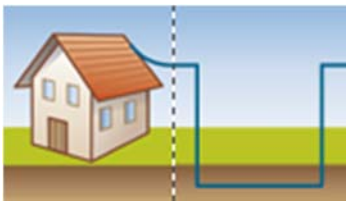


Dati generali	
Denominazione	**Linea 1 - Enel**
Tipo linea	**Linea di energia**
Protezione	**Nessuna**
Ambiente circostante	**Urbano [Ce = 0.10]**
Protezioni dalle tensioni di contatto	**Isolamento elettrico [PTU = 0.01]**
SPD su linea entrante	**Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PEB = 0.05]**
Trasformatore AT/BT	**Assente [C_T = 1]**

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	**Tratto 1 - Alimentazione Principale**
Lunghezza	**1 000 m**
Schermatura cavi	**Assente**
Dispersore fittamente magliato	**No**

5.1 Linea L2 - "Linea 2 - Telecom"



Dati generali	
Denominazione	**Linea 2 - Telecom**
Tipo linea	**Linea di segnale**
Protezione	**Nessuna**
Ambiente circostante	**Urbano [Ce = 0.10]**
Protezioni dalle tensioni di contatto	**Isolamento elettrico [PTU = 0.01]**
SPD su linea entrante	**Sistema di SPD con LPL di classe III o IV [PEB = 0.05]**
Trasformatore AT/BT	**Assente [C_T = 1]**

Sezioni della linea:

Tratto interrato

Denominazione	**Tratto 1 - Fornitura Segnale Telefonico**
Lunghezza	**1 000 m**
Schermatura cavi	**Presente [R_S = 28.3 Ω/m]**
Dispersore fittamente magliato	**No**

6 ESITO DELLA VALUTAZIONE

6.1 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 **$R_T = 10^{-5}$**)

L4 - Perdita economica

6.2 Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1

6.2.1 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	2.58×10^{-2}			2.14	-			-
Eventi	**N_D**			**N_M**	**$N_L + N_{DJ}$**			**N_I**
L1	-			-	5×10^{-3}			0.50
L2	-			-	5×10^{-3}			0.50

6.2.2 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	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

6.2.3 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	10^{-7}	2×10^{-5}	0	0	10^{-7}	2×10^{-5}	0	0

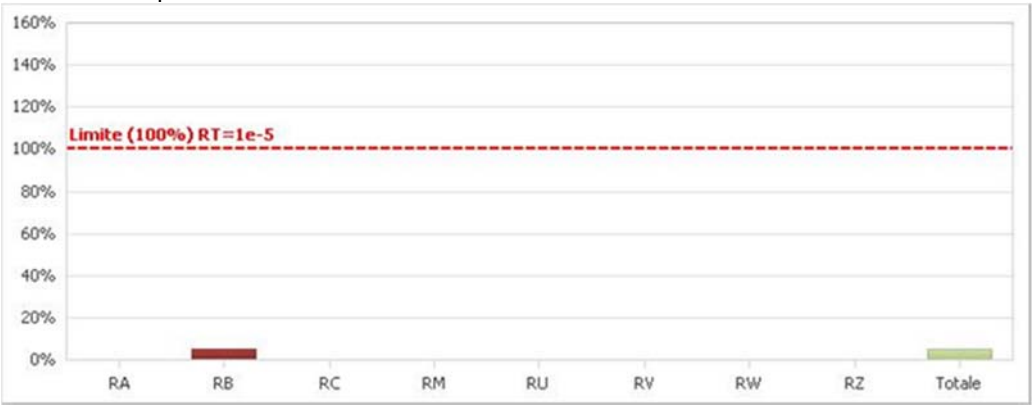
6.2.4 Componenti di rischio di perdita di vite umane, R_X

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	2.58×10^{-9}	5.16×10^{-7}			0	0		
Totale	2.58×10^{-9}	5.16×10^{-7}			0	0		

Rischio di perdita di vita umana, $R_{1,Struttura}$ **($R_{1,Struttura} = R_{A,Struttura} + R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{U,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura}$)**	**5.19×10^{-7}**

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

6.2.5 Grafico delle componenti di rischio



6.3 Valutazione del rischio di perdita economica R4

6.3.1 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	2.58×10^{-2}			2.14	-			-
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{DJ}$			N_I
L1	-			-	5×10^{-3}			0.50
L2	-			-	5×10^{-3}			0.50

6.3.2 Valori di probabilità di perdita economica, 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	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

6.3.3 Ammontare delle perdite economica, 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	0	2×10^{-3}	0	0	0	2×10^{-3}	0	0

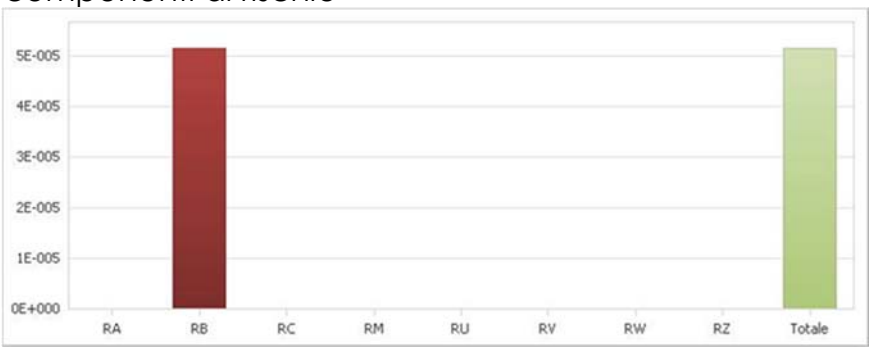
6.3.4 Componenti di rischio di perdita economica, R_X

	S1	**S2**	**S3**	**S4**

Sorgente di danno								
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		5.16×10^{-5}	0	0		0	0	0
Totale		5.16×10^{-5}	0	0		0	0	0

Rischio di perdita economica, $R_{4,Struttura}$ **($R_{4,Struttura} = R_{A,Struttura} + R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{U,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura}$)**	**5.16×10^{-5}**

6.3.5 Grafico delle componenti di rischio



6.4 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.

Per il rischio di perdite economiche R4, la valutazione della convenienza dell'installazione di misure di protezione deve essere valutata caso per caso.

Nell'appendice E della norma CEI EN 62305-2 è riportata una apposita procedura di valutazione.

7 SISTEMA DI SPD

7.1 Dati generali

Il livello di protezione utilizzato per il sistema di SPD è "Livello I": di seguito si riporta una tabella riepilogativa della sovracorrenti attese per le varie sorgenti di danno.

Sovracorrenti	Linee di energia	Linee di telecomunicazione
I_{S1} (kA)	10.000	10.000
I_{S2} (kA)	0.200	0.200
I_{S3} (kA)	10.000	2.000
I_{S4} (kA)	5.000	0.160

LPS	
LPS	**Classe I**
Corrente di fulmine (kA)	**200**
Numero linee	**2**
Num. corpi metallici esterni	
Resistività del suolo (Ωm)	
K_e	**0.278**
I_f (kA)	**55.56**

Distanza di sicurezza	
Numero calate	**>= 4 (all. C)**
K_c	**0.32**
I_{imp} min (kA)	**64.78**
Lunghezza l (m)	**1.0**
Materiale isolante	**Aria**
Distanza di sicurezza s (m)	**0.03**
Distanza d (m)	**1.00**
La distanza d è maggiore o uguale alla distanza di sicurezza s Non è necessario collegare gli impianti all'LPS tramite un SPD	

Se la distanza tra l'LPS e gli impianti interni è inferiore alla distanza di sicurezza, gli impianti vanno collegati all'LPS tramite un SPD con I_{imp} > I_{imp} min.

7.2 Linea "Linea 1 - Enel"

Caratteristiche linea	
Tipo sistema	**TT**
Tensione verso terra (V)	**400**
Numero conduttori attivi	**3**
K'_e	**0.33**
I'_F conduttori (kA)	**18.52**
U_C min (V)	**440**
$N_D + N_L$	**0.031**

SPD1 all'ingresso della linea nella struttura	
Marca	**Generica**
Modello	**Generico**
Connessioni (m)	**0.5**
Poli	**Non indicato**
Classe	**Classe I**
Funzionamento	**A innesco**
I_{imp} (kA)	**20.0**
I_n (kA)	
I_{max} (kA)	
U_C (V)	**600**
U_P (kV)	**1.50**
$U_{P/F}$ (kV)	**1.8**
SPD adatto	

7.3 Linea "Linea 2 - Telecom"

Caratteristiche linea	
Tipo sistema	**TT**
Tensione verso terra (V)	**48**
Numero conduttori attivi	**2**
k'_e	**0.38**
I'_F conduttori (kA)	**21.13**
U_C min (V)	**53**
$N_D + N_L$	**0.031**

SPD1 all'ingresso della linea nella struttura	
Marca	**Generica**
Modello	**Generico**
Connessioni (m)	**0.5**
Poli	**2P**
Classe	**Classe I**
Funzionamento	**Combinato**
I_{imp} (kA)	**25.0**
I_n (kA)	
I_{max} (kA)	
U_C (V)	**255**
U_P (kV)	**1.00**

$U_{P/F}$ (kV)	**2.2**
SPD adatto	

7.4 Verifiche SPD

7.4.1 Verifiche SPD Linea 1 - Enel (Linea di energia)

Linea 1 - Enel			
SPD1 all'ingresso della linea nella struttura			
Installare SPD di classe I	Classe I	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c$ min	600 ≥ 440	✓	SPD adatto
$I_{imp} \geq I_F$ e $I_{imp} \geq I_{S3}$	20.0 ≥ 18.5	✓	SPD adatto

7.4.2 Verifiche SPD Linea 2 - Telecom (Linea di segnale)

Linea 2 - Telecom			
SPD1 all'ingresso della linea nella struttura			
Installare SPD di classe I	Classe I	✓	SPD adatto
$U_c \geq U_c$ min	255 ≥ 53	✓	SPD adatto
$I_{imp} \geq I_F$ e $I_{imp} \geq I_{S3}$	25.0 ≥ 21.1	✓	SPD adatto

8 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) 11
Determinazione del rischio di perdita economica (R4) 11
Esito della valutazione 11
STRUTTURA **12**
ZONE **13**
Zona Z1 - "Zona 1" 13
LINEE **14**
Linea L1 - "Linea 1 - Enel" 14
Linea L2 - "Linea 2 - Telecom" 15
ESITO DELLA VALUTAZIONE **16**

Perdite considerate e rischi tollerabili 16
Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1 16
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, NX 16
Valori di probabilitàdi perdita di vite umane, PX 16
Ammontare delle perdite di vite umane, LX 16
Componenti di rischio di perdita di vite umane, RX 17
Grafico delle componenti di rischio 17
Valutazione del rischio di perdita economica R4 18
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, NX 18
Valori di probabilitàdi perdita economica, PX 18
Ammontare delle perdite economica, LX 18
Componenti di rischio di perdita economica, RX 18
Grafico delle componenti di rischio 19
CONCLUSIONI 20
SISTEMA DI SPD 21
Dati generali 21
Linea "Linea 1 - Enel" 22
Linea "Linea 2 - Telecom" 23
Verifiche SPD 23
Verifiche SPD Linea 1 - Enel (Linea di energia) 23
Verifiche SPD Linea 2 - Telecom (Linea di segnale) 23
INDICE 25