



U  
n  
i  
v  
e  
r  
s  
i  
t  
à  
  
d  
e  
g  
l  
i  
  
s  
t  
u  
d  
i  
  
d  
i  
  
F  
e  
r  
r  
a  
r  
a



COSTRUIAMO INSIEME IL FUTURO

#### OGGETTO

Realizzazione di un Tecnopolo per attività di ricerca industriale nell'ambito della Rete Alta Tecnologia-Asse I Attività I.1.1 del POR FESR 2007-2013 Intervento Infrastrutturale FE06 - Laboratorio Terra&Acqua Tech.

#### PROPRIETA'

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FERRARA  
Via Savonarola 9-11 - 44121 Ferrara

#### DATA

#### DESCRIZIONE

PROGETTO ESECUTIVO

#### AGG.

#### ELABORATI

RELAZIONE DI CALCOLO DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

#### PROGETTISTI

Progetto  
architettonico

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FERRARA  
UFFICIO LL.PP.  
Geom. Simone Tracchi  
Ing. Maria Elena Ghedini  
Geom. Roberto Rossi

Progetto  
impiantistico

Ing. Beltrami Stefano  
C.so Isonzo, 107/E - FERRARA

Adeguamento  
post-  
risoluzione

-

Supporto  
Scientifico

-

Responsabile  
del  
Procedimento

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA  
Ripartizione Servizio Tecnico  
via Savonarola 9-11 - 44121 Ferrara

Ing. GIUSEPPE GALVAN

#### ELABORATO

I/Re03

SCALA -

# **RELAZIONE TECNICA**

## **Protezione contro i fulmini**

### **Valutazione del rischio e scelta delle misure di protezione**

#### **Committente:**

Committente: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FERRARA - UNIFE

Descrizione struttura: TECNOPOLO - LABORATORIO TERRA & ACQUA TECH.

Indirizzo: PIAZZA CHIATTINI N. 3

Comune: FERRARA (località MALBORGHETTO DI BOARA)

Provincia: FE

## **SOMMARIO**

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
  - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
  - 4.2 Dati relativi alla struttura
  - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
  - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
  - 6.1 Rischio  $R_1$  di perdita di vite umane
    - 6.1.1 Calcolo del rischio  $R_1$
    - 6.1.2 Analisi del rischio  $R_1$
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI

## **1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO**

Questo documento contiene:

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

## **2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1  
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2  
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3  
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4  
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"  
Febbraio 2013;
- CEI 81-29  
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"  
Febbraio 2014;
- CEI 81-30  
"Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).  
Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)"  
Febbraio 2014.

## **3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE**

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

La struttura che si vuole proteggere è una parte orizzontale di un edificio.

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

## **4. DATI INIZIALI**

### **4.1 Densità annua di fulmini a terra**

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

$$N_g = 2,98 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### **4.2 Dati relativi alla struttura**

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 103    B (m): 56    H (m): 10    Hmax (m): 12

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: scolastico

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

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

L'edificio che contiene la struttura da proteggere è già protetto con un LPS di Classe IV conforme alla norma CEI EN 62305-2.

### **4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne**

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Linea di Energia
- Linea di segnale: Linea di Segnale

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

### **4.4 Definizione e caratteristiche delle zone**

Tenuto conto di:

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

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Esterno del Fabbricato

Z2: Interno del Fabbricato

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

## **5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE**

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

## **6. VALUTAZIONE DEI RISCHI**

### **6.1 Rischio R1: perdita di vite umane**

#### **6.1.1 Calcolo del rischio R1**

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

Z1: Esterno del Fabbricato

Totale: 0,00E+00

Z2: Interno del Fabbricato

RA: 1,84E-08

RB: 4,61E-07

RU(Impianti Elettrici): 5,10E-10

RV(Impianti Elettrici): 1,27E-08

RU(Impianti Telefonici/Dati): 1,02E-09

RV(Impianti Telefonici/Dati): 2,55E-08

Totale: 5,19E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 5,19E-07

### **6.1.2 Analisi del rischio R1**

Il rischio complessivo  $R1 = 5,19E-07$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

## **7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE**

Poiché il rischio complessivo  $R1 = 5,19E-07$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## **8. CONCLUSIONI**

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON E' NECESSARIA.

## **9. APPENDICI**

### **APPENDICE - Caratteristiche della struttura**

Dimensioni: A (m): 103    B (m): 56    H (m): 10    Hmax (m): 12  
Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ( $CD = 0,5$ )  
LPS installato: Livello IV  
Schermo esterno alla struttura: assente  
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno  $km^2$ )  $Ng = 2,98$

### **APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche**

Caratteristiche della linea: Linea di Energia  
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso  
Tipo di linea: energia - interrata  
Lunghezza (m)  $L = 500$   
Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$   
Coefficiente ambientale (CE): urbano  
SPD ad arrivo linea: livello IV ( $PEB = 0,05$ )

Caratteristiche della linea: Linea di Segnale  
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso  
Tipo di linea: segnale - interrata  
Lunghezza (m)  $L = 1000$   
Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$   
Coefficiente ambientale (CE): urbano  
SPD ad arrivo linea: livello IV ( $PEB = 0,05$ )

### **APPENDICE - Caratteristiche delle zone**

Caratteristiche della zona: Esterno del Fabbricato  
Tipo di zona: esterna  
Tipo di suolo: erba ( $rt = 0,01$ )  
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: Esterno del Fabbricato

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Esterno del Fabbricato

Caratteristiche della zona: Interno del Fabbricato  
Tipo di zona: interna  
Tipo di pavimentazione: ceramica ( $rt = 0,001$ )  
Rischio di incendio: ordinario ( $rf = 0,01$ )



Pericoli particolari: medio rischio di panico ( $h = 5$ )  
Protezioni antincendio: manuali ( $r_p = 0,5$ )  
Schermatura di zona: assente  
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Impianti Elettrici

Alimentato dalla linea Linea di Energia  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a  $10 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,2$ )  
Tensione di tenuta: 2,5 kV  
Sistema di SPD - livello: IV ( $PSPD = 0,05$ )

Impianto interno: Impianti Telefonici/Dati

Alimentato dalla linea Linea di Segnale  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a  $10 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,2$ )  
Tensione di tenuta: 1,5 kV  
Sistema di SPD - livello: IV ( $PSPD = 0,05$ )

Valori medi delle perdite per la zona: Interno del Fabbricato

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 100

Numero totale di persone nella struttura: 100

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 3000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 3,42E-06$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 8,55E-05$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 500000

Valore del contenuto (€): 300000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 100000

Valore totale della struttura (€): 900000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = LM = LW = LZ = 1,11E-04$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 1,00E-03$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Interno del Fabbricato

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

## APPENDICE - Frequenza di danno

Frequenza di danno tollerabile  $FT = 0,1$

Non è stata considerata la perdita di animali

Applicazione del coefficiente  $r_f$  alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente  $r_t$  alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: Esterno del Fabbricato

FS1: 5,39E-03

FS2: 0,00E+00

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 5,39E-03

Z2: Interno del Fabbricato

FS1: 7,50E-03

FS2: 1,79E-03

FS3: 8,72E-04

FS4: 1,94E-02

Totale: 2,96E-02

## **APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi**

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 1,81E-02 km<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 4,96E-01 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 2,70E-02

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,48E+00

Linee elettriche

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

Linea di Energia

AL = 0,020000 km<sup>2</sup>

AI = 2,000000 km<sup>2</sup>

Linea di Segnale

AL = 0,040000 km<sup>2</sup>

AI = 4,000000 km<sup>2</sup>

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

Linea di Energia

NL = 0,002980

NI = 0,298000

Linea di Segnale

NL = 0,005960

NI = 0,596000

## **APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta**

Zona Z1: Esterno del Fabbricato

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

Zona Z2: Interno del Fabbricato

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Impianti Elettrici) = 5,00E-02

PC (Impianti Telefonici/Dati) = 5,00E-02

PC = 9,75E-02

PM (Impianti Elettrici) = 3,20E-04

PM (Impianti Telefonici/Dati) = 8,89E-04

PM = 1,21E-03

PU (Impianti Elettrici) = 5,00E-02

PV (Impianti Elettrici) = 5,00E-02

PW (Impianti Elettrici) = 5,00E-02

PZ (Impianti Elettrici) = 1,50E-02

PU (Impianti Telefonici/Dati) = 5,00E-02

PV (Impianti Telefonici/Dati) = 5,00E-02

PW (Impianti Telefonici/Dati) = 5,00E-02

PZ (Impianti Telefonici/Dati) = 2,50E-02

## VALORE DI $N_G$

(CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$$N_G = 2,98 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

### POSIZIONE

Latitudine: 44,857603° N

Longitudine: 11,654881° 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  $N_G$ .
- I valori di  $N_G$  inferiori ad 1 sono stati arrotondati ad uno non essendo significativi valori inferiori all'unità (CEI 81-30, art. 6.5).
- 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 guida CEI 81-30 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.

Data, 19 agosto 2015