

Regione Emilia - Romagna

Comune di Forlì

Provincia di Forlì-Cesena

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica
"FORLÌ' 1" - "FORLÌ' 2"

Via Rossellino, snc

Oggetto:

RELAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

Num. Rif. Lista:

-

Codifica Elaborato:

RT.05

Società di Ingegneria:



Solux s.r.l.

Via del Molino 28, 60035 Jesi (AN)
Tel: 0731 20 50 54 - Email: info@soluxengineering.it
C.F. e P.IVA 02851330429 | Num. REA: AN - 263477
WWW.SOLUXENGINEERING.IT

Progettista:



Incarico professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management S.r.l., società facente parte del Gruppo Chiron Energy

Cod. File:

325S23_PD_RT.05_00.00

Scala:

-

Formato:

-

Codice:

PD

Rev.:

00

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	03/2025	Prima emissione	Ing. Renato Fugiani	Ing. Marco Montalbini	Ing. Gabriele Nitrati
1	-				
2	-				

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
 - Disegno della struttura
 - Grafico area di raccolta AD
 - Grafico area di raccolta AM
 - Coordinate individuazione sito
 - Valore di N_g

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"
Maggio 2020;
- CEI EN IEC 62858
"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali"
Maggio 2020.

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 vale:

$$N_g = 2,82 \text{ fulmini/anno km}^2$$

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: industriale

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: FORLI' 1
- Linea di energia: FORLI' 2

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

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- 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: ESTERNA

Z2: INTERNA

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 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: ESTERNA
RA: 1,13E-06
Totale: 1,13E-06

Z2: INTERNA
RA: 1,13E-06
RB: 2,27E-08
RU(Energia elettrica): 2,06E-07
RV(Energia elettrica): 4,12E-09
RU(Energia elettrica): 1,03E-06
RV(Energia elettrica): 2,06E-08
Totale: 2,41E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,54E-06

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 3,54E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 3,54E-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 - FORLI' 1:
 - SPD arrivo linea - livello: IV
- Sulla Linea L2 - FORLI' 2:
 - SPD arrivo linea - livello: IV

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: 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

Zona Z2: INTERNA

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Energia elettrica) = 1,00E+00

PC (Energia elettrica) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Energia elettrica) = 6,40E-03

PM (Energia elettrica) = 6,40E-03

PM = 1,28E-02

PU (Energia elettrica) = 5,00E-02

PV (Energia elettrica) = 5,00E-02

PW (Energia elettrica) = 1,00E+00

PZ (Energia elettrica) = 3,00E-01

PU (Energia elettrica) = 5,00E-02

PV (Energia elettrica) = 5,00E-02

PW (Energia elettrica) = 1,00E+00

PZ (Energia elettrica) = 3,00E-01

rt = 0,01

rp = 0,5

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: ESTERNA

RA: 1,13E-06

Totale: 1,13E-06

Z2: INTERNA

RA: 1,13E-06

RB: 2,27E-08

RU(Energia elettrica): 1,03E-08

RV(Energia elettrica): 2,06E-10

RU(Energia elettrica): 5,14E-08

RV(Energia elettrica): 1,03E-09

Totale: 1,22E-06

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,35E-06

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.

Costo delle misure di protezione globali (SPD arrivo linea): € 1.440,00

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

- Interesse: 3 %
- Ammortamento: 5 anni
- Manutenzione: 2 %

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

Z2: INTERNA
RB: 1,24E-04
RC: 3,72E-03
RM: 3,29E-04
RV(Energia elettrica): 2,26E-05
RW(Energia elettrica): 6,77E-04
RZ(Energia elettrica): 2,03E-02
RV(Energia elettrica): 1,13E-04
RW(Energia elettrica): 3,38E-03
RZ(Energia elettrica): 1,02E-01

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.

Il valore delle perdite CL per la struttura non protetta e quello delle perdite residue CRL per la struttura protetta secondo le varie soluzioni individuate è di seguito indicato.

Zona Z1 - ESTERNA

Perdite senza protezioni: € 0,00
Perdite con protezioni: € 0,00

Costo delle misure di protezione: € 0,00
Risparmio: € 0,00

Zona Z2 - INTERNA

Perdite senza protezioni: € 1.629.600,00
Perdite con protezioni: € 1.627.997,12
Costo delle misure di protezione: € 0,00
Risparmio: € 1.602,88

Costo SPD ad arrivo linea: € 360,00

Totale perdite senza protezioni: € 1.629.600,00
Totale perdite con protezioni: € 1.627.997,12
Totale costo delle misure di protezione: € 360,00
Totale risparmio: € 1.242,88

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: $R1 \leq RT$

Secondo la norma CEI EN 62305-2 la struttura è protetta contro le fulminazioni ai fini della riduzione del rischio.

9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno
Coefficiente di posizione: isolata (CD = 1)
Schermo esterno alla struttura: assente
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 2,82

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: FORLI' 1
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - aerea con trasformatore MT/BT
Lunghezza (m) L = 4000
Coefficiente ambientale (CE): rurale

Caratteristiche della linea: FORLI' 2

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - aerea

Lunghezza (m) L = 4000

Coefficiente ambientale (CE): rurale

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: ESTERNA

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: ESTERNA

Numero di persone nella zona: 2

Numero totale di persone nella struttura: 4

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 400

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

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: ESTERNA

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: INTERNA

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)

Rischio di incendio: ridotto (rf = 0,001)

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

Protezioni antincendio: manuali (rp = 0,5)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Energia elettrica

Alimentato dalla linea FORLI' 1

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Impianto interno: Energia elettrica

Alimentato dalla linea FORLI' 2

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m²) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 2,5 kV

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

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Valori medi delle perdite per la zona: INTERNA

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 2

Numero totale di persone nella struttura: 4

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 400

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 = 4,57E-08

Rischio 4

Valore dei muri (€): 2500000

Valore del contenuto (€): 625000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 9375000

Valore totale della struttura (€): 12500000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 7,50E-03

Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 2,50E-04

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: INTERNA

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: INTERNA

Linea: FORLI' 1

Circuito: Energia elettrica

FS Totale: 3,2937

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Circuito protetto: NO

Impianto interno 2

Zona: INTERNA

Linea: FORLI' 2

Circuito: Energia elettrica

FS Totale: 14,4833

Frequenza di danno tollerabile: 1,0

Circuito protetto: NO

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

Impianto interno 1

Zona: INTERNA
Linea: FORLI' 1
Circuito: Energia elettrica
FS Totale: 3,2937
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: NO

Impianto interno 2

Zona: INTERNA
Linea: FORLI' 2
Circuito: Energia elettrica
FS Totale: 14,4833
Frequenza di danno tollerabile: 1,0
Circuito protetto: NO

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 1,76E-01 km²
Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 1,22E+00 km²
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 4,96E-01
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 3,44E+00

Linee elettriche

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

FORLI' 1

AL = 0,160000 km²
AI = 16,000000 km²

FORLI' 2

AL = 0,160000 km²
AI = 16,000000 km²

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

FORLI' 1

NL = 0,090240
NI = 9,024000

FORLI' 2

NL = 0,451200

NI = 45,120000

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: ESTERNA

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

Zona Z2: INTERNA

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Energia elettrica) = 1,00E+00

PC (Energia elettrica) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Energia elettrica) = 6,40E-03

PM (Energia elettrica) = 6,40E-03

PM = 1,28E-02

PU (Energia elettrica) = 1,00E+00

PV (Energia elettrica) = 1,00E+00

PW (Energia elettrica) = 1,00E+00

PZ (Energia elettrica) = 3,00E-01

PU (Energia elettrica) = 1,00E+00

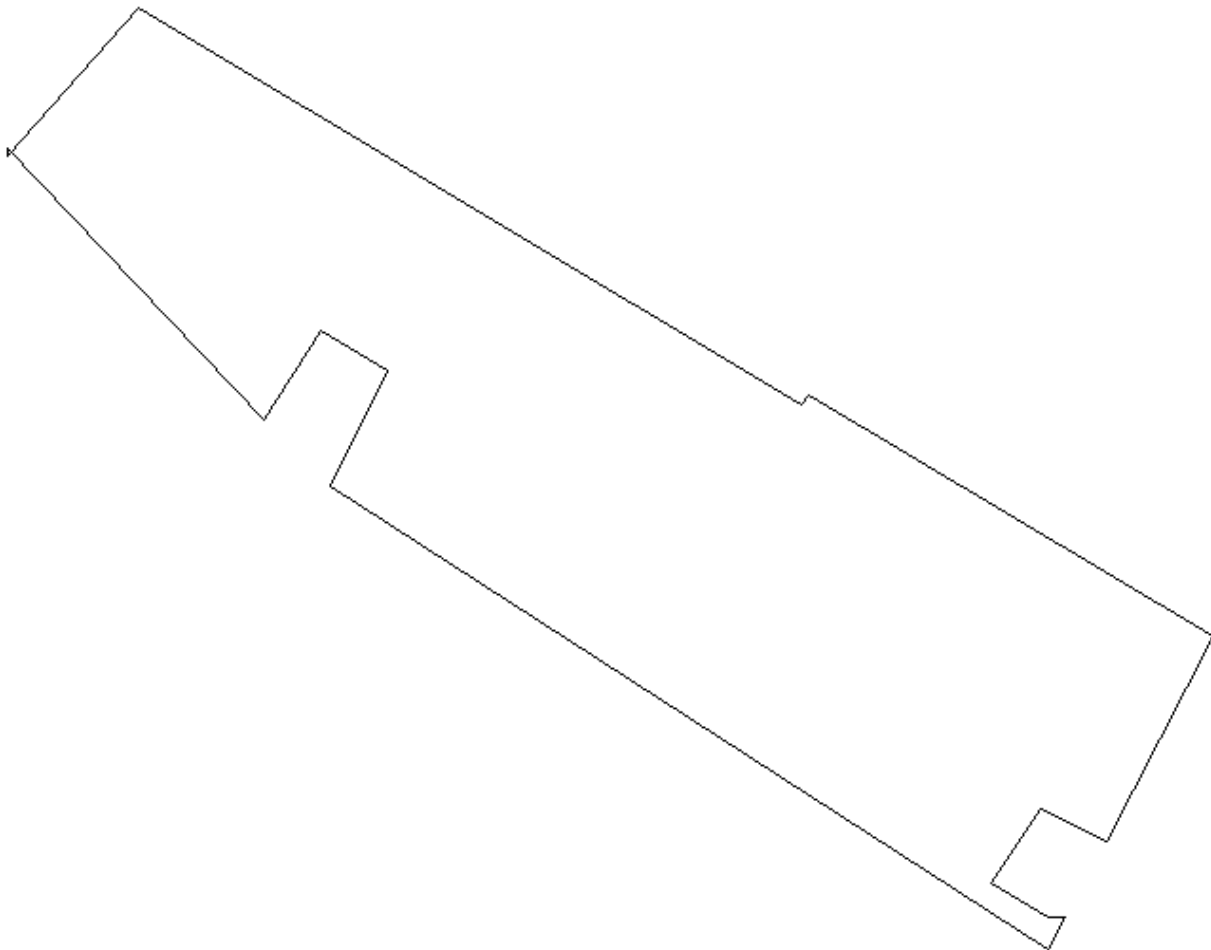
PV (Energia elettrica) = 1,00E+00


PW (Energia elettrica) = 1,00E+00

PZ (Energia elettrica) = 3,00E-01

10. ALLEGATI

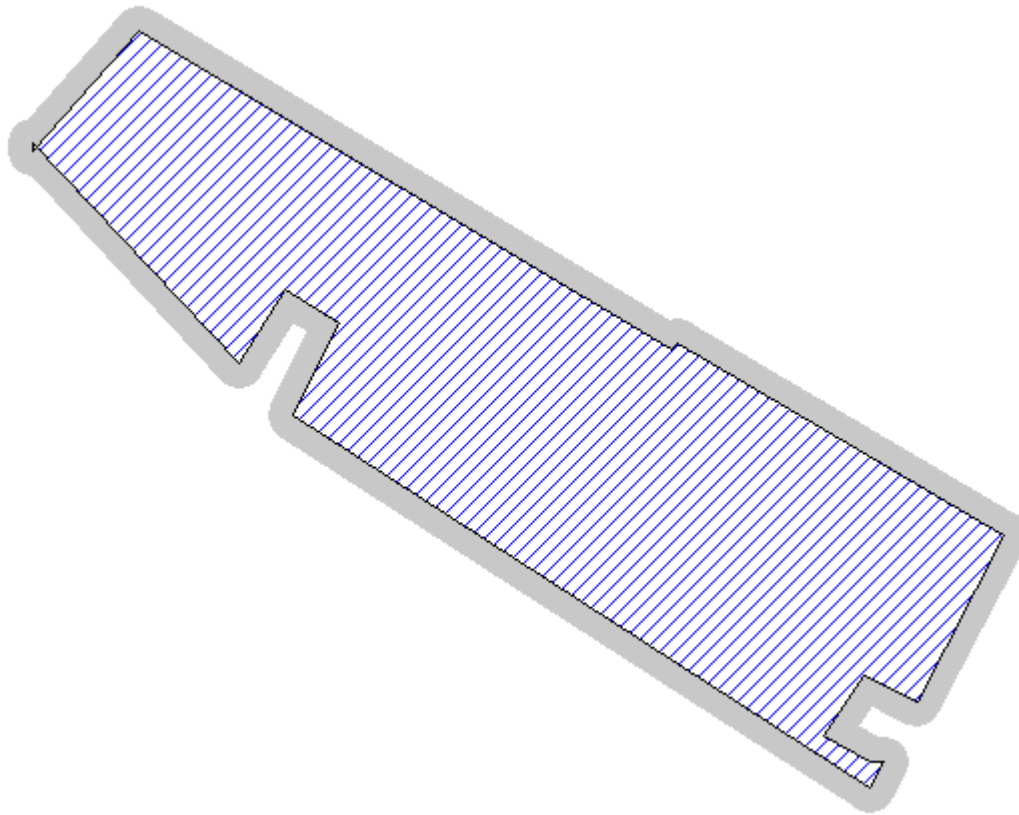
ALLEGATO - Disegno della struttura




Scala: 50 m

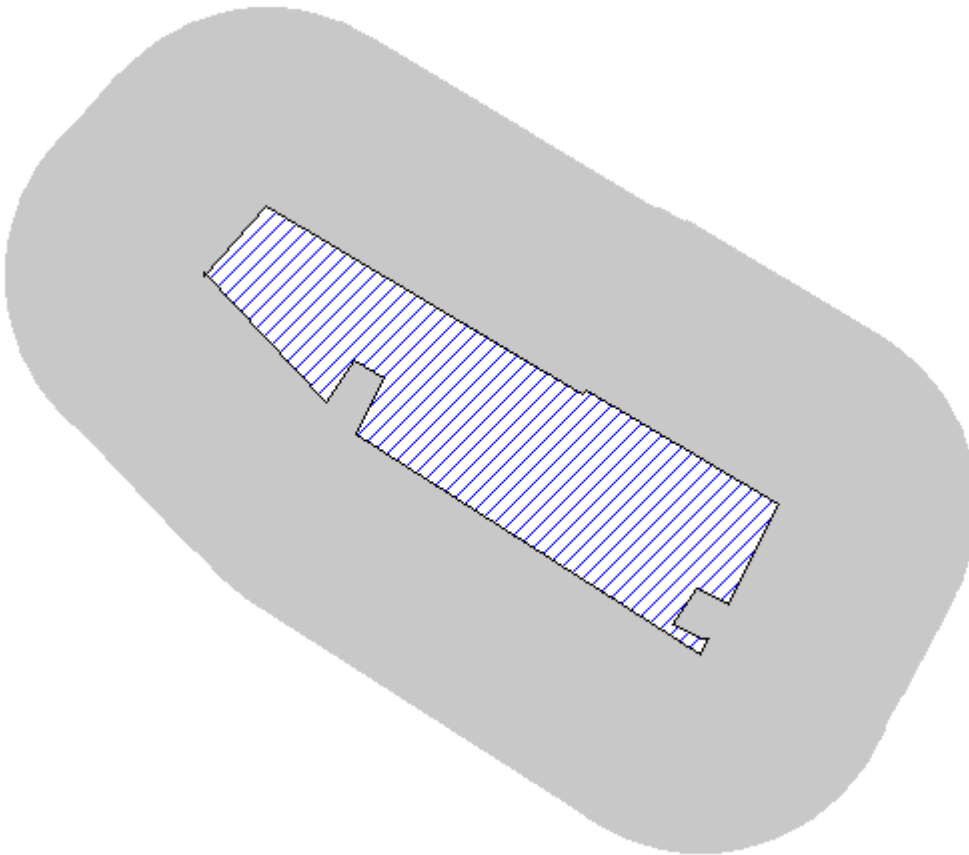
Hmax: 6 m

ALLEGATO - Area di raccolta per fulminazione diretta AD



Area di raccolta AD (km²) = 1,76E-01

ALLEGATO - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM



Area di raccolta AM (km²) = 1,22E+00

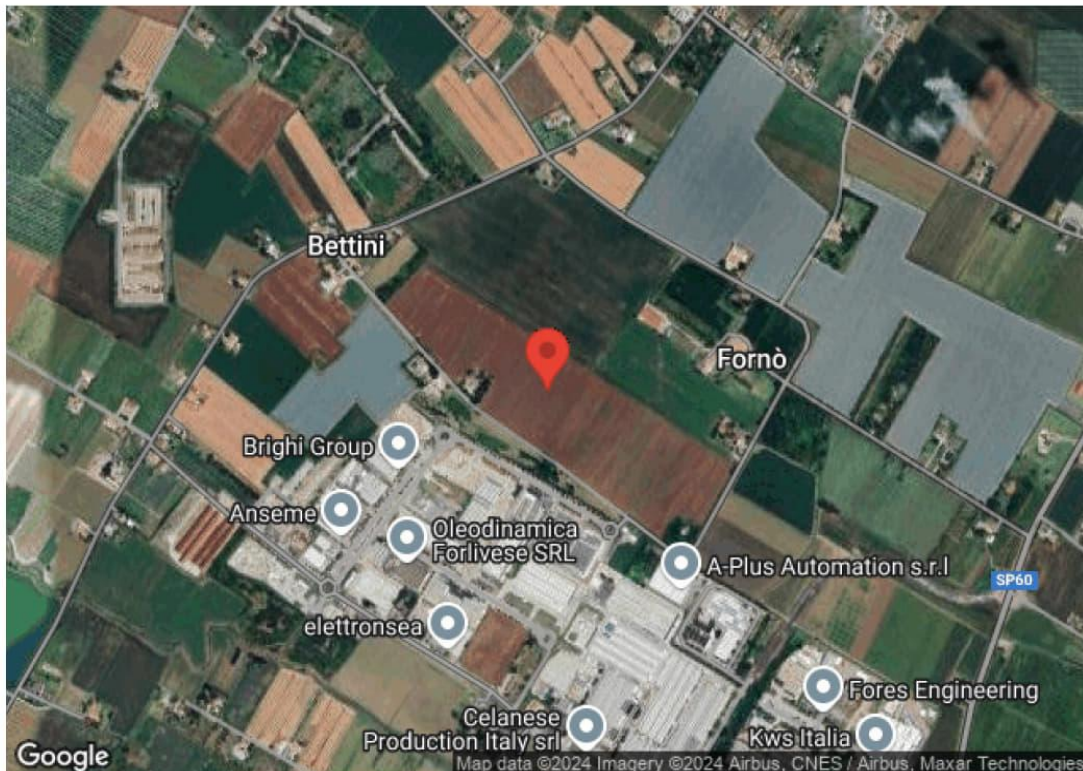


Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 44,225760

Longitudine: 12,108887





VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 2,82 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **44,225760° N**

Longitudine: **12,108887° 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 ceramica.
- 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 2029.

Data 11/10/2024