

*Progetto*

**C. 1127**

*Data Scadenza Inchiesta*

**31-01-2014**

*Data Pubblicazione*

**2013-...**

*Classificazione*

**81-....**

*Titolo*

**Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305**

*Title*

**Standard CEI EN 62305. Application guidelines**



Progetto in inchiesta pubblica

## INTRODUZIONE

Questa Guida Tecnica fornisce informazioni supplementari per il corretto utilizzo in ambito nazionale delle Norme CEI EN 62305 con l'ausilio di:

- note esplicative ai corrispondenti articoli della Norma Europea; in particolare si segnalano i seguenti punti: “Nodo”, “Densità di fulmini a terra”, “Tensione indotta” e “Punto caldo”;
- informazioni supplementari su specifici argomenti non completamente sviluppati dalla Norma Europea, quali: “Frequenza di danno e perdite economiche” e “Perdite di vite umane”.

Pertanto la presente Guida va utilizzata congiuntamente alla serie di Norme CEI EN 62305:2013.

Nel seguito verranno indicate le specifiche parti e i paragrafi della serie di Norme CEI EN 62305:2013 a cui si riferiscono le raccomandazioni.

## 1 Norma CEI EN 62305-1: Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali

### 1.1 Necessità della protezione contro il fulmine per ridurre i rischi $R_1$ , $R_2$ e $R_3$ (art. 6)

La necessità della protezione contro i fulmini di una struttura va valutata seguendo le procedure previste dalla norma CEI EN 62305-2.

Per i rischi:

- $R_1$ : rischio di perdita o danno permanente della vita umana;
- $R_2$ : rischio di perdita di servizio pubblico;
- $R_3$ : rischio di perdita di patrimonio culturale,

“La protezione contro i fulmini è necessaria se il rischio  $R$  è superiore al livello tollerabile  $R_T$ .”

### 1.2 Necessità della protezione contro il fulmine per ridurre il rischio di perdita economica $R_4$

In linea di principio la necessità della protezione contro il fulmine per ridurre il rischio di perdita economica  $R_4$  andrebbe valutata in base al rapporto fra il costo delle misure di protezione e il beneficio economico ottenuto con la loro adozione.

Tuttavia, come dimostrano le statistiche, i danni dovuti ai fulmini causano un'importante perdita economica nei paesi industrializzati con elevato sviluppo tecnologico; peraltro, in assenza di adeguate misure di protezione correttamente installate, tali danni aumentano di anno in anno.

In particolare un'elevata frequenza di danno può compromettere inaccettabilmente la funzionalità della struttura e dei suoi impianti.

Per il rischio  $R_4$  (perdita di valori economici), si raccomanda che la necessità della protezione sia valutata confrontando la frequenza di danno  $F$  con quella tollerabile  $F_T$ .

Si ritiene che la protezione contro i fulmini sia necessaria se la frequenza di danno  $F$  è superiore al livello tollerabile  $F_T$  ( $F > F_T$ )

Quando la struttura è divisa in zone, la protezione contro i fulmini diviene necessaria se la frequenza di danno  $F_Z$  calcolata in ogni zona è superiore al livello tollerabile  $F_T$  ( $F > F_T$ )

La valutazione della frequenza di danno  $F$  si esegue in conformità all'Allegato A. I valori di rischio tollerabile  $F_T$  dovrebbero essere sotto la responsabilità del proprietario o del gestore della struttura. Il valore minimo tollerabile è indicato all'art.2.2.

NOTA La valutazione della convenienza economica delle misure di protezione si esegue in conformità alla CEI EN 62305-1, art. 6.2 e, anche se facoltativa, è tuttavia consigliata perché consente la scelta delle misure di protezione contro i fulmini più adatte e convenienti alle esigenze del committente. Essa potrebbe peraltro essere omessa su espressa rinuncia da parte del committente.

### 1.3 Protezione degli impianti interni (art. 8.4.2)

Per la protezione degli impianti interni (di energia e di segnale) contro le sovratensioni dovute ai fulmini, ai fini del rispetto della regola dell'arte il progettista/installatore degli impianti si riferirà sia alla Norma CEI 64-8, sia alla Norma CEI EN 62305.

A tal fine, per individuare le idonee misure di protezione, è necessario eseguire l'analisi dei rischi secondo la Norma CEI EN 62305-2.

#### 1.4 Sovracorrenti attese sui sistemi di energia e di telecomunicazione (Tab. E.2 e E.3)

Il dimensionamento delle misure di protezione (ad esempio SPD) da installare negli impianti interni con riferimento alla sorgente di danno considerata (S1, S2, S3 o S4) e al livello di protezione (LPL I, II, III o IV) richiesto si esegue in base alle sovracorrenti indicate dalla norma CEI EN 62305-1, tab. E.2 per i sistemi di energia e tab.E.3 per i sistemi di telecomunicazione.

L'articolo 6.3.1 della Norma CEI EN 62305-3 impone che i circuiti che distano da una calata del LPS meno della distanza di separazione  $s$  siano connessi, direttamente o tramite SPD, alla calata stessa. In tal caso i valori di corrente nel circuito, dovuta alla sorgente di danno S1, possono essere scelti in accordo con la norma CEI EN 62305-3, art.6.2.4.

## Allegato A

### Frequenza di danno

#### A.1 Frequenza di danno

##### A.1.1 Frequenze parziali dei danni

La frequenza di danno  $F$  è il numero di volte in un anno che un fulmine può causare un danno alla struttura da proteggere nelle varie situazioni che si possono presentare in funzione della localizzazione del punto d'impatto rispetto alla struttura (sorgenti di danno). La frequenza di danno  $F$  deve essere valutata per ogni sorgente di danno che può interessare una struttura considerando le seguenti frequenze parziali:

- $F_{S1}$ : frequenza di danno dovuti a fulmini sulla struttura (sorgente S1);
- $F_{S2}$ : frequenza di danno dovuti a fulmini vicino alla struttura (sorgente S2);
- $F_{S3}$ : frequenza di danno dovuti a fulmini sulle linee entranti nella struttura (sorgente S3);
- $F_{S4}$ : frequenza di danno dovuti a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura (sorgente S4).

La frequenza di danno  $F$  è la somma delle frequenze parziali dei danni relative alle varie sorgenti di danni:

$$F = F_{S1} + F_{S2} + F_{S3} + F_{S4}$$

##### A.1.2 Frequenza di danno dovuto a fulmini sulla struttura

La frequenza di danno dovuto a fulmini sulla struttura comprende:

- lesioni agli animali per elettrocuzione dovuta alle tensioni di contatto e di passo all'interno della struttura e all'esterno nelle zone fino a 3 m intorno alle calate;
- danni materiali all'interno della struttura causati da scariche pericolose che innescano incendi o esplosioni che possono anche mettere in pericolo anche l'ambiente;
- avarie dei sistemi interni causate dal LEMP.

##### A.1.3 Frequenza di danno dovuto a fulmini vicino alla struttura

- La frequenza di danno dovuto a fulmini vicino alla struttura considera solamente l'avaria dei sistemi interni causata dal LEMP.

##### A.1.4 Frequenza di danno dovuto a fulmini su linee entranti nella struttura

La frequenza di danno dovuto a fulmini su linee entranti nella struttura comprende:

- lesioni agli animali per elettrocuzione dovuta alle tensioni di contatto all'interno della struttura;
- danni materiali all'interno della struttura causati da scariche pericolose che innescano incendi o esplosioni che possono anche mettere in pericolo anche l'ambiente;
- avarie dei sistemi interni causate dal LEMP.

##### A.1.5 Frequenza di danno dovuto a fulmini vicino a linee entranti nella struttura

La frequenza di danno dovuti a fulmini vicino a linee entranti nella struttura considera solamente l'avaria dei sistemi interni causata dal LEMP.

## A.2 Determinazione della frequenza parziale del danno

### A.2.1 Equazioni di base

Ogni frequenza parziale di danno  $F_{S1}$ ,  $F_{S2}$ ,  $F_{S3}$ ,  $F_{S4}$ , come descritta in X.1.1 può essere espressa dalla seguente equazione generale:

$$F_X = N_X \times P_X \quad (X2)$$

dove

$N_X$  è il numero di eventi pericolosi all'anno (vedi anche CEI EN 62305-2, Allegato A);

$P_X$  è la probabilità di danno alla struttura (vedi anche CEI EN 62305-2, Allegato B).

### A.2.2 Determinazione della frequenza di danno dovuti a fulmini sulla struttura (S1)

La frequenza di danno dovuti a fulmini sulla struttura si determina con l'equazione seguente:

$$F_{S1} = N_D \times [1 - (1 - P_A \times (1 - P_B) \times (1 - P_C))] \quad (X3)$$

NOTA 1 In assenza di misure di protezione, la Norma CEI EN 62305-2 pone la probabilità di danno  $P_{TA}$  uguale a 1 ( $P_{TA} = 1$ ), nell'assunzione che il suolo o la pavimentazione abbia resistenza di contatto nulla. Nel caso reale in cui tale assunzione non sia verificata, i valori di  $P_{TA}$  sono inferiori a 1. In questo caso, in prima approssimazione, i valori di  $P_{TA}$  potrebbero essere ridotti moltiplicandoli per i coefficienti  $r_i$  riportati nella Tabella C.3 della Norma CEI EN 62305-2.

NOTA 2 In assenza di misure di protezione, la Norma CEI EN 62305-2 pone la probabilità di danno  $P_B$  uguale a 1 ( $P_B = 1$ ), nell'assunzione che ogni scarica pericolosa avvenga sempre a diretto contatto con il materiale infiammabile, dando così luogo ad un incendio nella struttura. Nel caso reale in cui tale assunzione non sia verificata, i valori di  $P_B$  sono inferiori a 1. In questo caso, in prima approssimazione, i valori di  $P_B$  potrebbero essere ridotti moltiplicandoli per i coefficienti  $r_f$  riportati nella Tabella C.5 della Norma CEI EN 62305-2.

I parametri necessari per la determinazione di questa frequenza di danno sono riportate nella Norma CEI EN 62305-2, Tab.6.

### A.2.3 Determinazione della frequenza di danno dovuti a fulmini vicino alla struttura (S2)

La frequenza di danno dovuti a fulmini vicino alla struttura si determina con l'equazione seguente:

$$F_{S2} = N_M \times P_M \quad (X4)$$

I parametri necessari per la determinazione di questa frequenza di danno sono riportate nella Norma CEI EN 62305-2, Tab.6.

### A.2.4 Determinazione della frequenza di danno dovuti a fulmini su linee entranti nella struttura (S3)

La frequenza di danno dovuti a fulmini vicino alla struttura si determina con l'equazione seguente:

$$F_{S3} = (N_L + N_{DJ}) \times [1 - (1 - P_U) \times (1 - P_V) \times (1 - P_W)] \quad (X5)$$

NOTA 1 In molti casi  $N_{DJ}$  può essere trascurata.

NOTA 2 In assenza di misure di protezione, la Norma CEI EN 62305-2 pone la probabilità di danno  $P_{TU}$  uguale a 1 ( $P_{TU} = 1$ ), nell'assunzione che il suolo o la pavimentazione abbia resistenza di contatto nulla. Nel caso reale in cui tale assunzione non sia verificata, i valori di  $P_{TU}$  sono inferiori a 1. In questo caso, in prima approssimazione, i valori di  $P_{TU}$  potrebbero essere ridotti moltiplicandoli per i coefficienti  $r_i$  riportati nella Tabella C.3 della Norma CEI EN 62305-2.

NOTA 3 In assenza di misure di protezione, la Norma CEI EN 62305-2 pone la probabilità di danno  $P_{EB}$  uguale a 1 ( $P_{EB} = 1$ ), nell'assunzione che ogni scarica pericolosa avvenga sempre a diretto contatto con il materiale infiammabile, dando così luogo ad un incendio nella struttura. Nel caso reale in cui tale assunzione non sia verificata, i valori di  $P_{EB}$  sono inferiori a 1. In questo caso, in prima approssimazione, i valori di  $P_{EB}$  potrebbero essere ridotti moltiplicandoli per i coefficienti  $r_f$  riportati nella Tabella C.5 della Norma CEI EN 62305-2.

I parametri necessari per la determinazione di questa frequenza di danno sono riportati nella Norma CEI EN 62305-2, Tab.6.

Se la linea ha più di sezioni (vedi Norma CEI EN 62305-2, art. 6.8), i valori di  $F_{S3}$  sono la somma dei valori  $F_{S3}$  relativi a ciascuna sezione di linea. Le sezioni da considerare sono quelle tra la struttura e il primo nodo.

Nel caso di una struttura con più di una linea collegata alla struttura con percorsi diversi, i calcoli vanno eseguiti per ogni linea.

Nel caso di una struttura con più di una linea collegata alla struttura con lo stesso percorso, i calcoli possono essere fatti soltanto per la linea con le caratteristiche peggiori, cioè la linea con i valori più elevati di  $N_L$  collegati al sistema interno con i più bassi valore di  $U_W$  (linea telecomunicazione contro linea elettrica, linea non schermata contro la linea schermata, linea elettrica BT contro linea elettrica ad alta tensione con trasformatore MT/BT, ecc.)

NOTA 3 Nel caso in cui le aree di raccolta delle linee si sovrappongano, l'area sovrapposta va considerata una sola volta.

#### **A.2.5 Determinazione della frequenza di danno dovuti a fulmini vicino a linee entranti nella struttura (S4)**

La frequenza di danno dovuti a fulmini vicino alla struttura si determina con l'equazione seguente:

$$F_{S4} = N_I \times P_Z \quad (X6)$$

I parametri necessari per la determinazione di questa frequenza di danno sono riportate nella Norma CEI EN 62305-2, Tab.6.

Se la linea ha più di sezioni (vedi Norma CEI EN 62305-2, art. 6.8), i valori di  $F_{S4}$  sono la somma dei valori  $F_{S4}$  relativi al ciascuna sezione di linea. Le sezioni da considerare sono quelle tra la struttura e il primo nodo.

Nel caso di una struttura con più di una linea collegata alla struttura con percorsi diversi, i calcoli vanno eseguiti per ogni linea.

Nel caso di una struttura con più di una linea collegata alla struttura con lo stesso percorso, i calcoli possono essere fatti soltanto per la linea con le caratteristiche peggiori, cioè la linea con i valori più elevati di  $N_L$  collegati al sistema interno con i più bassi valori di  $U_W$  (linea telecomunicazione contro linea elettrica, linea non schermata contro la linea schermata, linea elettrica BT contro linea elettrica ad alta tensione con trasformatore MT/BT, ecc.)

NOTA 1 Nel caso in cui le aree di raccolta delle linee si sovrappongano l'area sovrapposta, va considerata una sola volta.

## 2 Norma CEI EN 62305-2: Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio

### 2.1 Nodo (art.3.1.25)

Secondo la norma CEI EN 62305-2, la lunghezza  $L$  da considerare per una linea, ai fini del calcolo dell'area di raccolta  $A_L$  e  $A_I$ , è quella dal punto d'ingresso nell'edificio fino al primo nodo di rete definito come *il punto di una linea oltre il quale la propagazione d'impulsi si assume trascurabile*. Per una linea elettrica il "nodo" è costituito, nella maggior parte dei casi, dalla stazione AT/MT.

NOTA La barra di distribuzione del trasformatore MT/BT può essere considerata "nodo" soltanto se le linee che si diramano dalla essa sono numerose (almeno 10) e molto lunghe (almeno 1 km di lunghezza).

Per una linea di telecomunicazioni il "nodo" è costituito, nella maggior parte dei casi, dalla centrale di telecomunicazioni. Sono altresì "nodi":

- la cassetta di protezione lungo linea all'interno della quale sono installati gli SPD quando la linea dalla cassetta fino all'edificio del cliente è in cavo schermato;
- il Multiplex o le apparecchiature per i servizi a larga banda installate in armadi lungo linea

Quando il nodo non è individuabile con certezza, possono essere usate le seguenti lunghezze tipiche riportate nella Tabella 2.1 per le linee elettriche e le seguenti lunghezze per le linee di telecomunicazione:

#### a) linea telecomunicazioni:

- area rurale: 1000 m di linea aerea non schermata (diametro dei conduttori in rame di 1 mm);
- area urbana: 1000 m di cavo interrato (con un minimo di 20 conduttori in rame aventi 0,6 mm di diametro) schermato con resistenza dello schermo nell'ordine da 1  $\Omega$ /km a 5  $\Omega$ /km.

#### b) linea elettrica

- I valori riportati in Tabella 2.1. In generale la linea elettrica è composta di due sezioni, una di Media Tensione (MT) seguita da una di Bassa Tensione (BT). Nel caso di una struttura alimentata direttamente in MT, i valori tipici di tale linea sono quelli riportati in Tab. 2.1.

**Tabella 2.1 – Caratteristiche tipiche delle sezioni delle linee elettriche ( $L$  in km)**

Tipo di area	Linea di energia					
	Sezione BT			Sezione MT		
	$L$	Installazione	Schermo	$L$	Installazione	Schermo (*)
Urbana	0,1	Sotterranea	no	0,4	Sotterranea	si
Suburbana	0,3	Sotterranea	no	1,2	Aerea	no
Rurale	1	Aerea	no	4	Aerea	no

(\*) Resistenza dello schermo:  $1\Omega /km < R_S \leq 5\Omega /km$

### 2.2 Frequenza di danno $F$

La frequenza di danno  $F$  è il numero di volte in un anno che la struttura da proteggere può essere danneggiata dal fulmine. Poiché ogni danno comporta una perdita economica, la frequenza di danno  $F$  è anche la frequenza con cui si verifica una perdita economica nella struttura da proteggere.

Il massimo valore della frequenza di danno che può essere tollerato per la struttura da proteggere è denominato frequenza tollerabile dei danni  $F_T$ .

Fissare i valori della frequenza tollerabile dei danni  $F_T$  è responsabilità del proprietario o del gestore della struttura, anche tenendo conto delle caratteristiche del servizio svolto, della vita attesa per la struttura e per gli impianti interni, dell'organizzazione per la manutenzione e riparazione e dei costi associati.

Il valore minimo della frequenza tollerabile di danni  $F_T$  è  $F_T = 0,05$ .

### **2.3 Densità di fulmini al suolo $N_G$ (art. A.1)**

La densità di fulmini al suolo  $N_G$  è il numero medio di fulmini per  $\text{km}^2$  per anno. Questo valore è ottenibile dalle reti di localizzazione di fulmini al suolo (LLS) che coprono il territorio nazionale.

Per essere utilizzabili per il calcolo del numero annuo  $N_x$  di eventi pericolosi previsto dalla norma CEI EN 62305-2, i dati forniti dalle reti LLS dovrebbero essere rilevati ed elaborati come indicato nel Progetto C. 1128.

### **2.4 Area di raccolta $A_M$ (art. A.3)**

Secondo la norma CEI EN 62305-2, l'area di raccolta  $A_M$  si estende fino ad una distanza di 500 m dal perimetro della struttura

La distanza di 500 m dal perimetro della struttura è stata calcolata nell'ipotesi teorica di spira indotta sempre ortogonale al campo elettromagnetico dovuto alla corrente di fulmine. Nel caso reale, di spira comunque orientata rispetto al campo elettromagnetico inducente, la distanza dal perimetro della struttura si ridurrebbe a 350 m.

### **2.5 Probabilità $P_{TA}$ di tensioni di passo e contatto pericolose (Tab. B.1)**

Le tensioni di contatto si verificano verso parti metalliche, facenti parte della struttura, che possono entrare a far parte del percorso della corrente di fulmine. In assenza di tali parti metalliche le tensioni di contatto possono essere trascurate.

Si può inoltre assumere  $P_{TA} = 0$  quando si verifica una delle seguenti condizioni:

- a) I ferri d'armatura del cemento armato o le parti metalliche della struttura sono usati come calate naturali e il loro numero non è inferiore a 10;
- b) La struttura è dotata di un LPS con almeno 10 calate;
- c) In condizioni normali non vi è presenza continuativa di persone, entro 3 m dalle calate del LPS;
- d) La resistenza verso terra di una persona a contatto con il suolo o con il pavimento (resistenza di terra di un elettrodo di  $400 \text{ cm}^2$  premuto al suolo con una forza di 500 N) non è inferiore a 100 k $\Omega$ ;
- e) Il suolo è ricoperto con uno strato di 5 cm di asfalto o 15 cm di ghiaia.

### **2.6 Probabilità $P_C$ di guasti negli impianti interni (art. B.4)**

La protezione con un sistema di SPD è efficace nella riduzione di  $P_C$  solo in strutture protette con LPS o in strutture con schermo metallico continuo o con i ferri d'armatura del calcestruzzo costituenti un LPS naturale in cui siano rispettati i requisiti della EN 62305-3 relativi all'equipotenzializzazione ed alla messa a terra.

Queste condizioni si ritengono soddisfatte anche negli edifici in cemento armato gettato in opera, con i ferri d'armatura legati a regola d'arte edile, purchè siano rispettati i requisiti della EN 62305-3 relativi all'equipotenzializzazione al livello del suolo.

### **2.7 Interfacce di separazione (Tab. B.4)**

Le interfacce di separazione sono dispositivi atti ad attenuare gli impulsi condotti sulle linee entranti in una struttura o in una zona della struttura.

Sono interfacce di separazione i trasformatori di isolamento muniti di schermo connesso a terra tra gli avvolgimenti, i cavi in fibra ottica privi di parti metalliche e gli opto-isolatori.

Le caratteristiche di tenuta ad impulso di detti dispositivi dovrebbero essere intrinsecamente adatte allo scopo; se non lo fossero, le interfacce di separazione vanno protette con idonei SPD installati sul circuito in ingresso.

Per le interfacce di separazione si può assumere  $C_{LD} = C_{LI} = 0$  solo se esse sono protette lato linea con SPD dimensionati con il LPL scelto mediante la valutazione del rischio (vedi anche CEI EN 62305-4, art. 8 e art. C.2.2).

## **2.8 Perdita di vite umane - Valori tipici di $L_T, L_F$ e $L_O$ (Tab. C.2)**

I dati statistici disponibili nei paesi industrializzati indicano che il rischio  $R_1$  naturalmente presente nelle strutture è in genere molto minore di quello valutabile con i valori di perdita suggeriti dalla norma CEI EN 62305-2. Una riduzione dei valori tipici di  $L_T, L_F$  e  $L_O$  è allo studio.

## **2.9 Strutture con rischio di esplosione (Tab. C.5)**

Ai fini di questa parte della Norma CEI EN 62305 le strutture con aree pericolose o contenenti materiali esplosivi solidi possono essere considerate strutture senza rischio di esplosione se è soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:

- a) il tempo di presenza della sostanza esplosiva è inferiore a 0,1 ore/anno;
- b) il volume dell'atmosfera esplosiva è trascurabile secondo la EN 60079-10 [3] e la EN 60079-10-2 [4];
- c) la zona non può essere colpita direttamente dal fulmine e sono impediti scariche pericolose nella zona stessa.

La condizione c) si ritiene comunque soddisfatta se la zona pericolosa si trova all'interno di strutture:

- protette con LPS;
- con struttura portante metallica;
- in c.a. con ferri d'armatura continui;
- in c.a. gettato in opera, con i ferri d'armatura legati a regola d'arte edile

purché gli organi di captazione naturale, impediscano perforazioni o problemi di punto caldo nella zona e gli impianti interni alla zona, se presenti, siano protetti contro le sovratensioni al fine di evitare scariche pericolose.

### 3 Norma CEI EN 62305-3: Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone

#### 3.1 Il fenomeno del punto caldo (art.5.2.5)

Un fulmine che colpisce una tubazione o un serbatoio metallico causa, nel punto colpito, la fusione del metallo e, se lo spessore della parete metallica non è sufficiente, perfino la sua perforazione. Ma anche se lo spessore della parete fosse sufficiente ad evitarne la perforazione, la temperatura che si raggiunge sulla superficie interna della parete può innescare l'incendio o l'esplosione delle sostanze o delle miscele facilmente infiammabili o esplosive contenute nel serbatoio o trasportata dalla tubazione.

Responsabile del riscaldamento e della fusione del metallo in corrispondenza del punto di impatto è principalmente la carica Q trasportata dalla corrente di fulmine, come riportato nella Norma CEI EN 62305-1, Allegato D, art. D.4.1.2.2.

La temperatura massima che si raggiunge sulla superficie interna di una parete metallica in corrispondenza del punto di impatto è riportata in Tab. 3.1 per LPL I (Q = 200 C) ed in Tab. 3.2 per LPL III-IV (Q = 100 C).

**Tabella 3.1 – Temperatura massima  $\theta_{max}$  sulla superficie interna di una parete metallica di spessore z per LPL I (Q = 200 C)**

Metallo	Spessore z [mm]			
	4	5	6	7
Rame	910	690	540	450
Alluminio	650	610	540	460
Acciaio	1100	850	680	540
Acciaio Inox	960	640	430	310

**Tabella 3.2 – Temperatura massima  $\theta_{max}$  sulla superficie interna di una parete metallica di spessore z per LPL III - IV (Q = 100 C)**

Metallo	Spessore z [mm]			
	4	5	6	7
Rame	535	390	310	270
Alluminio	600	500	410	370
Acciaio	825	595	450	300
Acciaio Inox	630	390	265	180

Il rivestimento della superficie interna della parete metallica con un rivestimento isolante ne riduce notevolmente la temperatura che essa può raggiungere se colpita da un fulmine. Ad esempio, con LPL I se la superficie interna della parete metallica di 4 mm di spessore è ricoperta con un rivestimento isolante (teflon o gomma con 2 mm di spessore), la temperatura su di essa non supera 200 °C.

#### 3.2 Connessioni equipotenziali degli impianti interni (art.6.2.4)

I valori di  $I_{imp}$  prescritti dalla norma per gli SPD che realizzano il collegamento equipotenziale fra impianto interno e LPS sono eccessivamente sovrastimati perché non si è tenuto conto della suddivisione della corrente fra tutte le parti collegate dagli SPD. Valori più adeguati possono essere calcolati tenendo conto delle impedenze delle parti interessate.

Quando viene realizzato un collegamento equipotenziale fra impianto interno e LPS, va controllato che i conduttori dell'impianto interno siano in grado di sopportare l'energia associata alla parte di corrente di fulmine che fluisce su di essi. Se la verifica ha esito negativo, il collegamento equipotenziale fra impianto interno ed LPS va evitato e vanno adottati altri provvedimenti (distanziamento, schermatura o posa in canali metallici dell'impianto interno) per evitare le scariche pericolose.

#### 4 Norma CEI EN 62305-4: Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

##### 4.1 Interfacce di separazione (art. 8)

Per il dimensionamento degli SPD a protezione dell'interfaccia di separazione, vedere Norma CEI EN 62305-4, art. C.2.2.

##### 4.2 Tensione indotta in un circuito (art. A.5)

I fulmini sulla struttura (Sorgente di danno S1) e i fulmini a terra in prossimità della struttura (Sorgente di danno S2) possono indurre una tensione  $U_i$  nel circuito fra SPD e apparecchiatura che, sommandosi a  $U_{P/F}$  riduce l'effetto protettivo del SPD. La tensione indotta  $U_i$  aumenta con

- la pendenza del fronte d'onda della corrente di fulmine inducente
- la lunghezza del circuito,
- la distanza fra conduttori attivi e PE,
- l'area della spira formata dal circuito di energia con quello di segnale;

e diminuisce per la presenza di schermature:

- della struttura
- di zone della struttura
- dei circuiti

Una valutazione della tensione indotta  $U_i$ , precisa ma molto laboriosa, può essere fatta con i criteri indicati in A.5.

Per un calcolo semplificato, si può assumere per  $U_i$  il valore:

###### a) Fulmini sulla struttura

$$U_i = h k_c K_{s2} K_{s3} (l_v + k_o l_o) / d$$

###### b) Fulmini vicino alla struttura

$$U_i = q K_{s1} K_{s2} K_{s3} l$$

con:

$h$  = tensione indotta per metro di circuito da un fulmine sulla struttura (tabella 4.1);

$q$  = tensione indotta per metro di circuito da un fulmine vicino alla struttura (tabella 4.2);

$l_v$  = lunghezza, in metri, dei tratti verticali del circuito;

$l_o$  = lunghezza, in metri, dei tratti orizzontali del circuito;

$l$  = lunghezza complessiva, in metri, del circuito;

$k_o$  = rapporto fra la tensione indotta in una spira orizzontale e quella indotta in una spira verticale, Figura 4.1;

$k_c$  = è il coefficiente che tiene conto della ripartizione della corrente sulle calate del LPS (tabella 4.3).

$K_{s1}$  = è il coefficiente che tiene conto della schermatura della struttura (tabella 4.4);

$K_{s2}$  = è il coefficiente che tiene conto della schermatura dei locali dove sono installati gli impianti (tabella 4.4);

$K_{s3}$  = è il coefficiente che tiene conto del tipo di circuito (tabella 4.5);

$d$  = distanza circuito-calata (per strutture non schermate) o circuito-schermato esterno (per strutture schermate), in metri.

**Tabella 4.1 – Fulmine sulla struttura – Tensione  $h$  indotta per i vari livelli di protezione**

LPL	$h$ (kV/m)
I	16
II	12
III - IV	8

**Tabella 4.2 – Fulmine a terra vicino alla struttura – Tensione  $q$  indotta per i vari livelli di protezione**

LPL	$q$ (V/m)
I	60
II	45
III - IV	30

Si può assumere  $h = 0$  nei seguenti casi:

- la struttura, o gli ambienti dell'edificio in cui sono installati gli impianti da proteggere, sono schermati (lato di magliatura  $w \leq 0,1$  m);
- i circuiti sono schermati o sono posati in canale metallico chiuso con schermi e canali collegati a sbarre di terra ad entrambe le estremità e apparecchiature connesse alla stessa barra di terra;
- i cavi sono in fibra ottica senza conduttori metallici;
- il circuito è in cavo cordato;
- la struttura non è dotata di LPS.

Si può assumere  $q = 0$  nei seguenti casi:

- la struttura, o gli ambienti dell'edificio in cui sono installati gli impianti da proteggere, sono schermati (lato di magliatura  $w \leq 0,1$  m);
- i circuiti schermati o sono posati in canale metallico chiuso con schermi e canali collegati a sbarre di terra ad entrambe le estremità e apparecchiature connesse alla stessa barra di terra;
- i cavi sono in fibra ottica senza conduttori metallici;
- il circuito è in cavo cordato;
- i conduttori del circuito fanno parte dello stesso cavo.

**Tabella 4.3 – Valori di  $k_c$**

Struttura non schermata		Struttura schermata
N. Calate	$k_c$	
1	1	$K_c = K_{S1}/2$
2	0,66	
$\geq 3$	0,44	

**Tabella 4.4. – Valori di  $K_{S1}$ ,  $K_{S2}$  per schermi in rame**

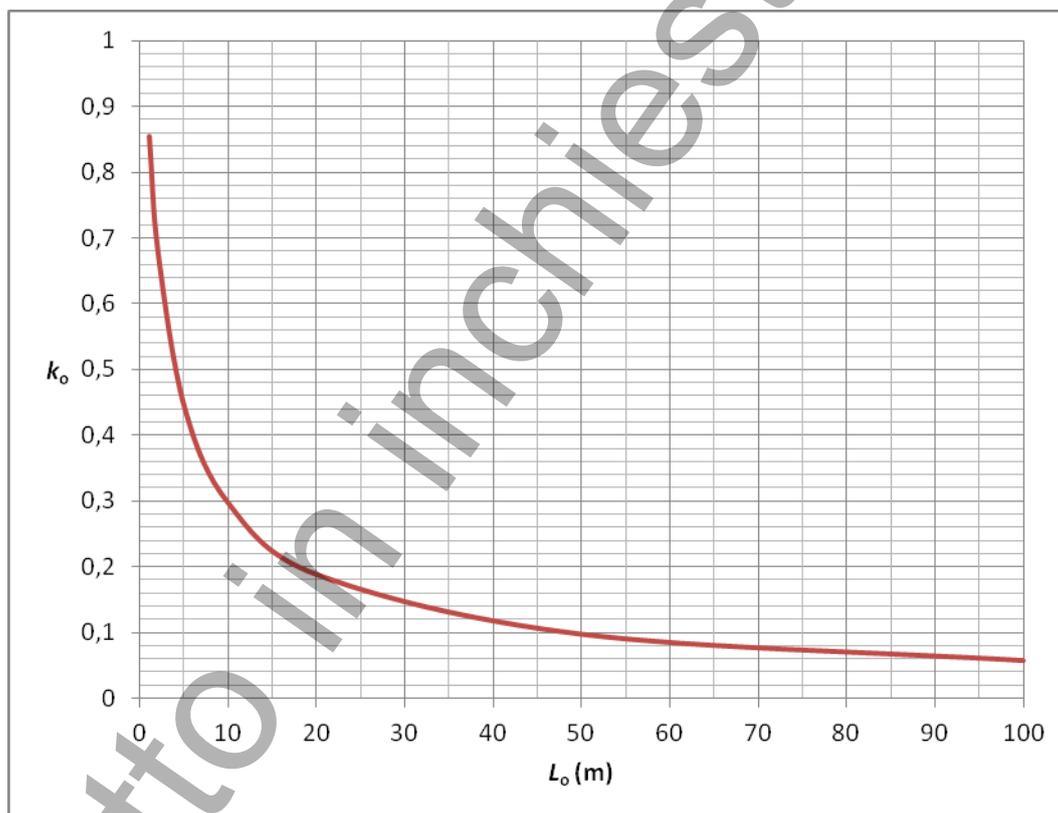
Tipo di schermo	$K_{S1}$ ; $K_{S2}$
Nessuno	1
Reticolare	0,12 w
Continuo s = 0,1mm	$10^{-4}$

w = spessore dello schermo;  
s = lato di magliatura in metri ( $w \leq 5$ );  
NOTA 1 Per schermi in cascata  $K_{S2}$  è il prodotto dei singoli  $K_{S2}$ .

**Tabella 4.5 – Valori di  $K_{S3}$  per diversi tipi di circuito**

Tipo di circuito	$K_{S3}$
Conduttori attivi e PE su percorsi diversi <sup>(a)</sup>	1
Conduttori attivi e PE nello stesso canale <sup>(b)</sup>	0,2
Conduttori attivi e PE nello stesso cavo <sup>(c)</sup>	0,01

(a) Larghezza tipica della spira  $w = 0,5$  m  
(b) Larghezza tipica della spira  $w = 0,1$  m  
(c) Larghezza tipica della spira  $w = 0,005$  m



**Figura 4.1 – Rapporto  $k_o$  fra la tensione indotta in una spira orizzontale e la tensione indotta in una spira verticale.**

#### 4.3 Scelta del livello di protezione degli SPD (art. C.2.1)

Nelle strutture dotate di LPS, se la lunghezza del circuito non è maggiore di dieci metri (caso tipico di SPD installati nei quadri secondari di distribuzione o nelle prese), a favore della sicurezza è consigliabile assumere  $U_{p/ft} \leq (U_w - U_i)/2$ , anziché  $U_{p/ft} \leq 0,8 U_w$ .

La presente Norma è stata compilata dal Comitato Elettrotecnico Italiano e beneficia del riconoscimento di cui alla legge 1° Marzo 1968, n. 186.

Editore CEI, Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano – Stampa in proprio  
Autorizzazione del Tribunale di Milano N. 4093 del 24 Luglio 1956

*Direttore Responsabile:* Ing. R. Bacci

Comitato Tecnico Elaboratore  
**CT 81-Protezione contro i fulmini**

Altre norme di possibile interesse sull'argomento

PROGETTO

Progetto in inchiesta pubblica

€ \_

