

UFFICIO AUTONOMO LAVORI
Genio Militare per il Ministero della Difesa
2^ SEZIONE LAVORI - ROMA



PROGETTO ESECUTIVO

LAVORI DI POTENZIAMENTO DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT
DELLA CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE
Ten. ing. RN

IL COLLABORATORE DEL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ten. Col. ing. RN Antonio CARPENTIERO

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Col. g (gua) RN Gianpaolo FRANCHI

PROGETTISTA:

Ing. Gian Piero CUNDARI



Descrizione:

RELAZIONE ANALISI E VALUTAZIONE
RISCHIO FULMINI

C.C - GPC.2025-012

DISEGNO N.
PE.IE.RVRF-01

REV. N.
01

SCALA
F.S.

DATA
03/04/026

REV.	DATA	DESCRIZIONE	DISEGNATORE	VISTO
01	05/05/2026	AGGIORNAMENTO VALIDAZIONE		GPC

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

ANALISI E VALUTAZIONE DEL RISCHIO FULMINI

Struttura: CASERMA LUNGARA

Committente: MINISTERO DELLA DIFESA - UFFICIO AUTONOMO LAVORI –
Col. g (gua) RN Gianpaolo FRANCHI

Indirizzo: Via Della Lungara 81/C - Roma (RM)

Catanzaro, 03/04/2026

Il Tecnico
(Ing. Gian Piero Cundari)



Ing. Cundari Gian Piero
Via Formia, 99
Catanzaro (CZ)

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI
PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.
Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

DATI GENERALI

Committente

Nome Cognome	Col. g (gua) RN Gianpaolo Franchi
Ragione Sociale	MINISTERO DELLA DIFESA - UFFICIO AUTONOMO LAVORI
Indirizzo CAP - Comune	Via Firenze, 35 00187 Roma (RM)

Tecnico

Nome Cognome	Gian Piero Cundari
Qualifica	Ing.
P. IVA	03800020798
Data di nascita	09/12/1978
Luogo di nascita	Catanzaro
Albo	Ingegneri CZ
N° Iscrizione	2553
Indirizzo CAP - Comune	Via Formia, 99 88100 Catanzaro (CZ)

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per i calcoli e la valutazione del rischio si è fatto riferimento alle seguenti norme:

CEI EN IEC 62305-1:2025 "Protezione contro i fulmini - Parte 1: Principi generali"

CEI EN IEC 62305-2:2025 "Protezione contro i fulmini - Parte 2: Valutazione del rischio"

CEI EN IEC 62305-3:2025 "Protezione contro i fulmini - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"

CEI EN IEC 62305-4:2025 "Protezione contro i fulmini - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"

DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI

Struttura da proteggere

Qualsiasi luogo, impianto o edificio idoneo a contenere persone, animali, materiali o impianti.

Struttura con rischio di esplosione

Strutture con aree pericolose classificate in conformità alla Norma IEC 60079-10-1 e IEC 60079-10-2 o materiali solidi esplosivi

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.

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.

Danni ad esseri viventi

Danni, inclusi decessi, ad esseri viventi a seguito di fulmini.

Danni fisici

Danni ad una struttura (o al suo contenuto) causati dagli effetti meccanici, termici, chimici o esplosivi del fulmine.

Guasto degli impianti interni

Danni agli impianti elettrici ed elettronici dovuti a LEMP.

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 o la frequenza di danno.

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

**MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI**

**PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.**

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

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_{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_{1D}	Danno ad esseri viventi per fulminazione diretta della persona.
D_{1T}	Danno ad esseri viventi per elettrocuzione causata da accoppiamento resistivo ed induttivo.
D₂	Danni a causa di scintille pericolose che possono innescare incendi o esplosioni.
D₃	Danno da sovratensioni causate da tutte le sorgenti di danno.
F	Frequenza di danno
F_C	Frequenza di danno a seguito di fulminazione diretta della struttura (sorgente di danno S ₁)
F_M	Frequenza di danno a seguito di fulminazione indiretta della struttura (sorgente di danno S ₂)
F_T	Frequenza di danno tollerabile
F_W	Frequenza di danno a seguito di fulminazione diretta di una linea (sorgente di danno S ₃)
F_Z	Frequenza di danno a seguito di fulminazione indiretta di una linea (sorgente di danno S ₄)
k	Fattore di correlazione tra N _G e N _{SG}
K_{S1}	Coefficiente relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura.
K_{S2}	Coefficiente relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura.

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

K_{S3}	Coefficiente relativo alle caratteristiche dei circuiti interni alla struttura.
L_X	Percentuale media tipica delle perdite conseguenti ad un danno
L₁	Percentuale media tipica delle perdite per lesioni ad esseri umani.
L₂	Percentuale media tipica delle perdite per danni fisici alla struttura e al suo contenuto (incendio e/o esplosione).
L₃	Percentuale media tipica delle perdite per guasto degli impianti elettrici ed elettronici.
L_{AD}	Percentuale media tipica di vittime per lesioni dovute alla fulminazione diretta della persona (sorgente di danno S ₁)
L_{AT}	Percentuale media tipica di vittime per lesioni a seguito di elettrocuzione causata da accoppiamento resistivo ed induttivo (sorgente di danno S ₁)
L_{B1}	Percentuale media tipica di vittime per lesioni a seguito di danni fisici subiti dalla struttura (incendio ed esplosione – sorgente di danno S ₁)
L_{B2}	Percentuale media tipica di perdite per danni fisici alla struttura (incendio ed esplosione – sorgente di danno S ₁)
L_{BT}	Percentuale media tipica di perdite totali per danni fisici della struttura incluso il danno ambientale (sorgente di danno S ₁)
L_{C1}	Percentuale media tipica di vittime per lesioni a causa di un guasto agli impianti interni (sorgente di danno S ₁)
L_{C2}	Percentuale media tipica di perdite per guasto degli impianti interni (sorgente di danno S ₁)
L_D	Percentuale media tipica di vittime a causa di lesioni per fulminazione diretta della persona rispetto al numero totale di persone esposte nella zona, a causa di un singolo evento pericoloso
L_E	Percentuale media tipica di perdite all'esterno della struttura rispetto alla massima perdita nella zona, a causa di un singolo evento pericoloso
L_{F1}	Percentuale media tipica di vittime per lesioni a seguito di incendio o esplosione rispetto al numero totale di persone presenti nella zona, a causa di un singolo evento pericoloso.
L_{F2}	Percentuale media tipica di perdite per incendio ed esplosione in relazione alla massima perdita possibile nella zona, a causa di un singolo evento pericoloso.
L_{M1}	Percentuale media tipica di vittime per lesioni a causa di un guasto agli impianti interni (sorgente di danno S ₂)
L_{M2}	Percentuale media tipica di perdite per guasto degli impianti interni (sorgente di danno S ₂)
L_{O1}	Percentuale media tipica di vittime per lesioni a causa di guasto degli impianti interni rispetto al numero totale di persone esposte nella zona, a causa di un singolo evento pericoloso.
L_{O2}	Percentuale media tipica di danni fisici a causa di un guasto agli impianti interni rispetto alla massima perdita possibile nella zona, a causa di un singolo evento pericoloso
L_T	Percentuale media tipica di vittime per lesioni da elettrocuzione per tensioni di passo e contatto rispetto al numero totale di persone nella zona, a causa di un singolo evento pericoloso.
L_{UT}	Percentuale media tipica di vittime per lesioni da elettrocuzione a causa di accoppiamento resistivo e induttivo (sorgente di danno S ₃)
L_{V1}	Percentuale media tipica di vittime per lesioni a causa di danni fisici alla struttura (incendio o esplosione – sorgente di danno S ₃)
L_{V2}	Percentuale media tipica di perdite causate da danni fisici alla struttura (incendio o esplosione – sorgente di danno S ₃)
L_{VT}	Percentuale media tipica di perdite totali causate da danni fisici alla struttura incluso il danno ambientale (sorgente di danno S ₃)
L_{W1}	Percentuale media tipica di vittime per lesioni a causa di guasto degli impianti interni (sorgente di danno S ₃)
L_{W2}	Percentuale media tipica di perdite causate dal guasto degli impianti interni (sorgente di

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

	danno S_3)
L_{Z1}	Percentuale media tipica di vittime per lesioni a causa di guasto degli impianti interni (sorgente di danno S_4)
L_{Z2}	Percentuale media tipica di perdite per guasto degli impianti interni (sorgente di danno S_4)
N_x	Numero di eventi pericolosi per anno
N_D	Numero di eventi pericolosi all'anno per un fulmine sulla struttura (sorgente di danno S_1)
N_M	Numero di eventi pericolosi all'anno per un fulmine vicino alla struttura (sorgente di danno S_2)
N_{DJ}	Numero di eventi pericolosi all'anno per un fulmine sulla struttura adiacente collegata alla linea (sorgente di danno S_3)
N_L	Numero di eventi pericolosi all'anno per un fulmine sulla linea (sorgente di danno S_3)
N_I	Numero di eventi pericolosi all'anno per un fulmine vicino alla linea (sorgente di danno S_4)
N_G	Densità di fulmini al suolo per anno.
N_{SG}	Densità di punti d'impatto di fulmini al suolo per anno
P_x	Probabilità di danno.
P_{AD}	Probabilità che un fulmine sulla struttura colpisca una persona.
P_{am}	Probabilità che un fulmine sulla struttura provochi lesioni ad esseri viventi per tensioni di passo e contatto
P_{AT}	Probabilità che un fulmine sulla struttura provochi tensioni di passo e contatto pericolose
P_B	Probabilità di danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura – S_1).
P_C	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine sulla struttura – S_1).
P_e	Probabilità che un'apparecchiatura sia esposta ad un evento pericoloso
P_{EB}	Probabilità che si possa generare una scintilla tra elementi conduttivi elettricamente isolati nonostante la protezione tramite EB (equipotenzializzazione al fulmine).
P_{LD}	Probabilità che riduce P_U , P_V e P_W dipendente dalle caratteristiche della linea e dalla tenuta all'impulso delle apparecchiature (fulmine sulla linea – S_3)
P_{LPS}	Probabilità che dipende dal livello di protezione (LPL) dell'impianto di protezione dai fulmini (LPS)
P_M	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della struttura – S_4)
P_{MS}	Probabilità che riduce P_M dipendente dalla schermatura, dal cablaggio e dalla tenuta all'impulso delle apparecchiature.
P_O	Fattore di probabilità dipendente dalla posizione di una persona nell'area esposta
P_P	Probabilità che una persona si trovi in un luogo pericoloso
P_Q	Probabilità che il valore della carica associata alla corrente che scorre attraverso il dispositivo di protezione da sovratensione (SPD) superi il valore tollerato dall'SPD stesso
P_S	Probabilità che un fulmine sulla struttura provochi scintille pericolose
P_{SPD}	Probabilità che un'apparecchiatura venga danneggiata nonostante la presenza di un sistema coordinato di SPD.
P_{TWS}	Probabilità che il sistema di allerta temporali (TWS) non rilevi un evento correlato ai fulmini nell'area prestabilita
P_U	Probabilità di lesioni ad esseri umani per elettrocuzione (fulmine sulla linea connessa - S_3).
P_V	Probabilità di danno materiale nella struttura (fulmine sulla linea connessa - S_3).
P_W	Probabilità di guasto agli impianti interni (fulmine sulla linea connessa - S_3).
P_Z	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della linea connessa - S_4).
r_f	Coefficiente di riduzione delle perdite dipendente dal rischio di incendio.
r_I	Distanza convenzionale per il calcolo dell'area A_I
r_M	Distanza convenzionale per il calcolo dell'area A_M
r_p	Coefficiente di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio.
r_t	Coefficiente di riduzione associato al tipo di superficie.
R	Rischio

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

R_T	Rischio tollerabile, valore massimo del rischio che può essere tollerato nella struttura da proteggere.
R_{AD}	Componenti di rischio (danno ad esseri viventi per fulminazione diretta di una persona esposta – fulmine sulla struttura – S ₁)
R_{AT}	Componente di rischio (danno ad esseri viventi per elettrocuzione a causa di tensioni di passo e contatto – fulmine sulla struttura – S ₁).
R_B	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulmine sulla struttura – S ₁).
R_C	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulmine sulla struttura – S ₁).
R_M	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulmine in prossimità della struttura – S ₂).
R_U	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulmine sulla linea connessa – S ₃).
R_V	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulmine sulla linea connessa – S ₃).
R_W	Componente di rischio (danno agli impianti – fulmine sulla linea connessa – S ₃).
R_Z	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulmine in prossimità di una linea – S ₄).
R_S	Resistenza dello schermo per unità di lunghezza del cavo
S	Struttura.
S₁	Sorgente di danno (fulmine sulla struttura).
S₂	Sorgente di danno (fulmine in prossimità della struttura).
S₃	Sorgente di danno (fulmine sulla linea).
S₄	Sorgente di danno (fulmine in prossimità della linea).
t_z	Tempo di permanenza delle persone in un luogo pericoloso (ore/anno).
U_w	Tenuta all'impulso di un'apparecchiatura
w_m	Lato di maglia.

METODO UTILIZZATO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

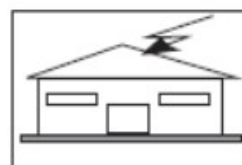
La normativa CEI EN IEC 62305-2 specifica una procedura per la valutazione del rischio dovuto a fulminazione e individua le misure di protezione, se necessarie, da realizzare per ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma.

Sorgente di danno, S

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

SORGENTI DI DANNO

S1 Fulminazione diretta della struttura



S2 Fulminazione indiretta della struttura

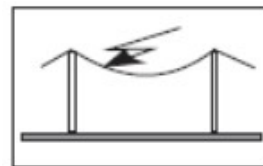


**MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI**

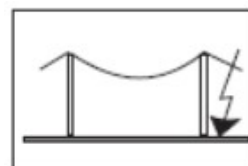
PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

S3 Fulminazione diretta della linea entrante



S4 Fulminazione indiretta della linea entrante



Cause di danno, D

Un fulmine può causare danni in diversi modi a seconda delle caratteristiche della struttura che viene valutata. Si possono quindi distinguere quattro cause di danno:

- D_{1D} Elettrocuzione per fulminazione diretta.
- D_{1T} Elettrocuzione per tensioni di passo e contatto.
- D_2 Scintille pericolose all'interno della struttura che innescano incendio ed esplosione o che causano effetti meccanici e chimici, o entrambi, che possono anche mettere in pericolo l'ambiente.
- D_3 Sovratensioni dovute a tutte le sorgenti di danno che causano guasto degli impianti elettrici ed elettronici interni.

Tipo di perdita, L

Ciascuna causa di danno, sola o in combinazione con le altre, può produrre diversi tipi di perdite nella struttura da proteggere. Il tipo di perdita che ne consegue dipende dalle caratteristiche della struttura stessa e dal suo contenuto. Ai fini della valutazione del rischio si considerano i seguenti tipi di perdita:

- L_1 Perdita dovuta a lesioni ad esseri umani. È una conseguenza delle cause D_{1D} , D_{1T} , D_2 e anche D_3 in strutture in cui il guasto degli impianti interni mette in pericolo la vita umana, ad esempio in strutture con rischio di esplosione e ospedali.
- L_2 Perdita dovuta a danni fisici della struttura e del suo contenuto. È una conseguenza delle cause D_2 e D_3 (D_3 di solito per strutture con rischio esplosione).
- L_3 Perdita dovuta al guasto degli impianti interni; è una conseguenza della causa D_3 .

La perdita del patrimonio culturale è inclusa nel tipo di perdita L_2 , la perdita di servizio pubblico è inclusa nei tipi di perdita L_2/L_3 e nella frequenza di danno.

Il tipo di perdita L_3 può compromettere in modo inaccettabile i servizi forniti dai sistemi interni della struttura. In questo caso, il calcolo della frequenza di danno viene eseguito in aggiunta al calcolo del rischio. La frequenza di danno può riguardare perdite puramente economiche o perdite di servizio. Quando il danno ai sistemi interni implica conseguenze per l'ambiente o coinvolge apparecchiature critiche per la sicurezza, le conseguenze delle perdite devono essere affrontate mediante il calcolo del rischio e non della frequenza di danno.

Rischio, R

Il rischio R è la misura della probabile perdita media annua.

Il rischio R deve essere valutato con riferimento alla sicurezza delle persone (tipo di perdita L_1) e della struttura incluso il suo contenuto (tipo di perdita L_2).

Il rischio è la somma delle componenti di rischio in relazione alla sorgente di danno o al tipo di

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

perdita.

Calcolo del rischio in relazione alla sorgente di danno	Calcolo del rischio in relazione al tipo di perdita
$R = R_{S1} + R_{S2} + R_{S3} + R_{S4}$ $R_{S1} = R_{AT} + R_{AD} + R_{B1} + R_{B2} + R_{C1} + R_{C2}$ $R_{S2} = R_{M1} + R_{M2}$ $R_{S3} = R_U + R_{V1} + R_{V2} + R_{W1} + R_{W2}$ $R_{S4} = R_{Z1} + R_{Z2}$	$R = R_{L1} + R_{L2}$ $R_{L1} = R_{AT} + R_{AD} + R_{B1} + R_{C1} + R_{M1} + R_U + R_{V1} + R_{W1} + R_{Z1}$ $R_{L2} = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2}$

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 IEC 62305-2:

- Rischio tollerabile $R_T = 10^{-5} \text{ anni}^{-1}$.

Descrizione del metodo

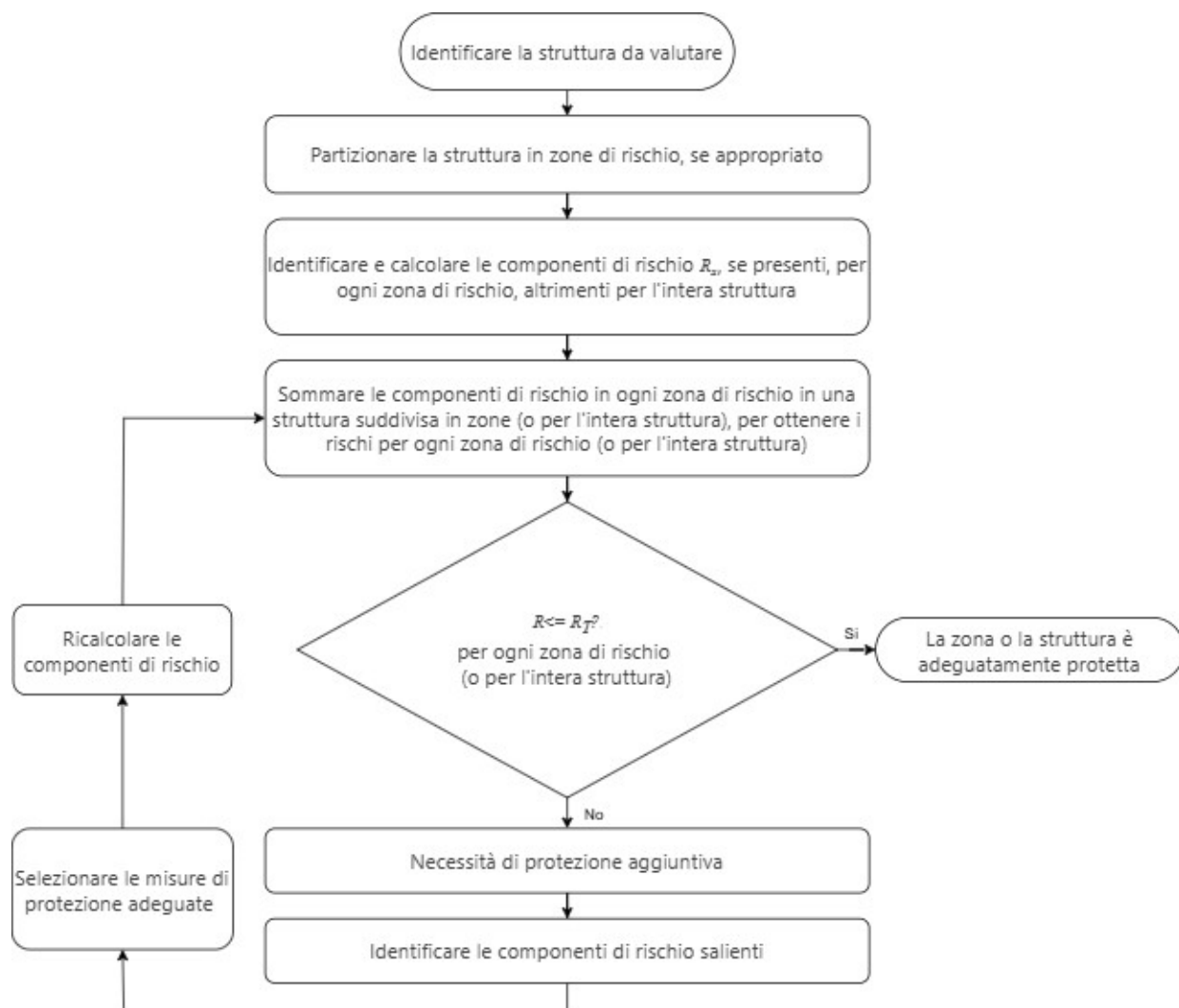
Ai fini della valutazione del rischio si deve provvedere a:

- identificare la struttura oggetto di valutazione e le sue caratteristiche;
- identificare le eventuali zone in cui suddividere la struttura;
- determinare, per ciascuna zona, le componenti di rischio R_x ;
- determinare, per ciascuna zona, il valore del rischio complessivo R come somma delle singole componenti di rischio;
- confrontare, per ciascuna zona, il rischio R_{L1} e R_{L2} con quello tollerabile R_T .

**MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI**

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo



Il valore tollerabile stabilito dalla norma per R_T è 1×10^{-5} .

Se R_{L1} o $R_{L2} > R_T$ devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere R_{L1} e $R_{L2} \leq R_T$.

Se R_{L1} e $R_{L2} \leq R_T$ la protezione contro il fulmine non è necessaria. Tuttavia può essere opportuno adottare comunque misure di protezione per ridurre la frequenza di danno o se si vuole comunque ridurre le perdite.

La componenti di rischio ed il calcolo del rischio

Le componenti di rischio sono raggruppate secondo la sorgente di danno, la causa di danno e il tipo di perdita, come si evince dalla tabella successiva.

Sorgente di danno	S ₁				S ₂	S ₃			S ₄
Causa di danno	D _{1D}	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

Tipo di perdita	L ₁	L ₁	L ₁ , L ₂	L ₁ ^a , L ₂ ^b	L ₁ ^a , L ₂ ^b	L ₁	L ₁ , L ₂	L ₁ ^a , L ₂ ^b	L ₁ ^a , L ₂ ^b
Comp. di rischio	R _{AD}	R _{AT}	R _{B1} , R _{B2}	R _{C1} , R _{C2}	R _{M1} , R _{M2}	R _{U1}	R _{V1} , R _{V2}	R _{W1} , R _{W2}	R _{Z1} , R _{Z2}

(a) Nel caso di strutture in cui il guasto dei sistemi interni mette in pericolo la vita umana, ad esempio in strutture con rischio di esplosione e ospedali.

(b) Nel caso di strutture con rischio esplosione

(c) Valido solo per le persone esposte su una struttura come parcheggi su un tetto o terrazza, balconi

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 IEC 62305-2].

P_X è la probabilità di danno [Allegato B, CEI EN IEC 62305-2].

L_X è l'entità della perdita conseguente [Allegato C, CEI EN IEC 62305-2].

Componente di rischio, R_{AT} (S₁, D_{1T}, L₁)

Componente relativa alla fulminazione diretta della struttura che provoca vittime per lesioni da elettrocuzione dovute a tensioni di contatto e di passo all'interno della struttura e all'esterno in zone fino a 3 m attorno ai conduttori di discesa per fulminazione diretta della struttura.

$$R_{AT} = N_D \times P_{AT} \times P_P \times L_{AT}$$

dove:

- R_{AT} Componente di rischio (S₁, D_{1T}, L₁);
- N_D Numero di eventi pericolosi all'anno per fulminazione diretta della struttura [§ A.2.4, CEI EN IEC 62305-2].
- P_{AT} Probabilità che un fulmine sulla struttura provochi tensioni di passo e contatto pericolose [§ B.2, CEI EN IEC 62305-2].
- P_P Probabilità che una persona si trovi in un posto pericoloso [§ B.11, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{AT} Percentuale media tipica di vittime per lesioni da elettrocuzione per accoppiamento resistivo ed induttivo [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].

Componente di rischio, R_{AD} (S₁, D_{1D}, L₁)

Componente relativa alla fulminazione diretta della struttura che causa lesioni (inclusa la morte) ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a fulminazione diretta della persona.

$$R_{AD} = N_D \times P_{AD} \times P_P \times L_{AD}$$

dove:

- R_{AD} Componente di rischio (S₁, D_{1D}, L₁);
- N_D Numero di eventi pericolosi all'anno per fulminazione diretta della struttura [§ A.2.4, CEI EN IEC 62305-2].
- P_{AD} Probabilità che un fulmine sulla struttura colpisca una persona [§ B.3, CEI EN IEC 62305-2].
- P_P Probabilità che una persona si trovi in un luogo pericoloso [§ B.11, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{AD} Percentuale media tipica di vittime per lesioni da elettrocuzione causata per fulminazione diretta della persona [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].

Componente di rischio, R_B (S₁, D₂, L₁ e L₂)

Componente relativa alla fulminazione diretta della struttura che causa scariche pericolose

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

all'interno di essa, le quali sono in grado di innescare un incendio o un'esplosione o provocare effetti meccanici o chimici che possono causare lesioni alle persone (L₁), danni alla struttura e pericolo per l'ambiente (L₂).

$$R_B = R_{B1} + R_{B2} = N_D \times P_B \times (P_P \times L_{B1} + L_{B2})$$

dove:

- R_B Componente di rischio (S₁, D₂, L₁ + L₂).
- R_{B1} Componente di rischio (S₁, D₂, L₁).
- R_{B2} Componente di rischio (S₁, D₂, L₂).
- N_D Numero di eventi pericolosi all'anno per fulminazione diretta della struttura [§ A.2.4, CEI EN IEC 62305-2].
- P_B Probabilità di danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ B.4, CEI EN IEC 62305-2].
- P_P Probabilità che una persona si trovi in un luogo pericoloso [§ B.11, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{B1} Percentuale media tipica di vittime per lesioni a causa di danni materiali alla struttura (incendio ed esplosione) [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{B2} Percentuale media tipica di perdite per danni fisici alla struttura (incendio ed esplosione) [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].

Componente di rischio, R_C (S₁, D₃, L₁ e L₂)

Componente relativa alla fulminazione diretta della struttura che provoca il guasto di impianti interni causato dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). La perdita può verificarsi generalmente nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o altre strutture in cui il guasto degli impianti interni comporta lesioni a esseri umani (L₁) o danni materiali alla struttura (L₂) o pericolo per l'ambiente (L₁ e L₂).

$$R_C = R_{C1} + R_{C2} = N_D \times P_C \times P_e \times (P_P \times L_{C1} + L_{C2})$$

dove:

- R_C Componente di rischio (S₁, D₃, L₁ + L₂);
- R_{C1} Componente di rischio (S₁, D₃, L₁).
- R_{C2} Componente di rischio (S₁, D₃, L₂).
- N_D Numero di eventi pericolosi all'anno per fulminazione diretta della struttura [§ A.2.4, CEI EN IEC 62305-2].
- P_C Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ B.5, CEI EN IEC 62305-2].
- P_e Probabilità che un'apparecchiatura sia esposta ad un evento pericoloso [§ B.12, CEI EN IEC 62305-2].
- P_P Probabilità che una persona si trovi in un luogo pericoloso [§ B.11, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{C1} Percentuale media tipica di vittime per lesioni a causa di un guasto agli impianti interni [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{C2} Percentuale media tipica di perdite per guasto degli impianti interni [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].

Componente di rischio, R_M (S₂, D₃, L₁ e L₂)

Componente relativa alla fulminazione indiretta della linea che provoca guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). La perdita può verificarsi generalmente nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o altre strutture in cui il guasto degli impianti interni comporta lesioni a esseri umani (L₁) o danni materiali alla struttura (L₂) o pericolo per l'ambiente (L₁ e L₂).

$$R_M = R_{M1} + R_{M2} = N_M \times P_M \times P_e \times (P_P \times L_{M1} + L_{M2})$$

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

dove:

- R_M Componente di rischio ($S_2, D_3, L_1 + L_2$);
- R_{M1} Componente di rischio (S_2, D_3, L_1).
- R_{M2} Componente di rischio (S_2, D_3, L_2).
- N_M Numero di eventi pericolosi all'anno per fulminazione in prossimità della struttura) [§ A.3, CEI EN IEC 62305-2];
- P_M Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ B.6, CEI EN IEC 62305-2];
- P_e Probabilità che un'apparecchiatura sia esposta ad un evento pericoloso [§ B.12, CEI EN IEC 62305-2].
- P_p Probabilità che una persona si trovi in un luogo pericoloso [§ B.11, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{M1} Percentuale media tipica di vittime per lesioni a causa di un guasto agli impianti interni [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2]
- L_{M2} Percentuale media tipica di perdite per guasto degli impianti interni [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2]

Se si vuole tener conto delle tensioni indotte da un fulmine a terra in prossimità della struttura, usando gli effetti schermanti delle eventuali strutture esistenti in zona, il valore di N_M può essere moltiplicato per il coefficiente ambientale C_E [§ A.3, CEI EN IEC 62305-2]

Nei sistemi di alimentazione, gli eventi pericolosi N_M possono essere solitamente trascurati a causa dell'uso di edifici in cemento con maglia di armatura densa [§ A.3, CEI EN IEC 62305-2]

Componente di rischio, R_U (S_3, D_1, L_1)

Componente relativa alla fulminazione diretta della linea che provoca vittime per lesioni da elettrocuzione a causa di tensioni di contatto all'interno della struttura dovute alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante.

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times P_p \times L_{UT}$$

dove:

- R_U Componente di rischio (S_3, D_3, L_1);
- N_L Numero di eventi pericolosi all'anno per fulminazione diretta di una linea [§ A.4, CEI EN IEC 62305-2].
- N_{DJ} Numero di eventi pericolosi all'anno per fulminazione diretta della struttura all'estremità della linea [§ A.2.5 della CEI EN IEC 62305-2].
- P_U Probabilità di lesioni a esseri umani per elettrocuzione (fulmine sulla linea in ingresso) [§ B.7, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{UT} Percentuale media tipica di vittime per lesioni da elettrocuzione a causa di accoppiamento resistivo e induttivo [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].

Componente di rischio, R_V (S_3, D_2, L_1 e L_2)

Componente relativa alla fulminazione diretta della linea che provoca 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. Tali scariche pericolose sono in grado di innescare un incendio o un'esplosione o provocare effetti meccanici o chimici che possono causare lesioni alle persone (L_1), danni alla struttura e pericolo per l'ambiente (L_2).

$$R_V = R_{V1} + R_{V2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times (P_p \times L_{V1} + L_{V2})$$

dove:

- R_V Componente di rischio (S_3, D_2, L_1+L_2).

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

- R_{V1} Componente di rischio (S_3, D_2, L_1).
- R_{V2} Componente di rischio (S_3, D_2, L_2).
- N_L Numero di eventi pericolosi all'anno per fulminazione diretta di una linea [§ A.4, CEI EN IEC 62305-2].
- N_{DJ} Numero di eventi pericolosi all'anno per fulminazione diretta della struttura all'estremità della linea [§ A.2.5, CEI EN IEC 62305-2].
- P_V Probabilità di danno materiale nella struttura (fulmine sul servizio connesso) [§ B.8, CEI EN IEC 62305-2].
- P_P Probabilità che una persona si trovi in un luogo pericoloso [§ B.11, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{V1} Percentuale media tipica di vittime per lesioni a causa di danni fisici alla struttura [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{V2} Percentuale media tipica di perdite causate da danni fisici alla struttura [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].

Componente di rischio, R_W (S_3, D_3, L_1 e L_2)

Componente relativa alla fulminazione diretta della linea che provoca guasto di impianti interni causati da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. La perdita può verificarsi generalmente nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o altre strutture in cui il guasto degli impianti interni comporta lesioni a esseri umani (L_1) o danni materiali alla struttura (L_2) o pericolo per l'ambiente (L_1 e L_2).

$$R_W = R_{W1} + R_{W2} = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times P_e \times (P_p \times L_{W1} + L_{W2})$$

dove:

- R_W Componente di rischio (S_3, D_3, L_1+L_2).
- R_{W1} Componente di rischio (S_3, D_3, L_1).
- R_{W2} Componente di rischio (S_3, D_3, L_2).
- N_L Numero di eventi pericolosi all'anno per fulminazione diretta della linea [§ A.4, CEI EN IEC 62305-2].
- N_{DJ} Numero di eventi pericolosi all'anno per fulminazione diretta della struttura all'estremità della linea [§ A.2.5, CEI EN IEC 62305-2].
- P_W Probabilità di guasto di un impianto interno [§ B.9, CEI EN IEC 62305-2].
- P_e Probabilità che un'apparecchiatura sia esposta ad un evento pericoloso [§ B.12, CEI EN IEC 62305-2].
- P_P Probabilità che una persona si trovi in un luogo pericoloso [§ B.11, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{W1} Percentuale media tipica di vittime per lesioni a causa di guasto degli impianti interni [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{W2} Percentuale media tipica di perdite causate dal guasto degli impianti interni [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].

Componente di rischio, R_Z (S_4, D_3, L_1 e L_2)

Componente relativa alla fulminazione indiretta della linea che provoca guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura.

La perdita può verificarsi generalmente nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o altre strutture in cui il guasto degli impianti interni comporta lesioni a esseri umani (L_1) o danni materiali alla struttura (L_2) o pericolo per l'ambiente (L_1 e L_2).

$$R_Z = R_{Z1} + R_{Z2} = N_i \times P_Z \times P_e \times (P_p \times L_{Z1} + L_{Z2})$$

dove:

- R_Z Componente di rischio ($S_4, D_3, L_1 + L_2$).
- R_{Z1} Componente di rischio (S_4, D_3, L_1).

**MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI**

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

- R_{Z2} Componente di rischio (S_4 , D_3 , L_2).
- N_I Numero di eventi pericolosi all'anno per fulminazione in prossimità di una linea [§ A.5, CEI EN IEC 62305-2].
- P_Z Probabilità di guasto di un impianto interno [§ B.10, CEI EN IEC 62305-2].
- P_e Probabilità che un'apparecchiatura sia esposta ad un evento pericoloso [§ B.12, CEI EN IEC 62305-2].
- P_p Probabilità che una persona si trovi in un luogo pericoloso [§ B.11, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{Z1} Percentuale media tipica di vittime per lesioni a causa di guasto degli impianti interni [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].
- L_{Z2} Percentuale media tipica di perdite per guasto degli impianti interni [§ C.2, CEI EN IEC 62305-2].

Esito della valutazione

Una volta noti i valori di rischio di ogni zona della struttura bisogna verificare che essi siano inferiori ai rischi tollerabili.

Struttura protetta

Se per ogni zona della struttura risulta $R_{L1} \leq R_T$ e $R_{L2} \leq R_T$ la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Protetta".

Struttura NON protetta

Se per almeno una zona della struttura risulta $R_{L1} > R_T$ o $R_{L2} > R_T$ devono essere adottate misure di protezione al fine di ridurre il rischio ad un valore tollerabile.

Determinazione della 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:

$$F = F_C + F_M + F_W + F_Z$$

dove:

- F_C Frequenza di danno per fulmini sulla struttura (sorgente S_1).
- F_M Frequenza di danno per fulmini vicino alla struttura (sorgente S_2).
- F_W Frequenza di danno per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S_3).
- F_Z Frequenza di danno per fulmini vicino alle linee entranti nella struttura (sorgente S_4).

Di seguito si riportano le formule per il calcolo delle componenti della frequenza di danno:

$$F_C = N_D \times P_C \times P_e$$

$$F_M = N_M \times P_M \times P_e$$

$$F_W = (N_L \times N_{DJ}) \times P_W \times P_e$$

$$F_Z = N_I \times P_Z \times P_e$$

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

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

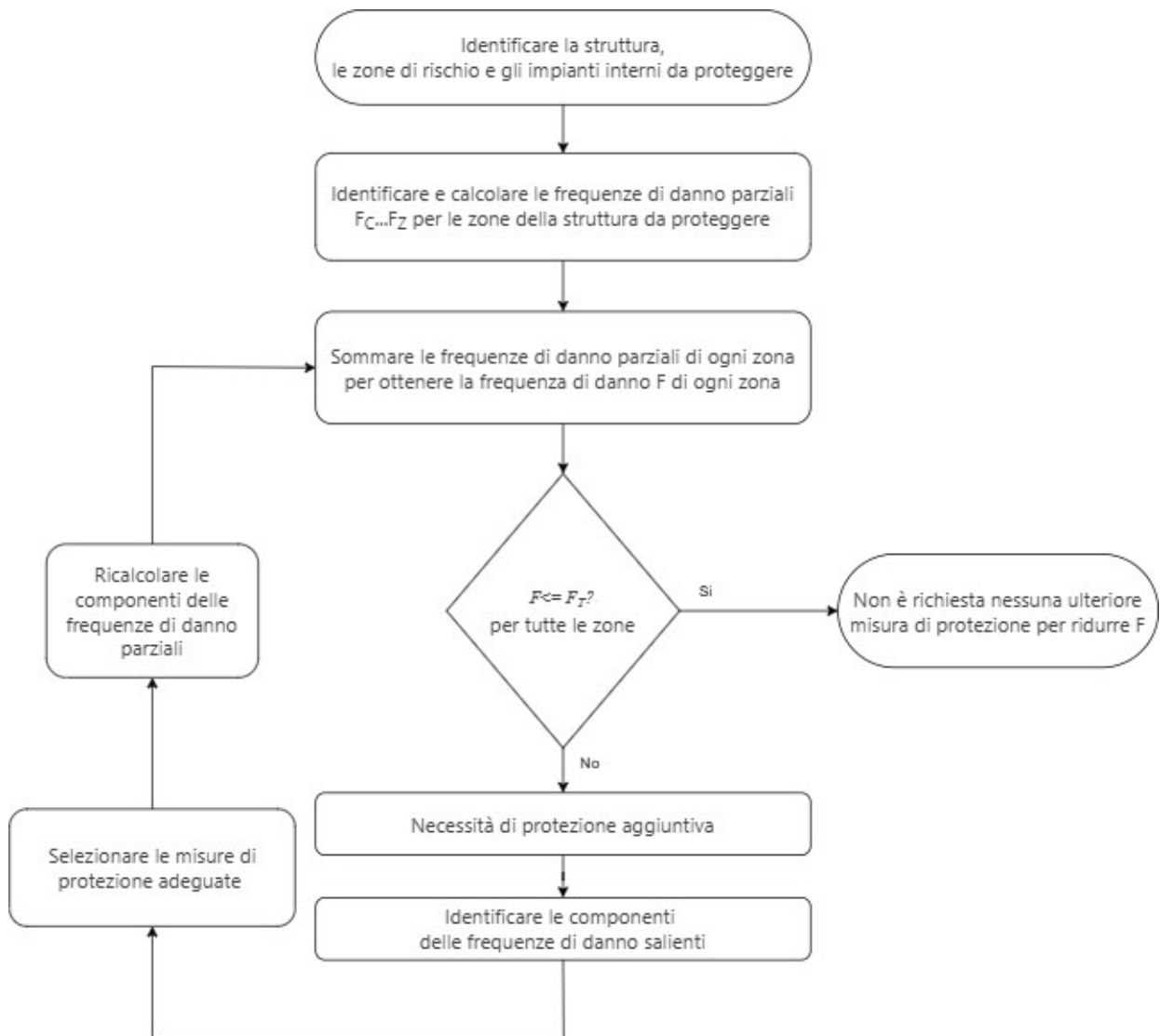
Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

tollerato dagli impianti interni. Fissare i valori di F_T è responsabilità del proprietario o del gestore della struttura tenendo presente che la norma suggerisce i seguenti valori tollerabili:

$F_T = 0,1 \text{ [anno]}^{-1}$ per impianti interni critici nello svolgimento della loro funzione in relazione all'indisponibilità di servizio richiesta

$F_T = 1 \text{ [anno]}^{-1}$ per impianti interni non critici

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, dovrebbero essere adottate misure di protezione contro le sovratensioni al fine di ridurre il valore della frequenza di danno al di sotto del valore tollerabile.



MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI
 PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
 CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.
 Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

STRUTTURA

Dati generali	
Denominazione	CASERMA LUNGARA
Destinazione d'uso	Ufficio
Indirizzo	Via Della Lungara 81/C
Comune	Roma (RM)
Cap	00165
N _G	4.00 fulmini / km² / anno
N _{SG}	8.0 punti / km² / anno
Fonte dati	
P _s	1.0 Struttura ben connessa a terra, in calcestruzzo armato a continuità elettrica o a maglia metallica interconnessa.
Resistività ρ (Ωm)	400

Caratteristiche della struttura	
Ubicazione	Circondata da oggetti di altezza maggiore [C_d = 0.250]
Geometria della struttura	Struttura regolare: Lunghezza: 203.0 m Larghezza: 174.0 m Altezza: 10.0 m Altezza protrusione: 20.0 m r_M: 17.50 m (per il calcolo di A_M) Area raccolta della struttura isolata A_D: 60 769.433 m² Area raccolta fulmini in prossimità della struttura A_M: 14 157.113 m²
Schermatura	Assente K_{S1}= 1
Effetti schermanti strutture esistenti	Non considerati
LPS	Struttura protetta con LPS di Classe I [PLPS = 0.02]
TWS (Thunderstorm Warning System)	Assente

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI
 PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
 CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.
 Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

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.

Zona Z1 - "CASERMA"

Dati generali	
Denominazione	CASERMA
Tipo di zona	Interna
Pavimentazione	Asfalto ($R \geq 100k\Omega$) [$r_t = 10^{-5}$]
Rischio esplosione	Assente
Rischio incendio	Ridotto [$r_f = 10^{-3}$]
Misure antincendio	Misure di protezione manuali e automatiche [$r_p = 0.2$]
Valore r_p della zona	0.2
Schermatura	Assente $K_{s2} = 1$
Protezioni dalle tensioni di passo e di contatto	Equipotenzializzazione efficace del terreno mediante un impianto di dispersione a terra a maglia [$P_{am} = 0.01$]
Frequenza di danno tollerabile	$F_T = 0.100$

Perdite	
Pericolo di vita per guasto impianti	No
Danno materiale per guasto impianti	No
Persone esposte alla fulminazione diretta	No, $P_o = 0$
Tempo di esposizione persone	$t_z = 8\,760$ ore/anno, $P_p = 1.00$
Tempo di esposizione apparecchiature	$t_e = 8\,760$ ore/anno, $P_e = 1.00000$

Danni alle persone	
L_T	0.010
L_D	0.010
L_{F1}	0.010
L_{O1}	0.001

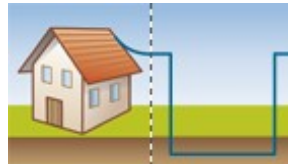
Danni materiali	
L_{F2}	0.010
L_{O2}	0.001

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI
PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.
Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

LINEE

Alla struttura è collegata una linea di seguito descritta.

Linea L1 - "Linea 1"



Dati generali	
Denominazione	Linea 1
Tipo linea	Linea di energia
SPD su linea entrante	Sistema di SPD con LPL di classe I (Protezione rinforzata 3,0x) [PEB = 0.001]
Trasformatore AT/BT	Assente

Sezione 1 - Dati sezione interrata	
Lunghezza	1 000 m
Ambiente circostante	Urbano [Ce = 0.10]
A _L	40 000 m²
A _T	18 205.642 m²
Sezione 1 - Dati protezione	
Schermatura cavi	Assente
Dispersore fittamente magliato	No
C _{LD}	1
C _T	1
C _{LI}	1
C _I	0.300
P _{LD}	1

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI
PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.
Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

IMPIANTI

Nella struttura è presente un solo impianto interno di seguito descritto.

Impianto I1 - "Impianto MT"

Dati generali	
Denominazione	Impianto MT
Linee collegate all'impianto	Linea 1
Zone servite dall'impianto	CASERMA
C.LD	1

Z1: CASERMA	
Tensione di tenuta	20 kV
Tipo cablaggio	Cavi non schermati – nessuna precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare spire - (area della spira nell'ordine di 50 m²)
K _{S3}	1
Tipo SPD	Sistema di SPD con LPL di classe I (Protezione rinforzata 3,0x)
P _{SPD, PC}	0.00100
P _{SPD, PM}	0.00001
P _{SPD, PW}	0.00100
P _{SPD, PZ}	0.00001

**MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI**

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

ESITO DELLA VALUTAZIONE

Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_x

Sorgente di danno	S1				S2	S3			S4
									
Tipo di danno	D _{1D}	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃
									
Eventi	N _D				N _M	N _L + N _{DJ}			N _T
Struttura	0.122				0.057	-			-
Eventi	N _D				N _M	N _L + N _{DJ}			N _T
L1	-				-	0.010			0.002

Valori di probabilità di perdita di vite umane, P_x

Sorgente di danno	S1				S2	S3			S4
									
Tipo di danno	D _{1D}	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃
									
Probabilità	P _{AD}	P _{AT}	P _B	P _C	P _M	P _U	P _V	P _W	P _Z
Z1	0	2 x 10 ⁻⁹	4 x 10 ⁻⁶	0.001	10 ⁻⁵	-	-	-	-
- I1	-	-	-	0.001	10 ⁻⁵	-	-	-	-
- L1	-	-	-	-	-	10 ⁻¹⁰	2 x 10 ⁻⁷	0.001	10 ⁻⁵

Ammontare delle perdite di vite umane, L_{1x}

Perdite L_{1x} 									
Sorgente di danno	S1				S2	S3			S4
									
Tipo di danno	D _{1D}	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃
									
Perdite	L _{AD}	L _{AT}	L _{B1}	L _{C1}	L _{M1}	L _U	L _{V1}	L _{W1}	L _{Z1}

**MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI**

**PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.**

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

Z1	0.010	0.010	0.010	0.001	0.001	0.010	0.010	0.001	0.001
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Perdite L_{2X} 						
Sorgente di danno	S1		S2	S3		S4
						
Tipo di danno	D₂	D₃	D₃	D₂	D₃	D₃
						
Perdite	L_{B2}	L_{C2}	L_{M2}	L_{V2}	L_{W2}	L_{Z2}
Z1	0.010	0.001	0.001	0.010	0.001	0.001

Componenti di rischio

Rischio R_{L1} 										
Sorgente di danno	S1				S2	S3			S4	
										
Tipo di danno	D_{1D}	D_{1T}	D₂	D₃	D₃	D_{1T}	D₂	D₃	D₃	
										
Rischio	R_{AD}	R_{AT}	R_{B1}	R_{C1}	R_{M1}	R_U	R_{V1}	R_{W1}	R_{Z1}	R_{L1}
Z1		2.43 x 10 ⁻¹²	4.86 x 10 ⁻⁹			9.60 x 10 ⁻¹⁵	1.92 x 10 ⁻¹¹			4.88 x 10 ⁻⁹

Rischio R_{L2} 							
Sorgente di danno	S1		S2	S3		S4	
							
Tipo di danno	D₂	D₃	D₃	D₂	D₃	D₃	
							
Rischio	R_{B2}	R_{C2}	R_{M2}	R_{V2}	R_{W2}	R_{Z2}	
Z1	4.86 x 10 ⁻⁹			1.92 x 10 ⁻¹¹		4.88 x 10 ⁻⁹	

**MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI**

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

Rischio R_{L1}  ed R_{L2} 										
Sorgente di danno	S1				S2	S3			S4	
										
Tipo di danno	D _{1D}	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃	
										
Rischio	R _{AD}	R _{AT}	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z	R
Z1		2.43 x 10 ⁻¹²	9.72 x 10 ⁻⁹			9.60 x 10 ⁻¹⁵	3.84 x 10 ⁻¹¹			9.76 x 10 ⁻⁹

Per tutte le zone i valori dei rischi R_{L1} e R_{L2} sono inferiori al valore di rischio tollerato R_T .

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 i valori di rischio R_{L1} e R_{L2} sono al di sotto del limite tollerato per tutte le zone.

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.

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

FREQUENZA DI DANNO

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

Zona	Impianto	F_C	F_M	F_W	F_Z	F	F_T
Z1	Impianto MT	1.22×10^{-4}	5.66×10^{-7}	9.60×10^{-6}	2.18×10^{-8}	1.32×10^{-4}	0.100
	Zona	1.22×10^{-4}	5.66×10^{-7}	9.60×10^{-6}	2.18×10^{-8}	1.32×10^{-4}	0.100

Legenda:

- F_C Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S1)
- F_M Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2)
- F_W Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)
- F_Z 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**.

**MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI**

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

SOLUZIONI

Di seguito si riportano le soluzioni proposte con i relativi costi per abbassare il rischio della struttura in esame.

SOLUZIONE "Soluzione 1"

Lista delle migliori della soluzione

Nessuna miglioria presente

Componenti di rischio utilizzando le migliori della soluzione

Rischio R_{L1} 										
Sorgente di danno	S1				S2	S3			S4	
										
Tipo di danno	D _{1D}	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃	
										
Rischio	R _{AD}	R _{AT}	R _{B1}	R _{C1}	R _{M1}	R _U	R _{V1}	R _{W1}	R _{Z1}	R _{L1}
Z1		2.43×10^{-12}	4.86×10^{-9}			9.60×10^{-15}	1.92×10^{-11}			4.88×10^{-9}

Rischio R_{L2} 							
Sorgente di danno	S1		S2	S3		S4	
							
Tipo di danno	D ₂	D ₃	D ₃	D ₂	D ₃	D ₃	
							
Rischio	R _{B2}	R _{C2}	R _{M2}	R _{V2}	R _{W2}	R _{Z2}	R _{L2}
Z1	4.86×10^{-9}			1.92×10^{-11}			4.88×10^{-9}

Rischio R_{L1}  ed R_{L2} 					
Sorgente di danno	S1		S2	S3	
					
Tipo di danno					
Rischio					

**MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI**

PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.

Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

Tipo di danno	D _{1D}	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃	D _{1T}	D ₂	D ₃	D ₃	
										
Rischio	R _{AD}	R _{AT}	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z	R
Z1		2.43 x 10 ⁻¹²	9.72 x 10 ⁻⁹			9.60 x 10 ⁻¹⁵	3.84 x 10 ⁻¹¹			9.76 x 10 ⁻⁹

Per tutte le zone i valori dei rischi R_{L1} e R_{L2} sono inferiori al valore di rischio tollerato R_T.

FREQUENZA DI DANNO

La tabella seguente riporta il calcolo della frequenza di danno per ogni zona della struttura corrente utilizzando le miglirie della soluzione:

Zona	Impianto	F _C	F _M	F _W	F _Z	F	F _T
Z1	Impianto MT	1.22 x 10 ⁻⁴	5.66 x 10 ⁻⁷	9.60 x 10 ⁻⁶	2.18 x 10 ⁻⁸	1.32 x 10 ⁻⁴	0.100
	Zona	1.22 x 10 ⁻⁴	5.66 x 10 ⁻⁷	9.60 x 10 ⁻⁶	2.18 x 10 ⁻⁸	1.32 x 10 ⁻⁴	0.100

Legenda:

- F_C Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulla struttura (sorgente S1)
- F_M Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini vicino alla struttura (sorgente S2)
- F_W Frequenza di danno dovuta alle sovratensioni per fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3)
- F_Z 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

CONCLUSIONI

Visti gli esiti delle verifiche effettuate utilizzando le miglirie proposte dalla soluzione corrente, la struttura è da considerarsi **PROTETTA**.

La frequenza di danno tollerabile risulta essere **RISPETTATA**.

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI
PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.
Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

SISTEMA DI SPD

Dati generali

Il livello di protezione utilizzato per il sistema di SPD è "Livello I": di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle 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	0.600

Corrente di fulmine	
Struttura di riferimento	Struttura
Sorgenti di danno considerate	S1, S2, S3, S4
LPS	Classe I
Corrente di fulmine (kA)	200
Numero linee	1
K_e	0.500
I_F (kA)	100.00

Distanza di sicurezza	
Numero calate	1 (tab. 13)
K_c	1.00
Materiale isolante	Aria
Lunghezza l (m)	1.00
Distanza d (m)	1.00
Num. conduttori n'	1
Distanza di sicurezza s (m)	0.08
$I_{imp \text{ min}}$ (kA)	100.00
La distanza d è maggiore o uguale alla distanza di sicurezza s Non è necessario collegare gli impianti all'LPS tramite un SPD	

Verifiche SPD

MINISTERO DELLA DIFESA
UFFICIO AUTONOMO LAVORI
PROGETTO DEI LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CABINA ELETTRICA MT/BT DELLA
CASERMA "LUNGARA" E OPERE ANNESSE.
Relazione Analisi e valutazione Rischio Fulmini – Progetto Esecutivo

INDICE

DATI GENERALI	2
Committente.....	2
Tecnico	2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI	3
Simboli e abbreviazioni	4
METODO UTILIZZATO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO	7
Descrizione del metodo	8
La componenti di rischio ed il calcolo del rischio	9
Esito della valutazione	13
Determinazione della frequenza di danno	14
STRUTTURA	16
ZONE	17
Zona Z1 - "CASERMA"	17
LINEE	18
Linea L1 - "Linea 1"	18
IMPIANTI	19
Impianto I1 - "Impianto MT".....	19
ESITO DELLA VALUTAZIONE	20
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_x	20
Valori di probabilità di perdita di vite umane, P_x	20
Ammontare delle perdite di vite umane, L_{1x}	20
Componenti di rischio	21
CONCLUSIONI	22
FREQUENZA DI DANNO	23
SOLUZIONI	24
SOLUZIONE "Soluzione 1"	24
Lista delle migliorie della soluzione	24
Componenti di rischio utilizzando le migliorie della soluzione	24
FREQUENZA DI DANNO	25
CONCLUSIONI	25
SISTEMA DI SPD	26
Dati generali	26
Verifiche SPD	26
INDICE	27

Il progettista

