



# REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessorato dei lavori pubblici

## Ente acque della Sardegna

Servizio Progetti e Costruzioni



**“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -  
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -  
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”  
CIG- 7291196547- CUP: I86B05000050002**

### PROGETTO ESECUTIVO

#### OGGETTO DELL'ELABORATO

Relazione tecnica impianti elettrici

Allegato 4: verifica del rischio e scelta delle protezioni contro i fulmini

#### ID ELABORATO

**R.16.5**

SCALA

CODIFICA ELAB

R.16-ENAS539Rti081R2

**Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche e coordinatore di progetto:**  
Ing. Damiano Galbo (H.E. s.s.)

**Responsabile progettazione strutturale e geotecnica:**

Ing. Pietro Diliberto (S.T.P. s.r.l.)

Collaboratori:

Ing. Ettore Galbo (H.E. s.s.)

**Responsabile della progettazione idraulica:**

Ing. Mariano Galbo (H.E. s.s.)

Collaboratori:

Ing. Damiano Galbo (H.E. s.s.)

Prof. Ing. Gabriele Freni

Ing. Fulvio Galbo (H.E. s.s.)

Ing. Piera De Luca (H.E. s.s.)

**Il Responsabile Unico del Procedimento**  
**Ing. Stefano Serra**

**Responsabile della progettazione impianti elettrici e TLC:**  
Ing. Giovanni Gabellone (H.E. s.s.)

**Responsabile rilievi GPS/LS:**

Geom. Alberto Bianco

Collaboratori:

Geom. Lorenzo Verme (H.E. s.s.)

**Responsabile coordinamento sicurezza in fase di progetto:**

Ing. Mariano Galbo (H.E. s.s.)

Collaboratori:

Ing. Giampiero Pili (S.T.P. s.r.l.)

Ing. Giovambattista Lombardo (H.E. s.s.)



(Capogruppo Mandataria)



(Mandante)



Prof. Ing. Gabriele Freni  
(Mandante)



Dott. Geol. Mario Strinna  
(Mandante)



Società cooperativa  
(Mandante)

2	SETTEMBRE 2019	OSSERVAZIONI VERIFICATORE	STP	PD	DG
1	Aprile 2019	Istruttoria RUP 13/03/2019	STP	PD	DG
0	FEBBRAIO 2019	PRIMA EMISSIONE	STP	PD	DG
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	RED.	VER.	APPR.



*“Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 1° in località Porto Torres -  
Ristrutturazione vasca di carico di Casteldoria in agro di S.M. Coghinas -  
Ristrutturazione vasca terminale linea Coghinas 2° in località Truncu Reale”*  
Progetto esecutivo

---

## **ALLEGATO 4**

**Valutazione del rischio e scelta delle protezioni contro i fulmini**

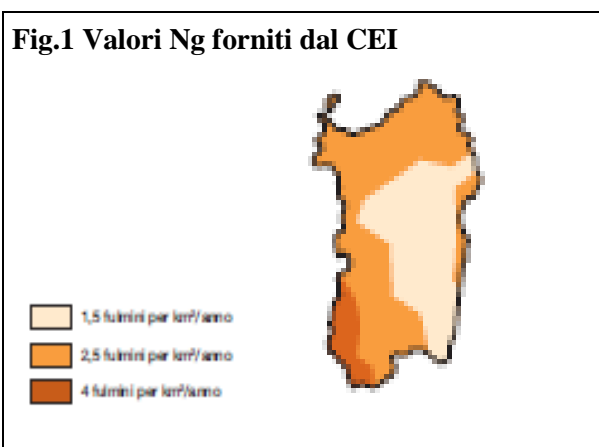
## Verifica del rischio e scelta protezioni contro i fulmini

Nella seguente relazione viene illustrato il procedimento e le considerazioni fatte per la valutazione del rischio di fulminazione riguardante l'impianto della vasca di carico di Casteldoria.

La verifica di tale rischio è stata effettuata con l'ausilio del software Zeus, dati della struttura e risultati ottenuti sono allegati alla presente relazione.

Poichè l'impianto e la struttura risultano auto protetti, si è optato per una ulteriore protezione dovuta alla frequenza dei rovesci temporaleschi (valore  $N_g$  fornito dal CEI e presente nella figura 1) e la conseguente frequenza dei possibili danni che potrebbero interessare la struttura.

La protezione contro i fulmini verrà eseguita con l'utilizzo di un sistema di SPD di classe II e III. Si utilizzerà un SPD di classe II del tipo combinato(3+1) , non varistore come indicato nel progetto definitivo poichè a monte dell' SPD non è presente un dispositivo di protezione differenziale, con fusibile di sostegno, ( $F=32A$  gG) per garantire l'interruzione delle correnti di corto circuito, posto sul quadro QCM a monte dei dispositivi di protezione delle linee uscenti, mentre verranno installati dei dispositivi SPD di tipo III in prossimità degli utilizzatori e degli attuatori più sensibili che si trovano ad una distanza dal quadro QCM superiore a 50m. I collegamenti dell' SPD di classe II non devono essere superiori a 0.5m e verrà collegato al collettore di terra mediante un cavo gialloverde del tipo FS17 di sezione 10mmq.



Di seguito vengono illustrate le caratteristiche degli SPD scelti:

### SPD classe II:

tipo: Combinato ( 3+1)  
 $U_p$  : 1.0kV  
 $U_c$  : 253V  
 $I_n(8/20)$ : 5kA  
 $I_{max}(8/20)$ : 15kA

### SPD classe III:

tipo: 2/4 poli  
 $U_{oc}$ : 6kV  
 $U_n$ : 230/400 V  
 $U_c$ : 253/335 V  
 $I_n(30^\circ)$ : 26A  
 $I_n(8/20)$ : 3kA  
 $I_{max}(8/20)$ : 10kA

# **RELAZIONE TECNICA**

## **Protezione contro i fulmini**

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

#### **Dati del progettista / installatore:**

Ragione sociale: S.T.P. Servizi Tecnici Professionali S.r.l.  
Indirizzo: Via Giovanni Battista Tuveri, 124  
Città: Cagliari  
CAP: 09129  
Provincia: CA

#### **Committente:**

Committente: ENAS  
Descrizione struttura: vasca di carico  
Indirizzo: loc. Casteldoria  
Comune: SANTA MARIA COGHINAS  
Provincia: ss

## **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  $R_1$
  - 6.2 Rischio  $R_2$ 
    - 6.2.1 Calcolo del rischio  $R_2$
    - 6.2.2 Analisi del rischio  $R_2$
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI

## **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 vale:

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

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

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 13    B (m): 8,1    H (m): 5    Hmax (m): 9

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: servizio - acqua

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

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- 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;
- rischio R2;

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 ha copertura metallica e struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

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

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: energia
- Linea di energia: illuminazione esterna
- Linea di segnale: segnali

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

RB: 2,61E-09

RU(attuatori): 0,00E+00

RV(attuatori): 1,45E-09

RU(automazione): 0,00E+00

RV(automazione): 4,55E-08

Totale: 4,95E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,95E-08

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



Il rischio complessivo  $R1 = 4,95E-08$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

## **6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali**

### **6.2.1 Calcolo del rischio R2**

I valori delle componenti ed il valore del rischio R2 sono di seguito indicati.

Z1: struttura

RB:  $3,44E-08$

RC:  $3,44E-06$

RM:  $1,33E-08$

RV(attuatori):  $1,91E-08$

RW(attuatori):  $1,91E-06$

RZ(attuatori):  $3,15E-05$

RV(automazione):  $5,98E-07$

RW(automazione):  $5,98E-05$

RZ(automazione):  $0,00E+00$

Totale:  $9,73E-05$

Valore totale del rischio R2 per la struttura:  $9,73E-05$

### **6.2.2 Analisi del rischio R2**

Il rischio complessivo  $R2 = 9,73E-05$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-03$

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

Poiché il rischio complessivo  $R1 = 4,95E-08$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo  $R2 = 9,73E-05$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-03$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

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

- nella zona Z1 - struttura:
  - Impianto interno: attuatori
  - Sistema di SPD - livello: I
- Sulla Linea L1 - 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: struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (attuatori) = 1,00E-02

PC (automazione) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (attuatori) = 4,44E-07

PM (automazione) = 4,44E-09

PM = 4,49E-07

PU (attuatori) = 0,00E+00

PV (attuatori) = 1,00E-02

PW (attuatori) = 1,00E-02

PZ (attuatori) = 6,00E-03

PU (automazione) = 0,00E+00

PV (automazione) = 8,00E-01

PW (automazione) = 8,00E-01

PZ (automazione) = 0,00E+00

rt = 0,01

rp = 1

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

RB: 2,61E-09

RU(attuatori): 0,00E+00

RV(attuatori): 1,45E-11

RU(automazione): 0,00E+00

RV(automazione): 4,55E-08

Totale: 4,81E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,81E-08

Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

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

Z1: struttura

RB: 3,44E-08

RC: 3,44E-06

RM: 1,35E-10  
RV(attuatori): 1,91E-10  
RW(attuatori): 1,91E-08  
RZ(attuatori): 3,15E-07  
RV(automazione): 5,98E-07  
RW(automazione): 5,98E-05  
RZ(automazione): 0,00E+00  
Totale: 6,42E-05

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 6,42E-05

## 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 R2

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

In relazione al valore della frequenza di danno l'adozione di ulteriori misure di protezione è comunque opportuna al fine di garantire la funzionalità della struttura e dei suoi impianti.

Data 19/12/2018

Timbro e firma

## 9. APPENDICI

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

Dimensioni: A (m): 13 B (m): 8,1 H (m): 5 Hmax (m): 9  
Coefficiente di posizione: isolata in cima ad un collina (CD = 2)  
Schermo esterno alla struttura: assente  
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km<sup>2</sup>) Ng = 2,5

### **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)  $L = 35$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 13 B (m): 8,1 H (m): 9

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Caratteristiche della linea: illuminazione esterna

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 80$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 13 B (m): 8,1 H (m): 8,1

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Caratteristiche della linea: segnali

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m)  $L = 80$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

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

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 13 B (m): 8,1 H (m): 8,1

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

## **APPENDICE - Caratteristiche delle zone**

Caratteristiche della zona: struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ( $r_t = 0,01$ )

Rischio di incendio: ridotto ( $r_f = 0,001$ )

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

Protezioni antincendio: nessuna ( $r_p = 1$ )

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: isolamento barriere

Impianto interno: attuatori

Alimentato dalla linea energia

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a  $0,5 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,01$ )

Tensione di tenuta: 1,5 kV

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

Impianto interno: automazione

Alimentato dalla linea segnali

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: struttura

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 2

Numero totale di persone nella struttura: 2

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 1,14E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 2,28E-07$

Rischio 2

Numero di utenti serviti dalla zona: 15000

Numero totale di utenti serviti dalla struttura: 500000

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 3,00E-06$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2)  $LC = LM = LW = LZ = 3,00E-04$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 50000

Valore del contenuto (€): 50000

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

Valore totale della struttura (€): 2000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = LM = LW = LZ = 5,00E-06$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 1,00E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: struttura

Rischio 1: Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

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: sì

Applicazione del coefficiente  $r_t$  alla probabilità di danno PTA e PTU: sì

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:  $1,15E-02$

FS2:  $4,44E-05$

FS3: 2,06E-01  
FS4: 1,05E-01  
Totale: 3,23E-01

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

Zona  
Z1: struttura  
FS1: 1,15E-02  
FS2: 4,49E-07  
FS3: 2,00E-01  
FS4: 1,05E-03  
Totale: 2,13E-01

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

### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 2,29E-03 \text{ km}^2$   
Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 4,00E-01 \text{ km}^2$   
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 1,15E-02$   
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 1,00E+00$

### Linee elettriche

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

energia  
 $AL = 0,001400 \text{ km}^2$   
 $AI = 0,140000 \text{ km}^2$

illuminazione esterna  
 $AL = 0,003200 \text{ km}^2$   
 $AI = 0,320000 \text{ km}^2$

segnali  
 $AL = 0,003200 \text{ km}^2$   
 $AI = 0,320000 \text{ km}^2$

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

energia  
 $NL = 0,001957$   
 $NI = 0,175000$

illuminazione esterna

NL = 0,004472

NI = 0,400000

segnali

NL = 0,004472

NI = 0,400000

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

Zona Z1: struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (attuatori) = 1,00E+00

PC (automazione) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (attuatori) = 4,44E-05

PM (automazione) = 4,44E-09

PM = 4,44E-05

PU (attuatori) = 0,00E+00

PV (attuatori) = 1,00E+00

PW (attuatori) = 1,00E+00

PZ (attuatori) = 6,00E-01

PU (automazione) = 0,00E+00

PV (automazione) = 8,00E-01

PW (automazione) = 8,00E-01

PZ (automazione) = 0,00E+00

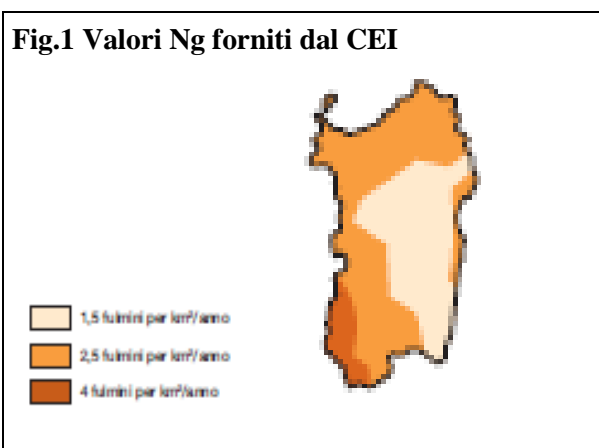
## Verifica del rischio e scelta protezioni contro i fulmini

Nella seguente relazione viene illustrato il procedimento e le considerazioni fatte per la valutazione del rischio di fulminazione riguardante l'impianto della vasca terminale di Porto Torres.

La verifica di tale rischio è stata effettuata con l'ausilio del software Zeus, i dati della struttura, il metodo di calcolo utilizzato e risultati ottenuti sono allegati alla presente relazione.

Poichè l'impianto e la struttura risultano auto protetti, si è optato per una ulteriore protezione dovuta alla frequenza dei rovesci temporaleschi (valore  $N_g$  fornito dal CEI e presente nella figura 1) e la conseguente frequenza dei possibili danni che potrebbero interessare la struttura.

La protezione contro i fulmini verrà eseguita con l'utilizzo di un sistema di SPD di classe II . Si utilizzerà un SPD di classe II del tipo combinato(3+1) , non varistore come indicato nel progetto definitivo poichè a monte dell' SPD non è presente un dispositivo di protezione differenziale, con fusibile di sostegno ( $F=32A$  gG) per garantire l'interruzione delle correnti di corto circuito, posto sui vari quadri presenti nell'impianto a monte dei dispositivi di protezione delle linee uscenti. I collegamenti dell' SPD di classe II non devono essere superiori a 0.5m e verrà collegato al collettore di terra mediante un cavo gialloverde del tipo FS17 di sezione 10mmq.



Di seguito vengono illustrate le caratteristiche degli SPD scelti:

### **SPD classe II:**

tipo: Combinato ( 3+1)

$U_p$  : 1.0kV

$U_c$  : 253V

$I_n(8/20)$ : 5kA

$I_{max}(8/20)$ : 15kA



# **RELAZIONE TECNICA**

## **Protezione contro i fulmini** **Camera di manovra e torrino** **PORTO TORRES**

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

#### **Dati del progettista / installatore:**

Ragione sociale: S.T.P. Servizi Tecnici Professionali S.r.l.  
Indirizzo: Via Giovanni Battista Tuveri, 124  
Città: Cagliari  
CAP: 09129  
Provincia: CA

#### **Committente:**

Committente: ENAS  
Descrizione struttura: CAMERA DI MANOVRA E TORRINO VASCHE PORTO TORRES  
Indirizzo: Z.I. PORTO TORRES  
Comune: PORTO TORRES  
Provincia: SS

## 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  $R_1$
  - 6.2 Rischio  $R_2$ 
    - 6.2.1 Calcolo del rischio  $R_2$
    - 6.2.2 Analisi del rischio  $R_2$
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 vale:

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

### **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: servizio - acqua

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

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- 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;
- rischio R2;

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 ha struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

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

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: ALIMENTAZIONE ELETTRICA
- Linea di segnale: 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: 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 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: STRUTTURA

RA: 3,32E-07

RB: 0,00E+00

RU(ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI IN GENERE): 0,00E+00

RV(ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI IN GENERE): 0,00E+00

RU(GESTIONE VALVOLE E SENSORI): 0,00E+00

RV(GESTIONE VALVOLE E SENSORI): 0,00E+00

Totale: 3,32E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,32E-07

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

Il rischio complessivo  $R1 = 3,32E-07$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

## **6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali**

### **6.2.1 Calcolo del rischio R2**

I valori delle componenti ed il valore del rischio R2 sono di seguito indicati.

Z1: STRUTTURA

RB: 0,00E+00

RC: 1,46E-04

RM: 5,13E-07

RV(ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI IN GENERE): 0,00E+00

RW(ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI IN GENERE): 0,00E+00

RZ(ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI IN GENERE): 0,00E+00

RV(GESTIONE VALVOLE E SENSORI): 0,00E+00

RW(GESTIONE VALVOLE E SENSORI): 0,00E+00

RZ(GESTIONE VALVOLE E SENSORI): 0,00E+00

Totale: 1,47E-04

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 1,47E-04

### **6.2.2 Analisi del rischio R2**

Il rischio complessivo R2 = 1,47E-04 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

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

Poiché il rischio complessivo R1 = 3,32E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo R2 = 1,47E-04 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## **8. CONCLUSIONI**

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R2

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

Data 18/01/2019

Timbro e firma

## **9. APPENDICI**

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

Dimensioni: vedi disegno

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  $km^2$ )  $Ng = 2,5$

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

Caratteristiche della linea: ALIMENTAZIONE ELETTRICA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 140$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Linea in tubo o canale metallico

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 12 B (m): 20 H (m): 26

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Caratteristiche della linea: SEGNALE

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m)  $L = 140$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Linea in tubo o canale metallico

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate:  $R \leq 1 \text{ ohm/km}$

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 12 B (m): 20 H (m): 26

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

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

Caratteristiche della zona: STRUTTURA

Tipo di zona: interna

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

Rischio di incendio: nessuno ( $rf = 0$ )

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

Protezioni antincendio: nessuna ( $rp = 1$ )

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: cartelli monitori isolamento barriere

Impianto interno: ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI IN GENERE

Alimentato dalla linea ALIMENTAZIONE ELETTRICA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,01)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Impianto interno: GESTIONE VALVOLE E SENSORI

Alimentato dalla linea SEGNALE

Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico (Ks3 = 0,0001)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: STRUTTURA

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 2

Numero totale di persone nella struttura: 2

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 1,14E-05

Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 0,00E+00

Rischio 2

Numero di utenti serviti dalla zona: 500

Numero totale di utenti serviti dalla struttura: 1000

Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 0,00E+00

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2) LC = LM = LW = LZ = 5,00E-03

Rischio 4

Valore dei muri (€): 500000

Valore del contenuto (€): 500000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 1000000

Valore totale della struttura (€): 5000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 2,00E-05

Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 0,00E+00

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: STRUTTURA

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

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 rf alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente rt 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: 2,91E-02

FS2: 1,03E-04

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 2,92E-02

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

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 2,33E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 4,10E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 2,91E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 1,03E+00$

Linee elettriche

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

ALIMENTAZIONE ELETTRICA

$AL = 0,005600 \text{ km}^2$

$AI = 0,560000 \text{ km}^2$

SEGNALE

$AL = 0,005600 \text{ km}^2$

$AI = 0,560000 \text{ km}^2$

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

ALIMENTAZIONE ELETTRICA

$NL = 0,003913$

$NI = 0,350000$

SEGNALE

$NL = 0,003913$

$NI = 0,350000$

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

Zona Z1: STRUTTURA

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI IN GENERE) = 1,00E+00

PC (GESTIONE VALVOLE E SENSORI) = 0,00E+00

PC = 0,00E+00

PM (ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI IN GENERE) = 1,00E-04

PM (GESTIONE VALVOLE E SENSORI) = 1,00E-08

PM = 1,00E-04

PU (ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI IN GENERE) = 0,00E+00

PV (ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI IN GENERE) = 0,00E+00

PW (ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI IN GENERE) = 0,00E+00

PZ (ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI IN GENERE) = 0,00E+00

PU (GESTIONE VALVOLE E SENSORI) = 0,00E+00

PV (GESTIONE VALVOLE E SENSORI) = 0,00E+00

PW (GESTIONE VALVOLE E SENSORI) = 0,00E+00

PZ (GESTIONE VALVOLE E SENSORI) = 0,00E+00

# **RELAZIONE TECNICA**

## **Protezione contro i fulmini** **Centrale sollevamento** **PORTO TORRES**

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

#### **Dati del progettista / installatore:**

Ragione sociale: S.T.P. Servizi Tecnici Professionali S.r.l.  
Indirizzo: Via Giovanni Battista Tuveri, 124  
Città: Cagliari  
CAP: 09129  
Provincia: CA

#### **Committente:**

Committente: ENAS  
Descrizione struttura: CENTRALE SOLLEVAMENTO PORTO TORRES  
Indirizzo: Z.I. PORTO TORRES  
Comune: PORTO TORRES  
Provincia: SS

## **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  $R_1$
  - 6.2 Rischio  $R_2$ 
    - 6.2.1 Calcolo del rischio  $R_2$
    - 6.2.2 Analisi del rischio  $R_2$
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 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:

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

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

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 15    B (m): 20    H (m): 6    Hmax (m): 6

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: servizio - acqua

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

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- 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;
- rischio R2;

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 ha struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

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

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: ALIMENTAZIONE MT ENEL
- Linea di energia: ALIMENTAZIONE CAMERA MANOVRA
- Linea di segnale: SEGNALE CAMERA DI MANOVRA
- Linea di energia: ALIMENTAZIONE OPERA DI PRESA
- Linea di segnale: SEGNALE OPERA DI PRESA

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: CAMERA SOLLEVAMENTO

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: CAMERA SOLLEVAMENTO

RA: 3,68E-08

RB: 0,00E+00

RU(ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI): 0,00E+00

RV(ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI): 0,00E+00

RU(AUTOMAZIONE VALVOLE): 0,00E+00

RV(AUTOMAZIONE VALVOLE): 0,00E+00

Totale: 3,68E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,68E-08

#### 6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo  $R1 = 3,68E-08$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

## **6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali**

### **6.2.1 Calcolo del rischio R2**

I valori delle componenti ed il valore del rischio R2 sono di seguito indicati.

Z1: CAMERA SOLLEVAMENTO

RB: 0,00E+00

RC: 6,45E-06

RM: 2,05E-07

RV(ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI): 0,00E+00

RW(ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI): 0,00E+00

RZ(ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI): 0,00E+00

RV(AUTOMAZIONE VALVOLE): 0,00E+00

RW(AUTOMAZIONE VALVOLE): 0,00E+00

RZ(AUTOMAZIONE VALVOLE): 0,00E+00

Totale: 6,66E-06

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 6,66E-06

### **6.2.2 Analisi del rischio R2**

Il rischio complessivo  $R2 = 6,66E-06$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-03$

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

Poiché il rischio complessivo  $R1 = 3,68E-08$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo  $R2 = 6,66E-06$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-03$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## **8. CONCLUSIONI**

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R2

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

Data 18/01/2019

Timbro e firma



## **9. APPENDICI**

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

Dimensioni: A (m): 15    B (m): 20    H (m): 6    Hmax (m): 6  
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  $km^2$ )  $Ng = 2,5$

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

Caratteristiche della linea: ALIMENTAZIONE MT ENEL

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m)  $L = 500$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Linea in tubo o canale metallico

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea:    A (m): 15    B (m): 20    H (m): 6

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea ( $Cd$ ): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: ALIMENTAZIONE CAMERA MANOVRA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 140$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Linea in tubo o canale metallico

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea:    A (m): 15    B (m): 20    H (m): 6

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea ( $Cd$ ): in area con oggetti di altezza maggiore

Caratteristiche della linea: SEGNALE CAMERA DI MANOVRA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m)  $L = 140$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Linea in tubo o canale metallico

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate:  $1 < R \leq 5 \text{ ohm/km}$   
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 15 B (m): 20 H (m): 6  
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

**Caratteristiche della linea: ALIMENTAZIONE OPERA DI PRESA**

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 100$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Linea in tubo o canale metallico

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 15 B (m): 20 H (m): 6

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

**Caratteristiche della linea: SEGNALE OPERA DI PRESA**

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m)  $L = 100$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Linea in tubo o canale metallico

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

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 15 B (m): 20 H (m): 6

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

**APPENDICE - Caratteristiche delle zone**

**Caratteristiche della zona: CAMERA SOLLEVAMENTO**

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ( $r_t = 0,01$ )

Rischio di incendio: nessuno ( $r_f = 0$ )

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: cartelli monitori isolamento barriere

**Impianto interno: ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI**

Alimentato dalla linea ALIMENTAZIONE MT ENEL

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a  $0,5 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,01$ )

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

**Impianto interno: AUTOMAZIONE VALVOLE**

Alimentato dalla linea SEGNALE CAMERA DI MANOVRA

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

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: CAMERA SOLLEVAMENTO

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 2

Numero totale di persone nella struttura: 2

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 1,14E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 0,00E+00$

Rischio 2

Numero di utenti serviti dalla zona: 1000

Numero totale di utenti serviti dalla struttura: 5000

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 0,00E+00$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2)  $LC = LM = LW = LZ = 2,00E-03$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 50000

Valore del contenuto (€): 500000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 500000

Valore totale della struttura (€): 1000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = LM = LW = LZ = 5,00E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 0,00E+00$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: CAMERA SOLLEVAMENTO

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

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: CAMERA SOLLEVAMENTO

FS1: 3,23E-03

FS2: 1,02E-04

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 3,33E-03

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

### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 2,58E-03 km<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 4,09E-01 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 3,23E-03

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 1,02E+00

### Linee elettriche

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

#### ALIMENTAZIONE MT ENEL

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

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

#### ALIMENTAZIONE CAMERA MANOVRA

AL = 0,005600 km<sup>2</sup>

AI = 0,560000 km<sup>2</sup>

#### SEGNALE CAMERA DI MANOVRA

AL = 0,005600 km<sup>2</sup>

AI = 0,560000 km<sup>2</sup>

#### ALIMENTAZIONE OPERA DI PRESA

AL = 0,004000 km<sup>2</sup>

AI = 0,400000 km<sup>2</sup>

#### SEGNALE OPERA DI PRESA

AL = 0,004000 km<sup>2</sup>

AI = 0,400000 km<sup>2</sup>

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

#### ALIMENTAZIONE MT ENEL

NL = 0,002795

NI = 0,250000

#### ALIMENTAZIONE CAMERA MANOVRA

NL = 0,003913

NI = 0,350000

#### SEGNALE CAMERA DI MANOVRA

NL = 0,003913  
NI = 0,350000

ALIMENTAZIONE OPERA DI PRESA  
NL = 0,002795  
NI = 0,250000

SEGNALE OPERA DI PRESA  
NL = 0,002795  
NI = 0,250000

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

Zona Z1: CAMERA SOLLEVAMENTO  
PA = 1,00E+00  
PB = 1,0  
PC (ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI) = 1,00E+00  
PC (AUTOMAZIONE VALVOLE) = 0,00E+00  
PC = 0,00E+00  
PM (ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI) = 1,00E-04  
PM (AUTOMAZIONE VALVOLE) = 1,00E-08  
PM = 1,00E-04  
PU (ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI) = 0,00E+00  
PV (ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI) = 0,00E+00  
PW (ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI) = 0,00E+00  
PZ (ALIMENTAZIONE UTILIZZATORI) = 0,00E+00  
PU (AUTOMAZIONE VALVOLE) = 0,00E+00  
PV (AUTOMAZIONE VALVOLE) = 0,00E+00  
PW (AUTOMAZIONE VALVOLE) = 0,00E+00  
PZ (AUTOMAZIONE VALVOLE) = 0,00E+00

## Verifica del rischio e scelta protezioni contro i fulmini

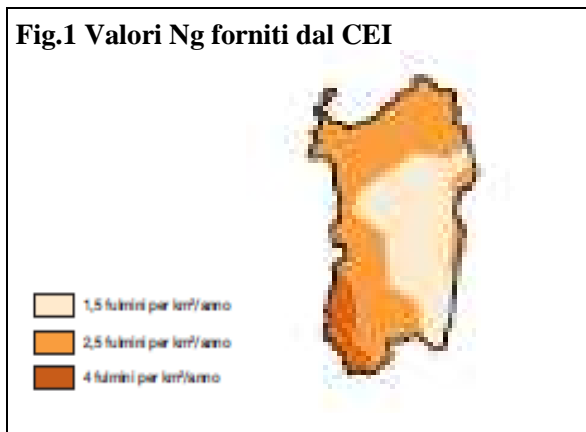
Nella seguente relazione viene illustrato il procedimento e le considerazioni fatte per la valutazione del rischio di fulminazione riguardante l'impianto della vasca terminale di Truncu Reale..

La verifica di tale rischio è stata effettuata con l'ausilio del software Zeus, dati della struttura e risultati ottenuti sono allegati alla presente relazione.

Poichè l'impianto e la struttura risultano autoprotetti, si è optato per una ulteriore protezione dovuta alla frequenza dei rovesci temporaleschi (valore  $N_g$  fornito dal CEI e presente nella figura 1) e la conseguente frequenza dei possibili danni che potrebbero interessare la struttura.

La protezione contro i fulmini verrà eseguita con l'utilizzo di un sistema di SPD di classe II e III. Si utilizzerà un SPD di classe II del tipo combinato(3+1) , non varistore come indicato nel progetto definitivo poichè a monte dell' SPD non è presente un dispositivo di protezione differenziale, con fusibile di sostegno, ( $F=32A$  gG) per garantire l'interruzione delle correnti di corto circuito, posto sul quadro QCM a monte dei dispositivi di protezione delle linee uscenti, mentre verranno installati dei dispositivi SPD di tipo III in prossimità degli utilizzatori e degli attuatori più sensibili che si trovano ad una distanza dal quadro QCM superiore a 50m. I collegamenti dell' SPD di classe II non devono essere superiori a 0.5m e verrà collegato al collettore di terra mediante un cavo gialloverde del tipo FS17 di sezione 10mmq.

**Fig.1 Valori  $N_g$  forniti dal CEI**



Di seguito vengono illustrate le caratteristiche degli SPD scelti:

### **SPD classe II:**

tipo: Combinato ( 3+1)  
Up : 1.0kV  
Uc : 253V  
In(8/20): 5kA  
Imax(8/20): 15kA

### **SPD classe III:**

tipo: 2/4 poli  
Uoc: 6kV  
Un: 230/400 V  
Uc: 253/335 V  
In(30°): 26A  
In(8/20): 3kA  
Imax(8/20): 10kA

# **RELAZIONE TECNICA**

## **Protezione contro i fulmini**

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

#### **Dati del progettista / installatore:**

Ragione sociale: S.T.P. Servizi Tecnici Professionali S.r.l.  
Indirizzo: Via Giovanni Battista Tuveri, 124  
Città: Cagliari  
CAP: 09129  
Provincia: CA

#### **Committente:**

Committente: ENAS  
Descrizione struttura: Camera di manovra - Vasca terminale Truncu Reale  
Indirizzo: Loc. Truncu Reale  
Comune: SASSARI  
Provincia: SS

#### **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  $R_1$
  - 6.2 Rischio  $R_2$ 
    - 6.2.1 Calcolo del rischio  $R_2$
    - 6.2.2 Analisi del rischio  $R_2$
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  $N_g$  (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 vale:

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

### **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: servizio - acqua

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

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- 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;
- rischio R2;

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 ha struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

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

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: energia
- Linea di energia: vasca erogazione
- Linea di segnale: segnali vasca erogazione

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 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: struttura

RA: 2,78E-07

RB: 0,00E+00

RU(attuatori): 7,15E-11

RV(attuatori): 0,00E+00

RU(supervisione): 6,47E-11

RV(supervisione): 0,00E+00

Totale: 2,78E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,78E-07

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

Il rischio complessivo  $R1 = 2,78E-07$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

### **6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali**

#### **6.2.1 Calcolo del rischio R2**

I valori delle componenti ed il valore del rischio R2 sono di seguito indicati.

Z1: struttura

RB: 0,00E+00

RC: 1,22E-04

RM: 4,91E-07

RV(attuatori): 0,00E+00

RW(attuatori): 3,14E-05

RZ(attuatori): 6,88E-04

RV(supervisione): 0,00E+00  
RW(supervisione): 2,84E-05  
RZ(supervisione): 0,00E+00  
Totale: 8,70E-04

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 8,70E-04

### **6.2.2 Analisi del rischio R2**

Il rischio complessivo  $R2 = 8,70E-04$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-03$

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

Poiché il rischio complessivo  $R1 = 2,78E-07$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo  $R2 = 8,70E-04$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-03$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## **8. CONCLUSIONI**

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R2

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

In relazione al valore della frequenza di danno l'adozione di misure di protezione è comunque opportuna al fine di garantire la funzionalità della struttura e dei suoi impianti.

Data 26/02/2019

Timbro e firma

## **9. APPENDICI**

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

Dimensioni: vedi disegno

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  $km^2$ )  $Ng = 2,5$

## **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)  $L = 55$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 15 H (m): 9

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Caratteristiche della linea: vasca erogazione

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 110$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 15 H (m): 7

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Caratteristiche della linea: segnali vasca erogazione

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m)  $L = 110$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

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

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 10 B (m): 15 H (m): 7

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

## **APPENDICE - Caratteristiche delle zone**

Caratteristiche della zona: struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ( $r_t = 0,01$ )

Rischio di incendio: nessuno ( $r_f = 0$ )

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: cartelli monitori isolamento

Impianto interno: attuatori

Alimentato dalla linea energia

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 0,01$ )

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Impianto interno: supervisione

Alimentato dalla linea segnali vasca erogazione

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

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: struttura

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 2

Numero totale di persone nella struttura: 2

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 1,14E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 0,00E+00$

Rischio 2

Numero di utenti serviti dalla zona: 50000

Numero totale di utenti serviti dalla struttura: 100000

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 0,00E+00$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2)  $LC = LM = LW = LZ = 5,00E-03$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 150000

Valore del contenuto (€): 500000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 1000000

Valore totale della struttura (€): 2000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = LM = LW = LZ = 5,00E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 0,00E+00$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

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: struttura

FS1: 2,44E-02

FS2: 9,83E-05

FS3: 1,25E-02

FS4: 1,38E-01

Totale: 1,75E-01

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

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 1,95E-02 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 3,93E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 2,44E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 9,83E-01$

Linee elettriche

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

energia

$AL = 0,002200 \text{ km}^2$

$AI = 0,220000 \text{ km}^2$

vasca erogazione

$AL = 0,004400 \text{ km}^2$

$AI = 0,440000 \text{ km}^2$

segnali vasca erogazione

$AL = 0,004400 \text{ km}^2$

$AI = 0,440000 \text{ km}^2$

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

energia

$NL = 0,001537$

$NI = 0,137500$

vasca erogazione

$NL = 0,003075$

$NI = 0,275000$

segnali vasca erogazione

$NL = 0,003075$

NI = 0,275000

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

Zona Z1: struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (attuatori) = 1,00E+00

PC (supervisione) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (attuatori) = 1,00E-04

PM (supervisione) = 1,00E-08

PM = 1,00E-04

PU (attuatori) = 1,00E-03

PV (attuatori) = 1,00E+00

PW (attuatori) = 1,00E+00

PZ (attuatori) = 1,00E+00

PU (supervisione) = 9,00E-04

PV (supervisione) = 9,00E-01

PW (supervisione) = 9,00E-01

PZ (supervisione) = 0,00E+00



# **RELAZIONE TECNICA**

## **Protezione contro i fulmini**

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

#### **Dati del progettista / installatore:**

Ragione sociale: S.T.P. Servizi Tecnici Professionali S.r.l.  
Indirizzo: Via Giovanni Battista Tuveri, 124  
Città: Cagliari  
CAP: 09129  
Provincia: CA

#### **Committente:**

Committente: ENAS  
Descrizione struttura: ENAS - VASCA TERMINALE TRUNCU REALE - VASCA DI EROGAZIONE  
Indirizzo: Loc. Truncu Reale  
Comune: SASSARI  
Provincia: SS

#### **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  $R_1$
  - 6.2 Rischio  $R_2$ 
    - 6.2.1 Calcolo del rischio  $R_2$
    - 6.2.2 Analisi del rischio  $R_2$
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  $N_g$  (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 vale:

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

## 4.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 18    B (m): 20    H (m): 4    Hmax (m): 7

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: servizio - acqua

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

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- 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;
- rischio R2;

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 ha struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

## 4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: ENERGIA CAMERA DI MANOVRA
- Linea di segnale: SEGNALI CAMERA DI MANOVRA

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: 2,45E-08

RB: 0,00E+00

RU(ATTUATORI): 0,00E+00

RV(ATTUATORI): 0,00E+00

RU(AUTOMAZIONE): 0,00E+00

RV(AUTOMAZIONE): 0,00E+00

Totale: 2,45E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,45E-08

#### 6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo  $R1 = 2,45E-08$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

### 6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali

#### 6.2.1 Calcolo del rischio R2

I valori delle componenti ed il valore del rischio R2 sono di seguito indicati.

Z1: STRUTTURA

RB: 0,00E+00

RC: 1,08E-05

RM: 5,14E-07

RV(ATTUATORI): 0,00E+00

RW(ATTUATORI): 0,00E+00

RZ(ATTUATORI): 0,00E+00

RV(AUTOMAZIONE): 0,00E+00  
RW(AUTOMAZIONE): 0,00E+00  
RZ(AUTOMAZIONE): 0,00E+00  
Totale: 1,13E-05

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 1,13E-05

### **6.2.2 Analisi del rischio R2**

Il rischio complessivo R2 = 1,13E-05 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

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

Poiché il rischio complessivo R1 = 2,45E-08 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo R2 = 1,13E-05 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## **8. CONCLUSIONI**

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R2  
SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON E'  
NECESSARIA.

Data 04/03/2019

Timbro e firma

## **9. APPENDICI**

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

Dimensioni: A (m): 18 B (m): 20 H (m): 4 Hmax (m): 7  
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<sup>2</sup>) Ng = 2,5

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

Caratteristiche della linea: ENERGIA CAMERA DI MANOVRA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 110$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Linea in tubo o canale metallico

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 18 B (m): 20 H (m): 6

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Caratteristiche della linea: SEGNALI CAMERA DI MANOVRA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m)  $L = 110$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 500$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Linea in tubo o canale metallico

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

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 18 B (m): 20 H (m): 6

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

## **APPENDICE - Caratteristiche delle zone**

Caratteristiche della zona: STRUTTURA

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ( $r_t = 0,01$ )

Rischio di incendio: nessuno ( $r_f = 0$ )

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

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

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: cartelli monitori isolamento barriere

Impianto interno: ATTUATORI

Alimentato dalla linea ENERGIA CAMERA DI MANOVRA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a  $0,5 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,01$ )

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Impianto interno: AUTOMAZIONE

Alimentato dalla linea SEGNALI CAMERA DI MANOVRA

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

Tensione di tenuta: 1,0 kV

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

Valori medi delle perdite per la zona: STRUTTURA

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 2

Numero totale di persone nella struttura: 2

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1000

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 1,14E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 0,00E+00$

Rischio 2

Numero di utenti serviti dalla zona: 50000

Numero totale di utenti serviti dalla struttura: 100000

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 0,00E+00$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2)  $LC = LM = LW = LZ = 5,00E-03$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 300000

Valore del contenuto (€): 500000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 1000000

Valore totale della struttura (€): 1500000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = LM = LW = LZ = 6,67E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 0,00E+00$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: STRUTTURA

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

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: STRUTTURA

FS1:  $2,15E-03$

FS2:  $1,03E-04$

FS3:  $0,00E+00$

FS4:  $0,00E+00$

Totale:  $2,25E-03$



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

### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 1,72E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 4,11E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 2,15E-03$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 1,03E+00$

### Linee elettriche

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

ENERGIA CAMERA DI MANOVRA

$AL = 0,004400 \text{ km}^2$

$AI = 0,440000 \text{ km}^2$

SEGNALI CAMERA DI MANOVRA

$AL = 0,004400 \text{ km}^2$

$AI = 0,440000 \text{ km}^2$

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

ENERGIA CAMERA DI MANOVRA

$NL = 0,003075$

$NI = 0,275000$

SEGNALI CAMERA DI MANOVRA

$NL = 0,003075$

$NI = 0,275000$

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

Zona Z1: STRUTTURA

$PA = 1,00E+00$

$PB = 1,0$

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

$PC \text{ (AUTOMAZIONE)} = 0,00E+00$

$PC = 0,00E+00$

$PM \text{ (ATTUATORI)} = 1,00E-04$

$PM \text{ (AUTOMAZIONE)} = 1,00E-08$

$PM = 1,00E-04$

$PU \text{ (ATTUATORI)} = 0,00E+00$

$PV \text{ (ATTUATORI)} = 0,00E+00$

$PW \text{ (ATTUATORI)} = 0,00E+00$

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

PU (AUTOMAZIONE) = 0,00E+00  
PV (AUTOMAZIONE) = 0,00E+00  
PW (AUTOMAZIONE) = 0,00E+00  
PZ (AUTOMAZIONE) = 0,00E+00