



## COMUNE DI BOMPORTO Provincia di Modena

*Programma delle Opere Pubbliche e dei Beni Culturali danneggiati dagli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012, Piani annuali 2013 - 14 -15 - 16 - 18 Opere Pubbliche, Allegato D/1 Edilizia scolastica ed Università Ordinanza 47/2014 – Intervento n° ord. 7009*

### REALIZZAZIONE DELLA NUOVA PALESTRA SCOLASTICA DI BOMPORTO

Via De Andrè - via Verdi, Bomporto (MO)

## PROGETTO ESECUTIVO

**Committente**

Comune di Bomporto  
Via per Modena, 7  
41030 Bomporto (MO)

**Responsabile Unico del  
Procedimento RUP**

Ing. Pasquale Lo Fiego

**Supporto al RUP**

Arch. Elena Zaccarelli

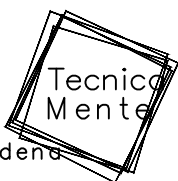
**Progettazione Esecutiva****Architettonica e strutturale**

Ing. Claudio Serafini

TecnicaMente

Via Stelvio, 17 – 41122 – Modena

[www.tecnicamente-mo.it](http://www.tecnicamente-mo.it)

**Progettazione Impianti Tecnologici**

P.I. Gian Luca Gatti

P.I. Andrea Costanzini

Via Berna n°6/D - Sassuolo (MO)

e-mail [gattigl@studiogattigl.it](mailto:gattigl@studiogattigl.it)

**Studio Gatti GL Srl**  
Progettazione Impianti Tecnologici

## PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO

### RELAZIONE PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

PE.IE\_03

SCALA 1:100

DATA: 23.05.2019

# **RELAZIONE TECNICA**

## **Protezione contro i fulmini**

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

#### **Dati del progettista:**

Ragione sociale: COSTANZINI Per. Ind. ANDREA  
Indirizzo: Via Campiglio, 4  
Città: VIGNOLA  
CAP: 41058  
Provincia: MO  
Albo professionale: COLLEGIO PERITI INDUSTRIALI  
Numero di iscrizione all'albo: MODENA 1878  
Partita Iva: 02366770366  
Codice Fiscale: CSTNDR72M25F257C

#### **Committente:**

Committente: Comune di Bomporto  
Descrizione struttura: Palestra Comunale  
Indirizzo: via De Andrè ang. via Verdi  
Comune: Bomporto  
Provincia: MO

## **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
  - 7.1 Analisi della convenienza economica
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 coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

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 Ng"), vale:

$$N_g = 1,38 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### 4.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 40   B (m): 20   H (m): 9   Hmax (m): 10

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;

Per valutare la convenienza economica ad adottare le misure di protezione, è necessario calcolare il rischio R4.

### 4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: energia

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: Struttura

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: Struttura

RA: 7,47E-11

RB: 2,99E-09

Totale: 3,06E-09

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,06E-09

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

Il rischio complessivo  $R1 = 3,06E-09$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

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

Poiché il rischio complessivo  $R1 = 3,06E-09$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Si è comunque ritenuto opportuno adottare le misure di protezione seguenti:

- nella zona Z1 - Struttura:
  - Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: isolamento

L'adozione di queste misure di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.  
I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

rt = 0,00001

rp = 0,2

rf = 0,001

h = 2

Rischio R1: perdita di vite umane

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

RA: 7,47E-11

RB: 2,99E-09

Totale: 3,06E-09

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,06E-09

## **7.1 Analisi della convenienza economica**

L'analisi della convenienza economica della protezione è stata condotta come indicato dalla norma CEI EN 62305-2 calcolando il risparmio annuo, in termini di perdite economiche, che ogni soluzione permette di ottenere, al fine di individuare la più conveniente.

I valori economici relativi alla struttura sono indicati nell'Appendice *Caratteristiche delle zone*.

Il costo delle misure di protezione è di seguito indicato.

Z1 - Struttura

- Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: isolamento - costo: € 0,00

I valori assunti per il tasso di interesse, ammortamento e manutenzione delle misure di protezione è di seguito indicato:

- Interesse: 5 %

- Ammortamento: 10 anni

- Manutenzione: 2 %

Il valore delle componenti del rischio R4 per la struttura non protetta è di seguito indicato:

Il valore delle perdite residue CRL è stato calcolato in conformità all'appendice D della norma CEI EN 62305-2 sulla base dei nuovi valori che le componenti del rischio R4 assumono una volta adottate le misure di protezione previste nelle soluzioni individuate.

## Zona Z1 - Struttura

Totale perdite senza protezioni: € 0,46  
Totale perdite con protezioni: € 0,46  
Totale costo delle misure di protezione: € 0,00  
Totale risparmio: € 0,00

## 8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

Data 21/05/2019



## 9. APPENDICI

### APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 40 B (m): 20 H (m): 9 Hmax (m): 10  
Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ( $CD = 0,5$ )  
Schermo esterno alla struttura: assente  
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno  $km^2$ )  $N_g = 1,38$

### APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: energia  
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso  
Tipo di linea: energia - interrata  
Lunghezza (m)  $L = 200$   
Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$   
Coefficiente ambientale (CE): urbano  
SPD ad arrivo linea: livello I ( $PEB = 0,01$ )

### APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura  
Tipo di zona: interna  
Tipo di pavimentazione: asfalto ( $r_t = 0,00001$ )  
Rischio di incendio: ridotto ( $r_f = 0,001$ )  
Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ( $h = 2$ )  
Protezioni antincendio: automatiche ( $r_p = 0,2$ )  
Schermatura di zona: assente  
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura  
Rischio 1  
Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 1500  
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 1,71E-08$   
Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 6,84E-07$   
Rischio 4  
Valore dei muri (€): 2000000  
Valore del contenuto (€): 400000  
Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 250000  
Valore totale della struttura (€): 2650000  
Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = LM = LW = LZ = 9,43E-05$   
Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 4,00E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura  
Rischio 1:  $R_a$   $R_b$   $R_u$   $R_v$   
Rischio 4:  $R_b$   $R_c$   $R_m$   $R_v$   $R_w$   $R_z$

## **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: Struttura

FS1: 4,37E-03

FS2: 0,00E+00

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 4,37E-03

A seguito dell'adozione delle misure di protezione scelte, la frequenza di danno si modifica come di seguito indicato:

Zona

Z1: Struttura

FS1: 4,37E-03

FS2: 0,00E+00

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 4,37E-03

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

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 6,33E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 4,27E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 4,37E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 5,89E-01$

Linee elettriche

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

energia

$AL = 0,008000 \text{ km}^2$

$AI = 0,800000 \text{ km}^2$

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

energia

NL = 0,000552

NI = 0,055200

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

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

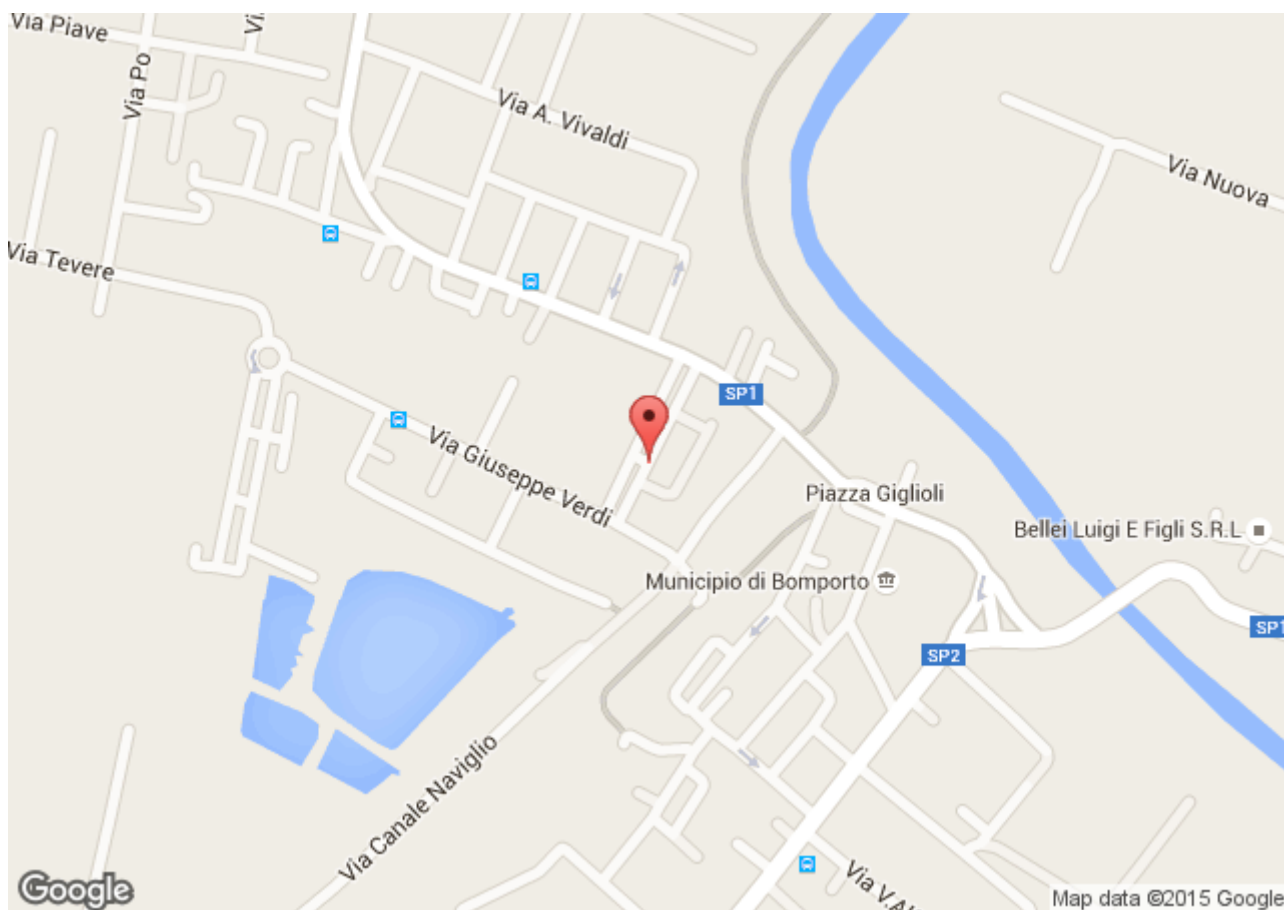
PM = 0,00E+00

## Coordinate in formato decimale (WGS84)

**Indirizzo:** Via F. de Andre', 41030 Bomporto MO, Italia

**Latitudine:** 44.728262

**Longitudine:** 11.040284





## VALORE DI $N_G$

(CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$$N_G = 1,38 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

### POSIZIONE

Latitudine: **44,728262° N**

Longitudine: **11,040284° 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, 23 ottobre 2015