

SETTORE EDILIZIA PUBBLICA E GLOBAL SERVICE

Città di Sesto San Giovanni

**ADEGUAMENTO SISMICO-STRUTTURALE,
ADEGUAMENTO ANTINCENDIO ED
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO**

**SCUOLA "DON MILANI"
Via Felice Cavallotti 88**

PROGETTO ESECUTIVO

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

**VALUTAZIONE DEL RISCHIO
SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE**

ELABORATO N° : E-DT-04

Rev.	Data	Esec.	Descrizione
0	Giugno 2019	GBE	Emissione
1			
2			
3			

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

Disegno della struttura
Grafico area di raccolta AD
Grafico area di raccolta AM

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 N_g "), vale:

$$N_g = 5,06 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

La pianta della struttura è riportata nel disegno (Allegato *Disegno della struttura*).

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

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.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA ENERGIA
- Linea di segnale: LINEA 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: ZONA INTERNA

Z2: ZONA 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*.

Nella seguente tabella sono riportati, in sintesi, i dati inseriti nei calcoli:

Zona	N° di persone nella zona	N° totale di persone nella struttura	Ore all'anno di presenza persone nella zona	Pericoli particolari	Prot. antincendio	Rischio incendio
Zona Interna	500	500	2000	Elevato rischio di panico	Manuali	Ordinario
Negozi	300	500	2000	---	---	---

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 graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AD*).

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 graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AM*).

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: ZONA INTERNA

RA: 4,76E-08

RB: 2,38E-06

RU(IMPIANTO ENERGIA): 4,15E-10

RV(IMPIANTO ENERGIA): 2,08E-08

RU(IMPIANTO SEGNALE): 1,85E-09

RV(IMPIANTO SEGNALE): 9,23E-08

Totale: 2,54E-06

Z2: ZONA ESTERNA

RA: 2,86E-07

Totale: 2,86E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,83E-06

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo $R1 = 2,83E-06$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 2,83E-06$ 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:

- Sulla Linea L1 - LINEA ENERGIA:
 - SPD arrivo linea - livello: I

Non è stata effettuata l'analisi relativa al rischio R4, poiché il committente ha espressamente rinunciato a far valutare l'opportunità, dal punto di vista economico, di installare misure di protezione finalizzate a ridurre l'entità di eventuali danni dovuti ai fulmini.

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: ZONA INTERNA

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (IMPIANTO ENERGIA) = 1,00E+00

PC (IMPIANTO SEGNALE) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (IMPIANTO ENERGIA) = 2,50E-03

PM (IMPIANTO SEGNALE) = 4,44E-09
PM = 2,50E-03
PU (IMPIANTO ENERGIA) = 1,00E-02
PV (IMPIANTO ENERGIA) = 1,00E-02
PW (IMPIANTO ENERGIA) = 1,00E+00
PZ (IMPIANTO ENERGIA) = 1,60E-01
PU (IMPIANTO SEGNALE) = 8,00E-01
PV (IMPIANTO SEGNALE) = 8,00E-01
PW (IMPIANTO SEGNALE) = 8,00E-01
PZ (IMPIANTO SEGNALE) = 0,00E+00
rt = 0,001
rp = 0,5
rf = 0,01
h = 10

Zona Z2: ZONA ESTERNA

PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC = 0,00E+00
PM = 0,00E+00
rt = 0,01
rp = 1
rf = 0
h = 1

Rischio R1: perdita di vite umane

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

Z1: ZONA INTERNA

RA: 4,76E-08
RB: 2,38E-06
RU(IMPIANTO ENERGIA): 4,15E-12
RV(IMPIANTO ENERGIA): 2,08E-10
RU(IMPIANTO SEGNALE): 1,85E-09
RV(IMPIANTO SEGNALE): 9,23E-08
Totale: 2,52E-06

Z2: ZONA ESTERNA

RA: 2,86E-07
Totale: 2,86E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,81E-06

8. CONCLUSIONI

A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue.

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA STRUTTURA E' PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI.

9. 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) $N_g = 5,06$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA ENERGIA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) $L = 180$

Resistività (ohm x m) $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano con edifici alti (> 20 m)

Caratteristiche della linea: LINEA 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 con edifici alti (> 20 m)

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $1 < R \leq 5$ ohm/km

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: ZONA INTERNA

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: ceramica ($r_t = 0,001$)

Rischio di incendio: ordinario ($r_f = 0,01$)

Pericoli particolari: elevato rischio di panico ($h = 10$)

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: IMPIANTO ENERGIA

Alimentato dalla linea LINEA ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) ($K_{s3} = 0,2$)

Tensione di tenuta: $4,0$ kV

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

Impianto interno: IMPIANTO SEGNALE

Alimentato dalla linea LINEA SEGNALE

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ($K_{s3} = 0,0001$)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: ZONA INTERNA

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 500

Numero totale di persone nella struttura: 500

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 2000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 2,28E-06$

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

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ZONA INTERNA

Rischio 1: R_a R_b R_u R_v

Caratteristiche della zona: ZONA ESTERNA

Tipo di zona: esterna

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

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: ZONA ESTERNA

Numero di persone nella zona: 300

Numero totale di persone nella struttura: 500

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 2000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 1,37E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ZONA ESTERNA

Rischio 1: R_a

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: ZONA INTERNA

FS1: 2,09E-02
FS2: 6,06E-03
FS3: 1,15E-03
FS4: 2,91E-03
Totale: 3,10E-02

Z2: ZONA ESTERNA
FS1: 0,00E+00
FS2: 0,00E+00
FS3: 0,00E+00
FS4: 0,00E+00
Totale: 0,00E+00

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

Zona
Z1: ZONA INTERNA
FS1: 2,09E-02
FS2: 6,06E-03
FS3: 1,15E-03
FS4: 2,91E-03
Totale: 3,10E-02

Z2: ZONA ESTERNA
FS1: 0,00E+00
FS2: 0,00E+00
FS3: 0,00E+00
FS4: 0,00E+00
Totale: 0,00E+00

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,65E-02 \text{ km}^2$
Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 4,79E-01 \text{ km}^2$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 2,09E-02$
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 2,42E+00$

Linee elettriche

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

LINEA ENERGIA

$AL = 0,007200 \text{ km}^2$

$AI = 0,720000 \text{ km}^2$

LINEA SEGNALE

$AL = 0,040000 \text{ km}^2$

$AI = 4,000000 \text{ km}^2$

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

LINEA ENERGIA

$NL = 0,000182$

$NI = 0,018216$

LINEA SEGNALE

$NL = 0,001012$

$NI = 0,101200$

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: ZONA INTERNA

$PA = 1,00E+00$

$PB = 1,0$

$PC \text{ (IMPIANTO ENERGIA)} = 1,00E+00$

$PC \text{ (IMPIANTO SEGNALE)} = 1,00E+00$

$PC = 1,00E+00$

$PM \text{ (IMPIANTO ENERGIA)} = 2,50E-03$

$PM \text{ (IMPIANTO SEGNALE)} = 4,44E-09$

$PM = 2,50E-03$

$PU \text{ (IMPIANTO ENERGIA)} = 1,00E+00$

$PV \text{ (IMPIANTO ENERGIA)} = 1,00E+00$

$PW \text{ (IMPIANTO ENERGIA)} = 1,00E+00$

$PZ \text{ (IMPIANTO ENERGIA)} = 1,60E-01$

$PU \text{ (IMPIANTO SEGNALE)} = 8,00E-01$

$PV \text{ (IMPIANTO SEGNALE)} = 8,00E-01$

$PW \text{ (IMPIANTO SEGNALE)} = 8,00E-01$

$PZ \text{ (IMPIANTO SEGNALE)} = 0,00E+00$

Zona Z2: ZONA ESTERNA

$PA = 1,00E+00$

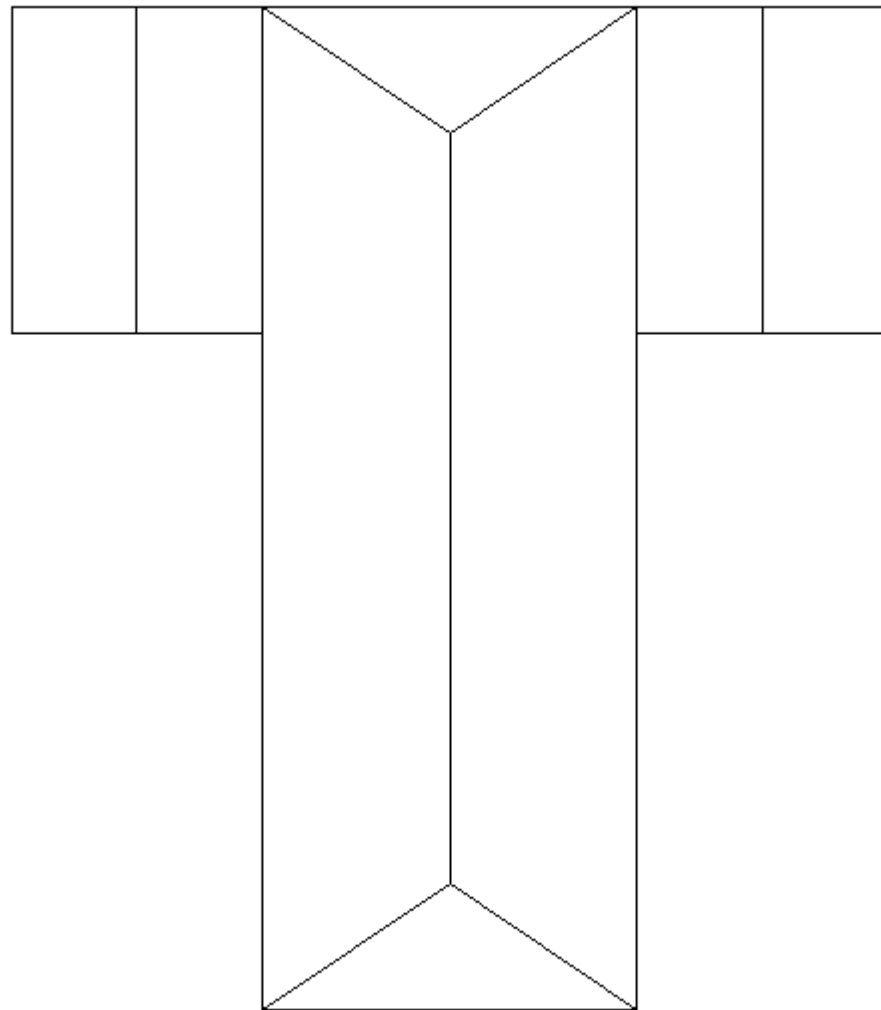
$PB = 1,0$

$PC = 0,00E+00$

$PM = 0,00E+00$

10. ALLEGATI

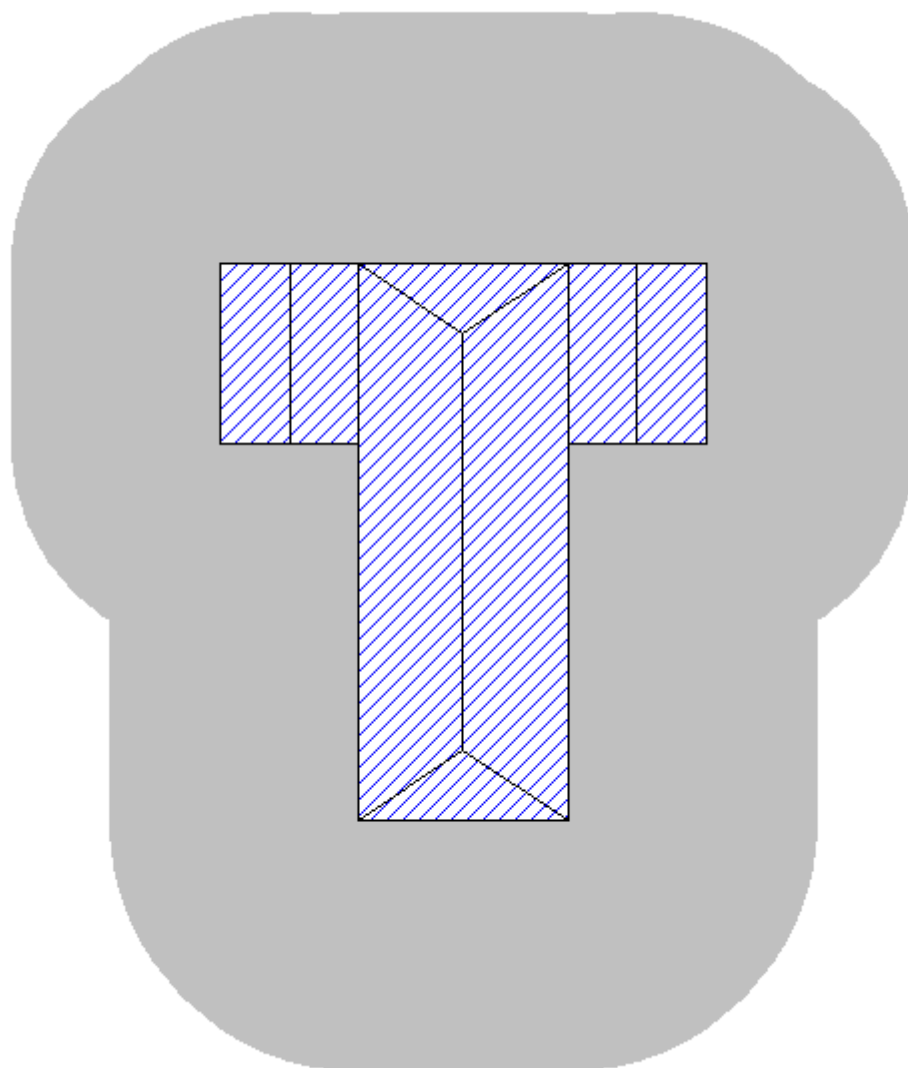
Disegno della struttura



Scala: 5 m

Hmax: 15 m

AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE DIRETTA Ad



Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD

Area di raccolta AD (km²) = 1,65E-02

Committente: CITTA' DI SESTO SAN GIOVANNI (mi)

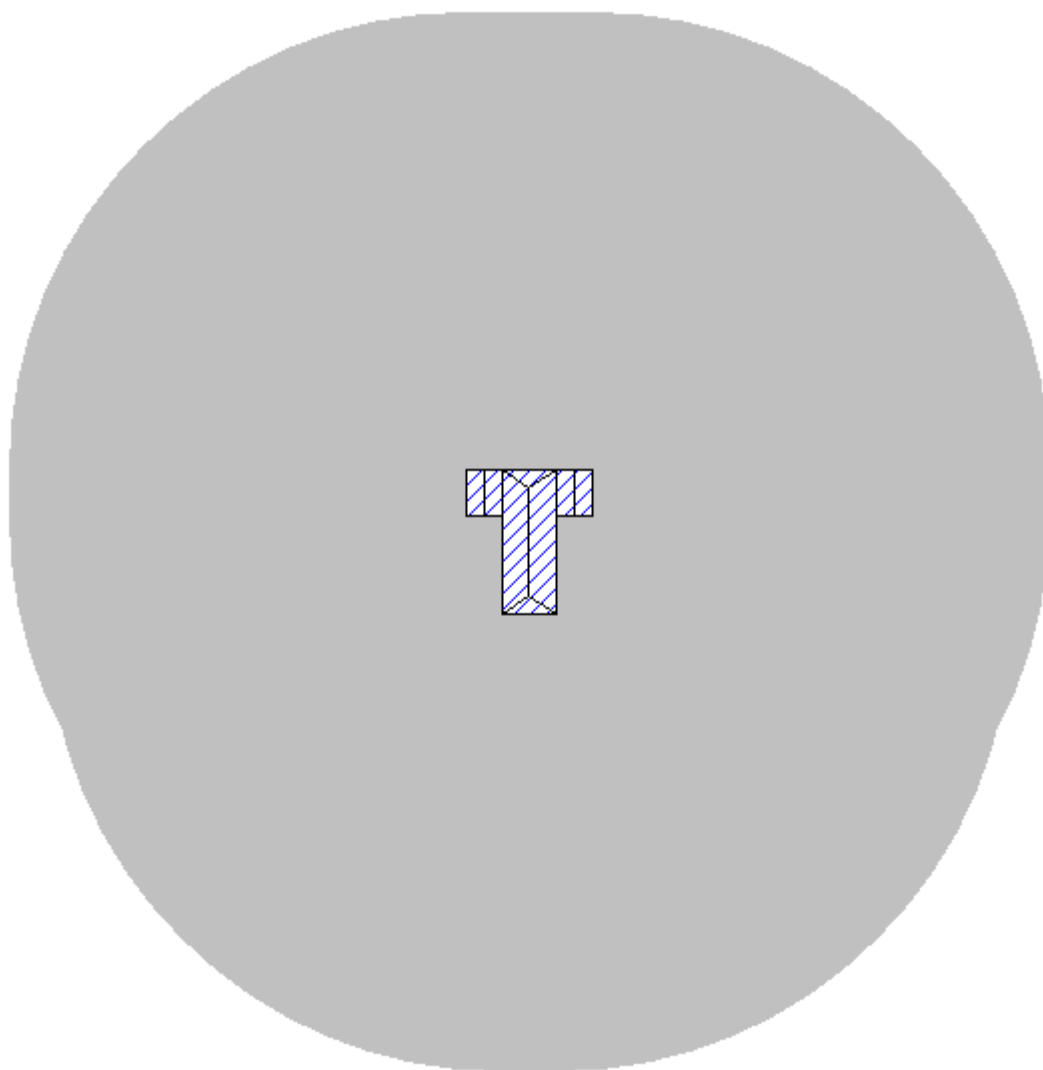
Descrizione struttura: SCUOLA "DON MILANI"

Indirizzo: via Felice Cavallotti, 88

Comune: Sesto San Giovanni

Provincia: MI

AREA DI RACCOLTA PER FULMINAZIONE INDIRETTA A_m



Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM (km^2) = 4,79E-01

Committente: CITTA' DI SESTO SAN GIOVANNI (mi)

Descrizione struttura: SCUOLA "DON MILANI"

Indirizzo: via Felice Cavallotti, 88

Comune: Sesto San Giovanni

Provincia: MI