

REGIONE CAMPANIA

**Il D.Lgs . 81/08 e la vigilanza negli
ambienti di lavoro**

**Impianti di Protezione
dalle scariche atmosferiche**

Ing. Elvio Vitale

Napoli Febbraio 2010

Impianti di Protezione contro i fulmini

1. Riferimenti normativi

Testo Unico D.Lgs . 81/08 entrato in vigore il 15 maggio 2008

Testo Correttivo D.Lgs. 106/09 entrato in vigore il 20 agosto 2009

Con l'applicazione del D.Lgs . 81/08 vengono abrogate le norme relative all' art. 38 del D.P.R. 547/55 (Scariche atmosferiche) :

“ Devono essere protetti contro le scariche atmosferiche con mezzi idonei :

- a) gli edifici e gli impianti relativi alle aziende ed alle lavorazioni, di cui all'art. 36 ;
- b) i camini industriali, che in relazione alla ubicazione e all'altezza, possano costituire pericolo.”

L'art. 36 del D.P.R. 547/55 stabiliva che :

Le aziende e le lavorazioni :

- a) nelle quali si producono , si impiegano, si sviluppano o si detengono prodotti infiammabili, incendiabili o esplosivi;
- b) che, per dimensioni , ubicazione ed altre ragioni presentano in caso di incendio gravi pericoli per l'incolumità dei lavoratori;

sono soggette, ai fini della prevenzione degli incendi, al controllo del Comando del Corpo dei Vigili del fuoco competente per territorio.
Tali aziende e lavorazioni erano state successivamente determinate con le tabelle A (art. 36 lett. a) e B (art. 36 lett. b) annesse al DPR 689/59.

Nel D.Lgs 81/08 restava l'art. 39 del D.P.R. 547/55 – All IV -1.1.8

“ Le strutture metalliche degli edifici e delle opere provvisorie , i recipienti e gli apparecchi metallici , di notevoli dimensioni, situati all'aperto, devono, per se stessi e mediante conduttore e spandenti appositi, risultare collegati elettricamente a terra in modo da garantire la dispersione delle scariche atmosferiche.”

Tale articolo è stato abrogato dal D.Lgs. 106/09

Gli articoli in vigore sono l'art. 29 e l'art. 24 del D.Lgs. 81/08.

L'art. 29 del D.Lgs. 81/08 (Modalità di effettuazione della valutazione dei rischi) fa carico al Datore di Lavoro di valutare tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, compreso ovviamente il rischio dovuto al fulmine e tale obbligo prescinde dalle dimensioni e dalla natura , metallica o non metallica, della struttura.

In merito alla protezione dai fulmini l'Art. 84 D.L.gs. 81/08 (corretto dal D.Lgs. 106/09) – Impianti di protezione contro i fulmini recita :

“ Il Datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini secondo le norme tecniche.”

Norme Tecniche oggi vuol dire :

CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) - parte 1 : principi generali

CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) - parte 2 : valutazione del rischio

CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) - parte 3 : danni materiali alla struttura e pericolo per le persone

CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) : parte 4 : impianti elettrici ed elettronici all'interno delle strutture

CEI 81-10; V1 – Norma Italiana – Anno 2008 introduce alcune modifiche alla norma CEI EN 62305 (CEI 81-10)

La serie di norme CEI EN 62305 /1-4 ha sostituito i seguenti documenti normativi :

CEI 81-1 “ Protezioni delle strutture contro i fulmini”

CEI 81- 4 “ Protezioni delle strutture contro i fulmini . Valutazione del rischio dovuto al fulmine “

CEI 81-8 “ Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti utilizzatori di bassa tensione”

La norma CEI EN 62305 – 1:

- introduce i parametri della **corrente di fulmine** e i relativi **tipi di danno**;
- illustra **la necessità e la convenienza economica della protezione**, **le misure di protezione da adottare e i criteri per la protezione contro il fulmine** di:

- strutture , inclusi gli impianti, il contenuto e le persone;
- servizi entranti nella struttura , come linee di telecomunicazione;
- alimentazione elettrica e tubazioni metalliche.

N.B. Non sono compresi nella Norma :

- sistemi ferroviari;
- veicoli,navi,aerei,installazioni “offshore”;
- tubazioni sotterranee ad alta pressione;
- tubazioni , linee elettriche di potenza e di telecomunicazione non connesse alla struttura.

La norma CEI EN 62305 – 2 riguarda **il metodo di analisi del rischio** per stabilire la necessità o la convenienza della protezione.

La norma CEI EN 62305 – 3 contiene i criteri per **la progettazione** , l’installazione e la manutenzione delle misure di protezione contro il fulmine **per ridurre il rischio di danno alle persone e/o cose**.

La norma CEI EN 62305 – 4 contiene i criteri per **la progettazione** , l’installazione e la manutenzione delle misure di protezione contro il fulmine **per ridurre i danni agli impianti elettrici ed elettronici all’interno delle strutture**.

2. Termini e definizioni secondo le norme CEI EN 62305

Fulmine a terra :

scarica elettrica di origine atmosferica tra nuvola e terra costituita da uno o più colpi

Colpo di fulmine :

singola scarica elettrica di un fulmine a terra

Punto di impatto :

punto in cui il fulmine colpisce il suolo o un oggetto sovrastante (es: struttura, servizi, alberi ,ecc)

Corrente di fulmine :

corrente che fluisce nel punto di impatto

Valore di picco :

valore massimo della corrente di fulmine

Durata del fulmine :

tempo durante il quale la corrente di fulmine fluisce nel punto di impatto

Struttura da proteggere :

struttura per la quale è richiesta la protezione contro il fulmine secondo la norma CEI EN 62305-1; una struttura da proteggere può essere una parte di una struttura più grande

Servizio da proteggere :

servizio entrante in una struttura per la quale è richiesta la protezione contro il fulmine secondo la norma CEI EN 62305-1

Fulmine su un oggetto :

fulmine che colpisce un oggetto da proteggere (**fulminazione diretta**)

Fulmine vicino ad un oggetto :

fulmine che colpisce tanto vicino ad un oggetto da proteggere da essere in grado di generare sovratensioni pericolose (**fulminazione indiretta**)

Danno materiale :

danno alla struttura ed al suo contenuto dovuto agli effetti meccanici , termici, chimici ed esplosivi del fulmine

Danno ad esseri viventi :

danneggiamento , inclusa la perdita della vita , di uomini o di animali dovuto a tensioni di contatto e passo causate dal fulmine

Impulso elettromagnetico di fulmine LEMP (Lighting electromagnetic impulse):

effetti elettromagnetici della corrente di fulmine

Impulso :sovratensione e/o sovracorrente dovuta al LEMP

Zona di protezione LPZ (Lighting Protection Zone):

zona in cui è definito l'ambiente elettromagnetico creato dal fulmine

Rischio R:

valore della probabile perdita annua (persone e cose) dovuta al fulmine , riferito al valore totale (persone e cose) dell'oggetto da proteggere

Rischio tollerabile RT:

massimo valore di rischio che può essere tollerato per l'oggetto da proteggere

Livello di protezione LPL (Lighting Protection Level) :

numero , associato ad un gruppo di valori dei parametri della corrente di fulmine, relativo alla probabilità che i correlati valori massimo e minimo di progetto non siano superati in natura

Misure di protezione :

misure di protezione da adottare in un oggetto da proteggere per ridurre il rischio

Impianto di protezione LPS (Lighting Protection System) :

impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura ; è costituito da un impianto di protezione esterno e da un impianto di protezione interno

Impianto di protezione esterno:

parte di un LPS costituito da un sistema di captatori , da un sistema di calate e da un sistema di dispersori

Impianto di protezione interno:

parte di un LPS costituito da collegamenti equipotenziali e/o isolamento elettrico del LPS esterno

Sistema di captatori:

parte di un LPS esterno , costituita da elementi quali aste , conduttori disposti a formare maglie o catenarie, predisposta al fine di intercettare il fulmine

Sistema di calate :

parte di un LPS esterno atta alla conduzione della corrente di fulmine dal sistema di captatori al sistema di dispersori

Sistema di dispersori :

parte di un LPS esterno atta alla conduzione ed alla dispersione a terra della corrente di fulmine

Corpi metallici esterni:

corpi metallici di notevole dimensione lineare che penetrano nella struttura da proteggere (ad esempio tubazioni , parti metalliche di cavi , canalizzazioni , ecc) che possono trasportare una parte della corrente di fulmine

Conduttore equipotenziale:

connessione all'LPS di corpi metallici per mezzo di conduttori metallici o di limitatori di sovratensioni al fine di ridurre le differenze di potenziale dovute alla corrente di fulmine

Fune di guardia :

conduttore metallico utilizzato per ridurre il danno materiale dovuto al fulmine in un servizio

Sistema di protezione contro il LEMP – LPMS (Lighting Protection Measurement System) :

sistema completo di misure per la protezione degli impianti interni contro il LEMP

Schermo magnetico:

schermo metallico chiuso , continuo o a maglia, che racchiude l'oggetto da proteggere , o una parte di esso, usato per ridurre i guasti degli impianti elettrici ed elettronici

Limitatore di sovratensioni SPD (Surge Protective Device) :

dispositivo per limitare le sovratensioni e deviare le sovracorrenti

Sistema di SPD :

gruppo di SPD adeguatamente scelto , coordinato ed installato per ridurre i guasti dei sistemi elettrici ed elettronici

3. Sorgenti di danno e tipi di danno

Un fulmine può danneggiare una struttura perché :

1. la colpisce **direttamente**,
2. **oppure** perché colpisce **i servizi entranti nella struttura stessa** (ad es. linee di energia o di segnale, tubazioni di acqua , gas o altri fluidi, ecc) ,
3. o infine perché cade a terra **in prossimità della struttura** o dei servizi suddetti.

I danni prodotti dal fulmine possono essere essenzialmente di tre tipi :

D1 : danni ad essere viventi (dovuti a tensioni di contatto e passo) , essenzialmente morte o lesione di persone o di animali;

D2 : danni materiali (dovuti a incendi , esplosioni , rotture meccaniche , rilascio di sostanze tossiche)

D3 : guasti agli impianti interni (avarie di apparecchiature elettriche ed elettroniche dovute a sovratensioni)

La norma identifica **quattro sorgenti di danno** a seconda del **punto di caduta del fulmine** :

S1 : fulminazione diretta della struttura (il fulmine colpisce la struttura);

S2 : fulminazione indiretta della struttura (il fulmine cade a terra in prossimità della struttura) ;

S3 : fulminazione diretta di una linea elettrica entrante nella struttura (il fulmine colpisce una linea elettrica di energia e/o segnale entrante nella struttura) ;

S4 : fulminazione indiretta di una linea entrante nella struttura (il fulmine cade in prossimità di una linea entrante nella struttura);

S1 può causare : D1 , D2 , D3

S2 può causare : D3

S3 può causare : D1 , D2 , D3

S4 può causare : D3

4. Il Rischio e le Perdite

Ognuno dei tre tipi di danno , da solo o in combinazione con gli altri, può produrre perdite di natura diversa secondo le caratteristiche della struttura .

I Tipi di perdita e i relativi rischi da valutare sono :

L1 : perdita di vite umane - Rischio R1

L2 : perdita di servizio pubblico - Rischio R2

L3 : perdita di patrimonio culturale insostituibile - Rischio R3

L4 : perdita economica - Rischio R4

Le perdite di tipo **L1, L2 ed L3** hanno un carattere sociale perché riguardano l'intera collettività ; la perdita di tipo **L4** invece è di natura privata in quanto le perdite economiche riguardano solo chi le subisce.

Per questo motivo la Norma impone la valutazione di L1, L2 ed L3 e lascia la facoltà di valutare e accettare la perdita L4.

Pertanto

In caso di

- **Rischio R1,R2 e R3 c'è obbligo della protezione**
- **Rischio R4 l'obbligo della protezione è facoltativo**

ma è sempre consigliabile (Variante V1 alla norma CEI 81-10)

- perché il committente in caso di danno può contestare il progetto
- perché si può scegliere l'impianto di protezione più conveniente

Il valore della perdita L_x per una struttura dipende dal :

- numero delle persone e del tempo per cui esse rimangono nel luogo pericoloso;
- tipo e importanza del servizio pubblico;
- valore dei beni interessati dal danno.

La perdita L_x varia con il tipo di perdita considerata (**L1, L2 ,L3 e L4**) e. per ciascun tipo di perdita , con il tipo di danno (**D1, D2 e D3**) che ha provocato la perdita.

Sono adottati i seguenti simboli :

Lt è la perdita dovuta alle tensioni di contatto e passo

Lf è la perdita dovuta a danno materiale (es. esplosione o incendio)

Lo è la perdita dovuta ai guasti degli impianti interni

Valori delle perdite

- **Rischio 1 e 2**

$$L_x = np / nt \times t / 8760$$

np = numero persone (utenti) danneggiati (per zona)

nt = numero persone (utenti) presenti nella struttura

t = tempo permanenza (perdita del servizio)

8760 = numero di ore in un anno

- **Rischio 3 e 4**

$$L_x = c / ct$$

c = valore medio della possibile perdita (per zona)

ct = valore totale della struttura

I valori delle perdite sono riportati nelle tabelle seguenti dalle quali si evince che **la Variante V1 alla norma CEI 81-10 modifica i valori medi tipici delle perdite di vite umane.**

CEI 81-10

R2 perdita inaccettabile di servizio pubblico

<i>Perdita</i>	<i>Descrizione</i>	<i>CEI EN 62305</i>
L_f	Gas, acqua	0,1
	TV, TLC, energia elettrica	0,01
L_o	Gas, acqua	0,01
	TV, TLC, energia elettrica	0,001

R3 perdita di patrimonio culturale insostituibile

<i>Perdita</i>	<i>Descrizione</i>	<i>CEI EN 62305</i>
L_f	Museo, galleria	0,1

CEI 81-10

R4 perdita economica

<i>Perdita</i>	<i>Descrizione</i>	<i>CEI EN 62305</i>
L_t	Persone all'interno di edifici	0,0001
	Persone all'esterno di edifici	0,01
L_f	Ospedale, industriale, museo, agricola	0,5
	Albergo, scuola, ufficio, chiesa, pubblico spettacolo, attività commerciale	0,2
	Altri	0,1
L_o	Rischio esplosione	0,1
	Ospedale, industriale, ufficio, albergo, attività commerciale	0,01
	Museo, agricolo, scuola, chiesa, pubblico spettacolo	0,001
	Altri	0,0001

CEI 81-10 -V1

R1 perdita di vite umane



<i>Perdita</i>	<i>Descrizione</i>	<i>CEI EN 62305</i>	<i>CEI 81-10 V1</i>
L_t	Persone all'interno di edifici	0,0001	0,01
	Persone all'esterno di edifici	0,01	
L_f	Ospedali, alberghi, civile abitazione	0,1	0,01
	Industriale, commerciale, scuole	0,05	0,005
	Pubblico spettacolo, chiese, musei	0,02	0,002
	Altri	0,01	0,001
L_o	Rischio esplosione	0,1	0,01
	Persone all'interno di edifici	0,001	0,0001

5. Valutazione del rischio (CEI EN 62305 – 2)

5.1 Rischio e componenti di Rischio

Rischio R:

valore della probabile perdita annua (persone e cose) dovuta al fulmine, riferito al valore totale (persone e cose) dell'oggetto da proteggere

Rischio tollerabile R_T :

massimo valore di rischio che può essere tollerato per l'oggetto da proteggere

La necessità della protezione contro il fulmine di un oggetto deve essere valutata al fine di ridurre le perdite dei valori sociali L1, L2 ed L3 e al fine di valutare se la protezione sia o meno necessaria , occorre **effettuare la valutazione del rischio secondo la norma CEI EN 62305-2 .**

La protezione contro il fulmine è necessaria se il rischio **R** (R_1, R_2 ed R_3) è superiore al livello di rischio tollerabile **R_T**

$$R > R_T$$

In questo caso devono essere adottate misure di protezione al fine di ridurre il rischio **R** (R_1, R_2 ed R_3) al valore di rischio tollerabile **R_T**

$$R \leq R_T$$

Per una struttura il **rischio R** relativo al fulmine, in un dato periodo di tempo, è il prodotto del **numero di fulmini N** che possono interessare quella struttura nel periodo di tempo considerato , in genere un anno, per la **probabilità P** che il fulmine provochi una perdita , per l'entità media della **perdita conseguente L**:

$$R = N \times P \times L$$

Per ogni tipo di perdita , il **rischio relativo è la somma di diversi rischi parziali chiamati “ componenti di rischio “**

Componente di rischio R_x :

rischio parziale dipendente dalla sorgente e dal tipo di danno

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

dove

N_x è il numero di eventi pericolosi

P_x è la probabilità di danno

L_x è la perdita conseguente

Il calcolo della valutazione del rischio va eseguito tenendo conto delle componenti di rischio.

Il rischio relativo al fulmine è scomposto dalla **norma CEI 81-10** in otto componenti:(Tabella A)

diretta dell'edificio

RA Danni ad esseri viventi per tensione di passo e contatto

RB Danni materiali (es. esplosione o incendio)

RC Guasto a impianti interni

diretta di linea

RU Danni ad esseri viventi per tensione di contatto

RV Danni materiali (es. esplosione o incendio)

RW Guasto a impianti interni

indiretta dell'edificio

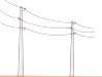
RM Guasto a impianti interni causato da LEMP

indiretta di linea

RZ Guasto a impianti interni per sovratensioni

Nelle figure seguenti sono rappresentate le componenti di rischio in funzione delle sorgenti di danno e delle perdite

Tabella A - Componenti di rischio

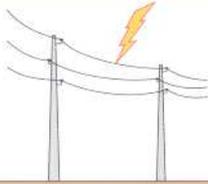
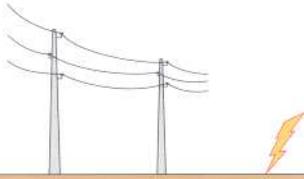
<i>Tipo di fulminazione</i>	<i>Componente di rischio</i>	<i>Significato</i>
Diretta dell'edificio 	R _A	Danni a persone o animali per tensioni di contatto e di passo all'esterno della struttura
	R _B	Danni materiali dovuti ad incendio o esplosioni
	R _C	Avarie alle apparecchiature elettriche ed elettroniche
Indiretta dell'edificio 	R _M	Avarie alle apparecchiature elettriche ed elettroniche
Diretta di linea ⁽¹⁾ 	R _U	Danni a persone o animali per tensioni di contatto all'interno della struttura
	R _V	Danni materiali dovuti ad incendio o esplosioni
	R _W	Avarie alle apparecchiature elettriche ed elettroniche
Indiretta di linea ⁽¹⁾ 	R _Z	Avarie alle apparecchiature elettriche ed elettroniche

⁽¹⁾ Per "linea" si intende una linea elettrica di energia o di segnale.

Componente di rischio R_x

Sorgente di danno	CEI 81-10/2	Danno ...	CEI 81-4
	Componente rischio		Componente rischio
scarica diretta sulla struttura S1	R_A	ad esseri viventi	H
	R_B	materiale alla struttura	A
	R_C	guasto di impianti interni	D
scarica a terra in prossimità della struttura S2	R_M	guasto di impianti interni	M
scarica diretta sui servizi entranti S3	R_U	ad esseri viventi	---
	R_V	materiale alla struttura	C
	R_W	guasto di impianti interni	---
scarica a terra in prossimità dei servizi entranti S4	R_Z	guasto di impianti interni	G

- Relazione tra sorgente di danno (S1, S2, S3, S4), tipo di danno (D1, D2, D3) e tipo di perdita (L1, L2, L3, L4).

<i>Punto di impatto</i>	<i>Sorgente di danno</i>	<i>Tipo di danno</i>	<i>Tipo di perdita</i>	<i>Componenti di rischio</i>
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ⁽²⁾ L1, L2, L3, L4 L1 ⁽¹⁾ , L2, L4	R _A , R _B , R _C
	S2	D3	L1 ⁽¹⁾ , L2, L4	R _M
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ⁽²⁾ L1, L2, L3, L4 L1 ⁽¹⁾ , L2, L4	R _U , R _V , R _W
	S4	D3	L1 ⁽¹⁾ , L2, L4	R _Z

⁽¹⁾ Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture in cui guasti di impianti interni provocano direttamente perdita di vite umane.

⁽²⁾ Nel caso di strutture ad uso agricolo (perdita di animali).

Le componenti di rischio concorrono a formare i quattro tipi di rischio

R1 : rischio di perdite di vite umane:

$$\mathbf{R1 = RA + RB + RC* + RM* + RU + RV + RW* + RZ*}$$

* solo nel caso di strutture con rischio di esplosione , di ospedali o di altre strutture, in cui guasto di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.

R2 : rischio di perdita inaccettabile di servizio pubblico :

$$\mathbf{R2 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ}$$

R3 : rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile :

$$\mathbf{R3 = RB + RV}$$

R4 : rischio di perdita economica :

$$\mathbf{R4 = RA** + RB + RC + RM + RU** + RV + RW + RZ}$$

** solo in strutture ad uso agricolo in cui si può verificare la perdita di animali

Il valore totale del rischio R è la somma delle componenti di rischio considerate.

Nella Tabella B vengono riportate le componenti di rischio per ogni tipo di perdita

Tabella B - Componenti di rischio da considerare per ogni tipo di perdita.

Componente di rischio Rischio per tipo di perdita	Sorgenti di danno							
	Fulminazione diretta della struttura			Fulminazione indiretta della struttura	Fulminazione diretta della linea entrante			Fulminazione indiretta della linea entrante
	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
R ₁	X	X	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾	X	X	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾
R ₂	-	X	X	X	-	X	X	X
R ₃	-	X	-	-	-	X	-	-
R ₄	X ⁽²⁾	X	X	X	X ⁽²⁾	X	X	X

(1) Solo per strutture con rischio di esplosione, per ospedali con apparecchiature essenziali per la vita umana e per edifici in genere in cui l'avaria di apparecchiature elettriche ed elettroniche può causare direttamente la perdita di vite umane.

(2) Solo per edifici agricoli in cui vi sia possibilità di perdita di animali.

Il rischio complessivo può essere visto anche come somma di contributi legati a:

tipo di fulminazione (diretta o indiretta)

o

tipo di danno (ad esseri viventi, alle cose, o alle apparecchiature).

Con riferimento al tipo di fulminazione :

$$\mathbf{R = R_D + R_1}$$

dove

$R_D = R_A + R_B + R_C$ è il rischio relativo ai fulmini che colpiscono direttamente la struttura (fulminazione diretta della struttura)

$R_1 = R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$ è il rischio relativo ai fulmini che non colpiscono direttamente la struttura (fulminazione indiretta della struttura e fulminazione diretta e indiretta delle linee entranti)

Con riferimento al tipo di danno :

$$\mathbf{R = R_S + R_F + R_O}$$

dove

$R_S = R_A + R_U$ è il rischio relativo ai danni ad esseri viventi

$R_F = R_B + R_V$ è il rischio relativo ai danni fisici

$R_O = R_C + R_M + R_W + R_Z$ è il rischio relativo alle avarie di apparecchiature elettriche ed elettroniche

5.2 La valutazione/rivalutazione del rischio di fulminazione :

Per i nuovi edifici la norma tecnica da utilizzare per valutare il rischio di fulminazione e definire se gli edifici stessi sono auto protetti è la CEI EN 62305.

Nel caso gli edifici non risultino auto protetti nei confronti delle fulminazioni , la stessa norma definisce i sistemi di protezione da adottare.

Per gli edifici esistenti per i quali la valutazione del rischio di fulminazione era già stata effettuata precedentemente in base alle norme tecniche precedentemente in vigore (Norme CEI 81-1 e CEI 81-4) viene spontaneo chiedersi se debba essere effettuata la rivalutazione del rischio di fulminazione.

In merito occorre tenere presente il **Codice Civile** , il **D.Lgs. 81/08** e la norma **CEI 81-10 V1**; in particolare :

- **l'art. 2087 del Codice Civile** impone all'imprenditore di adottare nell'esercizio dell'impresa le misure che , secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica , sono necessarie a tutelare l'integrità fisica e la personalità morale dei prestatori di lavoro;
- **l'art. 29 del D.Lgs. 81/08** impone al Datore di Lavoro di rielaborare la valutazione dei rischi e il documento di valutazione in relazione al grado di **evoluzione della tecnica** ;
- **la norma CEI 81-10 V1** cita “ La valutazione del rischio deve essere eseguita per **tutte** le strutture in conformità alle norme **CEI EN 62305 – 2 (CEI 81-10/2)** e **devono essere individuate le misure di protezione** necessarie a **ridurre il rischio a valori non superiori** a quello ritenuto tollerabile dalla norma stessa “.

La valutazione del rischio di fulminazione eseguita in conformità alla norma **CEI EN 62305 – 2 (CEI 81-10/2)** risulta **più restrittiva** (e quindi garantisce maggior tutela delle persone) **rispetto** alle valutazioni già effettuate in base alla norma **CEI 81-1** o alla norma **CEI 81-4**.

Nei casi in cui la **rivalutazione del rischio** di fulminazione evidenzierà che **la struttura non risulta più auto protetta** nei confronti delle fulminazioni, il **Datore di Lavoro ha l'obbligo di individuare e realizzare le misure di protezione** necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma **CEI EN 62305 – 2 (CEI 81-10/2)**.

Pertanto si può concludere che:

la norma **CEI EN 62305 – 2** è lo strumento che il datore di Lavoro ha a disposizione **per verificare l'auto protezione di una struttura** , nei confronti delle scariche atmosferiche, effettuando una specifica valutazione dei rischi.

Per i nuovi edifici si utilizza tale norma per effettuare la valutazione del rischio di fulminazione.

Per gli edifici esistenti nei quali la valutazione del rischio di fulminazione era già stata effettuata in base alle norme tecniche precedentemente in vigore (Norme CEI 81-1 e CEI 81-4) , **il Datore di Lavoro dovrà effettuare nuovamente la valutazione in conformità alla norma CEI EN 62305 – 2** e se necessario dovrà **individuare e realizzare le misure di protezione** necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma **CEI EN 62305 – 2** stessa.

6. Zone

6.1 Classificazione di un edificio in zone

Una novità sostanziale introdotta dalla nuova norma, con riferimento al calcolo del rischio, è il concetto di zona che consente di assumere per la probabilità P e l'entità media delle perdite L valori diversi all'interno di uno stesso edificio.

L'edificio può essere **ripartito in zone omogenee** in cui i parametri necessari per il calcolo di una determinata componente di rischio hanno un valore costante.

In tal caso, **il rischio complessivo della struttura è la somma dei rischi di zona.**

In un edificio, pertanto, **le zone possono essere definite per ogni tipo di rischio e per ogni componente di rischio**; inoltre esse possono essere diverse da rischio a rischio e da componente a componente.

Le zone dipendono dal

- **tipo di suolo**
- **compartimentazione antincendio**
- **schermi locali**

La suddivisione della struttura in zone serve per adattare ed installare meglio le misure di protezione.

Una volta suddivisa la struttura in zone per ogni zona si deve valutare ciascuna delle componenti di rischio ed il rischio totale R è la somma di tutte le componenti di rischio delle zone.

6.2 Zone di protezione contro il fulmine

Le misure di protezione - quali **LPS** , **funi di guardia** , **schermature e SPD** – determinano le **Zone di protezione LPZ**.

Zone esterne alla struttura

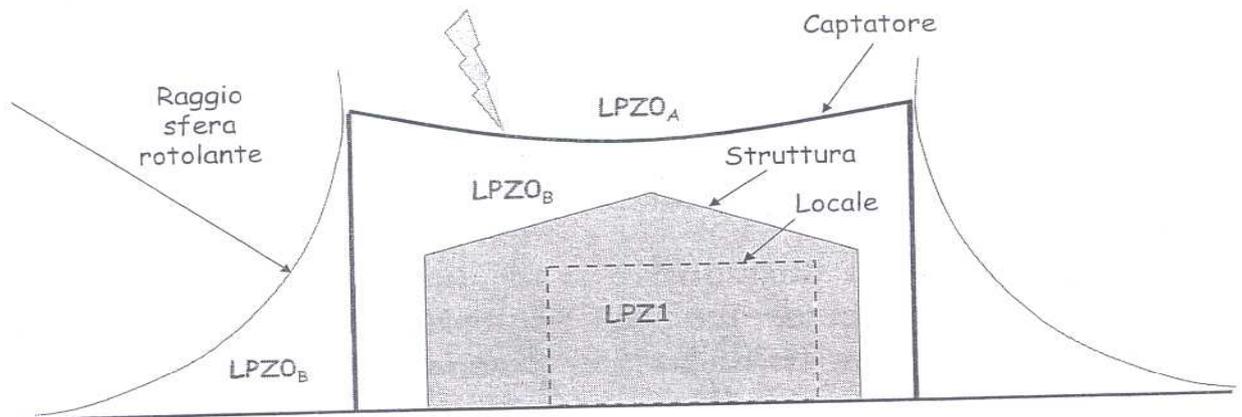
- **LPZ0A** è la zona dove il pericolo è dovuto alla fulminazione diretta e dall'esposizione al totale campo magnetico; **gli impianti interni possono essere soggetti alla corrente di fulmine (totale o parziale)**.
- **LPZ0B** è la zona protetta contro la fulminazione diretta , ma dove **il pericolo è l'esposizione al totale campo magnetico**; gli impianti interni possono essere soggetti a frazioni della corrente di fulmine.

Zone interne alla struttura (protette da scarica diretta)

- **LPZ1** è la zona in cui la corrente è limitata dalla suddivisione della corrente di fulmine e dalla presenza di SPD al confine della zona stessa.
- **LPZ2...n** è la zona in cui la corrente è ulteriormente limitata dalla suddivisione della corrente di fulmine e dalla presenza di ulteriori SPD ai confini delle diverse zone.

Nelle strutture in cui è solamente stata definita la LPZ1 , gli SPD devono essere installati almeno all'ingresso della linea nella struttura.

Zone di protezione



LPZ_A Fulminazione diretta, totale corrente di fulmine, totale campo magnetico

LPZ_B No fulminazione diretta, parziale corrente di fulmine o corrente indotta, totale campo magnetico

LPZ1 No fulminazione diretta, parziale corrente di fulmine o corrente indotta, campo magnetico ridotto

7. Luoghi con pericolo di esplosione (Variante V1 alla CEI 81-10)

Per la struttura che contiene materiali esplosivi o solidi o zone pericolose di tipo 0 o 20 , nella valutazione del rischio dovuto al fulmine , il coefficiente di riduzione r_f (applicato alle perdite per danno materiale L_f) deve essere assunto pari a 1.

**Le componenti di rischio influenzate dal pericolo di esplosione sono :
 R_B e R_V (danni materiali alla struttura)**

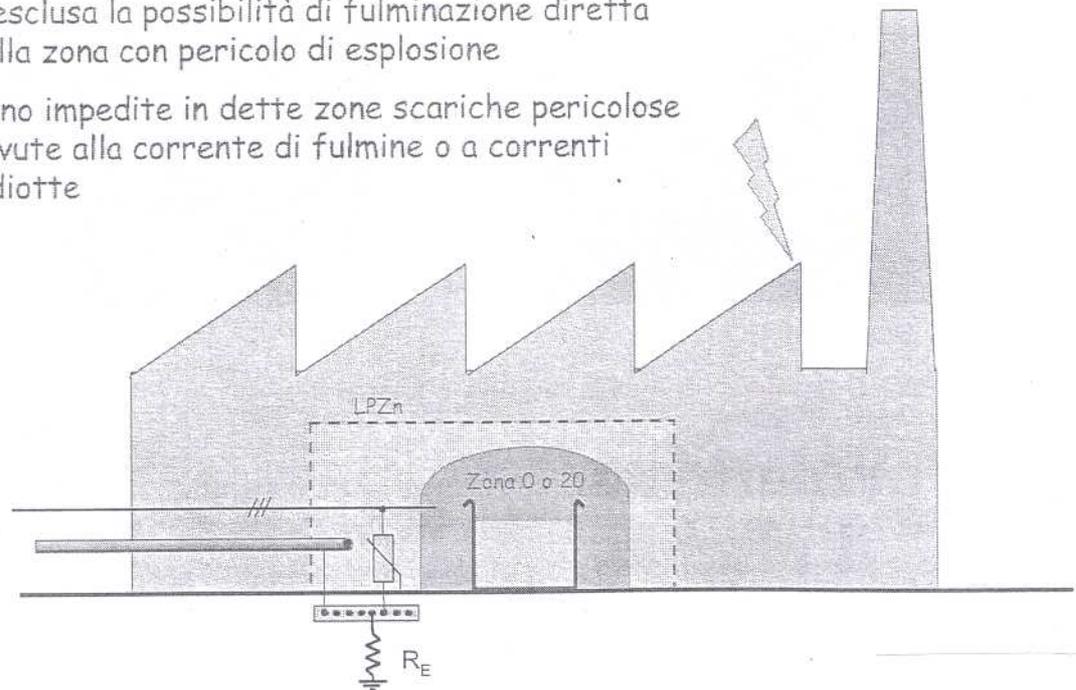
Ai fini della valutazione del rischio la presenza di zone con pericolo di esplosione di tipo 0 o 20 può essere trascurata quando :

- **sia esclusa la possibilità di fulminazione diretta della zona con pericolo di esplosione;**
e
- **siano impedito in dette zone scariche pericolose dovute a frazioni della corrente di fulmine o a correnti indotte.**

Quanto detto viene riportato nella figura seguente

Ai fini della valutazione del rischio, la presenza di zone con pericolo di esplosione di tipo 0 e 20 può essere trascurata quando:

- È esclusa la possibilità di fulminazione diretta della zona con pericolo di esplosione
- Sono impedito in dette zone scariche pericolose dovute alla corrente di fulmine o a correnti indotte



8. Protezione contro i fulmini degli Impianti fotovoltaici

Si considerano due casi :

Tetto fotovoltaico

Campo fotovoltaico

Le componenti di rischio sono **R1 , R2 e R4**

- **Tetto fotovoltaico**

- **R1 : rischio di perdite di vite umane:**

$$R1 = RA + RB + RU + RV$$

dove per fulmini sulla struttura

RA è dovuta a tensioni di contatto e passo

RB è dovuta a danni materiali (esplosione e incendio)

dove per fulmini sulla linea entrante nella struttura

RU è dovuta a tensioni di contatto e passo

RV è dovuta a danni materiali (esplosione e incendio)

Stante le **dimensioni normalmente contenute** della struttura che ospita il **tetto fotovoltaico**, normalmente il rischio **R1** non è rilevante

- **R2 : rischio di perdita inaccettabile di servizio pubblico :**

$$R2 = RM + RZ$$

- **R4 : rischio di perdita economica :**

$$R4 = RM + RZ$$

dove

RM è dovuta a guasto a impianti interni causato da LEMP (impulso elettromagnetico di fulmine) **per scarica indiretta dell'edificio**

RZ è dovuta a guasto a impianti interni per sovratensioni **per scarica indiretta di linea**

- **Campo fotovoltaico**

Per il campo fotovoltaico normalmente il rischio R1 non è rilevante con persone non presenti e struttura sostanzialmente incombustibile.

$$\mathbf{R2 = R_M + R_C}$$

dove

R_M è dovuta a guasto a impianti interni causato da LEMP
per scarica indiretta dell'edificio

R_C è dovuta a guasto a impianti interni
per scarica diretta dell'edificio

$$\mathbf{R4 = R_M}$$

Il valore totale del rischio R è la somma delle componenti di rischio considerate.

9. Necessità o convenienza delle misure di protezione

La nuova norma prevede che occorre **calcolare il rischio complessivo** della struttura , **per ognuno dei tipi di danno presenti**, e **confrontare tale valore con il rischio tollerato dalla norma R_T** .

La norma stabilisce il valore di rischio tollerabile nel caso in cui il fulmine coinvolga la perdita di vite umane , la perdita di servizio pubblico o di patrimonio culturale insostituibile , come risulta dalla tabella seguente.

Tipici valori di rischio tollerabile R_T

Tipo di perdita	R_T (anni ⁻¹)
Perdita di vite umane o danni permanenti (1)	10^{-5}
Perdita di servizio pubblico (2)	10^{-3}
Perdita di patrimonio culturale insostituibile (3)	10^{-3}

(1) Danno inteso come numero riferito al numero totale di persone esposte al rischio (es. una persona ogni centomila persone per danni dovuti al fulmine).

(2) Danno inteso come prodotto del numero di utenti non serviti per la durata annua del disservizio, riferito al numero totale degli utenti serviti all'anno .

(3) Danno inteso come valore annuo dei beni perduti , riferito al valore totale dei beni esposti al rischio.

Se $R \leq R_T$ la protezione contro il fulmine non è necessaria ;
se $R > R_T$ devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere $R \leq R_T$ per tutti i rischi considerati.

La procedura per valutare **la necessità della protezione** è illustrata nella figura 1

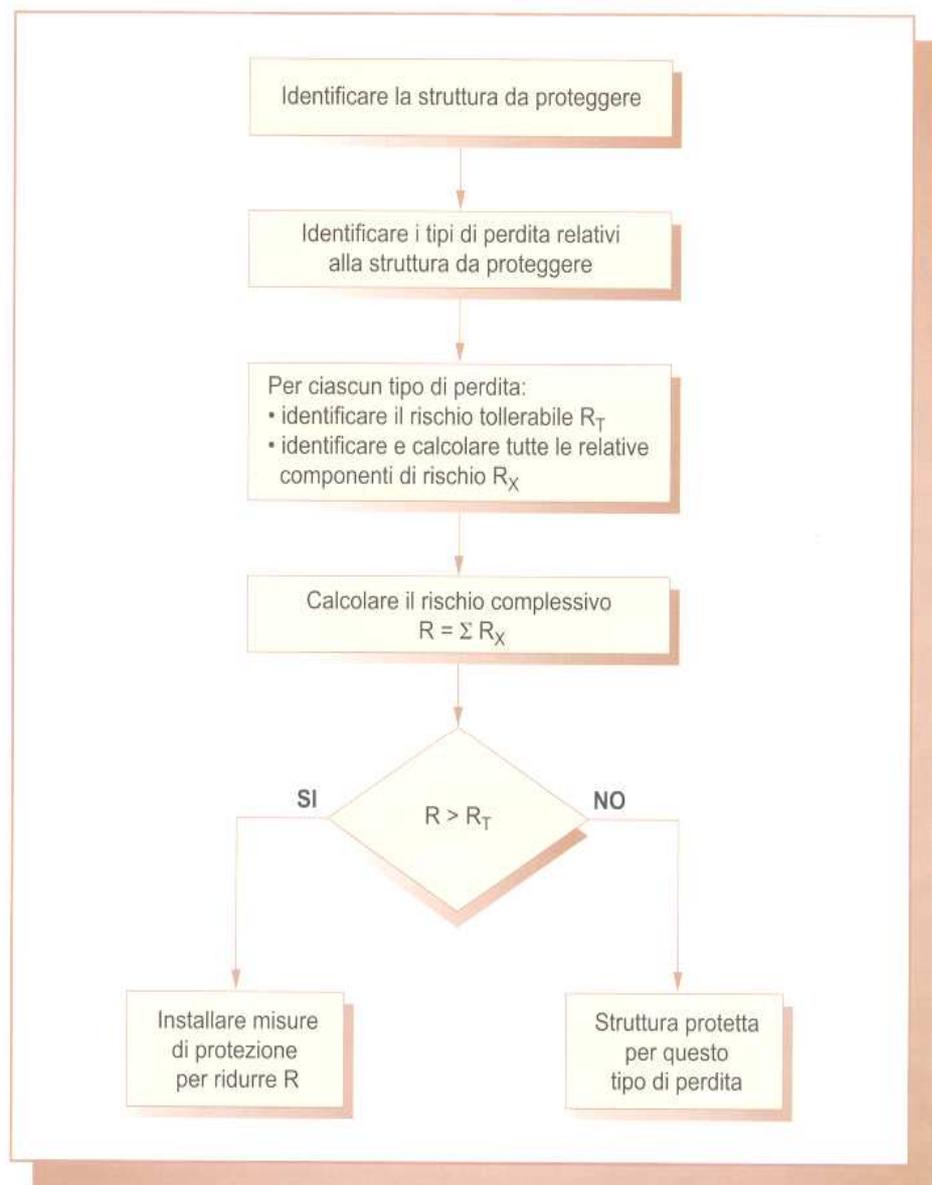


Fig. 1 - Procedura per valutare la necessità della protezione.

Oltre alla necessità della protezione contro il fulmine di una struttura , può essere utile valutare i benefici economici conseguenti alla messa in opera di misure di protezione atte a ridurre la perdita economica L4

La valutazione della convenienza economica delle misure di protezione , anche se facoltativa , è consigliata (Variante V1).

Tale procedura richiede il **calcolo delle componenti di rischio relative alle perdite economiche con e senza le misure di protezione.**

Indicando con

CL il costo annuo della perdita totale senza misure di protezione

CRL il costo annuo della perdita residua , cioè quelle che si hanno anche in presenza delle misure di protezione

CP il costo delle misure di protezione

CPM il costo annuo delle misure di protezione scelte

si può procedere alla valutazione economica della protezione

Se $CL < CRL + CPM$, la protezione contro il fulmine non è economicamente conveniente.

Se $CL \geq CRL + CPM$, l'adozione delle misure di protezione si traduce in un risparmio effettivo.

La procedura per valutare la convenienza economica delle misure di protezione è illustrata nella figura 2

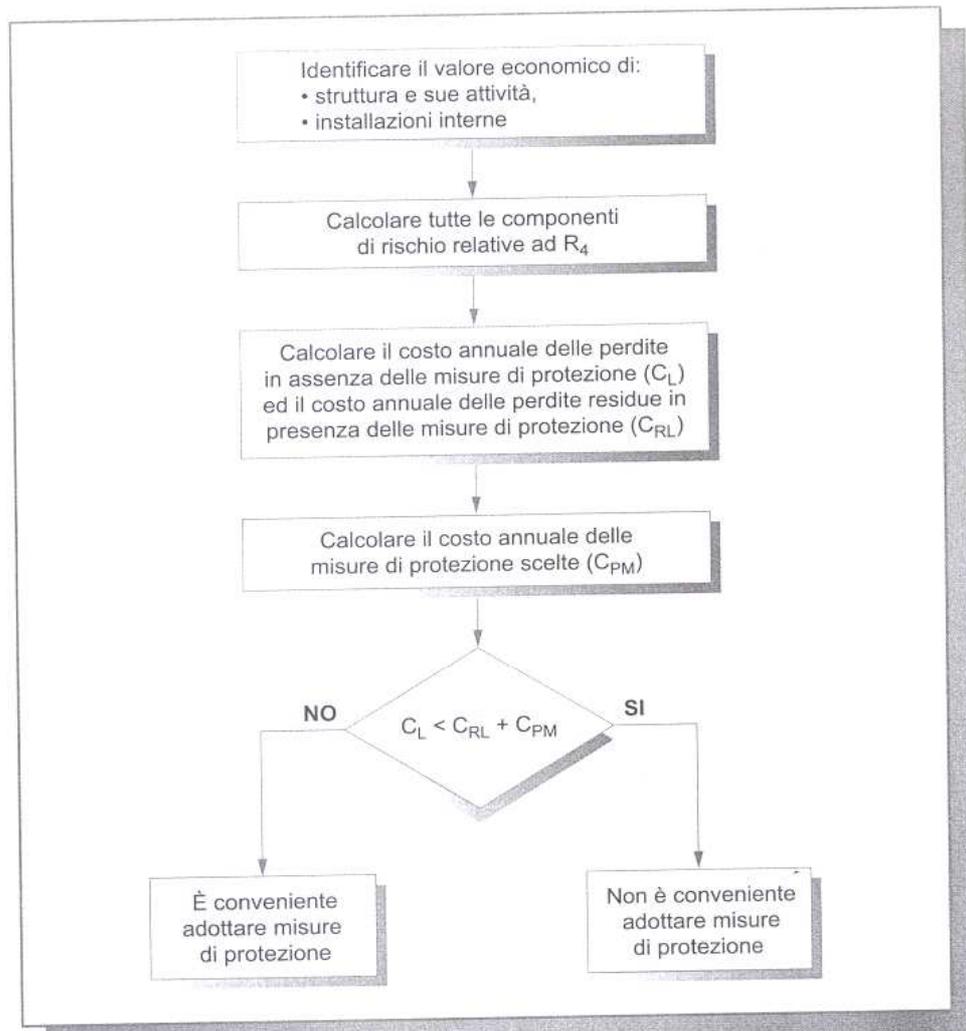


Fig. 2 - Procedura per valutare la convenienza economica della protezione.

10. Misure di protezione

10.1 Scelta delle Misure di protezione

La scelta delle misure di protezione più adatte deve essere effettuata dal progettista in funzione del peso di ciascuna componente di rischio totale **R** ed in funzione degli aspetti tecnici ed economici delle diverse misure di protezione.

Devono essere identificati i parametri critici al fine di determinare la misura di protezione più efficace per la riduzione del rischio R.

Per ciascun tipo di perdita vi è una varietà di misure di protezione che, singolarmente o in combinazione tra loro , possono realizzare la condizione

$$\mathbf{R} \leq \mathbf{R_T}$$

La soluzione da adottare deve essere scelta tenendo conto degli aspetti tecnici ed economici.

10.2 Principali misure di protezione

Le principali misure di protezione sono :

- **l'impianto di protezione contro i fulmini (LPS)** la cui realizzazione va eseguita in conformità alla norma **CEI EN 62305-4**
- **un sistema di SPD** realizzato in conformità alla norma **CEI EN 62305-4**

Impianto di protezione LPS (Lighting Protection System) è l'impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura

il **Limitatore di sovratensioni SPD** (Surge Protective Device) è il dispositivo per limitare le sovratensioni e deviare le sovracorrenti

il **Sistema di SPD** è il gruppo di SPD adeguatamente scelto , coordinato ed installato per ridurre i guasti dei sistemi elettrici ed elettronici

I limitatori di sovratensione SPD hanno lo scopo di evitare il danneggiamento di circuiti e di apparati causati da sovratensioni di origine esterna (fulminazioni) e di origine interna (manovre o interventi di dispositivi di protezione)

Le sovratensioni dovute a fulminazioni sono le più gravose.

L'**SPD** deve contenere l'ampiezza delle sovratensioni al di sotto del livello di isolamento degli apparati assicurando , nel contempo, la desiderata qualità del servizio ed una sua accettabile durata di vita.

Gli SPD vanno scelti a seconda:

- **del loro punto di installazione nell'impianto e della relativa corrente di scarica**
- **della tensione di tenuta ad impulso delle apparecchiature da proteggere e della distanza esistente tra queste e l'SPD che deve essere inferiore alla distanza di protezione determinata da fenomeni di oscillazione e induzione.**

Poiché le sovratensioni più frequenti e pericolose sono quelle verso terra ,
gli **SPD vanno installati tra conduttori attivi e terra .**

La posizione dell'SPD rispetto all'apparecchiatura da proteggere è influenzata dal modo in cui le sovratensioni sono generate:

- **sovratensioni per accoppiamento resistivo** sull'impianto di terra dell'edificio;
- **sovratensioni per accoppiamento induttivo** nei circuiti interni dell'edificio;
- **sovratensioni provenienti dalla linea.**

Gli SPD devono essere installati in modo tale che gli apparati risultino essere collegati entro la distanza di protezione intesa come la distanza, misurata lungo il circuito, entro cui un SPD riesce a proteggere un'apparecchiatura.

I parametri fondamentali dell'SPD sono :

- la classe di prova
- il potere di scarica
- la tensione di protezione

La classe di prova **I, II** o **III** identifica l'SPD ed il tipo di protezione che è in grado di effettuare.

L'SPD di classe I è adatto alla **protezione da scariche dirette**

L'SPD di classe II è adatto alla **protezione da scariche indirette** eliminando le sovratensioni generate dal fulmine deviando la corrente

L'SPD di classe III è adatto alla **protezione da scariche indirette** proteggendo le apparecchiature dalle sovratensioni indotte

SPD di Tipo 1 vanno installati all'arrivo della linea ;

SPD di Tipo 2 vanno installati nei quadri di distribuzione intermedi

SPD di Tipo 3 vanno installati vicino agli apparati da proteggere

Altre misure di protezione (integrative) :

a) misure per ridurre le probabilità di danno :

- incremento della resistività superficiale del suolo nella fascia di 3 m intorno alla struttura;
- incremento della resistività superficiale dei pavimenti interni della struttura;
- schermatura totale o parziale della struttura;
- schermatura dei circuiti interni alla struttura;
- idonea distribuzione del cablaggio dei circuiti interni alla struttura;
- uso di apparecchiature con tensione di tenuta ad impulso elevata;
- schermatura delle linee elettriche entranti.

b) misure per limitare l'entità delle perdite da incendio :

- estintori;
- idranti;
- impianti di allarme incendio;
- impianti di estinzione;
- vie di fuga protette;
- compartimentazione antincendio.

c) misure per impedire il contatto con parti pericolose all'esterno :

- isolamento;
- barriere;
- cartelli monitori.

In conclusione si ha :

1. Misure di protezione atte a ridurre i danni ad esseri viventi dovuti a tensione di contatto e passo costituite da :

- adeguato isolamento delle parti conduttive esposte
- equipotenzializzazione del suolo per mezzo di un dispersore a maglia
- barriere e cartelli ammonitori

2. Misure di protezione atte a ridurre i danni materiali :

per le strutture

- impianto di protezione contro il fulmine (LPS)

per i servizi

- fune di guardia

3. Misure di protezione atte a ridurre i guasti negli impianti elettrici ed elettronici

per le strutture

- impianto di protezione contro il LEMP consistente nei seguenti provvedimenti utilizzabili da soli o congiuntamente:

1. Messa a terra ed equipotenzializzazione;
2. Schermatura;
3. Percorso delle linee;
4. Sistema di SPD.

per i servizi

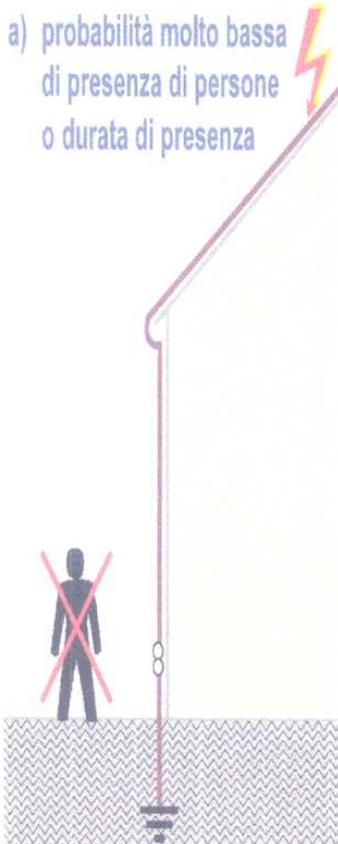
- Limitatori di sovratensioni (SPD) distribuiti lungo la linea ed al termine della linea stessa
- Cavi schermati

Protezioni contro le tensioni di contatto

La calata isolata e certificata a 100 kV

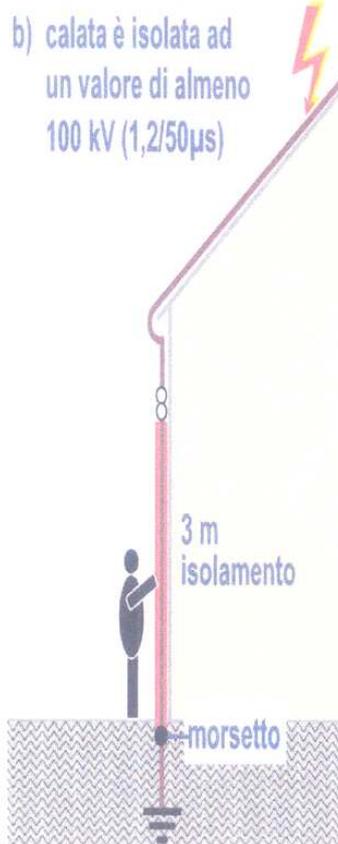
Nessun pericolo di vita, se...

a) probabilità molto bassa di presenza di persone o durata di presenza

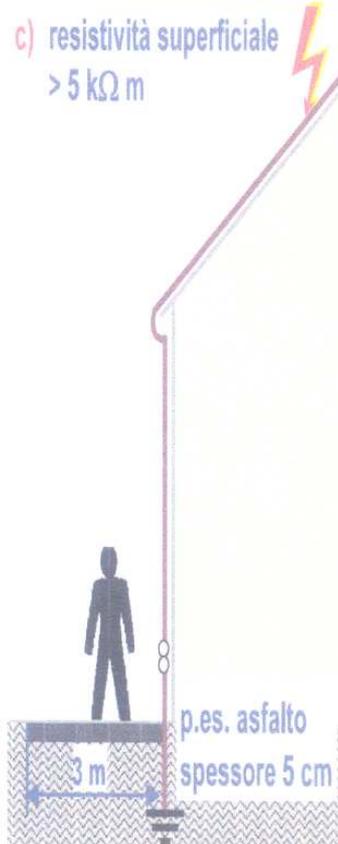


CEI EN 62305-3, CEI 81-10/3, Cap. 8.1

b) calata è isolata ad un valore di almeno 100 kV (1,2/50 μ s)



c) resistività superficiale > 5 k Ω m



11. Verifica Impianti di protezione contro i fulmini

11.1 Generalità

Gli Impianti di Protezione contro i fulmini sono oggetto delle norme EN 62305 (CEI 81/10) .

Un **impianto di protezione contro i fulmini LPS (Lightning Protection System)** si compone essenzialmente di :

- Un impianto **esterno** , costituito da **captatori** (che intercettano i fulmini diretti sulla struttura) , **calate** (che conducono a terra senza danni la corrente di fulmine) e **dispersori** (che disperdono a terra tale corrente);
- Un impianto **interno** , costituito da **collegamenti equipotenziali** diretti o tramite **SPD** , ovvero adeguate **distanze di sicurezza** , per evitare scariche pericolose e/o sovratensioni nella struttura.

Scopo di un LPS esterno

L'LPS esterno ha la funzione di intercettare i fulmini sulla struttura compresi quelli sulle facciate laterali, e di condurre la corrente di fulmine dal punto di impatto a terra.

L'LPS esterno ha anche la funzione di disperdere la corrente nel terreno senza che si verifichino danni termici o meccanici e scariche pericolose in quanto in grado di innescare incendi o esplosioni.

Nella maggioranza dei casi **L'LPS esterno** dovrebbe essere appoggiato alla struttura che deve essere protetta.

L'uso di un **LPS esterno isolato** dovrebbe essere preso in considerazione :

- quando gli effetti termici ed esplosivi nel punto di impatto , o nei conduttori percorsi dalla corrente di fulmine, **possono causare danno alla struttura o al suo contenuto;**
- quando la suscettibilità del contenuto richieda **la riduzione del campo elettromagnetico** irradiato associato alle correnti di fulmine nelle calate.

Posizionamento

I componenti del sistema di captatori installati su una struttura devono essere posizionati in corrispondenza degli spigoli , dei punti esposti e dei bordi secondo uno o più dei seguenti metodi :

- **metodo dell'angolo di protezione** (è adatto a strutture semplici ; i conduttori di captazione , le aste e le maglie dovrebbero essere posizionati in modo che tutte le parti della struttura da proteggere siano all'interno della superficie generata proiettando i punti dei conduttori di captazione sul piano di riferimento con un **angolo alfa** rispetto alla verticale in tutte le direzioni ; **l'angolo è funzione dell'altezza del captatore**)
- **metodo delle sfere rotolanti** (è adatto a strutture di forma complessa; il posizionamento del captatore è corretto se nessun punto della struttura da proteggere viene in contatto con una sfera il cui raggio dipende dalla classe dell'LPS, che rotola sul terreno , intorno e sulla struttura in tutte le direzioni possibili; **pertanto la sfera dovrà toccare solo il terreno e/o il captatore**; viene utilizzato quando è precluso l'uso del metodo dell'angolo di protezione).
- **metodo della maglia** (si presta per scopi generali ed **è adatto per la protezione di superfici piane** se i captatori sono posizionati su vertici del tetto, sporgenze del tetto, bordi del tetto ecc. e i lati di maglia sono quelli previsti dalla norma)

Classe dell'LPS	Raggio della sfera rotolante m	Lato di magliatura m	Angolo di protezione
I	20	5 x 5	Variabile con l'altezza
II	30	10 x 10	“
III	45	15 x 15	“
IV	60	20 x 20	“

Gli organi di captazione possono essere ad asta verticale , a fune , a maglia .

Il volume protetto da un organo di captazione ad asta verticale si assume abbia la forma di un cono circolare retto con vertice sull'asse del captatore, **semiapertura dipendente dal livello di protezione** e dall'altezza del captatore .

Il volume protetto da un organo di captazione a fune è definito dalla composizione dei volumi protetti da aste verticali virtuali con i vertici sulla fune .

Il volume protetto da un organo di captazione a maglia è definito dalla composizione dei volumi protetti relativi ai singoli conduttori che formano la maglia.

Ai sensi delle norme **CEI 81-10/3** un **LPS** deve essere verificato da personale specializzato contro il fulmine :

- **durante la costruzione della struttura**, per controllare gli elementi integrati nella struttura stessa (es. ferri del cemento armato) , inaccessibili a costruzione terminata;
- **dopo l'installazione dell'LPS** in occasione della verifica iniziale;
- periodicamente a seconda del livello di protezione dell'**LPS** corrispondenti ai livelli di protezione **LPL** definiti tramite l'analisi del rischio secondo la norma **CEI 81-10/2**;
- **dopo modifiche** o riparazioni dell'impianto , oppure dopo che la struttura è stata colpita da un fulmine.

Il verificatore deve disporre della documentazione di progetto , nonché dei rapporti relativi alla manutenzione ed alle precedenti ispezioni.

La periodicità di verifica dipende da numerosi fattori , quali le caratteristiche della struttura protetta , la classe dell'LPS , i materiali utilizzati , le condizioni ambientali.

La norma **CEI 81-10/3** suggerisce la periodicità riportata nella tabella sotto riportata:

Livello di protezione dell'LPS	Ispezione visiva	Verifica completa
I , II	1 anno	2 anni
III , IV	2 anni	4 anni

La norma definisce quattro classi di **LPS** (da I a IV), corrispondenti ai livelli di protezione **LPL** .

LPL	classe dell'LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

La norma suggerisce di effettuare ispezioni visive e complete ogni anno per gli impianti critici ovvero per le parti di **LPS** installati su strutture con rischio di esplosione, che presentano cioè **zone 0 (gas)** o **zone 20 (polveri)** - **Variante V1** - , oppure sostanze esplosive.

N.B. Questa periodicità della verifica, ai fini della regolare manutenzione dell'impianto, non va confusa con quella delle verifiche ispettive da parte dell'autorità quali ASL o Organismi autorizzati dal Ministero delle Attività produttive, di cui al DPR n. 462/01 (ogni due anni nei cantieri, luoghi a maggiore rischio in caso di incendio e nei luoghi adibiti ad uso medico ; ogni cinque anni negli altri luoghi).

Al termine di ogni verifica dell'**LPS** , il verificatore deve compilare un rapporto , che va conservato insieme alla documentazione di progetto ed ai precedenti rapporti di manutenzione e verifica , e che dovrebbe contenere informazioni su:

- condizioni generali dei captatori e delle calate;
- livello generale di corrosione e condizione delle misure contro la corrosione;
- affidabilità degli ancoraggi dei conduttori e dei componenti dell'**LPS** ;
- documentazione delle eventuali modifiche ed estensioni dell'**LPS** e/o della struttura;
- i risultati delle prove e misure eseguite , in particolare della resistenza dell'impianto di terra.

11.2 Ispezione visiva

Durante l'ispezione visiva , **ai sensi dell'art. 7.2.3 delle norme CEI 81-10/3**, il verificatore deve accertarsi che l'**LPS** rispetti il progetto e sia in buone condizioni strutturali e di funzionamento , pertanto **deve verificare che:**

- non vi siano connessioni allentate o rotture accidentali nei conduttori e nelle giunzioni;
- nessun elemento sia deteriorato o indebolito dalla corrosione;
- le connessioni visibili siano intatte e funzionalmente operanti;
- i componenti visibili siano ancorati alla superficie di fissaggio;
- non siano state fatte aggiunte o modifiche alla struttura protetta tali da richiedere una protezione addizionale;
- non vi siano segni di danno all'**LPS** , agli **SPD** ;
- i conduttori equipotenziali all'interno della struttura siano presenti ed intatti;
- siano rispettate le distanze di sicurezza e cioè le distanze oltre le quali non si possono verificare scariche pericolose tra calate (o captatori) e corpi metallici, o circuiti elettrici , interni alla struttura.

In base alle norme **CEI 81-10/3** si riportano **le dimensioni** per i principali materiali di captatore – calata – dispersore :

a) captatore – calata : il tondino e la corda di rame devono avere una sezione di 50 mmq e non più di 35 mmq. Se l'acciaio inossidabile è inglobato nel calcestruzzo o a contatto diretto con materiali infiammabili , la sezione del tondino massiccio deve essere aumentata a 78 mmq con diametro di 10 mm.;

b) dispersore :

- tondo massiccio in acciaio zincato di 16 mm di diametro;
- tondo massiccio in acciaio ramato di 14 mm di diametro (con 250 micro m di rivestimento di rame);
- profilato di acciaio zincato a croce di dimensione 50 x 50 x 3mm;
- tondino in acciaio zincato di 10 mm di diametro;
- corda in rame da 50 mmq con filo elementare da 1,7 mm;
- bandella in acciaio zincato da 90 mmq con spessore 3mm.

Possono essere utilizzati come **captatori** , **calate** e **dispersori** i ferri del cemento armato **ma solo a determinate condizioni.**

Captatori

La norma prevede tre tipi di captatori : **ad asta** , **a fune** e **a maglia.**

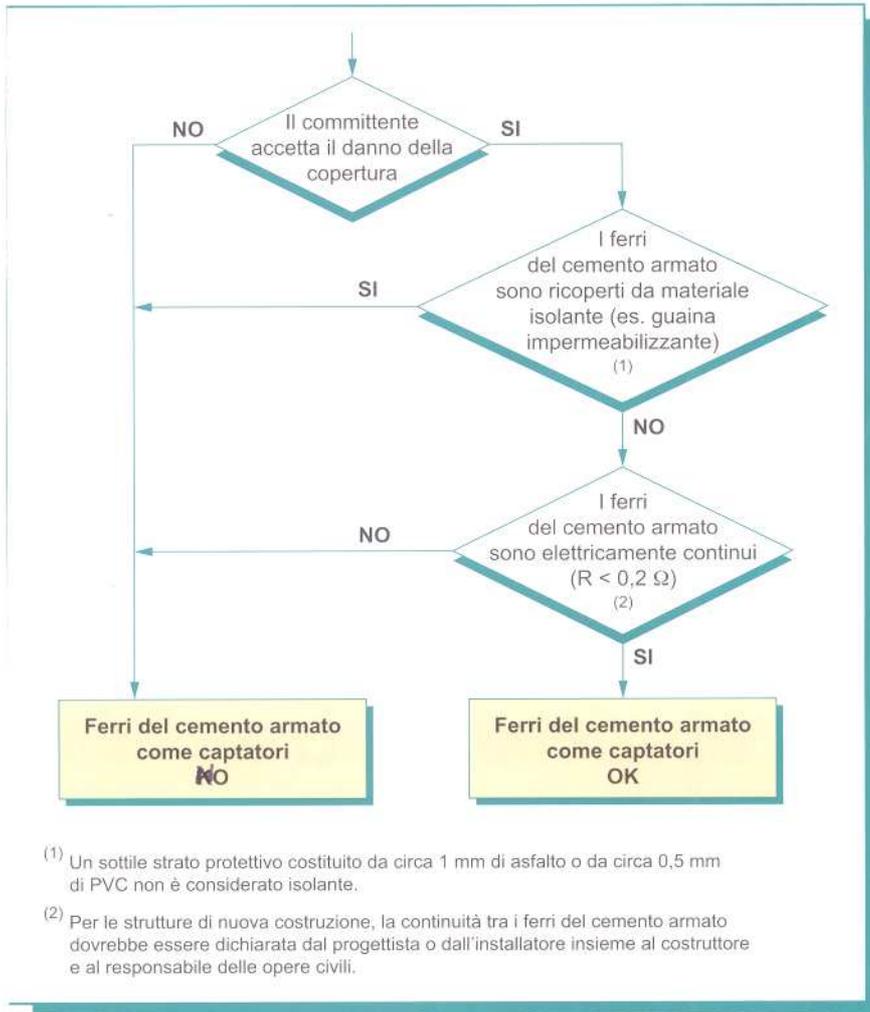
Orbene i ferri del cemento armato possono svolgere la funzione di captatore naturale e sostituire completamente un captatore intenzionale a maglia alle seguenti condizioni:

1. il committente accetta che la copertura del tetto sovrastante i ferri del cemento armato , possa essere danneggiata dal fulmine;
2. la copertura del tetto sovrastante i ferri del cemento armato non presenta un rivestimento isolante;
3. i ferri del cemento armato sono elettricamente continui;
4. la disposizione dei ferri del cemento armato è tale da soddisfare il lato massimo di magliatura richiesto dalle norme CEI in relazione alla classe dell'impianto di protezione (come da Tabella) .

Tabella

Classe dell'LPS	Lato di magliatura
I	5 m x 5 m
II	10 m x 10 m
III	15 m x 15 m
IV	20 m x 20 m

Nella figura seguente è riassunto quanto detto.



Calate

Le calate servono per collegare i captatori ai dispersori .

I ferri di armatura del calcestruzzo possono essere utilizzati come calate a condizione che siano continui.

L'uso dei ferri del cemento armato come calate naturali consente inoltre di :

- limitare l'equipotenzializzazione di linee elettriche e corpi metallici alla base della struttura , senza valutare la distanza di sicurezza (al di sotto della quale i circuiti elettrici e i corpi metallici interni devono essere collegati alla calata tramite SPD);
- evitare l'installazione di eventuali conduttori ad anello per collegare tra loro le calate e migliorare così la ripartizione della corrente di fulmine;
- diminuire l'entità delle sovratensioni indotte grazie alla ripartizione della corrente e alla presenza di percorsi paralleli con campi magnetici contrapposti.

Se i ferri del cemento armato utilizzati come calate sono collegati direttamente ai ferri delle fondazioni , i quali costituiscono un dispersore, non è richiesto alcun punto di misura (vedi figura)

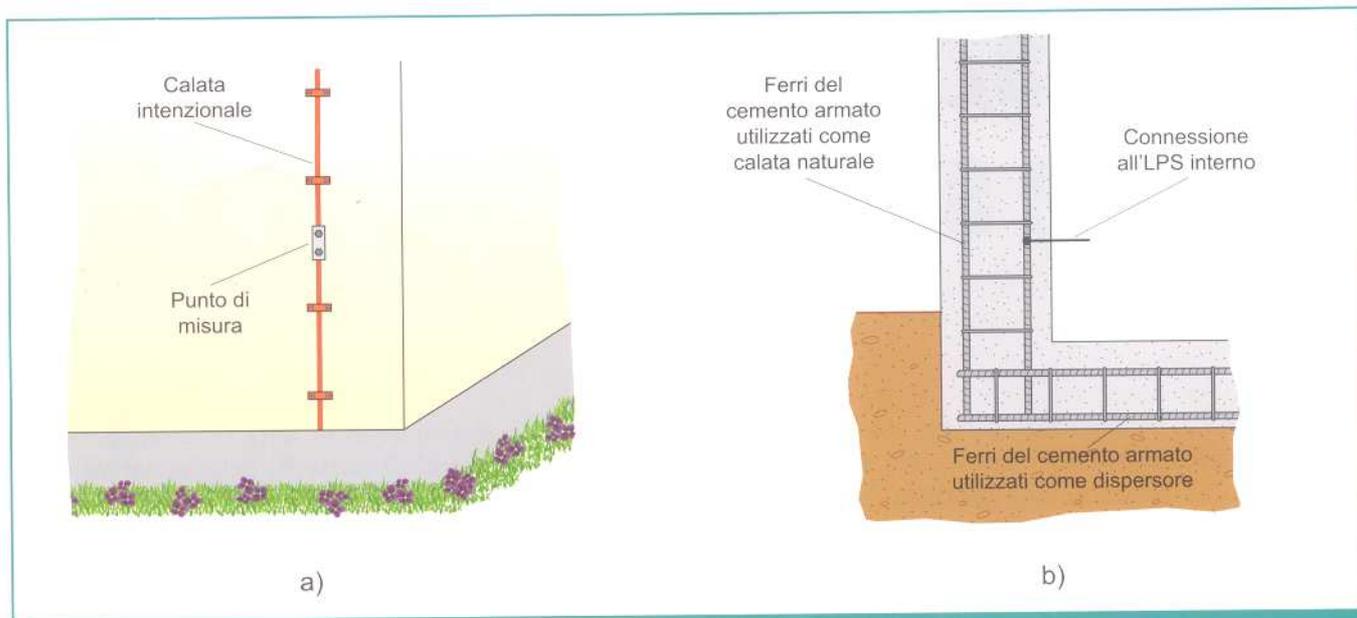


Fig. - Un punto di misura sulla calata alla base dell'edificio:
a) è richiesto sulla calata intenzionale;
b) non è richiesto se la calata è costituita dai ferri del cemento armato.

Dispersore

I ferri delle fondazioni in cemento armato possono svolgere la funzione di **dispersore naturale** a condizione che sia garantita la loro continuità elettrica e il diametro dei tondini in acciaio o acciaio inossidabile , non sia inferiore a 10 mm.

Se tra i ferri del cemento armato e il terreno è interposto uno strato di materiale isolante per l'impermeabilizzazione non si possono utilizzare i ferri delle fondazioni come dispersore e occorre predisporre un dispersore intenzionale ad anello.

Se i ferri del cemento armato si trovano al disotto dell'impermeabilizzazione è necessario che sia curata in modo particolare la connessione con le calate e quindi è possibile utilizzare , previo accordo con il responsabile dei lavori edili, passanti a tenuta d'acqua per attraversare l'isolamento o in alternativa realizzare il collegamento esternamente alla calata intenzionale.

Nella figura successiva viene riportato quanto detto.

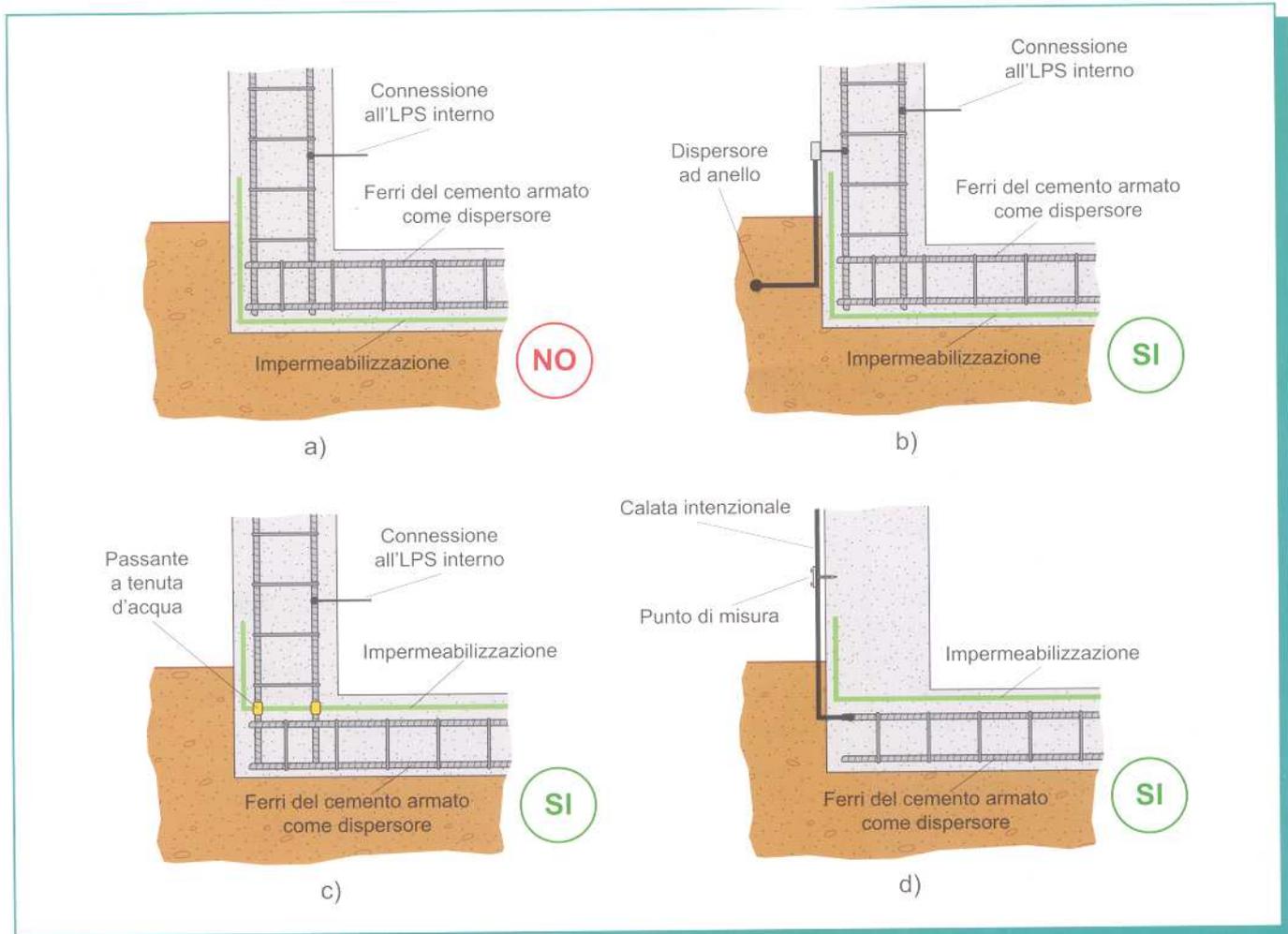


Fig. - Esempi di collegamento tra calate e ferri del cemento armato utilizzati come dispersore, in presenza di una impermeabilizzazione.

11.3 Prove e misure

Oltre all'ispezione visiva , la verifica dell'**LPS** , **in base all'art. 7.2.4 delle norme CEI 81-10/3** , deve comprendere le seguenti prove e misure :

- verifica della continuità dei conduttori , connessioni e giunzioni , in particolare per quelle parti che non sono visibili;
- misura della resistenza di terra del sistema di dispersori.

I ferri di armatura del calcestruzzo possono essere utilizzati come calate a condizione che siano continui.

Per le strutture nuove la loro continuità deve essere certificata dal progettista e/o installatore dell'LPS in cooperazione con il costruttore ed il responsabile delle opere civili.

Ai sensi **dell'art. 4.3** delle **norme CEI 81-10/3** , per le strutture esistenti, **la continuità va verificata** , in fase di installazione dell'impianto , con una misura di resistenza elettrica tra la sommità e la base della struttura, ed è garantita **se tale resistenza è inferiore a 0,2 ohm** , mentre la vecchia norma CEI 81-1 richiedeva una resistenza di 0,1 ohm misurata con una corrente di prova di almeno 10A.

La norma suggerisce di misurare la resistenza di terra di ogni dispersore e non solo quella del sistema di dispersori completo e nel caso la resistenza di terra del sistema di dispersori supera 10 ohm è opportuno verificare che l'intero sistema disperdente sia conforme a quanto richiesto dall'art. 5.4 della norma CEI 81-10/3.

11.4 Protezione dalle sovratensioni

La protezione contro le sovratensioni provenienti dalle linee (fulminazione indiretta) è richiesta dalle **norme CEI 64-8 /4 e dalle norme CEI 81-10**

Un impianto se necessita di **dispositivi di protezione contro le sovratensioni (SPD : Surge Protective Device)**, contro gli impulsi trasmessi agli apparati tramite le linee di alimentazione e di telecomunicazione **e ne è sprovvisto non si può considerare a regola d'arte.**

Nel valutarne la necessità , il progettista deve tenere conto anche del rischio economico e cioè del danno che le sovratensioni possono produrre all'edificio e alle apparecchiature secondo la norma **CEI 81-10/2** , a meno che il committente abbia esplicitamente accettato questo rischio

La scelta e l'installazione degli **SPD** deve essere correttamente effettuata secondo l'**Allegato D delle norme CEI 81-10/4** e precisamente :

- all'arrivo linea : **SPD di Tipo 1** provati con impulso 10/350 micros;
- nei quadri di distribuzione intermedi : **SPD di Tipo 2** provati con impulso 8/20 micros;
- vicino agli apparati da proteggere : **SPD di Tipo 3** provati con onda combinata.

Gli SPD devono essere installati in modo tale che gli apparati risultino essere collegati entro la distanza di protezione.

Nelle strutture in cui è solamente stata definita la **LPZ1** , e cioè la zona dove la corrente è limitata dalla suddivisione della corrente di fulmine e dalla presenza di **SPD** al confine della zona stessa, **gli SPD devono essere installati almeno all'ingresso della linea nella struttura, e ulteriori SPD devono essere installati se l'apparato da proteggere risulti essere ad una distanza di protezione superiore dell'SPD .**

11.5 Procedura per le ispezioni da parte degli enti autorizzati

La procedura operativa da seguire nel corso delle ispezioni per le verifiche ispettive degli **Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche** è **dettata dall'art. 4 del DPR 462/01.**

Il DPR 462/01 è il regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche , di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

Il suddetto DPR al capo II riguardante gli impianti elettrici di messa a terra e **dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, all'art. 2,** relativo alla messa in esercizio e omologazione dell'impianto, dispone che la messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a terra e dei **dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche** non può essere effettuata **prima della verifica eseguita dall'installatore che rilascia la dichiarazione di conformità** ai sensi della normativa vigente che equivale a tutti gli effetti ad **omologazione dell'impianto.**

Entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto , il datore di lavoro invia la dichiarazione di conformità **all'ISPESL ed all'ASL o ARPA territorialmente competenti.**

L'ISPESL, ai sensi dell'art. 3 , effettua a campione la prima verifica sulla conformità alla normativa vigente degli impianti **di protezione contro le scariche atmosferiche** ed i **dispositivi di messa a terra** degli impianti elettrici e trasmette le relative risultanze all'ASL o ARPA.

Ai sensi dell'art. 4 , il **Datore di Lavoro** è tenuto ad effettuare **regolari manutenzioni all'impianto, nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni cinque anni** , ad esclusione di quelli installati in cantieri, in locali adibiti ad uso medico e negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio **per i quali la periodicità è biennale.**

Per l'effettuazione della verifica , il Datore di Lavoro si rivolge **all'ASL o ARPA o ad eventuali organismi individuati dal Ministero delle Attività produttive** sulla base di criteri stabiliti dalla normativa tecnica europea UNI CEI.

Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica rilascia il relativo verbale al Datore di Lavoro che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.

Il capo III riguarda gli impianti in luoghi con pericolo di esplosione e la relativa messa in esercizio e omologazione .

Anche in questo caso la messa in esercizio non può essere effettuata prima della verifica di conformità rilasciata al datore di lavoro dall'installatore che rilascia la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente.

Entro trenta giorni dalla messa in esercizio dell'impianto , il datore di lavoro invia la dichiarazione di conformità **all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti che effettuano l'omologazione.**

Il Datore di Lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni all'impianto, **nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni due anni da parte dell'ASL o ARPA o di eventuali organismi individuati dal Ministero delle Attività produttive** sulla base di criteri stabiliti dalla normativa tecnica europea UNI CEI.

Ai sensi del capo IV le **verifiche straordinarie** sono effettuate **dall'ASL o ARPA o dagli organismi individuati dal Ministero delle Attività produttive** , nei casi di:

- a) esito negativo della verifica periodica;
- b) modifica sostanziale dell'impianto;
- c) richiesta del Datore di Lavoro.

Ai sensi del capo V , art. 9 , sono abrogati :

- a) gli articoli 40 e 328 del DPR 547/55
- b) gli articoli 2,3 e 4 del decreto del Ministro per il lavoro e la previdenza sociale del 12 settembre 1959 , nonché i modelli A, B e C allegati al medesimo decreto.

Di seguito viene riportato il modello che il Datore di Lavoro deve inviare ai sensi del DPR 462/01 .

DPR 22/10/2001 N° 462
PER NUOVO IMPIANTO A CURA DEL DATORE DI LAVORO

SOTTOPOSTO AGLI OBBLIGHI DEL DPR 547/55 IN PRESENZA DI LAVORATORI SUBORDINATI Art. 3

Il sottoscritto in qualità di

della DITTA Sede Sociale in

Via n° Cap. Tel.
 e-mail

invia DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ della Ditta installatrice

con Sede Via Tel.
 e-mail

Allegati obbligatori conservati presso la Ditta utente:

- Messa a terra
- Protezione contro le scariche atmosferiche
- Luoghi con pericolo di esplosione

Ubicazione dell'impianto:

CITTÀ Via Cap. Tel.

TIPO D'IMPIANTO SOGGETTO A VERIFICA:

- CANTIERE - Data presumibile chiusura:
- OSPEDALE E CASA DI CURA
- AMBULATORIO MEDICO
- AMBULATORIO VETERINARIO
- CENTRO ESTETICO
- EDIFICIO SCOLASTICO
- LOCALE DI PUBBLICO SPETTACOLO
- STABILIMENTO INDUSTRIALE - Tipo di attività:
- ATTIVITÀ AGRICOLA
- ATTIVITÀ COMMERCIALE
- ILLUMINAZIONE PUBBLICA
- IMPIANTO A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO - Tipo di attività:
- TERZIARIO - Tipo di attività:
- ALTRO - Tipo di attività:

Numero degli addetti:

<p>Verifica impianto protezione contro i fulmini</p> <p>a) Parafulmini ad astasi <input type="checkbox"/>no <input type="checkbox"/>n°</p> <p>b) Parafulmini a gabbiasi <input type="checkbox"/>no <input type="checkbox"/>n°</p> <p>N 1 superficie protettam²</p> <p>N 2 superficiem²</p> <p>c) Strutture, recipienti e serbatoi metallici per i quali si richiede la verifica dell'impianto di protezionesi <input type="checkbox"/>no <input type="checkbox"/> n°</p> <p>d) Capannoni metallici per i quali si richiede la verifica dell'impianto di protezionesi <input type="checkbox"/>no <input type="checkbox"/> n°</p> <p>e) Per cantieri edili indicare il numero di strutture metalliche per le quali si richiede la verifica dell'impianto di protezione dai fulmini n°.....</p>	<p>TIPO DI ALIMENTAZIONE</p> <p><input type="checkbox"/> Dalla rete B.T.</p> <p><input type="checkbox"/> Media tensione</p> <p><input type="checkbox"/> Alta tensione</p> <p><input type="checkbox"/> Impianto di produzione autonoma</p> <p>Potenza installata kW</p> <p>N° Cabine di trasformazione</p> <p>N° Dispensori</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**La verifica da parte dell'ASL o dell'ARPA o degli Organismi Notificati ,
effettuata ai sensi del DPR n. 462/01 (ogni due anni nei cantieri, luoghi
a maggiore rischio in caso di incendio e nei luoghi adibiti ad uso medico
; ogni cinque anni negli altri luoghi) , al fine di assicurare che i requisiti di
sicurezza degli impianti siano rispettati e mantenuti nel loro esercizio,**

deve basarsi sulle Norme di riferimento CEI EN 62305 (CEI 81-10).

**Si ricorda che le misure di protezione previste secondo le precedenti
Norme CEI 81-1 e 81-4 e la Guida CEI 81-8 sono in genere ritenute
ugualmente idonee agli effetti della sicurezza, per cui gli impianti
realizzati prima del 01/06/2006 o in corso di realizzazione fino al
01/02/2007**

vanno verificati in base alla precedente norma CEI 81-1.

Si precisa , altresì , che per

- **le strutture con rischio di esplosione ,**
- **gli ospedali ,**
- **le altre strutture in cui guasti di impianti interni possono
provocare immediato pericolo per la vita umana ,**

**in cui non sia già stato installato un impianto di protezione contro i
fulmini (LPS) realizzato in conformità alle precedenti Norme CEI 81-
1,**

**l'idoneità delle misure di protezione deve essere verificata in conformità
alla Norma CEI EN 62305-2**

11.6 Esecuzione della verifica

11.6.1 secondo le vecchie norme CEI 81-1

Per gli edifici esistenti nei quali la valutazione del rischio di fulminazione era già stata effettuata in base alle norme tecniche precedentemente in vigore (Norme CEI 81-1 e CEI 81-4), il verificatore dovrà accertare che **il Datore di Lavoro abbia effettuato nuovamente la valutazione in conformità alla norma CEI EN 62305 – 2** e che se necessario abbia **individuato e realizzato le misure di protezione** necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma **CEI EN 62305 – 2** stessa.

Orbene se il rischio dovuto al fulmine è risultato inaccettabile , secondo le norme tecniche (**CEI 81-10/2 - EN 62305 – 2**), il verificatore si deve accertare che il Datore di Lavoro abbia provveduto ai sensi dell'art. 84 del D.L.gs. 81/08 , come modificato dal D.Lgs. 106/09 , **affinchè gli edifici , gli impianti, le strutture, le attrezzature siano protetti dagli effetti dei fulmini , secondo le norme tecniche.**

Nel caso in cui la rivalutazione del rischio in **conformità alla norma CEI EN 62305-2** abbia stabilito che non sono necessarie nuove misure di protezione, la verifica va effettuata **secondo le vecchie norme CEI 81-1.**

La verifica viene effettuata in due fasi :

- A. esame documentazione
- B. esame dell'impianto

A esame documentazione

Il datore di lavoro deve mettere a disposizione del verificatore per le operazioni di verifica i documenti riportati in Appendice I 81-1e cioè :

- relazione tecnica ed elaborati grafici contenenti le caratteristiche del luogo di installazione;
- l'individuazione e classificazione del volume da proteggere;
- il calcolo delle probabilità di fulminazione;
- il livello di protezione e le caratteristiche costruttive dell'impianto realizzato.

In definitiva il verificatore deve avere a disposizione :

- **la valutazione del rischio dovuto al fulmine**
- **il progetto esecutivo dell'LPS esterno e interno**

B esame dell'impianto

L'esame dell'impianto deve essere eseguito solo con la collaborazione di una persona responsabile , designata dal datore di lavoro , esperta delle caratteristiche dell'impianto, degli ambienti di lavoro e delle precauzioni da mettere in atto nella esecuzione della verifica.

L'esame deve mirare all'accertamento della rispondenza dell'impianto alle norme tecniche valutandone il dimensionamento, l'esecuzione ed il livello di protezione.

Questa fase della verifica si compone di:

- **esame a vista**
- **prove.**

L'esame a vista deve accertare :

- la rispondenza dell'impianto ai dati di progetto
- il corretto stato di installazione dell'LPS esterno e interno, il buono stato di conservazione degli elementi di captazione, delle calate, dei conduttori di collegamento e la loro continuità elettrica ; il buono stato dei giunti, degli ancoraggi e dei sostegni; l'efficienza dei limitatori di tensione.

Le prove consistono nella misura della :

- resistività del terreno
- resistenza di terra del dispersore
- continuità elettrica delle connessioni equipotenziali
- continuità elettrica dei ferri di armatura quando vengono utilizzati come elementi dell'impianto.

Verifiche su impianti di strutture auto protette

Nel caso di **strutture auto protette** , il verificatore dovrà accertare il permanere delle condizioni poste alla base del calcolo di auto protezione ovvero che non siano intervenute modifiche, alterazioni o danneggiamenti tali che la struttura e/o l'impianto abbiano perduto le caratteristiche di protezione.

Strumentazione

Per l'effettuazione delle prove dovranno essere impiegati i seguenti strumenti :

- misuratori di resistenza di terra e resistività del terreno;
- misuratori della continuità dei collegamenti;
- milliohmetri con corrente di prova non inferiore a 10 A in c.c. o c.a. tensione a vuoto 12/24 V per la misura della resistenza di collegamento dei ferri di armatura;
- calibri.

Si riportano di seguito le dimensioni minime dei conduttori , calate e dispersori secondo le norme CEI 81-1.

Captatori – calate :

Nastro

rame	sezione 40 mmq ; spessore 2 mm
alluminio in lega	sezione 60 mmq ; spessore 3 mm
acciaio zincato a caldo	sezione 60 mmq ; spessore 2 mm

Tondino o conduttore massiccio

rame	sezione 35 mmq
alluminio in lega	sezione 50 mmq
acciaio zincato a caldo	sezione 50 mmq

Conduttore cordato

rame	sezione 35 mmq
alluminio in lega	sezione 50 mmq
acciaio zincato a caldo	sezione 50 mmq

Dispensori

Per posa nel terreno

Piastra

rame			spessore 3mm
acciaio zincato a caldo			spessore 3mm

Nastro

Rame	sezione 50 mmq		spessore 3mm
acciaio zincato a caldo	sezione 100 mmq		spessore 3 mm

Tondino o conduttore massiccio

Rame	sezione 35 mmq		
acciaio zincato a caldo	sezione 50 mmq		

Conduttore cordato

Rame	sezione 35 mmq	d- filo elementare 1,8 mm	
acciaio zincato a caldo	sezione 50 mmq	d- filo elementare 1,8 mm	

Per infissione nel terreno

Picchetto a tubo

rame	d esterno 30mm		spessore 3 mm
acciaio zincato a caldo	d esterno 40mm		spessore 2 mm

Picchetto massiccio

rame	d 15 mm		
alluminio in lega	d 15 mm		
acciaio zincato a caldo	d 20 mm		

Picchetto in profilato

rame	dim. trasv.	50mm	spessore 5 mm
acciaio zincato a caldo	dim. trasv.	50mm	spessore 5 mm

Di seguito si riporta la lista di controllo per la verifica di impianti di protezione dai fulmini.

**LISTA DI CONTROLLO PER LA VERIFICA
DI IMPIANTI DI PROTEZIONE DAI FULMINI**

<i>d</i>	<i>v</i>	<i>p</i>	<i>Rif.CEI 81-1</i>	
x			App.F e G	E' stato correttamente valutato il rischio dovuto a fulmine e quindi la necessita' di installare un impianto di protezione contro i fulmini (LPS)
x			2.1.2	E' stata considerata la necessita' di realizzare un LPS esterno isolato dalla struttura da proteggere
x			App.I	Sono disponibili i documenti di progetto
				<i>Impianto esterno</i>
x	x		2.6.1 2.6.2	Materiali e dimensioni degli elementi (captatori, calate, dispersori) normali e naturali sono adeguate
x		x	1.3.1 1.3.1	Per i ferri di armatura del cemento armato usati come elementi naturali esiste la documentazione che attesta la loro continuita' elettrica o in alternativa e' stata verificata la continuita' elettrica
				<i>Captatori</i>
x	x		App.B	I captatori sono posizionati in maniera che la struttura risulti tutta all'interno del volume protetto anche in relazione al livello di protezione previsto
	x		2.2.3	Le parti metalliche sporgenti dal tetto di altezza maggiore a 1 m o di superficie maggiore di 1mq sono protette
				<i>Calate</i>
x	x		2.3.2	Le calate sono adeguate per numero e posizione in relazione al tipo di captatori utilizzati
x	x		2.3.2	Le calate, per LPS non isolato, sono dotate di anello di interconnessione a livello del suolo
x	x		2.3.5	Sono stati previsti su ciascuna calata in prossimita' del collegamento al dispersore idonei punti di misura
x	x		2.3.6	E' garantita la sicurezza delle persone in prossimita' delle calate all'esterno della struttura in relazione alle possibili tensioni di contatto
	x		2.3.3	La distanza tra due punti opposti di cappi eventualmente presenti sulle calate e nei tratti orizzontali delle stesse e' adeguata
				<i>Dispersori</i>
x	x		2.4.2	Gli elementi del dispersore sono correttamente dimensionati per lunghezza e numero in relazione al livello di protezione ed alla resistivita' del terreno
		x	2.4.2	Il valore di resistivita' del terreno e' stato misurato
		x	2.4.1	La resistenza del dispersore e' stata misurata
x	x		2.4.6	E' garantita la sicurezza delle persone in prossimita' delle calate all'esterno della struttura in relazione alle possibili tensioni di passo
				<i>Ancoraggi e giunzioni</i>
	x		2.5.1 2.5.2	Gli ancoraggi e le giunzioni sono idonei ed in buono stato di conservazione
				<i>Impianto interno</i>
	x		3.2.2 3.2.4	I corpi metallici e gli impianti interni sono correttamente collegati a collettori equipotenziali a livello del suolo e nei punti in cui la distanza dall'LPS esterno e' minore della distanza di sicurezza
	x		3.2.3 3.2.5	I corpi metallici e gli impianti esterni sono correttamente collegati all'LPS esterno in corrispondenza del loro punto di ingresso.nella struttura da proteggere
	x		CEI 81-8	Le caratteristiche dei limitatori di tensione (SPD) ove questi sono impiegati per realizzare i collegamenti equipotenziali sono adeguate in relazione alla corrente da fulmine che le attraversa
	x		3.3.1	L'isolamento tra LPS esterno e corpi metallici ed impianti interni e' ottenuto tramite idonei materiali isolanti o distanza di separazione non inferiore alla distanza di sicurezza

d esame documentale – v esame a vista – p prove

11.6.2 Esecuzione della verifica secondo le nuove norme CEI 81-10

Prioritariamente il verificatore dovrà prendere in considerazione la **valutazione del rischio** effettuata secondo la norma **CEI EN 62305 – 2** che è lo strumento che il datore di Lavoro ha a disposizione **per verificare l'auto protezione di una struttura**, nei confronti delle scariche atmosferiche.

Per i nuovi edifici il Datore di Lavoro deve aver utilizzato tale norma per effettuare la valutazione del rischio di fulminazione.

Per gli edifici esistenti nei quali la valutazione del rischio di fulminazione era già stata effettuata in base alle norme tecniche precedentemente in vigore (Norme CEI 81-1 e CEI 81-4) , il verificatore si dovrà accertare che il **Datore di Lavoro abbia effettuato nuovamente la valutazione in conformità alla norma CEI EN 62305 – 2** e che se necessario abbia **individuato e realizzato le misure di protezione** necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma **CEI EN 62305 – 2** stessa.

Orbene se il rischio dovuto al fulmine è risultato inaccettabile , secondo le norme tecniche (**CEI 81-10/2 - EN 62305 – 2**), il verificatore si deve accertare che il Datore di Lavoro abbia provveduto ai sensi dell'art. 84 del D.L.gs. 81/08 , come modificato dal D.Lgs. 106/09 , **affinchè gli edifici , gli impianti, le strutture, le attrezzature siano protetti dagli effetti dei fulmini , secondo le norme tecniche.**

La verifica si compone di:

- **una ispezione visiva**
- **prove e misure.**

Durante l'ispezione visiva , il verificatore deve accertarsi che **l'impianto di protezione contro i fulmini LPS (Lightning Protection System)** rispetti il progetto e sia in buone condizioni strutturali e di funzionamento , pertanto deve verificare che:

- non vi siano connessioni allentate o rotture accidentali nei conduttori e nelle giunzioni;
- nessun elemento sia deteriorato o indebolito dalla corrosione;
- le connessioni visibili siano intatte e funzionalmente operanti;
- i componenti visibili siano ancorati alla superficie di fissaggio;
- non siano state fatte aggiunte o modifiche alla struttura protetta tali da richiedere una protezione addizionale;
- non vi siano segni di danno all'**LPS** , agli **SPD** ;
- i conduttori equipotenziali all'interno della struttura siano presenti ed intatti;
- siano rispettate le distanze di sicurezza e cioè le distanze oltre le quali non si possono verificare scariche pericolose tra calate (o captatori) e corpi metallici, o circuiti elettrici , interni alla struttura.

Deve verificare , altresì, la rispondenza delle dimensioni minime per i conduttori di captatori e calate e per i dispersori alle norme EN 62305.

In base alle norme **CEI 81-10/3** si riportano le dimensioni per i principali materiali di captatore – calata – dispersore :

a) captatore – calata : il tondino e la corda di rame devono avere una sezione di 50 mmq e non più di 35 mmq. Se l'acciaio inossidabile è inglobato nel calcestruzzo o a contatto diretto con materiali infiammabili , la sezione del tondino massiccio deve essere aumentata a 78 mmq con diametro di 10 mm.;

b) dispersore :

- tondo massiccio in acciaio zincato di 16 mm di diametro;
- tondo massiccio in acciaio ramato di 14 mm di diametro (con 250 micro m di rivestimento di rame);
- profilato di acciaio zincato a croce di dimensione 50 x 50 x 3mm;
- tondino in acciaio zincato di 10 mm di diametro;
- corda in rame da 50 mmq con filo elementare da 1,7 mm;
- bandella in acciaio zincato da 90 mmq con spessore 3mm.

Dopo l'ispezione visiva , il verificatore deve eseguire sostanzialmente le seguenti **prove e misure** :

- **verifica della continuità dei conduttori , connessioni e giunzioni** , in particolare per quelle parti che non sono visibili;
- **misura della resistenza di terra del sistema di dispersori**

tenendo conto che la continuità è garantita se la resistenza elettrica tra la sommità e la base della struttura è inferiore a 0,2 ohm senza alcun limite alla corrente di prova.

Per l'effettuazione delle prove dovranno essere impiegati i seguenti strumenti :

- misuratori di resistenza di terra e resistività del terreno;
- misuratori della continuità dei collegamenti;
- milliohmometri per la misura della resistenza di collegamento dei ferri di armatura;
- calibri.

Verbale di verifica

A seguito della verifica , il datore di lavoro deve ricevere il verbale con il relativo rapporto di verifica che è parte integrante del verbale.

Di seguito si riportano le indicazioni che , secondo la guida CEI 0-14 “**Guida all’applicazione del DPR 462/01**”, l’ASL/ARPA/Organismo abilitato deve obbligatoriamente riportare nei suddetti documenti , art. 4.1 :

- estremi del decreto di abilitazione (solo per gli organismi notificati);
- identificazione dell’impianto oggetto della verifica;
- identificazione della tipologia di verifica (periodica o straordinaria);
- data della verifica;
- nome del verificatore che ha effettuato la verifica;
- indicazione sintetica circa le prove e le misure eseguite , con i risultati ottenuti;
- anno di installazione dell’impianto;
- presenza o meno della dichiarazione di conformità ;
- presenza o meno del progetto;
- tempo impiegato per effettuare la verifica (espresso in ore/uomo);
- esito della verifica;
- descrizione delle non conformità riscontrate in caso di esito negativo della verifica.

Se un verbale non contiene tutti questi dati può essere contestato.

La guida segnala che nei casi in cui è presente l’impianto di protezione dai fulmini (LPS) , occorre verificare l’idoneità e le condizioni di manutenzione sia dell’LPS esterno (captatore , calate , dispersore) , sia dell’LPS interno (caratteristiche degli SPD , idoneità dei collegamenti equipotenziali , ecc.)

Di seguito si riporta il modello di verbale di verifica.

VERBALE DI VERIFICA
IMPIANTI DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE
(Art. 4 e 7 DPR n. 462/01)

Il sottoscritto _____ ha provveduto in data _____ all'ispezione⁽¹⁾ _____⁽²⁾ dell'impianto di protezione
contro le scariche atmosferiche ubicato a _____ in _____ n. _____ dello stabilimento della ditta
esercente attività _____ con le seguenti caratteristiche:

(1) periodica, straordinaria a seguito di: verbale negativo, modifiche, richiesta del datore di lavoro,
(2) biennale, quinquennale

Caratteristiche dell'impianto di protezione:

asta fune maglia

Resistenza del dispersore: _____ Ω

Impianto esterno

Captatori (materiale/sez.):

Calate (materiale/sez.):

Dispersori (materiale/tipo)

Impianto interno

Conduttori equipotenziali (materiale/sez.):

Limitatore di tensione (descrizione):

Osservazioni/Rilievi:

Non conformità/ Raccomandazioni:

ESITO:

POSITIVO

NEGATIVO

Data:

Il verificatore

Nella compilazione del verbale di verifica **indicare le parti protette** (es. strutture metalliche e non , grandi recipienti ed apparecchi metallici situati all'aperto, ospedali, alberghi , scuole, serbatoi, camini industriali, fabbriche di mobili, musei, chiese, aziende ecc)

Descrivere l'**impianto di protezione contro i fulmini LPS** che si compone essenzialmente di :

- Un impianto **esterno** , costituito da **captatori** (che intercettano i fulmini diretti sulla struttura) , **calate** (che conducono a terra senza danni la corrente di fulmine) e **dispersori** (che disperdono a terra tale corrente);
- Un impianto **interno** , costituito da **collegamenti equipotenziali** diretti o tramite **SPD** , ovvero adeguate **distanze di sicurezza** , per evitare scariche pericolose e/o sovratensioni nella struttura.

Gli organi di captazione possono essere ad asta verticale , a fune , a maglia per cui occorre descrivere e specificare l'asta , il sistema a gabbia, la fune .

Il posizionamento del sistema di captatori è considerato adeguato quando la struttura che deve essere protetta risulta interamente all'interno del volume protetto dal sistema di captatori.

Riferire sinteticamente sulla natura , forma e numero delle punte terminali delle aste .

Riferire sinteticamente sulla natura , forma e dimensioni dei conduttori e delle maglie degli organi di raccolta – **captatori** – e sulla natura , forma e dimensioni dei conduttori di discesa – **calate** – e sulla natura , forma e dimensioni , ispezionabilità , sezionabilità , del numero dei **dispersori** , **tenendo presente che le dimensioni minime dei conduttori di captatori e calate e degli elementi dei dispersori sono riportati nelle norme EN 62305 (CEI 81-10)**.

In caso di **verifica secondo le norme CEI 81-1**

I livelli di protezione e categorie di impianto di protezione sono così collegati:

Categoria di impianto di protezione	Livello di protezione P %
I	98
II	93
III	90

I livelli di protezione delle norme CEI 81-1 concettualmente sono la stessa cosa dei livelli di protezione dell'LPS.

I volumi protetti dagli organi di captazione ad asta verticale , a fune, a maglia sostanzialmente sono quelli descritti per le norme CEI 81-10.

Le dimensioni massime del lato di magliatura per captatori appoggiati è la seguente

	Cat. III	Cat. II	Cat. I
Dimensioni massime del lato di magliatura	16	10	2

Il posizionamento delle calate deve essere tale che :

- gli impianti di protezione ad aste abbiano almeno una calata in corrispondenza di ogni asta;
- gli impianti di protezione a funi abbiano almeno una calata in corrispondenza di entrambe le estremità di ogni fune;
- gli impianti di protezione a maglia abbiano calate periferiche , con un minimo di 2 disposte con passo < 25 m misurato lungo il perimetro della maglia.

Le calate devono essere tutte interconnesse fra loro mediante conduttori ad anello , preferibilmente chiuso, almeno ogni 25 m di discesa.

In ogni caso la lunghezza di calata compresa fra il dispersore ed il conduttore di interconnessione inferiore non deve essere superiore a 5m.

Le calate devono , per quanto possibile, essere disposte in prosecuzione diretta degli organi di captazione e, per impianti di protezione a maglia, , in corrispondenza di nodi , vicino agli pigoli ed equidistanti fra loro.

Le calate devono essere collocate possibilmente distanti da porte e finestre ed essere disposte il più possibile lungo percorsi rettilinei.

Nella verifica secondo le norme 81-10 , le calate devono essere disposte in modo che dal punto di impatto a terra :

- a) esistano più percorsi paralleli per la corrente;
- b) le lunghezze dei percorsi della corrente siano ridotte al minimo;
- c) le connessioni equipotenziali sono ottenute connettendo l'LPS :

- alle parti strutturali metalliche

- ai corpi metallici

- agli impianti interni

- ai corpi ,metallici esterni e linee connesse alla struttura

In caso di **Posizionamento di un LPS isolato** (LPS i cui sistemi di captatori e di calate sono posizionati in modo che il percorso della corrente di fulmine non sia in contatto con la struttura da proteggere) :

- a) Se il sistema di captatori è costituito da aste su supporti separati che non siano metallici o ferri d'armatura , verificare che esista almeno una calata per ciascun supporto. Nessuna calata addizionale è richiesta per supporti realizzati in metallo o con ferri di armatura.
- b) Se il sistema di captatori è realizzato mediante funi sospese all'estremità, verificare che esista almeno una calata in corrispondenza di ciascun supporto .
- c) Se il sistema di captatori è realizzato con una rete di conduttori (tipo a maglia) , verificare che esista almeno una calata in corrispondenza della estremità di ciascuna fune di supporto.

In caso di Posizionamento di un LPS non isolato (LPS i cui sistemi di captatori e di calate sono posizionati in modo che il percorso della corrente di fulmine può essere in contatto con la struttura da proteggere) , verificare che :

- il numero di calate di un LPS non isolato non sia inferiore a due
- che le calate siano distribuite preferibilmente lungo il perimetro della struttura da proteggere , compatibilmente con i limiti architettonici e pratici.

E' preferibile che le calate siano fra loro equidistanti lungo il perimetro.

Tipici valori della distanza tra le calate e tra i conduttori ad anello in funzione della classe dell'LPS sono i seguenti :

classe dell'LPS	Distanze tipiche in metri
I	10
II	10
III	15
IV	20

Se possibile dovrebbe essere installata una calata in corrispondenza di ogni spigolo della struttura.

La continuità tra la sommità e la base della struttura è garantita se tale resistenza è inferiore a 0,2 Ohm.

La norma suggerisce di misurare la resistenza di terra di ogni dispersore (aprendo il punto di misura tra dispersore e calata) e non solo quella del sistema di dispersori completo .

Nel caso la resistenza di terra del sistema di dispersori supera 10 ohm è opportuno verificare che l'intero sistema disperdente sia conforme a quanto richiesto dall'art. 5.4 della norma CEI 81-10/3.

Descrivere l'impianto interno tenendo presente che al fine di evitare scariche laterali devono essere previste connessioni equipotenziali , dirette o tramite limitatori di tensione, fra i corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere e, fra questi e l'impianto di protezione base.

Accertarsi che l'equipotenzialità sia stata realizzata in uno dei seguenti modi:

- **mediante conduttori di equipotenzialità** ove la continuità elettrica non esista già di fatto e descrivere le sezioni dei conduttori; l'equipotenzialità deve essere assicurata sia a livello del suolo , sia in corrispondenza ai conduttori ad anello di interconnessione delle calate, sia nei punti previsti dalla norma fra l'impianto di protezione ed un corpo metallico;
- **mediante limitatori di tensione** , ove non sia consentito il collegamento metallico diretto, verificando che i limitatori di tensione devono essere installati in posizione accessibile ed ispezionabile e devono possedere caratteristiche idonee all'ambiente in cui sono installati.

12. GRU e PONTEGGI

Il **D.Lgs. 106/09** ha **soppresso l'art. 1.1.8** dell'Allegato IV del D.Lgs 81/08 che riportava **l'art. 39 del D.P.R. 547/55** secondo il quale :

“ Le strutture metalliche degli edifici e delle opere provvisionali , i recipienti e gli apparecchi metallici , di notevoli dimensioni, situati all'aperto, devono, per se stessi e mediante conduttore e spandenti appositi, risultare collegati elettricamente a terra in modo da garantire la dispersione delle scariche atmosferiche.”

Conseguentemente **i verificatori** che finora hanno preteso la messa a terra di ponteggi e gru, **indipendentemente dalla valutazione del rischio**, perché le dimensioni di una gru o di un ponteggio erano notevoli, **ora non debbono più richiedere la messa a terra ai fini delle scariche atmosferiche dato che le “ notevoli dimensioni “ sono sparite dal Testo unico per la sicurezza sul lavoro**, per cui non hanno alcun appiglio per richiedere la messa a terra ai fini delle scariche atmosferiche , con relativa denuncia all'ASL/ARPA e ISPESL e successive verifiche periodiche ai sensi del DPR 462/01.

La messa a terra dovrà passare attraverso gli articoli 29 e 84 e dunque occorre subordinare la messa a terra alla valutazione del rischio secondo la norma CEI 81-10.

In tal modo viene posta fine alla messa a terra indiscriminata di tutti i ponteggi , gru, tribune,recinzioni,pali e similari.

Si evidenzia che le strutture metalliche poste all'aperto , come **i ponteggi e le gru**, costituiscono un caso particolare di struttura , **perché l'unica componente di rischio è la RA (tensioni di contatto e passo)** e dunque la valutazione del rischio è semplificata.

$$RA = ND \times PA \times ra \times Lt$$

dove

ND è la frequenza di fulminazione diretta della struttura (fulmini/anni)

PA è la probabilità di danno ad esseri viventi

ra è il coefficiente di riduzione del rischio secondo il tipo di suolo

Lt è il valore della perdita media annua relativa per tensioni di contatto e di passo

Si ricorda che

$$ND = Nt \times Cd \times Ad$$

Nt è il valore dei fulmini a terra all'anno e al Kilometro quadrato

Cd è il coefficiente di posizione (coefficiente C della norma CEI 81-1)
= 0,25 per struttura situata in un'area con alberi o strutture di altezza maggiore;
= 0,5 per struttura situata in un'area con alberi o strutture di altezza minore o uguale;
= 1 per struttura isolata dove non esistono alberi o strutture ;
= 2 per struttura isolata sulla cima di una collina o di una montagna ;

Ad è l'area di raccolta della struttura (calcolo come la norma CEI 81-1) che tiene conto della lunghezza ,larghezza,altezza e della posizione.

Nella Tabella 1 vengono riportati i valori di Nt

Tabella 1 - Valore di Nt					
Reg./prov.	Nt	Reg./prov.	Nt	Reg./prov.	Nt
Val d'Aosta	da 1,5 a 2,5	Piacenza	da 2,5 a 4	Salerno	da 1,5 a 2,5
Piemonte		Ravenna	da 2,5 a 4	Puglia	
Alessandria	da 2,5 a 4	Reggio E.	da 1,5 a 2,5	Bari	da 1,5 a 2,5
Asti	2,5	Rimini	2,5	Brindisi	2,5
Biella	da 2,5 a 4	San Marino	2,5	Foggia	da 1,5 a 2,5
Cuneo	da 1,5 a 4	Toscana		Lecce	2,5
Novara	da 2,5 a 4	Arezzo	da 1,5 a 2,5	Taranto	da 1,5 a 2,5
Torino	da 1,5 a 4	Firenze	da 1,5 a 2,5	Basilicata	da 1,5 a 2,5
Vercelli	da 1,5 a 4	Grosseto	da 1,5 a 2,5	Calabria	
Liguria		Livorno	da 1,5 a 2,5	Catanzaro	da 1,5 a 2,5
Genova	da 2,5 a 4	Lucca	da 2,5 a 4	Cosenza	da 1,5 a 2,5
Imperia	2,5	Massa C.	da 2,5 a 4	Crotone	da 1,5 a 2,5
La Spezia	da 2,5 a 4	Pisa	da 1,5 a 2,5	Reggio C.	2,5
Savona	da 2,5 a 4	Pistoia	da 2,5 a 4	Vibo Val.	2,5
Lombardia		Prato	da 1,5 a 2,5	Sicilia	
Bergamo	da 2,5 a 4	Siena	da 1,5 a 4	Agrigento	da 1,5 a 2,5
Brescia	da 2,5 a 4	Marche	da 1,5 a 2,5	Caltanissetta	2,5
Como	da 2,5 a 4	Umbria	da 2,5 a 4	Catania	da 1,5 a 2,5
Cremona	da 2,5 a 4	Lazio		Enna	2,5
Lecco	da 2,5 a 4	Frosinone	da 1,5 a 2,5	Messina	da 1,5 a 2,5
Lodi	2,5	Latina	da 1,5 a 4	Palermo	da 1,5 a 2,5
Mantova	da 2,5 a 4	Rieti	da 1,5 a 2,5	Ragusa	2,5
Milano	da 2,5 a 4	Roma	da 2,5 a 4	Siracusa	2,5
Pavia	da 2,5 a 4	Viterbo	da 2,5 a 4	Trapani	da 1,5 a 4
Sondrio	da 2,5 a 4	Vaticano	4	Sardegna	
Varese	da 2,5 a 4	Abruzzo		Cagliari	da 1,5 a 2,5
Trentino A.A.	da 2,5 a 4	Chieti	2,5	Nuoro	da 1,5 a 4
Friuli V.G.	2,5	L'Aquila	da 1,5 a 2,5	Oristano	da 1,5 a 4
Veneto		Pescara	da 1,5 a 2,5	Sassari	da 1,5 a 4
Belluno	da 2,5 a 4	Teramo	da 1,5 a 2,5		
Padova	da 2,5 a 4	Vaticano	4		
Rovigo	2,5	Abruzzo			
Treviso	2,5	Chieti	2,5		
Venezia	2,5	L'Aquila	da 1,5 a 2,5		
Verona	da 2,5 a 4	Pescara	da 1,5 a 2,5		
Vicenza	2,5	Teramo	da 1,5 a 2,5		
Emilia Romagna		Molise	2,5		
Bologna	da 2,5 a 4	Campania			
Ferrara	da 1,5 a 2,5	Avellino	da 1,5 a 2,5		
Forlì C.	da 1,5 a 2,5	Benevento	2,5		
Modena	da 1,5 a 2,5	Caserta	da 1,5 a 2,5		
Parma	da 1,5 a 4	Napoli	da 1,5 a 2,5		

$$L_t = n_p / n_t \times t_p / 8760$$

n_p è il numero delle possibili vittime

n_t è il numero atteso di persone (nella struttura)

t_p è il tempo all'anno , espresso in ore, per cui le persone sono presenti nel luogo pericoloso all'esterno della struttura

8760 è il numero di ore in un anno

Nelle condizioni peggiori **L_t = 1** il che significa considerare in pericolo tutte le persone presenti per 24 ore su 24 per 365 giorni all'anno.

Laddove la determinazione di **n_p** , **n_t** e **t_p** è incerta o difficoltosa , la norma suggerisce di assumere **L_t = 0,01**

12.1 ESEMPIO PONTEGGIO

**Si ricorda che il ponteggio deve essere protetto , tenuto conto :
delle sue dimensioni,
del Comune in cui si trova (numero di fulmini all'anno per chilometro quadrato),
del tipo di suolo circostante (resistività),
della sua posizione (ubicazione).**

Il Datore di Lavoro effettua la valutazione del rischio e compila una relazione per dimostrare che il ponteggio è auto protetto dai fulmini, oppure per spiegare i motivi per cui necessita della protezione contro i fulmini.

Il sistema di protezione contro i fulmini , se realizzato, deve essere denunciato ai sensi del DPR 462/01 all'ASL/ARPA e all'ISPESL mediante invio della dichiarazione di conformità rilasciata dall'impresa installatrice.

Questo adempimento può essere evitato se la messa a terra non è richiesta , come spesso accade.

Vediamo alcuni casi

1. IL PONTEGGIO E' UNA MASSA

Si ricorda che una massa è una parte metallica di un componente elettrico , che può andare in tensione per un guasto all'isolamento principale e che può essere toccata.

Se sul ponteggio sono applicati componenti elettrici, il ponteggio diventa una massa ?, va collegato a terra ?.

I casi sono i seguenti :

A) Cavi sul ponteggio :

in genere sono :

- cavi di classe II ad esempio H07RN-F**
- cavi unipolari senza guaina N07V-K (cordina) posati in tubo protettivo.**

In questo caso il ponteggio non diventa una massa , perché tra il ponteggio e le parti in tensione c'è un isolamento doppio o rinforzato e una sufficiente protezione meccanica (guaina e/o tubo protettivo).

Se le cordine vengono posate direttamente a contatto del ponteggio , questo diventa una massa , ma si tratta di una posa non ammessa per cui occorre cambiare il tipo di cavo più che collegare a terra il ponteggio in quanto anche con il ponteggio messo a terra la situazione è fuori norma in quanto la cordina esposta al pericolo di abrasione , costituisce un pericolo di contatto diretto.

B) Apparecchio di classe II

Se si monta un apparecchio (ad es. di illuminazione) di classe II sul ponteggio (contraddistinto con il simbolo del doppio quadrato), il ponteggio non diventa una massa per cui non necessita la messa a terra del ponteggio.

C). Apparecchio di classe I .

Un apparecchio di classe I è un apparecchio che ha soltanto l'isolamento principale e l'involucro metallico (massa) con il morsetto di terra.

Un montacarichi elettrico è il tipico apparecchio di classe I montato su un ponteggio, che è messo a terra tramite il PE del cavo di alimentazione .

In questo caso il ponteggio non diventa una massa e quindi non occorre la messa a terra del ponteggio.

D) Apparecchio isolante non di classe II

Un apparecchio con l'involucro isolante e avente solo l'isolamento principale, non è di classe II, perché non ha l'isolamento doppio o rinforzato.

Tale apparecchio (es. di illuminazione) montato sul ponteggio metallico lo trasforma in una massa , perché tra il ponteggio e le parti in tensione c'è solo un isolamento principale.

In questo caso , il ponteggio va collegato a terra , o meglio il tratto di ponteggio sul quale è montato l'apparecchio . Inutili sono tutti i ponticelli tra le varie parti del ponteggio.

Nell'installazione di questo apparecchio si può tuttavia prevedere un isolamento supplementare , ad es. un interruttore entro un quadretto isolante; in questo modo è come se fosse stato installato un componente elettrico di classe II , per cui non occorre più collegare a terra il ponteggio.

E) . Apparecchio di classe III

Se l'apparecchio montato sul ponteggio è alimentato da un sistema SELV (bassissima tensione di sicurezza) o PELV (bassissima tensione di protezione) , non occorre mettere a terra il ponteggio .

Si ricorda che un sistema SELV :

- ha una tensione ≤ 50 V c.a. e 120 V c.c.**
- è alimentato da un trasformatore di sicurezza**
- non ha alcun punto del sistema elettrico collegato a terra**
- è separato dagli altri circuiti con isolamento doppio o rinforzato.**

Il sistema PELV ha le stesse caratteristiche di un sistema SELV salvo un punto del sistema elettrico a terra.

2. IL PONTEGGIO E' UNA MASSA ESTRANEA

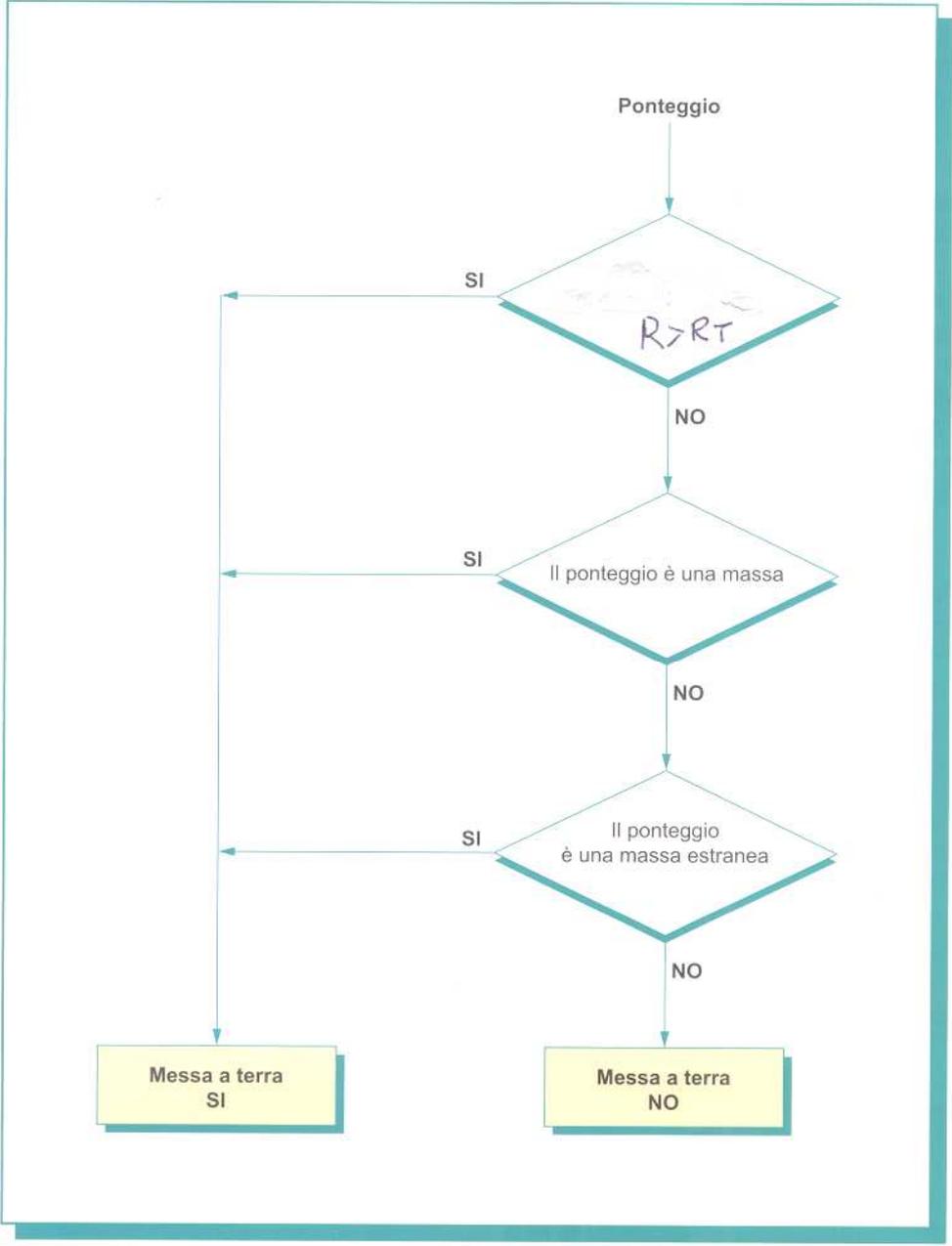
Il ponteggio appoggia sul terreno tramite i piedini (piastre) e costituisce quindi un dispersore naturale o di fatto.

Se la resistenza verso terra del ponteggio è inferiore a 200 ohm , il ponteggio costituisce una massa estranea , che va collegata ai fini dell'equipotenzialità allo stesso impianto di terra esistente in cantiere, al quale sono collegate le masse, in uno o due punti alla base del ponteggio; il conduttore equipotenziale deve avere una sezione di almeno 6 mmquadrati..

Si conclude , pertanto, che ai fini della protezione contro le scariche atmosferiche , una volta effettuata la valutazione del rischio , se il rischio calcolato R è inferiore a quello tollerato dalla norma RT , la struttura è auto protetta.

Se rischio calcolato R è superiore a quello tollerato dalla norma e quindi il rischio non è tollerabile , i provvedimenti riguardano solo la messa a terra , essendo gli organi di captazione e le calate costituite dalla struttura stessa.

Nella figura seguente viene rappresentato il diagramma di flusso relativo alla messa a terra del ponteggio.



Si consideri un ponteggio (forma a L) addossato ad un edificio , ubicato nel Comune di Bologna ($N_t = 2,5$ fulmini/Km al quadrato) , con un'altezza superiore alle strutture circostanti, avente le seguenti dimensioni :

- larghezza : 2 m;
- lunghezza : 150 m;
- altezza : 35 m;

A favore della sicurezza , la lunghezza assunta per il ponteggio è pari al suo sviluppo lineare ($A_d = 6,69 \times 10$ alla meno 2 x Km quadrato).

Il coefficiente di posizione $C_d = 0,5$ in quanto il ponteggio è addossato all'edificio in costruzione di altezza uguale o inferiore.

Non sono presenti misure di protezione contro le tensioni di contatto e di passo $P_A = 1$;

(la presenza di misure di protezione fa variare la P_A da 0 a 0,01)

Il suolo circostante è **asfaltato** ($r_a = 0,00001$).

Il coefficiente r_a varia a seconda del tipo di suolo e precisamente

$r_a = 0,01$ per suolo vegetale e cemento

$r_a = 0,001$ per suolo di marmo e ceramica

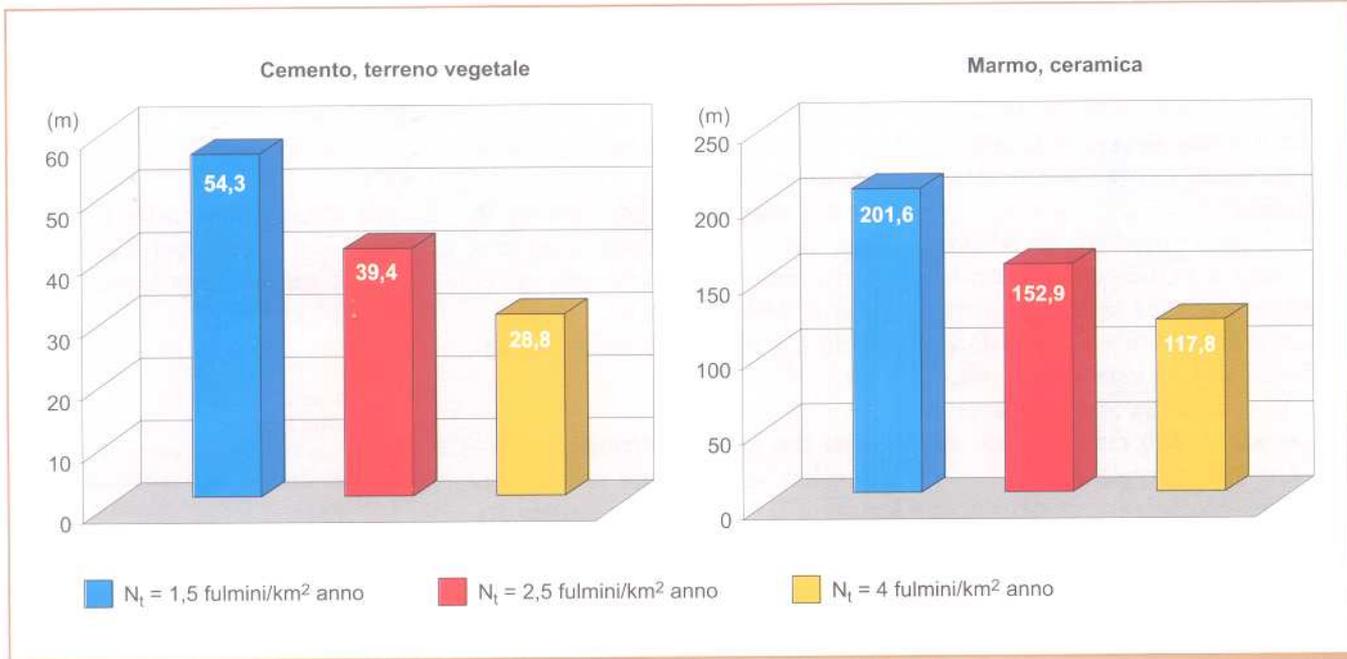
$r_a = 0,0001$ per suolo di pietrisco , moquette,tappeto

$r_a = 0,00001$ per suolo di asfalto, linoleum , legno.

Si assume un valore per le perdite di vite umane pari a $L_t = 0,01$.

Il rischio calcolato $R_A = 8,36 \times 10$ alla meno 9 $< R_T$ e pertanto non occorre adottare misure di protezione e denunciare , ai sensi del DPR 462/01, il ponteggio.

Nella figura successiva viene rappresentato come varia l'altezza del ponteggio (larghezza di 2 m, lunghezza di 150 m) oltre la quale , al cambiare del tipo di suolo e del valore di N_t , occorre adottare misure di protezione.



Altezza di un ponteggio (largo 2 m e lungo 150 m) oltre la quale occorre adottare misure di protezione ($C_d = 0,5$).

12.2 ESEMPIO GRU

Si consideri una gru al servizio di un cantiere edile , ubicato nel comune di Roma ($N_t = 4$ fulmini/kilometro quadrato anno), avente le seguenti dimensioni :

- larghezza del braccio : 1,5 m;
- lunghezza del braccio : 52 m;
- altezza : 40 m.

L'area di raccolta della gru per fulminazione diretta vale $A_d = 5,82 \times 10$ alla meno 2 x kilometro quadrato.

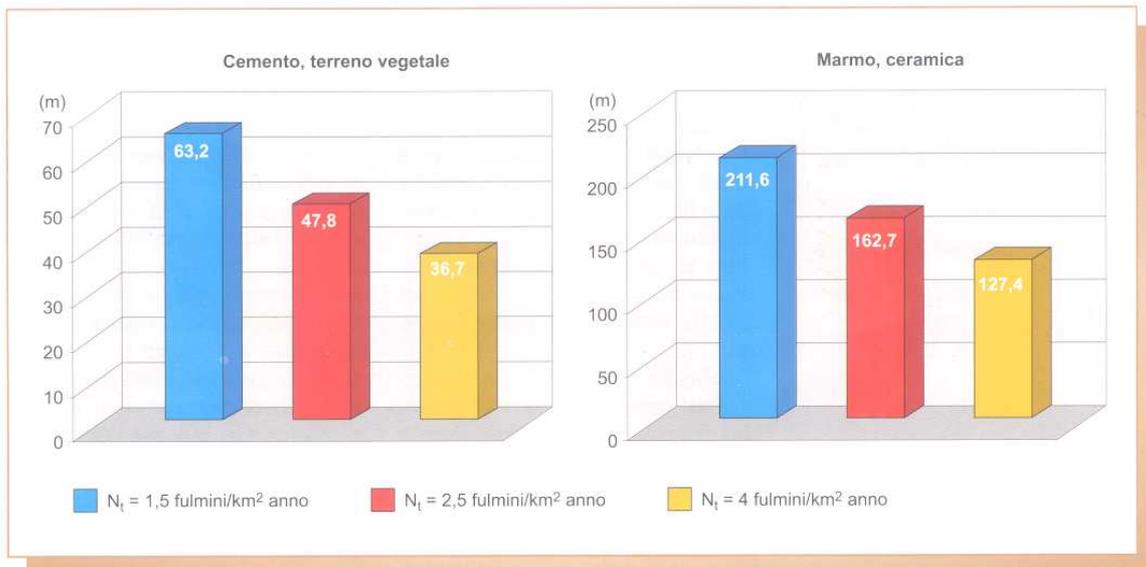
Le strutture circostanti la gru sono di altezza inferiore, pertanto il coefficiente di posizione vale $C_d = 0,5$.

Non sono presenti misure di protezione contro le tensioni di contatto e di passo ($P_A = 1$) ed il suolo circostante la gru è vegetale ($r_a = 0,01$).

Si assume un valore per le perite di vite umane pari a $L_t = 0,01$.

Il rischio calcolato ($R_A = 1,16 \times 10$ alla meno 5) supera il limite tollerato dalla norma R_T e pertanto occorre adottare misure di protezione e denunciare , ai sensi del DPR 462/01, la gru.

Nella figura successiva viene rappresentato come varia l'altezza della gru (larghezza del braccio 1,5 m , lunghezza del braccio 52 m) oltre la quale , al cambiare del tipo di suolo e del valore di N_t , occorre adottare misure di protezione.



- Altezza di una gru (larghezza del braccio 1,5 m e lunghezza del braccio 52 m) oltre la quale occorre adottare misure di protezione ($C_d = 0,5$).

13. ESEMPIO DI TORRI FARO

Una torre è una struttura con dimensioni di base ridotte rispetto all'altezza. La locazione torre faro indica una struttura alta, in genere metallica per esigenze meccaniche, utilizzata per illuminare il piano sottostante. Le caratteristiche geometriche di una torre faro e del tipo di proiettori cambiano con la destinazione d'uso, ad esempio un incrocio, un parcheggio, uno stadio, un aeroporto.

La norma CEI 81-10 (EN 62305) stabilisce che occorre effettuare il rischio completo per stabilire se occorre proteggere, e denunciare ai sensi del DPR 462/01, le torri faro.

Il rischio relativo al fulmine che colpisce una torre faro si riferisce alla perdita di vite umane (**rischio R1**) solo a causa di tensioni di contatto e passo.

Le torri faro, infatti, presentano per definizione un rischio di incendio nullo e le sovratensioni non costituiscono una causa di danno per le persone perché pericolose solo in situazioni particolari (ospedali e luoghi con pericolo di esplosione).

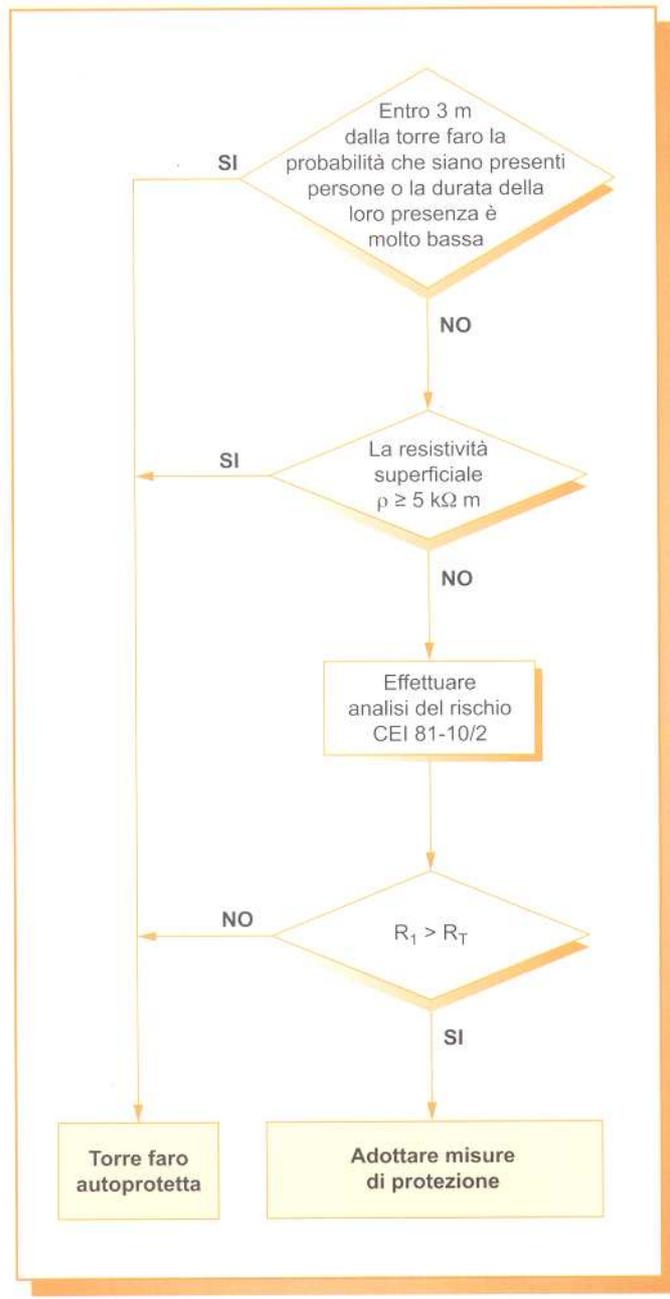
Se il terreno presenta una elevata resistività superficiale, le tensioni di contatto e passo diventano trascurabili.

La norma assume come limite la resistività superficiale di 5kohmm, al di sopra di tale valore non occorre alcun collegamento a terra.

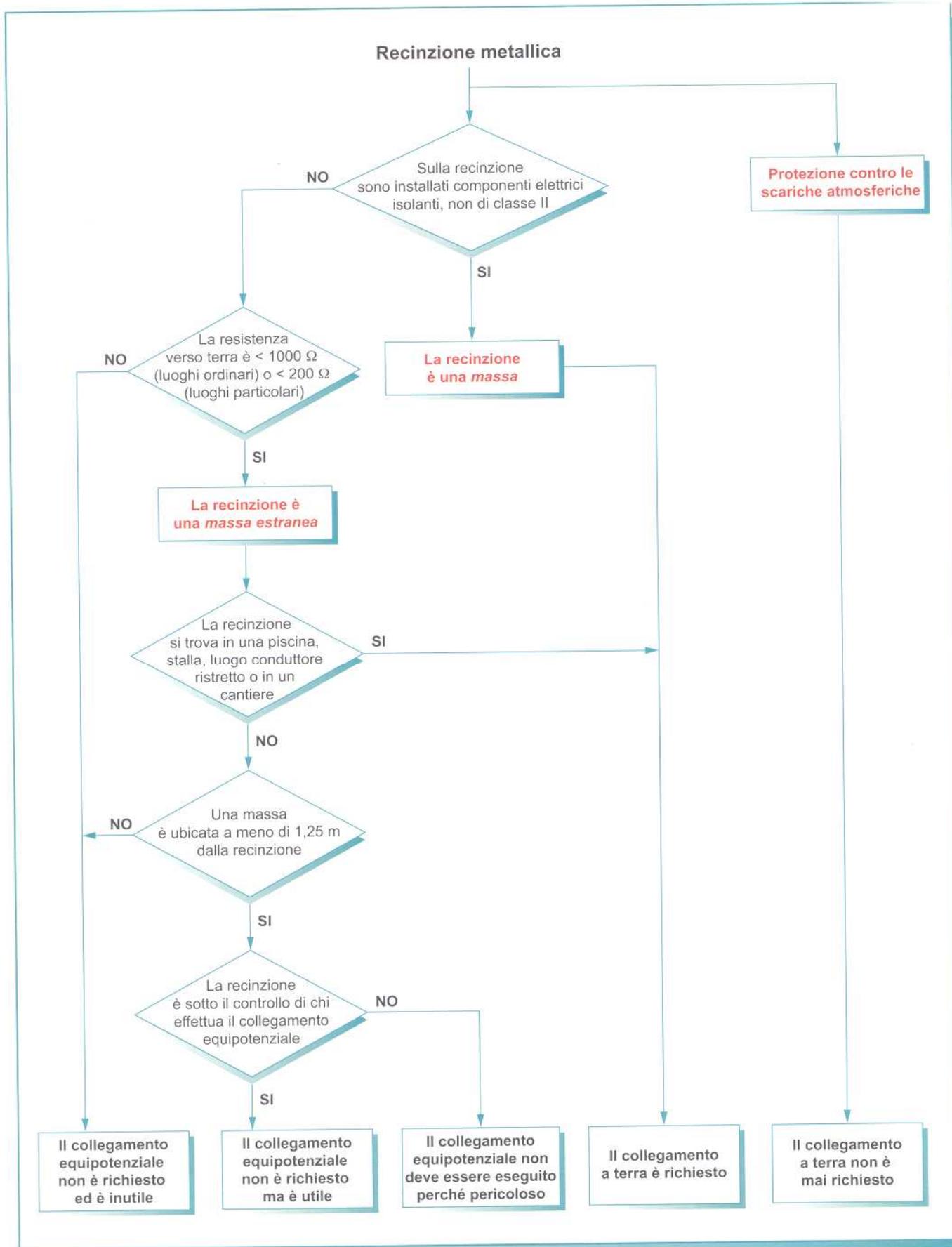
Un terreno asfaltato (5 cm), o ricoperto di uno strato di ghiaia (15 cm, la norma CEI 81-1 riteneva sufficiente uno strato di 10 cm di ghiaia), rientra in queste condizioni; lo stesso dicasi per un terreno roccioso, ad esempio basalto, porfido.

La norma trascura il rischio relativo alle tensioni di contatto e passo solo se, nei pressi della struttura (convenzionalmente fino a 3 m, la norma CEI 81-1 considerava una distanza di 5 m), la probabilità che siano presenti persone, o la durata della loro presenza, è molto bassa.

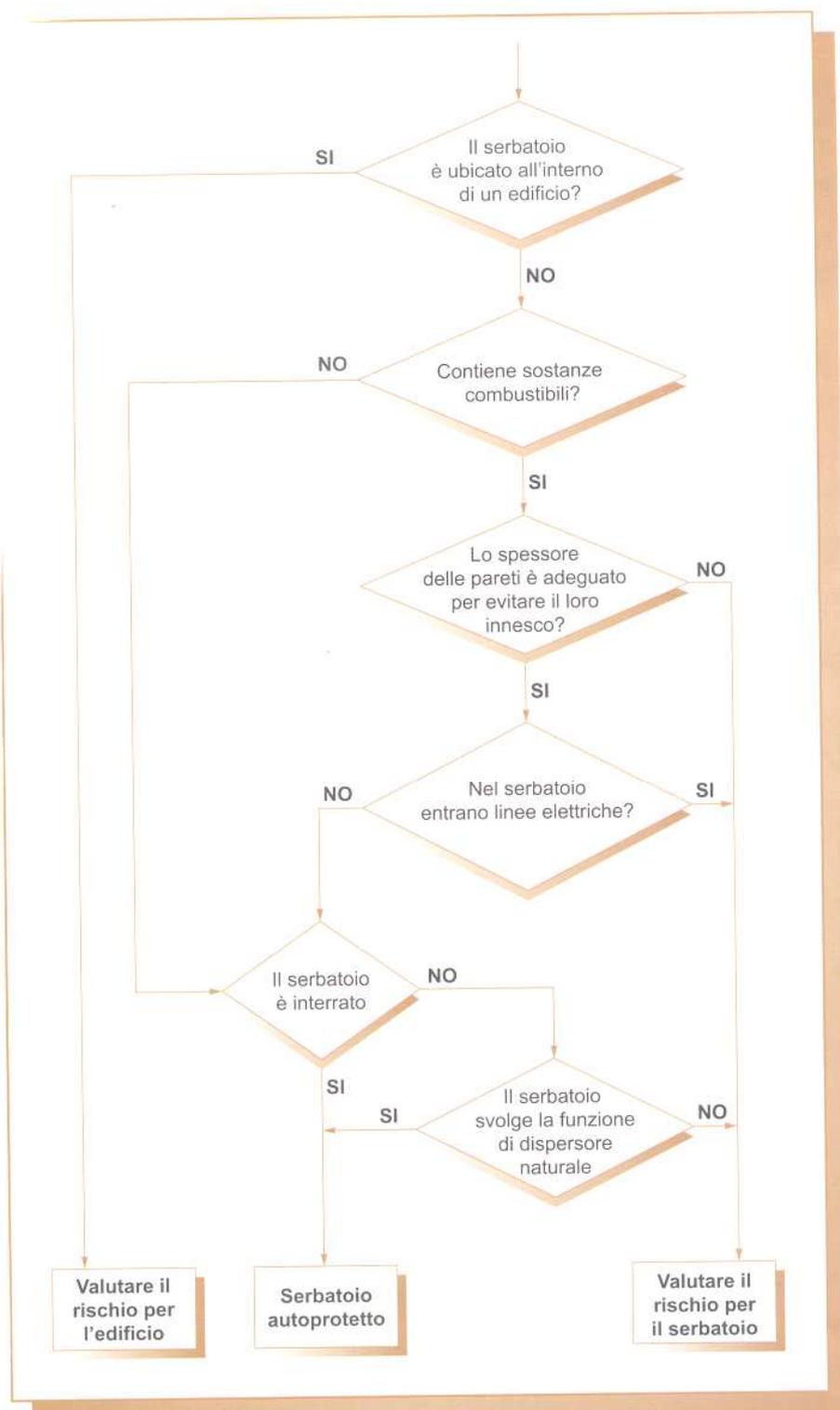
La figura seguente riassume quanto detto.



Di seguito si riportano i diagrammi di flusso relativi alla messa a terra di una recinzione metallica e di un serbatoio metallico



- Collegamento equipotenziale (a terra) di una recinzione metallica.



- Analisi preliminare del rischio.

14. ANTENNA

Per antenna si intende il palo che sostiene l'antenna vera e propria.

L'antenna sul tetto collegata a terra ha una maggiore probabilità di essere interessata da un fulmine , rispetto all'antenna non collegata a terra.

Pertanto si pone il problema se è meglio collegare a terra l'antenna con una apposita calata esterna per proteggersi dal fulmine oppure no.

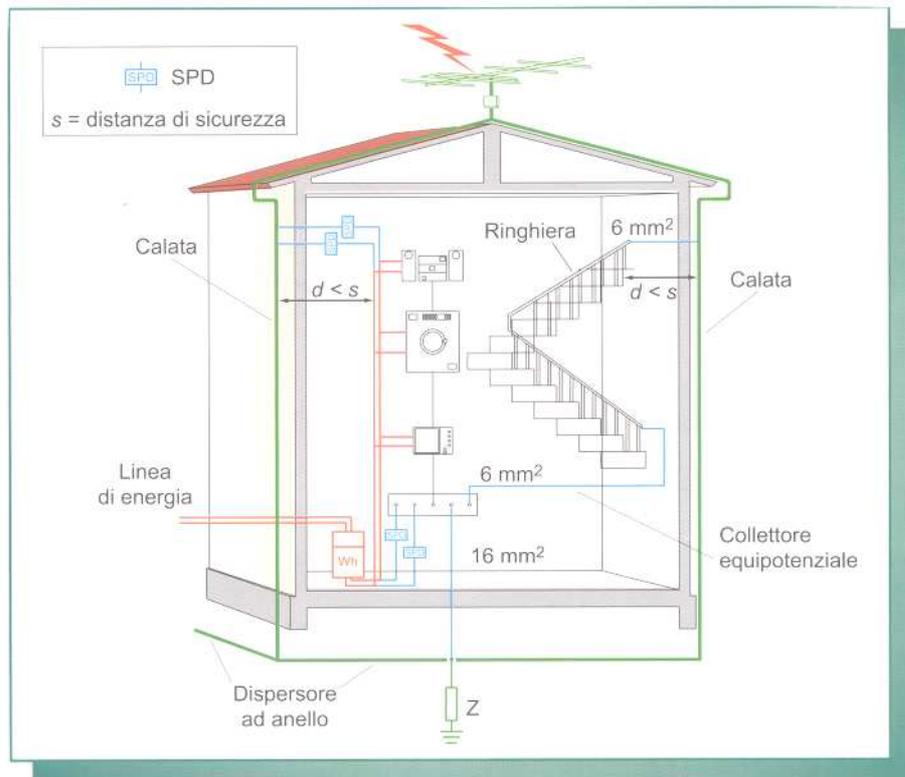
Se l'edificio è auto protetto il collegamento a terra dell'antenna non è richiesto dalla norma CEI 81-1 ma è solamente raccomandato dalle norme CEI 12-43 e CEI 100-126.

Essendo le norme in merito contraddittorie restano due strade:

1. evitare il collegamento a terra
2. effettuare la messa a terra dell'antenna , ma insieme ai collegamenti equipotenziali.

In caso di non collegamento a terra , resta sempre la probabilità , anche se minore, che l'antenna non collegata a terra sia ugualmente colpita dal fulmine .

Nella figura sottostante viene riportato un esempio di collegamento equipotenziale verso le calate



- Esempio di collegamento equipotenziale verso le calate.

Tale situazione non cambia con l'avvento delle norme CEI 81-10.

Ai sensi delle Norme CEI EN 62305 (CEI 81-10/3) i sostegni delle antenne sul tetto dovrebbero essere protetti contro il fulmine **posizionandoli all'interno di volumi già protetti o installando un LPS esterno isolato.**

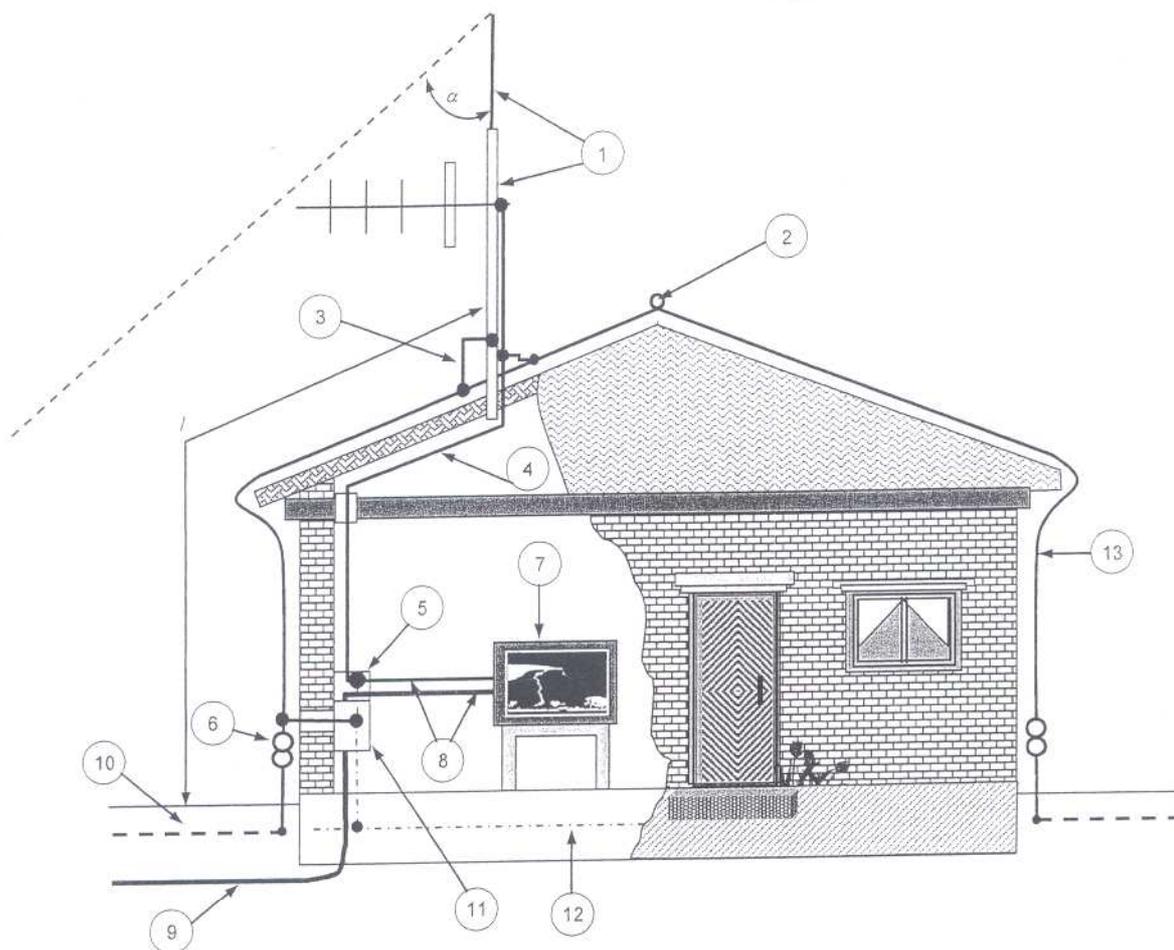
Se questo non è possibile , il sostegno dell'antenna dovrebbe essere connesso con il sistema di captatori.

In queste condizioni una frazione consistente della corrente di fulmine fluisce all'interno della struttura da proteggere.

Il cavo d'antenna dovrebbe entrare nella struttura preferibilmente nel punto di ingresso di tutti i servizi o in prossimità della barra equipotenziale principale.

Lo schermo del cavo dovrebbe essere connesso al sistema di captatori a livello del tetto ed alla barra equipotenziale principale .

Nella figura sottostante viene rappresentato un esempio di LPS su un edificio utilizzando il supporto d'antenna come captatore ad asta.



Legenda

- 1 Sostegno metallico
 - 2 Conduttore di captazione sul bordo del tetto
 - 3 Giunzione tra la calata ed il supporto dell'antenna
 - 4 Cavo d'antenna
 - 5 Barra equipotenziale principale; lo schermo del cavo è connesso alla barra equipotenziale
 - 6 Punto di misura
 - 7 TV
 - 8 Percorso parallelo del cavo d'antenna ed il cavo elettrico di energia
 - 9 Cavo elettrico di energia
 - 10 Sistema di dispersori
 - 11 Quadro principale di distribuzione energia elettrica con SPD
 - 12 Dispersore di fondazione
 - 13 Conduttore dell'LPS
- l Lunghezza da considerare per il calcolo della distanza di sicurezza
 α Angolo di protezione

NOTA Per piccole strutture possono essere sufficienti due sole calate (Art. 5.3.3).

– Esempio di LPS su un edificio utilizzando il supporto d'antenna come
 captatore ad asta