



**STUDIO TECNICO
FUMAGALLI**

PROGETTAZIONE E VERIFICA IMPIANTI ELETTRICI

Via Generale Espinasse, 6 - 21052 Busto Arsizio (VA)
Tel. e fax: 0331/342026 - mail: info@studiofumagalli.org

Committente:

**TEKNE S.r.l
VIA E, FERMI, 40
21047 SARONNO (VA)**

Ubicazione:

**TEKNE S.R.L.
VIA E. FERMI, 34
21047 SARONNO(VA)**

Oggetto :

**VERIFICA PROTEZIONE CONTRO I FULMINI
VALUTAZIONE DEL RISCHIO E SCELTA DELLE MISURE DI
PROTEZIONE**

Modifiche				Redattori:	
				Per. Ind. Emanuele Fumagalli	
N° Protocollo		N° Documento		Data	08/05/2023
n° 039-SA/23		IEL-SA		Timbro e firma	
RELAZIONE TECNICA					

INDICE

RELAZIONE n ° 039-SA/2023

.....	1
1) OGGETTO E SCOPO	2
2) LEGGI E NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	2
3) RISCHIO E SORGENTI DI DANNO	3
4) PROCEDURA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO	6
5) VALUTAZIONE DEL RISCHIO	7
5.1 INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE	7
5.2 CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI INTERNI E DELLE LINEE ENTRANTI.....	8
5.3 IDENTIFICAZIONE DEI TIPI DI PERDITA E DETERMINAZIONE DEL RISCHIO TOLLERABILE.....	9
5.4 CALCOLO DEL NUMERO DI EVENTI PERICOLOSI	9
5.5 CALCOLO DELLE COMPONENTI DI RISCHIO PER CIASCUN TIPO DI PERDITA ...	11
5.6 ANALISI DEL RISCHIO	13
5.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE	15
6) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	16
7) APPENDICI	16
8) ALLEGATI	20

ALLEGATI

Allegato 1: "Valor di N_G " (CEI EN IEC 62858 – CEI 81-29) Rilasciato dal TNE- TUTTO NORMEL

Allegato 2: Planimetria identificazione della struttura

Allegato 3: Planimetria calcolo Area di raccolta A_d

Allegato 4: Planimetria calcolo Area di raccolta A_M

1) OGGETTO E SCOPO

Il presente studio ha per oggetto la **valutazione del rischio dovuto ai fulmini** per la struttura considerata di proprietà della ditta:

Spett.le **TEKNE S.r.l.**
ubicata in VIA E. FERMI, 34
nel Comune di SARONNO (VA)

2) LEGGI E NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti disposizioni legislative e normative:

Legge 1.3.1968 n. 186 "*Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici*";

- D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2008, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.lgs. 3 agosto 2009, n. 106 "Disposizioni integrative e correttive del D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Norma CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) "Protezione contro i fulmini - Parte 1: Principi generali". Edizione del Febbraio 2013;
- Norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) "Protezione contro i fulmini - Parte 2: Valutazione del rischio". Edizione del Febbraio 2013;
- Norma CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) "Protezione contro i fulmini - Parte 3: Danno materiale alla struttura e pericolo per le persone". Edizione del Febbraio 2013;

- Norma CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) "Protezione contro i fulmini - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nella struttura". Edizione del Febbraio 2013.
- Norma CEI 81-29: "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" Maggio 2020;
- Norma CEI EN IEC 62858: "Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS). Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali" Maggio 2020.

3) RISCHIO E SORGENTI DI DANNO

La valutazione del rischio, per le strutture in oggetto, viene eseguita con la procedura indicata dalla Norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) che prevede:

Per evitare danni da fulminazione devono essere effettuate delle misure di protezione mirate sulla struttura da proteggere. La valutazione del rischio descritta nella norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):2013 contiene un'analisi del rischio con la quale può essere determinata l'esigenza di protezione di una struttura nel caso di fulminazione. L'obiettivo dell'analisi del rischio è di ridurre, tramite misure di protezione, il rischio ad un livello accettabile.

Per individuare il rischio presente, la struttura viene analizzata senza alcun tipo di misure di protezione (stato attuale). Pericoli causati da fulminazioni dirette/indirette nella struttura e nelle linee vengono definiti come rischio R. Il rischio è un indicatore su una possibile perdita annua. Rischi da valutare per una struttura possono essere:

- Rischio R1: Rischio di perdita di vite umane;
- Rischio R2: Rischio di perdita di servizio pubblico;
- Rischio R3: Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- Rischio R4: Rischio di perdita economica;

Tali rischi sono da valutare, secondo la prospettiva, tutti assieme o singolarmente. Ogni rischio è definito con un rischio tollerabile numerico. Per ottenere un rischio tollerabile vengono stabilite misure di protezioni tecnicamente ed economicamente ottimali, come p.es. protezioni da fulmine esterne secondo CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3):2013 e provvedimenti con SPD secondo CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4):2013.

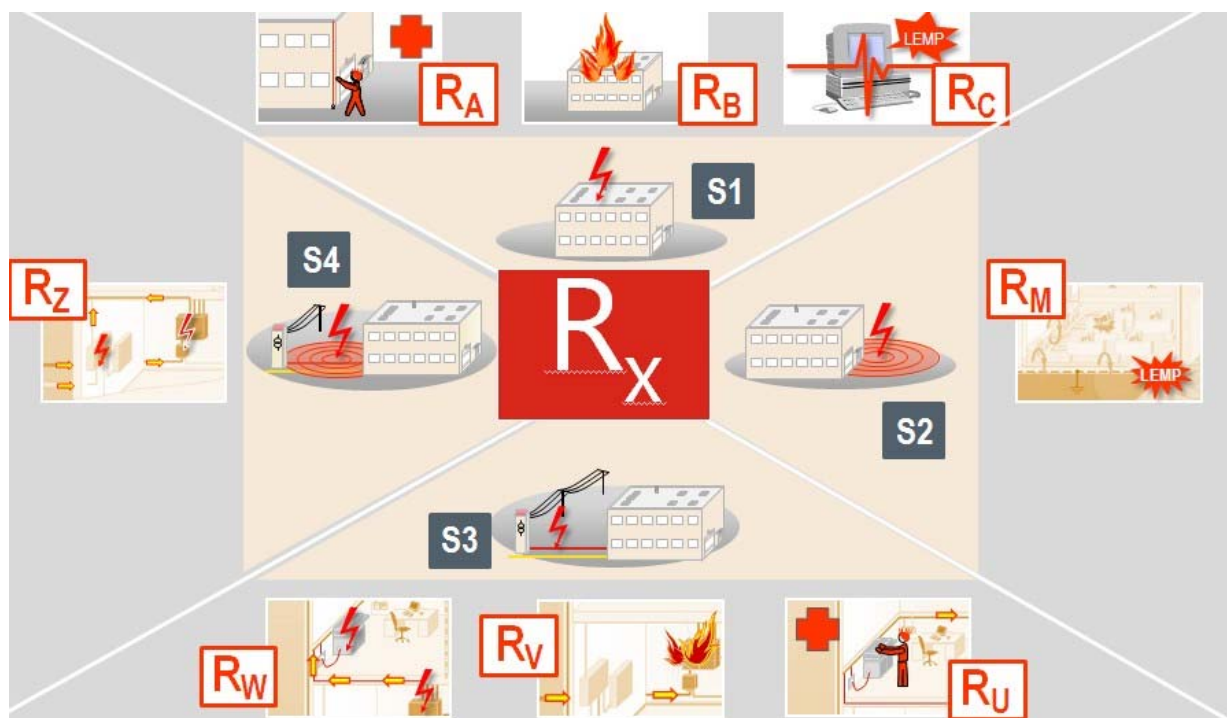
Per analizzare al meglio i pericoli, i rischi vengono valutati nel dettaglio. Ogni rischio è composto da un numero di componenti di rischio.

- $R1 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$
- $R2 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ$
- $R3 = RB + RV$
- $R4 = RA + RB + RC + RM + RU + RV + RW + RZ$

Ogni componente di rischio descrive un tipo di pericolo e una possibile perdita derivante da esso. Le perdite che si possono subire per colpa di una fulminazione sono definite nel seguente modo:

- L1 = Perdita di vite umane
- L2 = Perdita di servizio pubblico
- L3 = Perdita di patrimonio culturale insostituibile
- L4 = Perdita economica

Le possibili perdite sono, come di seguito esposto, abbinate nel seguente modo ai componenti di rischio. I componenti di rischio vengono suddivisi per sorgenti di danno.



Sorgente di danno **S1**: Componenti di rischio per una struttura dovuto a fulminazione diretta della struttura

R _A	Componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto e di passe all'interno della struttura e all'esterno in zone fino a 3 m attorno alla calate. Possono verificarsi perdite di tipo L 1 e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 con possibile perdita di animali.
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 anche essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L1, L2, L3 ed L4).
R _C	Componente relativa al guasto di impianti interni causata da I LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L 1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

Sorgente di danno **S2** Componenti di rischio per una struttura dovuto a fulminazione in prossimità della struttura

R _M	Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 ed L4, unitamente al tipo L 1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.
----------------	--

Sorgente di danno **S3**: Componenti di rischio per una struttura dovuto a fulminazione diretta della struttura

R _U	Componente relativa ai danni ad esseri viventi per elettrocuzione dovuta a tensioni di contatto all'interno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L 1 e, in caso di strutture ad uso agricolo, anche perdite di tipo L4 con possibile perdita di animali.
R _V	Componente relativa ai danni materiali (incendio e 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 la linea entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita (L 1, L2, L3 ed L4).

R _w	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 ed L4, unitamente al tipo L 1 nel case di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediate pericolo per la vita umana.
----------------	---

Sorgente di danno **S4** Componenti di rischio per una struttura dovuto a fulminazione in prossimità di una linea entrante

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 ed L4, unitamente al tipo L 1 nel caso di strutture con rischio d'esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto di impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.
----------------	--

In base al valore della singola componente di rischio posso essere analizzati i pericoli e, per evitare eventuali danni, essere scelte delle misure di protezione mirate.

4) PROCEDURA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La valutazione del rischio, per la struttura in oggetto, viene eseguita con la procedura indicata dalla Norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) che prevede:

- L'individuazione della struttura da proteggere e la definizione dei dati ad esse relativi;
- L'identificazione di tutti i tipi di perdita relativi alla struttura da proteggere e la determinazione del rischio tollerabile per ciascun tipo di perdita;
- Il calcolo del rischio per ciascun tipo di perdita;
- Il confronto tra il rischio calcolato e quello tollerabile per ciascun tipo di perdita, al fine di valutare la necessità della protezione della struttura;
- La scelta delle misure di protezione idonee per la riduzione del rischio;
- La valutazione della convenienza economica della protezione confrontando il costo totale della perdita con e senza misure di protezione.

Tutte le considerazioni e i calcoli sono stati svolti sulla scorta dei dati forniti dalla committenza relativamente alla destinazione d'uso e alle caratteristiche della struttura.

5) VALUTAZIONE DEL RISCHIO

5.1 INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

La valutazione del rischio dovuto ai fulmini viene eseguita per la seguente struttura:

EDIFICIO 1 : MAGAZZINO

La struttura risulta separata da altre costruzioni. La struttura è costituita da tubazioni e profilati metallici elettricamente continui fra i vari componenti, con copertura e chiusure laterali in plastica asportabile. Il suddetto edificio costituisce il complesso in oggetto, individuabile sulla planimetria generale rappresentata nell' Allegato 2. (Planimetria identificazione della struttura). Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della Norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle degli edifici stessi; si precisa che, a favore della sicurezza, l'analisi è stata effettuata creando parallelepipedi con area di raccolta maggiore di quella effettiva (Allegati 7 identificazione struttura e calcolo Aree di raccolta A_d e A_M). Come rilevabile dall' allegato N_G , la densità annua di fulmini a terra per chilometro quadrato nel comune di SARONNO in cui sono ubicate la struttura vale:

$$N_G = 4,52 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

(Allegato 1: "Valore di N_G , rilasciato dal TNE- TUTTO NORMEL)

Per la struttura in oggetto, non essendo possibile operare ulteriori suddivisioni, non ricorrendo le condizioni di cui all'art. A.2.1.2 della Norma CEI EN 62305-2, saranno considerate le dimensioni massime e le loro caratteristiche peculiari, raccolte nelle Tabelle che seguono.

Dati relativi alla struttura

EDIFICIO 1 MAGAZZINO	dimensioni	a= 75 m b= 15 m vedere allegato 2
	altezza massima	8,5m
	coefficiente di posizione	CD= 0,25 (presenza di edifici altezza maggiore)
	Uso prevalente struttura	Industriale
	Rischio di incendio	Elevato (maggiore di 800 MJ/m ²) $r_f=0,11$
	Protezioni antincendio	Manuali $r_p=0,5$
	Rischi particolari	Ridotto $h=2$
	Luogo con pericolo di esplosione	Non presente, zone 2 trascurabili
	Persone presenti nella struttura	è stato considerato valore medio tipico di danno
	Tipo di suolo	Zona interna: cemento – Zona esterna: cemento
	Coefficiente ambientale	Urbano
	Misure di protezione adottate	nessuna

Per ulteriori dettagli consultare il cap. 7 APPENDICI

5.2 CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI INTERNI E DELLE LINEE ENTRANTI

All'interno della struttura in esame sono presenti impianti elettrici per la distribuzione dell'energia e per la telecomunicazione. Tali impianti sono realizzati con linee in cavo non schermate, costituite con conduttori attivi e conduttori di protezione aventi lo stesso percorso, posate in cavidotti protettivi, tali da formare spire con superficie non superiore a 10 m².

Si ipotizzano le tensioni di tenuta ad impulso:

UW = 2,5 kV per gli apparati elettrici

UW = 1,5 kV per gli apparati elettronici

In ciascuna della struttura considerate entrano una linea elettrica di energia e la linea di telecomunicazioni per l'allacciamento degli impianti interni alle reti pubbliche.

Linea di energia	Linea di segnale
Le linee di energia hanno origine dal quadro di distribuzione QP3, e sono realizzate con cavi non schermati posati in canaline metalliche e tubazioni di materiale termoplastico.	Le linee di segnale hanno origine da un armadio ubicato nel magazzino e sono realizzate con cavi non schermati posati in tubazioni di materiale termoplastico a vista.

Per ulteriori dettagli consultare il cap. 7 APPENDICI

5.3 IDENTIFICAZIONE DEI TIPI DI PERDITA E DETERMINAZIONE DEL RISCHIO TOLLERABILE

- TIPI DI DANNO E TIPI DI PERDITA -

Date le caratteristiche e la destinazione d'uso della struttura costituenti il complesso in esame si ipotizza che, in conseguenza di una fulminazione diretta o indiretta della struttura o delle linee elettriche in esse entranti, possano verificarsi i seguenti tipi di danno:

- *D₁: danno a esseri viventi*
- *D₂: danno materiale*
- *D₃: guasti di impianti elettrici ed elettronici*

che possono produrre i seguenti tipi di perdita:

- **L₁: perdita di vite umane**
- **L₂: perdita di patrimonio culturale insostituibile**
- **L₄: perdita economica**

- RISCHI -

Per la struttura in esame, si procederà alla valutazione dei seguenti rischi:

- **R₁: rischio di perdita di vite umane**

La valutazione di perdite economica (rischio R₄), finalizzata ad accertare la convenienza di eventuali misure di protezione, non viene condotta in quanto non espressamente richiesta dal committente.

- RISCHIO TOLLERABILE -

Il valore del rischio tollerabile per perdita di vite umane viene fissato, in accordo con la Tabella 7 della Norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2), pari a:

$$R_{T1} = 10^{-5} = 1 \text{ E-05}$$

5.4 CALCOLO DEL NUMERO DI EVENTI PERICOLOSI

Il numero annuo di eventi pericolosi dovuti al fulmine che interessano un oggetto da proteggere (struttura, edificio, linea elettrica di energia, linea di telecomunicazione, ecc.), dipende

Pag. 9 di pag. 25

dall'attività temporalesca nell'area in cui è ubicato l'oggetto da proteggere e dalle caratteristiche fisiche dell'oggetto stesso. Tale numero è pari al prodotto della densità di fulmini al suolo e dall'area equivalente di raccolta, tenuto conto di coefficienti correttivi dipendenti dalle caratteristiche fisiche dell'oggetto da proteggere.

Per la struttura in esame si provvede al calcolo del numero di eventi pericolosi:

- N_{Db} dovuti a fulmini sulla struttura da proteggere;
- N_{Da} dovuti a fulmini su ciascuna struttura da cui ha origine un servizio entrante nella struttura da proteggere;
- N_M dovuti a fulmini in prossimità della struttura da proteggere;
- N_L dovuti a fulmini su un servizio entrante nella struttura da proteggere;
- N_i dovuti a fulmini in prossimità di un servizio entrante nella struttura da proteggere.

Per il calcolo del numero di eventi pericolosi si è provveduto a determinare le aree di raccolta:

- A_d area di raccolta della struttura isolata (struttura da proteggere o struttura da cui ha origine un servizio), che è l'area delimitata dalla linea ottenuta dall'intersezione con la superficie del terreno, considerato pianeggiante, con la retta di pendenza 1/3 che tocca le parti superiori della struttura e ruota intorno ad essa;
- A_M che è l'area di raccolta che si estende fino 350 m dal perimetro della struttura;
- A_l che è l'area di raccolta dei fulmini che colpiscono il servizio;
- A_i che è l'area di raccolta dei fulmini al suolo in prossimità del servizio.

L'area di raccolta A_D dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2. Il calcolo delle aree di raccolta è stato effettuato, a favore della sicurezza, considerando dei parallelepipedi aventi dimensioni orizzontali e verticali pari a quelle massime della struttura in esame, quindi di fatto considerando edifici di forma rettangolare equivalenti all'insieme della struttura di forma complessa. L'area di raccolta A_M dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3. Le aree di raccolta A_L e A_i di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5. I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi. I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate

nell'Appendice Valori delle probabilità P per la struttura non protetta. Le aree di raccolta, valutate con il metodo grafico sono rappresentate negli Allegati 2-3-4 "Planimetria identificazione della struttura e calcolo Aree di raccolta A_d e A_M ".

5.5 CALCOLO DELLE COMPONENTI DI RISCHIO PER CIASCUN TIPO DI PERDITA

Il rischio di perdita ipotizzato R1 viene determinato, considerando la struttura la struttura priva di misure di protezione, come somma delle loro componenti di rischio in accordo con la Norma CEI EN 62305:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

- DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE -

Tenuto conto di:

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

Sono state definite le seguenti zone:

Z1: INTERNA

Z2: ESTERNA

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice Caratteristiche delle Zone. (cap.6 Appendici)

- DEFINIZIONE LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE -

La norma CEI EN 62305-2 considera luoghi con pericolo di esplosione, ai fini dell'analisi del rischio contro i fulmini, la struttura contenenti luoghi di classe 0, 1, 2, (lavorazione e/o deposito di materiale esplosivo) e le zone 0 (gas) e/o zone 20,21,22 (polveri).

All'interno della struttura considerata non sono presenti zone di classe 2 in quanto considerate trascurabili, come si evince dalla relazione di valutazione del rischio di esplosione agli atti presso l'azienda.

- DEFINIZIONE LUOGHI CON PERICOLO D'INCENDIO -

Una delle principali cause di danno da fulmine è l'incendio della struttura, in genere innescato da una scarica pericolosa.

La probabilità che una scarica pericolosa inneschi un incendio dipende dalle caratteristiche dei materiali impiegati per la costruzione della struttura e dalle quantità e tipo dei materiali contenuti.

La pericolosità di una struttura dal punto di vista dell'incendio è definita dal parametro "carico specifico d'incendio".

Il "**carico specifico d'incendio**" è valutato come rapporto fra il carico d'incendio totale della struttura (MJ) e la sua area complessiva (m²).

Sono classificate con rischio d'incendio:

- **Nulla**
 - la struttura (o le zone) in cui non esistono materiali combustibili.
- **Ridotto**
 - la struttura (o le zone) in cui sono presenti materiali combustibili solo occasionalmente;
 - la struttura (o le zone) con carico specifico d'incendio maggiore di zero, ma minore di 400 MJ/m².
- **Ordinario**
 - la struttura (o le zone) con carico specifico d'incendio compreso tra 400 MJ / m² e 800 MJ/m².
- **Elevato**
 - la struttura (o le zone) con carico specifico d'incendio maggiore di 800 MJ / m² ;
 - la struttura di legno o con elementi portanti combustibili.

I luoghi presi in esame sono stati considerati con rischio d'incendio Elevato, come si evince dalla relazione di valutazione del rischio incendio agli atti presso l'azienda.

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

Z1: INTERNA

STRUTTURA	RA	RB	RC	RM	RU imp. elettrico	RV imp. elettrico	RW imp. elettrico	RZ imp. elettrico	RU imp. telefonico	RV imp. telefonico	Totale
EDIFICIO MAGAZZINO	5,02E-07	1,00E-06	-----	-----	1,20E-06	2,40E-06	-----	-----	1,20E-06	2,40E-06	8,72E-06

Z2: ESTERNA

STRUTTURA	RA	Totale
EDIFICIO MAGAZZINO	5,02E-07	5,02E-07

5.6 ANALISI**DEL RISCHIO**

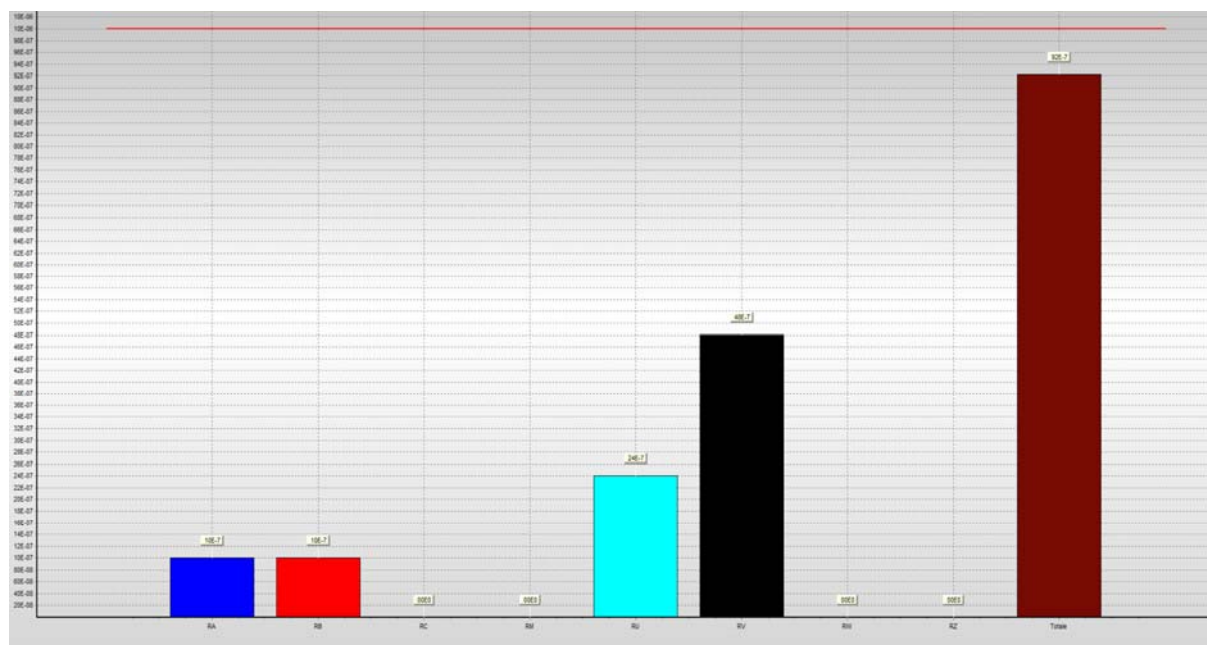
Il rischio complessivo R1 E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 10⁻⁵ (1 E-05)

STRUTTURA	R1 rischio complessivo		RT Rischio tollerato
EDIFICIO MAGAZZINO	9,22E-06	<	10 ⁻⁵ (1 E-05)

Come si evince dai grafici sottostanti

GRAFICO RIASSUNTIVO DELLE COMPONENTI DI RISCHIO

Il grafico qui rappresentato evidenzia i valori delle singole componenti di rischio e il valore totale della sommatoria di tutte le componenti : come si può notare il valore complessivo del rischio deve essere inferiore al valore massimo ammesso (10E-06) rappresentato dalla linea rossa orizzontale.

EDIFICIO 1 : EDIFICIO MAGAZZINO

Di seguito descriviamo il significato delle singole componenti di rischio:

Componente A

La componente di rischio A è relativa ai danni ad esseri viventi per tensioni di contatto e di passo, dovute ad un fulmine diretto sull'edificio, all'interno della struttura e in una fascia di 3 m all'esterno della struttura. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane) ed L4 (perdita di animali) se l'edificio è adibito ad uso agricolo.

Componente B

La componente di rischio B riguarda i danni fisici causati da incendi e/o esplosioni innescati dalle scariche pericolose che hanno luogo in seguito alla fulminazione diretta della struttura. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L3 (perdita di patrimonio culturale) se l'edificio è adibito a museo o attività simili, L4 (perdita economica).

Componente C

La componente di rischio C si riferisce ai danni agli impianti interni della struttura, ossia l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche, causati dal LEMP (LightniNG Electromagnetic Pulse) originato dalla variazione repentina del campo elettromagnetico associato all'impulso della corrente di fulmine che colpisce l'edificio. Tale fenomeno è particolarmente insidioso in quanto determina elevate tensioni indotte di tipo impulsivo all'interno di tutte le spire presenti all'interno della struttura. I danni sugli impianti si hanno qualora le tensioni indotte superino la tensione di tenuta ad impulso dei componenti elettrici. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), se l'edificio è a rischio di esplosione, o se è un ospedale o è comunque adibito ad attività in cui l'avaria di apparecchiature elettriche o elettroniche può avere come diretta conseguenza la morte di persone, L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L4 (perdita economica).

Componente M

La componente di rischio M considera i danni agli impianti interni della struttura, ossia l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche, causati dal LEMP originato dal fulmine a terra in prossimità della struttura. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), se l'edificio è a rischio di esplosione, o se è un ospedale o è comunque adibito ad attività in cui l'avaria di apparecchiature elettriche o elettroniche può avere come diretta conseguenza la morte di persone, L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L4 (perdita economica).

Componente U

La componente di rischio U concerne i danni ad esseri viventi per tensioni di contatto all'interno della struttura, dovute ad un fulmine diretto sulla linea entrante. La norma non ritiene trascurabile la probabilità che a causa di una fulminazione diretta della linea si determini un difetto di isolamento all'interno della struttura con conseguente pericolo per tensioni di contatto. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane) ed L4 (perdita di animali) negli edifici adibiti ad uso agricolo.

Componente V

La componente di rischio V attiene i danni fisici causati da incendi e/o esplosioni innescati dalle scariche pericolose che hanno luogo in seguito alla fulminazione diretta della linea. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L3 (perdita di patrimonio culturale) se l'edificio è adibito a museo o attività simili, L4 (perdita economica).

Componente W

La componente di rischio W contempla i danni agli impianti interni della struttura, ossia l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche, causati dalle sovratensioni indotte sulla linea entrante nella struttura da un fulmine che colpisce direttamente la linea. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), se l'edificio è a rischio di esplosione, o se è un ospedale o è comunque adibito ad attività in cui l'avaria di apparecchiature elettriche o elettroniche può avere come diretta conseguenza la morte di persone, L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L4 (perdita economica).

Componente Z

La componente di rischio Z interessa i danni agli impianti interni della struttura, ossia l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche, causati dalle sovratensioni indotte sulla linea entrante nella struttura da un fulmine che colpisce in prossimità della linea. Le perdite che si possono avere sono L1 (perdita di vite umane), se l'edificio è a rischio di esplosione, o se è un ospedale o è comunque adibito ad attività in cui l'avaria di apparecchiature elettriche o elettroniche può avere come diretta conseguenza la morte di persone, L2 (perdita di servizio pubblico) se l'edificio fa parte delle infrastrutture di reti adibite a tale servizio, L4 (perdita economica).

5.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 è inferiore a quello tollerato $RT=10^{-5}$ (1 E-05), non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

STRUTTURA	Rischio complessivo R1	Rischio tollerato	Misure di protezione da adottare	Tipo di Misure di protezione
<u>EDIFICIO MAGAZZINO</u>	9,22E-06	10^{-5} (1 E-05)	NO	NESSUNA

6) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base delle ipotesi formulate, delle considerazioni svolte e dei risultati ottenuti dai calcoli eseguiti, nel rispetto dei dati indicati nella relazione, si può affermare che la struttura in esame può ritenersi PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI in accordo con la norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2), secondo la quale è stata condotta l'analisi del rischio.

A Vs. disposizione per ogni collaborazione, Vi preghiamo di gradire i più distinti saluti.

STUDIO TECNICO FUMAGALLI



7) APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno

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

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $Ng = 4,52$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: ELETTRICA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - aerea

Lunghezza (m) $L = 20$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 25 B (m): 34 H (m): 12

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

Caratteristiche della linea: DATI

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - aerea

Lunghezza (m) $L = 20$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 25 B (m): 34 H (m): 12

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

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: INTERNA

Tipo di zona: interna

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

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

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: ELETTRICA

Alimentato dalla linea ELETTRICA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a $0,5 \text{ m}^2$) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: TLC

Alimentato dalla linea DATI

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a $0,5 \text{ m}^2$) ($K_{s3} = 0,01$)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: INTERNA

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 1

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

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

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

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: INTERNA

Rischio 1: R_a R_b R_u R_v

Caratteristiche della zona: ESTERNA

Tipo di zona: esterna

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

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: ESTERNA

Numero di persone nella zona: 1

Numero totale di persone nella struttura: 1

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

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

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ESTERNA

Rischio 1: Ra

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: INTERNA

Linea: ELETTRICA

Circuito: ELETTRICA

FS Totale: 0,0407

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: INTERNA

Linea: DATI

Circuito: TLC

FS Totale: 0,048

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = $7,78E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = $4,42E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = $8,79E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = $2,00E+00$

Linee elettriche

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

ELETTRICA

AL = $0,000800 \text{ km}^2$

AI = $0,080000 \text{ km}^2$

DATI

AL = $0,000800 \text{ km}^2$

AI = $0,080000 \text{ km}^2$

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

ELETTRICA

NL = 0,000362

NI = 0,036160

DATI

NL = 0,000362

NI = 0,036160

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: INTERNA

PA = $1,00E+00$

PB = 1,0

PC (ELETTRICA) = $1,00E+00$

PC (TLC) = 1,00E+00
PC = 1,00E+00
PM (ELETTRICA) = 1,60E-05
PM (TLC) = 4,44E-05
PM = 6,04E-05
PU (ELETTRICA) = 1,00E+00
PV (ELETTRICA) = 1,00E+00
PW (ELETTRICA) = 1,00E+00
PZ (ELETTRICA) = 3,00E-01
PU (TLC) = 1,00E+00
PV (TLC) = 1,00E+00
PW (TLC) = 1,00E+00
PZ (TLC) = 5,00E-01
Zona Z2: ESTERNA
PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC = 0,00E+00
PM = 0,00E+00

8) ALLEGATI

ALLEGATO 1

“Valor di N_G ” (CEI EN IEC 62858 – CEI 81-29)

Rilasciato da TNE- TUTTO NORMEL



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 4,52 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **45,613939° N**

Longitudine: **9,030922° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla norma CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di N_G riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2028.

Data 08/05/2023

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 45,613939

Longitudine: 9,030922



ALLEGATO 2

DISEGNO DELLA STRUTTURA



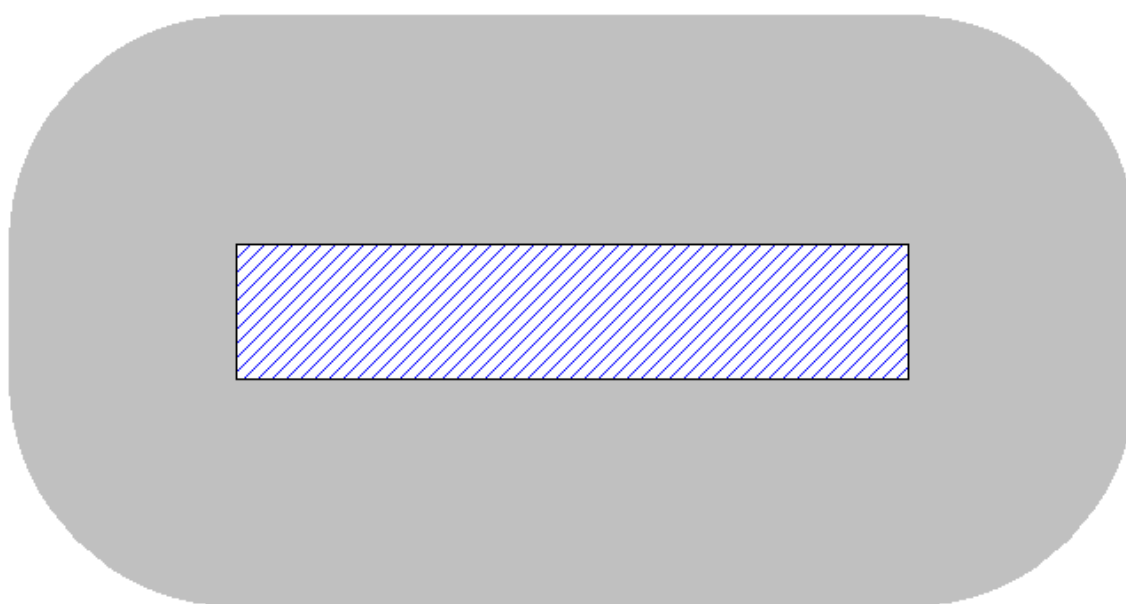
Scala: 5 m

Hmax: 8,5 m

Dimensioni lunghezza 75m larghezza 15m altezza 8,5 m

ALLEGATO 3

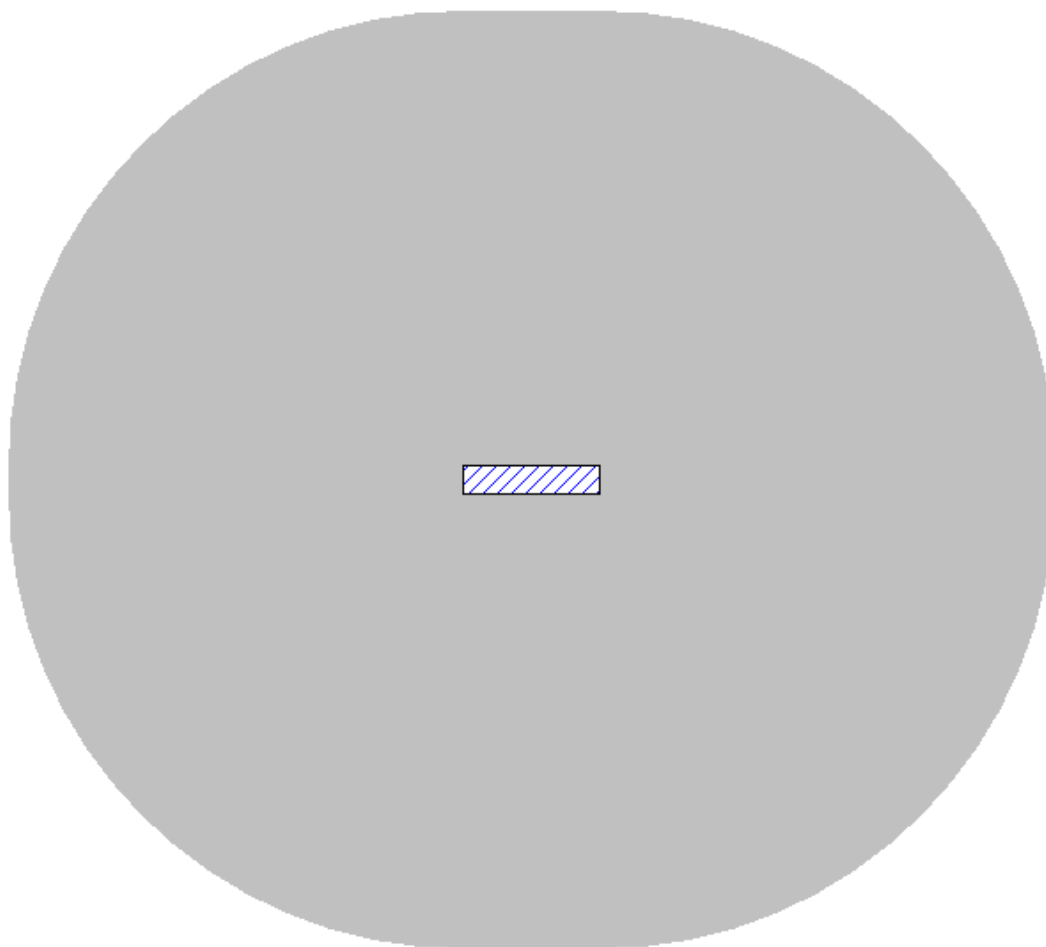
Area di raccolta per fulminazione diretta AD



Area di raccolta AD (km²) = 7,78E-03

ALLEGATO 4

Area di raccolta per fulminazione indiretta AM



Area di raccolta AM (km²) = 4,42E-01