

# PROVINCIA REGIONALE DI PALERMO

LICEO SCIENTIFICO "N. PALMERI"  
Piazza Sansone n°12 - Termini Imerese

Lavori di adeguamento alle normative vigenti in tema di  
impianti elettrici, protezione scariche atmosferiche,  
abbattimento barriere architettoniche e prevenzione incendi

CITTA' DI TERMINI IMERESE

Si attesta la conformità agli strumenti  
urbanistici, al regolamento edilizio e di  
igiene del Comune, ai sensi dell'art. 9  
della L. R. 19/72.

Termini Imerese, lì .....

25 OTT. 2010



IL DIRIGENTE  
2° SST/TERRITORIO E AMBIENTE  
(Arch. Rosario Nicchitta)

ELABORATO

RELAZIONE TECNICA

A.03

PROTEZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

DATA :

AGGIORNAMENTO :

SCALA:

PROGETTAZIONE

Ing. Sergio



Ing. Carmelo SEMINARA



# **Relazione Tecnica**

## **PROTEZIONE CONTRO I FULMINI**

**Valutazione del rischio**

**e**

**Scelta delle misure di protezione**

**Committente:** Provincia Regionale di Palermo

**Struttura:** Liceo Scientifico Statale "N.Palmeri" - Edificio Scolastico  
P.zza Sansone ,12  
(PA) TERMINI IMERESE

## SOMMARIO

1 CONTENUTO DEL DOCUMENTO

2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

3 PROCEDURA ADOTTATA

4 INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

5 DATI INIZIALI

5.1 Densità annua di fulmini a terra.

5.2 Dati relativi alla struttura.

5.3 Dati relativi alle linee esterne.

6 CALCOLI

6.1 Aree di raccolta della struttura.

6.2 Aree di raccolta delle linee esterne.

6.3 Frequenza di fulminazione della struttura.

6.4 Frequenza di fulminazione delle linee.

6.5 Probabilità di danno.

6.6 Danno medio.

6.7 Tipi di rischio.

6.8 Componenti di rischio.

6.9 Valutazione dei rischi.

6.10 Rischio tollerato.

6.11 Analisi dei rischi.

7 MISURE DI PROTEZIONE.

8 ALLEGATI

9 TAVOLA SINTOTTICA DATI TECNICI

## 1 CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

- La relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine.
- Il progetto di massima delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

## 2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme CEI:

- CEI 81-1 : "Protezione delle strutture contro i fulmini"  
Novembre 1995;
- CEI 81-1 : "Protezione delle strutture contro i fulmini"  
Variante. Dicembre 1996;
- CEI 81-2 : "Guida alla verifica degli impianti di protezione contro i fulmini"  
Gennaio 1994;
- CEI 81-3 : "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per  
chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico.  
Elenco dei Comuni."  
Novembre 1994;
- CEI 81-4: "Valutazione del rischio dovuto al fulmine"  
Dicembre 1996.

Sono state altresì considerate, ove applicabili, anche le seguenti Norme IEC:

- IEC 1024-1 : "Protection of structures against lightning. Part 1: General Principles"  
Prima edizione - Marzo 1990;
- IEC 1024-1-1: "Protection of structures against lightning. Part 1: General Principles  
Section 1: Guide A. Selection of protection levels for LPS"  
Prima edizione - Agosto 1993;
- IEC 1662 : "Assessment of the risk of damage due to lightning"  
Prima edizione - Aprile 1994;
- IEC 1662 : "Assessment of the risk of damage due to lightning "  
"Amendment 1". Maggio 1996;

e la seguente Norma CENELEC:

- CENELEC ENV 61024-1 : "Protection of structures against lightning.  
Parte 1: General principles."

### 3 PROCEDURA ADOTTATA

Per la valutazione del rischio è stata seguita la procedura indicata nella Norma CEI 81-4.

L'uso di questa procedura è giustificato dai seguenti motivi:

- la procedura semplificata non è applicabile perché non ricorrono le condizioni previste dall'Appendice G della Norma CEI 81-1.

I risultati ottenuti con la procedura di cui alla Norma CEI 81-4 sono comunque più completi e precisi di quelli ricavabili con la procedura semplificata indicata all'Appendice G della Norma CEI 81-1.

### 4 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 una intera costruzione a sé stante, fisicamente separata da altre costruzioni.

Ai sensi dell'art. 2.5.1 della Norma CEI 81-4, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle della costruzione stessa.

### 5 DATI INIZIALI

#### 5.1 Densità annua di fulmini a terra.

Come rilevabile dalla Norma CEI 81-3, la densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato nel comune di TERMINI IMERESE in cui è ubicata la struttura vale :

$$N_t = 1,5 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

#### 5.2 Dati relativi alla struttura.

Le dimensioni della struttura sono rilevabili dal disegno (allegato A).

La struttura è adibita a SCUOLA

Ai sensi della Norma CEI 81-1, appendice F, essa è classificabile come struttura ordinaria di caratteristiche non tipiche perché:

- c'è presenza di persone in numero elevato o per un elevato periodo di tempo in zone entro 5 m dalla struttura con resistività del terreno  $< 5 \text{ kohm m}$

La struttura è realizzata in pilastri in c.a o metallici  $6 > d \geq 3 \text{ m}$ .

Gli impianti elettrici di energia interni alla struttura hanno, in tutto o in parte, condutture non schermate.

Le apparecchiature elettriche nella struttura non sono tutte protette contro le sovratensioni.

Gli impianti di segnale interni alla struttura hanno, in tutto o in parte, condutture non schermate.

Le apparecchiature di segnale nella struttura non sono tutte protette contro le sovratensioni.

La struttura ha un carico specifico d'incendio compreso tra 20 e 45 kg/m<sup>2</sup> (stimato).

Con riferimento all'art. F2 della Norma CEI 81-1, la struttura è pertanto classificabile come struttura con rischio d'incendio ordinario

Per limitare le conseguenze dell'incendio la struttura è dotata di:

- estintori
- idranti
- vie di fuga
- impianti automatici di segnalazione

Il suolo a meno di 5 m dalla struttura ha resistività superf. <0,5 kohm m (cemento)

La struttura è in area con strutture di altezza uguale o maggiore; il suo coefficiente ambientale vale pertanto:

$$C = 0,25$$

La posizione ambientale della struttura è stata stimata.

### 5.3 Dati relativi alle linee esterne.

La struttura è servita da linee con le seguenti caratteristiche

L 1 - Linea BT in cavo interrato:

- non schermata
- lunghezza: 1000 m
- resistività terreno: 500 ohm m.
- linea in area urbana

L 2 - Linea di segnale in cavo interrato:

- non schermata
- lunghezza: 1000 m
- resistività terreno: 500 ohm m.
- linea in area urbana

## 6 CALCOLI

### 6.1 Aree di raccolta della struttura.

Area A

L'area di raccolta A dei fulmini diretti sulla struttura, supposta isolata ed in pianura, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI 81-1, art.G3.1, ed è riportata nel disegno (allegato B). Il suo valore è:

$$A = 1,5E-2 \text{ km}^2$$

Area Am

L'area di raccolta Am dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, non è stata valutata perché nella struttura non sono presenti impianti sensibili.

## 6.2 Aree di raccolta delle linee esterne.

L'area di raccolta Ac di ciascuna linea esterna di energia è stata valutata analiticamente come indicato nella Norma CEI 81-4, art.2.5.4

$$Ac = 0 \text{ km}^2 \text{ per la linea L1}$$

L'area di raccolta è stata assunta uguale a zero perché il percorso della linea si svolge tutto all'interno di area urbana.

L'area di raccolta Ac delle linee di segnale non è stata valutata perché la Norma CEI 81-4 assume che il rischio relativo all'incendio, innescato da sovratensioni trasmesse alla struttura dalle linee di segnali entranti, sia trascurabile (componente C = 0).

L'area di raccolta Ag di ciascuna linea esterna è stata valutata analiticamente come indicato nella Norma CEI 81-4, art. 2.5.5

$$Ag = 0 \text{ km}^2 \text{ per la linea L1}$$

L'area di raccolta è stata assunta uguale a zero perché il percorso della linea si svolge tutto all'interno di area urbana.

$$Ag = 0 \text{ km}^2 \text{ per la linea L2}$$

L'area di raccolta è stata assunta uguale a zero perché il percorso della linea si svolge tutto all'interno di area urbana.

## 6.3 Frequenza di fulminazione della struttura.

La frequenza di fulminazione (diretta) della struttura è stata valutata in conformità alla Norma CEI 81-4 art.2.5. Essa è:

$$Nd = Nt C A = 5,62E-3 \text{ fulmini/anno}$$

## 6.4 Frequenza di fulminazione delle linee.

La frequenza di fulminazione di ogni linea è stata valutata analiticamente come indicato nella Norma CEI 81-4, art.2.5

Fulminazione diretta.

$$N_c = N_t A_c = 0 \text{ fulmini/anno per la linea L1}$$

Fulminazione indiretta.

$$N_g = N_t A_g = 0 \text{ fulmini/anno per la linea L1}$$

$$N_g = N_t A_g = 0 \text{ fulmini/anno per la linea L2}$$

## 6.5 Probabilità di danno.

Sono stati assunti i seguenti valori di probabilità che un fulmine provochi danno alla struttura:

- danno da tensioni di contatto e di passo (CEI 81-4, tab.3):  
 $P_t = 0,01$  (resistività superf.  $< 0,5 \text{ kohm m}$  (cemento));
- scarica pericolosa per innesco incendio da fulmini diretti sulla struttura (CEI 81-4, tab.4):  
 $P_a = 0,81$   
 $k_5 P_e = 0,8$  (prodotto  $k_5 P_e$  più elevato)
- danno alle apparecchiature interne da sovratensione per fulminazione diretta della struttura:  
 $P_d = 0,81$   
 $k_4 k_5 P_e = 0,8$  (prodotto  $k_4 k_5 P_e$  più elevato)
- innesco incendio:  
 $P_f = 0,001$  (struttura con rischio d'incendio ordinario, CEI 81-4, tab.9);
- danno alle apparecchiature interne da sovratensione per fulminazione indiretta della struttura:  
 $P_m = 0,05$   
 $k_2 k_3 P_i = 1,0$  (prodotto  $k_2 k_3 P_i$  più elevato);
- scarica pericolosa per innesco incendio da fulminazione diretta di linee esterne:  
 $P_c = 0,8$  per la linea L1  
 $P_c = 0,8$  per la linea L2
- danno alle apparecchiature interne da sovratensioni trasmesse alla struttura per fulminazione indiretta di linee esterne:  
 $P_g = 0,8$  per la linea L1  
 $P_g = 0,8$  per la linea L2  
 $k_2 k_3 = 1,0$  (prodotto  $k_2 k_3$  più elevato)

avendo assunto:

$$P_s = 0,05 \text{ (pilastri in c.a o metallici } G > d \geq 3 \text{ m, CEI 81-4, tab.5)}$$

$$P_i = 1,0 \text{ (condutture impianti interni energia; non schermate, CEI 81-4, tab.6)}$$

$$P_i = 1,0 \text{ (condutture impianti interni segnale; non schermate, CEI 81-4, tab.6)}$$

$$k_1 = 1 \text{ (non è installato alcun LPS)}$$

$$k_2 = 1 \text{ (apparecchiature elettriche non protette con trasf. isolamento, CEI 81-4, tab.8)}$$

$$k_2 = 1 \text{ (apparecchiature di segnale non protette con disp.optoelettronici, CEI 81-4,}$$

tab.8)

$$k_3 = 1 \text{ (apparecchiature elettriche non protette con SPD, CEI 81-4, tab.8)}$$

$$k_3 = 1 \text{ (apparecchiature di segnale non protette con SPD, CEI 81-4, tab.8)}$$

per la linea L1

$$k_4 = 1,0$$

$$k_5 = 1,0$$



per la linea L2

$k_4 = 1,0$

$k_5 = 1,0$

## 6.6 Danno medio.

Il danno medio varia in relazione al tipo di rischio considerato e, per ogni tipo di rischio, in dipendenza dalla causa che lo ha provocato.

I valori assegnati al danno medio sono:

perdita di vite umane (rischio di tipo 1)

- per tensioni di contatto e di passo  $dt = 0,01$

- per incendio  $df = 0,03$

- per sovratensioni  $do = 0$

I valori del danno medio sono quelli indicati dalla Norma CEI 81-4 nelle rispettive tabelle.

In presenza di provvedimenti per limitare le conseguenze dell'incendio i valori di  $df$  vanno moltiplicati per un coefficiente di riduzione  $k_f$ .

Alle misure protettive presenti nella struttura sono stati assegnati, come da Norma CEI 81-4, tab.11, i seguenti valori di  $k_f$ :

$k_f = 0,9$  (estintori)

$k_f = 0,8$  (idranti)

$k_f = 0,7$  (vie di fuga)

$k_f = 0,6$  (impianti automatici di segnalazione)

Il valore complessivo risultante dal prodotto dei singoli valori è:

$k_f = 0,3$  (rischio tipo 1)

$k_f = 0,43$  (rischi tipo 2,3,4)

## 6.7 Tipi di rischio.

Considerate le caratteristiche e la destinazione d'uso della struttura sono stati considerati solo i seguenti tipi di rischio:

-rischio di tipo 1: perdita di vite umane

Il rischio di perdita puramente economiche (rischio di tipo 4) non è stato tenuto in considerazione perché giudicato irrilevante dal progettista.

## 6.8 Componenti di rischio.

In accordo con la Norma CEI 81-4 sono state considerate le componenti di rischio di seguito indicate.

Per la perdita di vite umane:

- componente H: tensioni di contatto e di passo in prossimità della struttura quando è colpita da un fulmine;
- componente A: incendio della struttura provocato dai fulmini che la colpiscono.

Le componenti D e G non sono state considerate perché la Norma CEI 81-4 le prevede solo nel caso di strutture ospedaliere o con rischio di esplosione.

La componente C non è stata considerata perché la struttura non è alimentata da linee esterne d'energia.

La componente M non è stata considerata perché nella struttura non è presente una notevole quantità di apparecchiature sensibili alle sovratensioni, ed i relativi circuiti hanno una estensione modesta.

I valori delle componenti di rischio, calcolati secondo le formule indicate dalla Norma CEI 81-4, sono di seguito indicati.

Per la perdita di vite umane:

$$H = 5,62E-7$$

$$A = 8,27E-8$$

## 6.9 Valutazione dei rischi.

I rischi sono stati valutati in relazione sia alle cause di danno sia al tipo di fulminazione, a partire dai valori calcolati per le varie componenti di rischio.

Rischi per tensioni di contatto e di passo:

$$Rt1 = 5,62E-7$$

$$Rt4 = \text{Nullo}$$

Rischi per incendio:

$$Rf1 = 8,27E-8$$

$$Rf2 = \text{Nullo}$$

$$Rf3 = \text{Nullo}$$

$$Rf4 = \text{Nullo}$$

Rischi per fulminazione diretta:

$$Rd1 = 6,45E-7$$

$$Rd2 = \text{Nullo}$$

$$Rd3 = \text{Nullo}$$

$$Rd4 = \text{Nullo}$$

Rischi complessivi:

R1 = 6,45E-7  
R2 = Nullo  
R3 = Nullo  
R4 = Nullo

#### 6.10 Rischio tollerato.

Tenuto conto della destinazione d'uso della struttura è presente il rischio di:

- perdita di vite umane (rischio di tipo 1).

Il valore tollerabile Ra è:

Ra1 = 0,00001 per il rischio di tipo 1

Poiché non interessa valutare il rischio relativo alle perdite puramente economiche (rischio di tipo 4), non sono stati fissati i relativi parametri economici (valore della struttura, valore delle perdite per mancata attività e rischio tollerato).

#### 6.11 Analisi dei rischi.

L'analisi dei rischi presenti nella struttura condotta in base al valore delle relative componenti di rischio ha evidenziato quanto di seguito indicato.

Per la perdita di vite umane.

Il rischio complessivo RI non è maggiore di quello tollerato Ra1; adottare idonee misure di protezione per ridurre questo rischio non è quindi necessario.

#### 7 MISURE DI PROTEZIONE.

Poiché per ogni tipo di rischio presente nella struttura il suo valore complessivo R non supera quello tollerato Ra, ai sensi dell'art. F 3 della Norma CEI 81-1 l'adozione di misure di protezione non è necessaria.

**SECONDO LA NORMA CEI 81-1 LA STRUTTURA E' AUTOPROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI.**

In forza della legge 1/3/1968 n.186 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. Tuttavia, dal momento che l'edificio in oggetto è già dotato di un impianto di protezione a Gabbia di Faraday, si ritiene opportuno non procedere alla dismissione dello stesso, ma ad un intervento di revisione, verifica e ripristino a vantaggio della sicurezza.

## 8 ALLEGATI

Fanno parte integrante della presente relazione gli allegati di seguito indicati:

Allegato A - Disegno della pianta della struttura

Allegato B - Disegno area di raccolta A

## 9 TAVOLA SINOTTICA DATI TECNICI

### A) DATI GENERALI

- 1) Data del progetto: 01/09/97
- 2) Committente: Provincia Regionale di Palermo
- 3) Tipo di struttura: SCUOLA
- 4) Ubicazione: P.zza Sansone, 12 - TERMINI IMERESE (PA)
- 5) Procedura utilizzata per la scelta delle misure di protezione: CEI 81-4
- 6) Valore della struttura: 0 lire
- 7) Valore aggiunto: 0 lire

### B) DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

- 1) Individuazione : costruzione a sè stante.
- 2) Dimensioni massime: vedi disegno
- 3) Altezza media: 13 m
- 4) Volume: 35936 m<sup>3</sup>
- 5) Perimetro: 206 m
- 6) Materiali costruttivi: pilastri in c.a o metallici  $6 > d \geq 3$  m

### C) DATI RELATIVI AL SUOLO

- 1) Resistività media: 500 ohm m
- 2) Tipo di terreno: resistività superf.  $< 0,5$  kohm m (cemento)

### D) DATI RELATIVI ALL'INCENDIO

- 1) Carico specifico d'incendio: compreso tra 20 e 45 kg/m<sup>2</sup>
- 2) Rischio d'incendio: ordinario
- 3) Misure di protezione:
  - estintori
  - idranti
  - vie di fuga
  - impianti automatici di segnalazione

### E) IMPIANTI INTERNI D'ENERGIA

- 1) Tipo di condutture: non schermate
- 2) Misure di protezione: assenti

## F) IMPIANTI INTERNI DI SEGNALE

- 1) Tipo di condutture: non schermate
- 2) Misure di protezione: assenti

## G) LINEE ESTERNE D'ENERGIA

- L. 1 - Linea BT in cavo interrato  
tipo: non schermata  
lunghezza: 1000 m  
resistività terreno: 500 ohm m  
linea in area urbana

## H) LINEE ESTERNE DI SEGNALE

- L. 2 - Linea di segnale in cavo interrato  
tipo: non schermata  
lunghezza: 1000 m  
resistività terreno: 500 ohm m  
linea in area urbana

## I) AREE DI RACCOLTA

- 1) Struttura  
Condizione: in area con strutture di altezza uguale o maggiore  
Coefficiente ambientale  $C = 0,25$   
Area di raccolta  $A = 1,51E-2 \text{ km}^2$
- 2) Linee  
 $A_c = 0 \text{ km}^2$  per la linea L.1  
  
 $A_g = 0 \text{ km}^2$  per la linea L.1  
 $A_g = 0 \text{ km}^2$  per la linea L.2

## J) FREQUENZA DI FULMINAZIONE

- 1) Struttura  
 $N_d = N_t C A = 5,62E-3 \text{ fulmini/anno}$
- 2) Linee  
 $N_c = N_t A_c = 0 \text{ fulmini/anno}$  per la linea L1  
 $N_g = N_t A_g = 0 \text{ fulmini/anno}$  per la linea L1  
 $N_g = N_t A_g = 0 \text{ fulmini/anno}$  per la linea L2

## K) PROBABILITA' DI DANNO

### 1) Probabilità parziali

Impianti interni d'energia  $P_i = 1,0$

Impianti interni di segnale  $P_i = 1,0$

### 2) Fattori di protezione

LPS  $K_1 = 1$

Trasf. impianti interni energia  $K_2 = 1,0$

SPD impianti interni energia  $K_3 = 1,0$

Disp. optocl. impianti interni segnale  $K_2 = 1,0$

SPD impianti interni segnale  $K_3 = 1,0$

### 3) Valori massimi dei seguenti prodotti

$K_2K_3 = 1,0$

$K_2K_3P_i = 1,0$

$K_5P_e = 0,8$

$K_4K_5P_e = 0,8$

### 4) Probabilità totali

$P_t = 0,01$  (resistività superf.  $< 0,5 \text{ kohm m}$  (cemento));

$P_a = 0,81$

$P_d = 0,81$

$P_f = 0,001$  (struttura con rischio d'incendio ordinario, CEI 81-4, tab9);

$P_m = 0,05$

per la linea L1

scarica pericolosa  $P_c = 0,8$

sovratensione  $P_g = 0,8$

per la linea L2

scarica pericolosa  $P_c = 0,8$

sovratensione  $P_g = 0,8$

## L) RISCHI

### RISCHIO DI TIPO 1

#### Danno medio:

per tensioni di contatto e di passo  $d_t = 0,01$

per incendio  $d_f = 0,03$

Fattore di incremento  $r = 2$

Fattore di riduzione  $k_f = 0,3$

#### Componenti di danno:

$H = 5,62E-7$

$$A = 8,27E-8$$

Rischi per cause:

Tensione di contatto e di passo  $R_t = 5,62E-7$

Incendio  $R_f = 8,27E-8$

Sovratensione  $R_o =$  nullo

Fulminazione diretta  $R_d = 6,45E-7$

Fulminazione indiretta  $R_i =$  nullo

Rischio complessivo  $R = 6,45E-7$

Rischio tollerato  $R_a = 1,0E-5$

#### M) MISURE DI PROTEZIONE

Misure adottate: nessuna

Rischi residui:

$$R_{r1} = 6,45E-7$$

#### N) COSTI

Costi di investimento:

Costi annui:

Danni alla struttura : 0

Mancata attività : 0

Misure di protezione : 0

Costo annuo totale : 0

valutati nelle seguenti ipotesi:

Costo del denaro: 15 %

Ammortamento: 4 % (25 Anni)

Oneri manutenzione: 1 %