

---

## **IA 040 – Protezione contro i fulmini – Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone - Luglio 2024**

---

### **Riferimenti legislativi:**

- D.lgs 81/08 e smi
- D.M. 37/08 e smi

### **Riferimenti normativi:**

La serie di Norme CEI EN 62305/1-4, Ed.2 è composta dalle seguenti quattro Parti:

- 1) CEI EN 62305-1 “Protezione contro i fulmini. Principi generali”
- 2) CEI EN 62305-2 “Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio”
- 3) CEI EN 62305-3 “Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”
- 4) CEI EN 62305-4 “Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”.

Guida CEI 81-28 “Guida alla protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici”

### **CARATTERISTICHE GENERALI**

La più importante ed efficace misura di protezione per le strutture contro i danni materiali da fulmine è costituita dall’impianto di protezione contro il fulmine (LPS). Questo è normalmente composto da un impianto di protezione esterno e da un impianto di protezione interno.

L’impianto di protezione esterno ha lo scopo di:

- Intercettare i fulmini sulla struttura tramite un sistema di captatori;
- Condurre a terra senza danni la corrente da fulmine con un sistema di calate;
- Disperdere a terra la corrente da fulmine con un sistema di dispersori.

L’impianto di protezione interno ha lo scopo di prevenire le scariche pericolose nella struttura utilizzando connessioni equipotenziali o distanze di separazione tra i componenti dell’LPS esterno ed altri elementi conduttivi interni alla struttura.

Se l’impianto di protezione deve essere installato su una struttura esistente, devono essere fatti tutti gli sforzi per garantire che esso soddisfi i principi normativi. La classe e l’installazione dell’LPS devono tenere conto delle caratteristiche della struttura esistente.

### **TERMINI E DEFINIZIONI**

#### **Livello di protezione LPL**

- 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. Le norme CEI EN 62305 prevedono quattro livelli di protezione (da I a IV).

Per ciascun LPL è fissato un insieme di parametri, minimi e massimi, della corrente di fulmine.

- LPS

sistema completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura

- impianto di protezione esterno

parte di un LPS costituita da un sistema di captatori, da un sistema di calate e da un sistema di dispersori.

- impianto di protezione esterno isolato dalla struttura da proteggere

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

- impianto di protezione esterno non isolato dalla struttura da proteggere

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

- impianto di protezione interno

parte di un LPS costituita da collegamenti equipotenziali e/o isolamento elettrico dell'LPS esterno

- sistema di captatori

parte di un LPS esterno, costituita da elementi metallici quali aste, conduttori disposti a formare maglie o catenarie, atti ad 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

- conduttori ad anello

conduttori disposti ad anello attorno alla struttura che interconnettono le calate per favorire la ripartizione della corrente di fulmine fra esse

- sistema di dispersori

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

- elemento del dispersore

una parte o un insieme di parti del sistema di dispersori che realizza un contatto elettrico diretto con il terreno per disperdere la corrente di fulmine

- dispersore ad anello

elemento del dispersore a forma di anello chiuso intorno alla struttura al di sotto o sulla superficie del terreno

- dispersore di fondazione

elemento metallico interrato sotto la fondazione di un edificio o preferibilmente inserito nel calcestruzzo della fondazione stessa generalmente a forma di anello chiuso

## Sistema di protezione contro il fulmine LPS

- Sistema 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

- impedenza convenzionale di terra

rapporto tra i valori di picco, normalmente non contemporanei, della tensione di terra e della corrente nel sistema di dispersori

- tensione totale di terra

differenza di potenziale tra il sistema di dispersori ed un punto sufficientemente lontano

- componenti naturali dell'LPS

elemento conduttore non installato appositamente per la protezione contro il fulmine, che può essere usato in aggiunta all'LPS o che può svolgere la funzione di una o più parti dell'LPS

Alcuni esempi dell'uso di questo termine sono i seguenti:

- captatore naturale
- calata naturale
- elemento del dispersore naturale

- elemento di connessione

parte di un LPS esterno che realizza la connessione tra i conduttori o ai corpi metallici

- elemento di fissaggio

parte di un LPS che consente il fissaggio degli elementi dell'LPS alla struttura da proteggere come definita nella serie EN 50164

- corpi metallici

corpi metallici di notevole dimensione lineare, interni alla struttura da proteggere, che possono entrare a far parte del percorso della corrente di fulmine, come ad esempio:

tubazioni, scale, guide di ascensori, guaine metalliche dei cavi, canalizzazioni di ventilazione, riscaldamento e condizionamento, ferri di armatura, elementi strutturali metallici

- corpi metallici esterni

corpi metallici di notevole dimensione lineare che entrano o escono nella struttura da proteggere, come ad esempio tubazioni, schermi di cavi, canalizzazioni metalliche ecc. e che possono trasportare una parte della corrente di fulmine

- impianto elettrico

impianto comprendente componenti alimentati in bassa tensione

- impianto elettronico

impianto comprendente componenti elettronici sensibili quali apparati per telecomunicazioni, calcolatori, sistemi di controllo e misura, sistemi radio, apparati elettronici di potenza

- impianti interni

impianti elettrici ed elettronici interni ad una struttura

- collegamento equipotenziale

connessione tra corpi metallici e l'LPS, mediante connessione diretta o tramite limitatore di sovratensioni, per ridurre le differenze di potenziale dovute alla corrente di fulmine

- collettore equipotenziale

barra metallica mediante la quale possono essere connessi all'LPS i corpi metallici esterni, le linee di energia e di telecomunicazione ed gli altri cavi

- conduttore equipotenziale

conduttore utilizzato per connettere all'LPS parti conduttrici della struttura

- ferri di armatura elettricamente continui

ferri di armatura di una struttura in cemento armato che sono considerati elettricamente continui

- scarica pericolosa

scarica elettrica, generata dalla corrente di fulmine, che può provocare danni materiali all'interno della struttura da proteggere

- distanza di sicurezza

la minima distanza tra due parti conduttrici, per cui non si possono verificare scariche pericolose fra esse

- limitatore di sovratensione

SPD

dispositivo che limita le sovratensioni e scarica le correnti impulsive. Contiene almeno un componente non lineare

- punto di misura

giunzione progettata ed installata per facilitare prove e misure di componenti dell'LPS

- classe di un LPS

numero che classifica un LPS in funzione del livello di protezione per cui è stato progettato

- progettista dell'impianto di protezione

specialista competente ed esperto nella progettazione di LPS

- installatore di impianti di protezione

persona competente ed esperta nell'installazione di LPS

- struttura con rischio di esplosione

struttura che contiene materiali esplosivi solidi o zone pericolose come definite dalla IEC 60079-10-1 e IEC 60079-10-2

- spinterometro di separazione

IGS

componente con distanza isolante per separare elettricamente le parti conduttrici dell'installazione. Al verificarsi di una fulminazione, le parti conduttrici dell'installazione sono temporaneamente interconnesse per effetto della scarica disruptiva.

- interfacce di separazione

dispositivi atti ad attenuare gli impulsi condotti sulle linee entranti in una LPZ, compresi i trasformatori di isolamento muniti di schermo connesso a terra tra gli avvolgimenti, cavi in fibra ottica privi di elementi metallici e opto isolatori. Le caratteristiche di tenuta di detti dispositivi sono intrinsecamente adatti allo scopo o resi tali mediante SPD.

## CLASSE DI UN LPS

Le caratteristiche di un LPS sono determinate dalla struttura che deve essere protetta e dal livello di protezione prefissato (LPL).

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

La classe dell'LPS richiesto deve essere scelta sulla base della valutazione del rischio ai sensi della Norma CEI EN 62305-2.

## PROGETTO DELL'LPS

L'ottimizzazione tecnica ed economica del progetto di un LPS può essere effettuata se le fasi del progetto stesso e della costruzione dell'LPS sono coordinate con le fasi del progetto e della costruzione della struttura che deve essere protetta. In particolare può:

- essere prevista,
- non essere prevista,

nelle fase di progettazione della struttura, la possibile utilizzazione di parti metalliche della struttura come elementi dell'LPS.

## CONTINUITA' DEI FERRI D'ARMATURA NELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO ARMATO

I ferri di armatura di una struttura in calcestruzzo armato sono considerati continui in quanto:

- la maggior parte delle interconnessioni tra i ferri verticali e quelli orizzontali è effettuata mediante saldatura;
- sono interconnessi in modo sicuro.

La connessione dei ferri verticali è effettuata:

- mediante saldatura;
- con morsetti;
- mediante sovrapposizione dei ferri per un minimo di 20 volte il loro diametro e legati;
- interconnessi in altro modo sicuro.

Per le strutture di nuova costruzione, la connessione tra i ferri d'armatura deve essere specificata dal progettista o dall'installatore in cooperazione con il costruttore ed il responsabile delle opere civili.

Per le strutture che utilizzano i ferri d'armatura del calcestruzzo, la continuità elettrica dei ferri d'armatura deve essere verificata mediante misure elettriche tra la sommità e la base della struttura.

- La resistenza elettrica totale, misurata con strumentazione di prova atta allo scopo, è inferiore a  $0,2\Omega$ , pertanto i ferri d'armatura possono essere utilizzati come calate naturali dell'LPS;
- La resistenza elettrica totale, misurata con strumentazione di prova atta allo scopo, non è inferiore a  $0,2\Omega$ , pertanto i ferri d'armatura non possono essere utilizzati come calate naturali dell'LPS;
- La struttura è in calcestruzzo armato prefabbricato, pertanto deve essere verificata la continuità elettrica dei ferri d'armatura tra gli elementi prefabbricati contigui.

## 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 d'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.

## SCELTA DI UN LPS ESTERNO

- L'LPS esterno può essere appoggiato alla struttura che deve essere protetta;
- L'LPS esterno deve essere isolato in quanto gli effetti termici ed esplosivi nel punto d'impatto, o nei conduttori percorsi dalla corrente di fulmine, possono causare danno alla struttura o al suo contenuto. Ad esempio: strutture con copertura combustibile, strutture con pareti combustibili e aree con pericolo di esplosione e d'incendio;
- L' LPS esterno isolato in quanto sono previste variazioni della struttura, del suo contenuto o del suo impiego possano richiedere modifiche dell'LPS;
- L' LPS esterno isolato in quanto la suscettibilità del contenuto richiede la riduzione del campo elettromagnetico irradiato associato alle correnti di fulmine nelle calate.

## USO DI COMPONENTI NATURALI

I componenti naturali costituiti da elementi metallici che sono parte integrante della struttura e che non possono essere modificati (per es. ferri d'armatura interconnessi, l'intelaiatura metallica di una struttura) possono essere usati come elementi del LPS. Gli altri componenti metallici possono essere considerati solo come elementi aggiuntivi dell'LPS.

## SISTEMA DI CAPTATORI

La probabilità che un fulmine penetri nella struttura è considerevolmente ridotta dalla presenza di un sistema di captatori opportunamente progettato.

Il sistema di captatori sarà costituito da uno o più dei seguenti componenti:

- aste (comprese le antenne)
- funi sospese all'estremità
- conduttori disposti in modo da formare maglie
- captatori naturali

Per tutti i tipi di sistemi di captatori, al fine della determinazione del volume protetto, devono essere utilizzate solo le effettive dimensioni degli elementi metallici del sistema.

I singoli captatori ad asta devono essere tra loro interconnessi al livello del tetto al fine di assicurare la suddivisione della corrente.

La norma CEI EN 62305-3 non permette l'installazione di elementi radioattivi.

## POSIZIONAMENTO

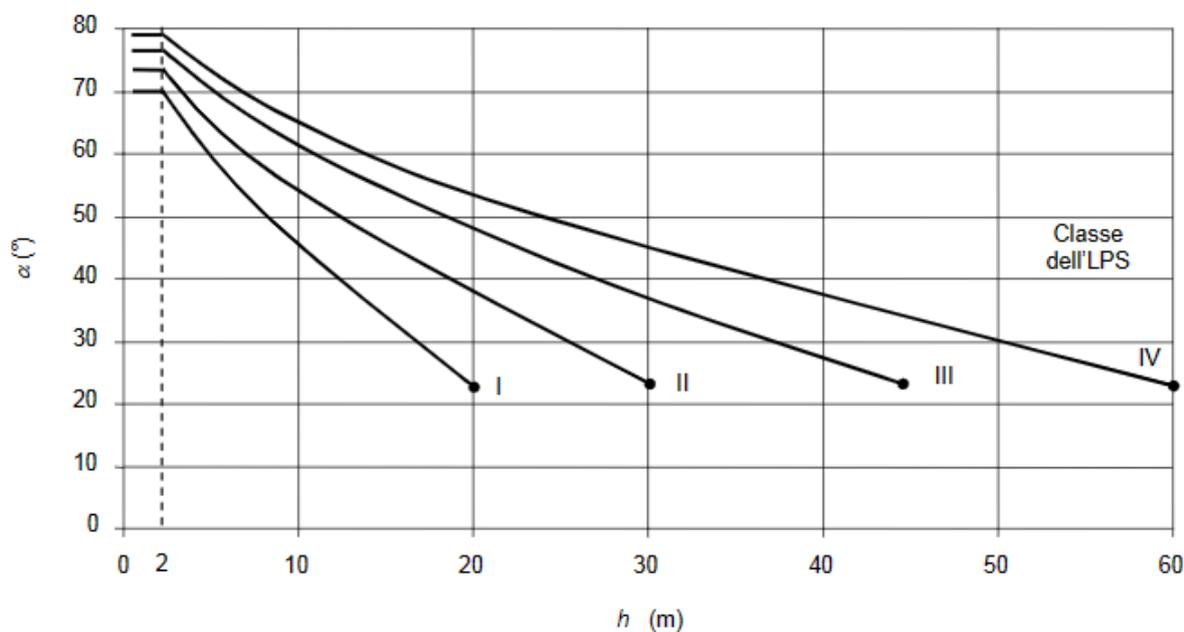
I componenti del sistema di captatori installati su una struttura devono essere posizionati in corrispondenza degli spigoli, dei punti esposti e dei bordi, in particolare quelli ai livelli più elevati delle facciate secondo il metodo:

- dell'angolo di protezione;
- della sfera rotolante;
- della maglia.

Il metodo della sfera rotolante è adatto in ogni caso.

Il metodo dell'angolo di protezione è adatto per edifici di forma semplice, ma comporta limiti nell'altezza del sistema di captatori come indicato nella tabella sottostante.

Classe dell'LPS	Metodo di protezione		
	Raggio della sfera rotolante $r$ m	Lato di magliatura $w_m$ m	Angolo di protezione $\alpha^\circ$
I	20	5 x 5	Vedi Fig. 1 sottostante
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	



Il metodo della maglia è adatto alla protezione di superfici piane.

## SISTEMA DI CAPTATORI CONTRO I FULMINI SUI LATI DI STRUTTURE ELEVATE

- struttura di altezza inferiore a 60m. Dovranno essere protette solo le coperture e le protrusioni orizzontali in accordo con la classe dell'LPS;
- struttura di altezza uguale o maggiore di 60m. Possono verificarsi fulmini che colpiscono le facciate della struttura stessa, in particolare nelle punte, negli spigoli e ai bordi delle facciate. Dovrà essere installato un sistema di captatori, che dovrà soddisfare almeno i requisiti dell' LPL IV con particolare riguardo al posizionamento di captatori sui bordi delle facciate, spigoli, significative protrusioni come balconi, terrazze, eccetera. I captatori installati sulle pareti delle strutture possono essere elementi metallici esterni, se presentano le caratteristiche minime specificate nella seguente tabella.

Classe dell'LPS	Materiale	Spessore <sup>(a)</sup>	Spessore <sup>(b)</sup>
		t mm	t' mm
da I a IV	Piombo	–	2,0
	Acciaio (inossidabile, galvanizzato)	4	0,5
	Titanio	4	0,5
	Rame	5	0,5
	Alluminio	7	0,65
	Zinco	–	0,7

(a) t impedisce la perforazione.  
(b) t' solo per lastre di metallo se non è importante prevenire la perforazione, il punto caldo o problemi di accensione.

Questi captatori possono essere costituiti dai conduttori delle calate intenzionali posizionati in corrispondenza degli spigoli verticali della struttura o da elementi metallici costituenti calate naturali. I captatori intenzionali o naturali che soddisfano detti requisiti possono utilizzare calate intenzionali o essere opportunamente interconnessi a calate naturali quali l'intelaiatura metallica della struttura o i ferri di armatura del calcestruzzo elettricamente continui.

### COSTRUZIONE

Il sistema di captatori di un LPS non isolato dalla struttura che deve essere protetta sarà installato nel seguente modo:

- il tetto è costituito da materiale non combustibile, il sistema di captatori può essere appoggiato sulla superficie del tetto stesso;
- il tetto è costituito da materiale facilmente combustibile, pertanto deve essere posta particolare cura nei riguardi della distanza tra il sistema di captatori ed il materiale combustibile. Si ritiene adeguata una distanza non inferiore a 0,1m;
- Il tetto è di paglia, non vengono usati ferri di acciaio per l'assemblaggio, la distanza tra il sistema di captatori e il tetto stesso deve essere almeno pari a 0,15 m;
- Parti facilmente combustibili della struttura da proteggere non devono essere in diretto contatto con i componenti esterni dell'LPS e non devono essere installati direttamente sotto qualsivoglia elemento di copertura che possa essere perforato dal fulmine.

## COMPONENTI NATURALI

Possono essere usati come componenti naturali del sistema di captatori, i seguenti componenti di una struttura:

le lastre metalliche di copertura della struttura da proteggere a condizione che:

- la continuità elettrica tra le parti sia resa durevole, ad esempio tramite saldatura o avvitamento;
- lo spessore delle lastre metalliche sia tale da non dover prendere precauzioni contro la perforazione della copertura, l'incendio dei materiali combustibili sottostanti, o contro il fenomeno del punto caldo;
- componenti metallici come gronde, ringhiere, etc, la cui sezione trasversale non sia inferiore a quella specificata per i captatori normali;
- tubazioni e serbatoi metallici sul tetto, a condizione che essi sia costruiti con materiali aventi spessore e sezione con i valori riportati nella tabella sotto riportata;
- Tubazioni e serbatoi metallici contenenti miscele facilmente combustibili o esplosive, a condizione che essi siano costruiti con materiali aventi spessore non inferiori all'appropriato valore di  $t$  fra quelli riportati in tabella, e che la sovratemperatura della superficie interna in corrispondenza del punto d'impatto non costituisca pericolo

Classe dell'LPS	Materiale	Spessore <sup>(a)</sup>	Spessore <sup>(b)</sup>
		$t$ mm	$t'$ mm
da I a IV	Piombo	–	2,0
	Acciaio (inossidabile, galvanizzato)	4	0,5
	Titanio	4	0,5
	Rame	5	0,5
	Alluminio	7	0,65
	Zinco	–	0,7

(a)  $t$  impedisce la perforazione.  
(b)  $t'$  solo per lastre di metallo se non è importante prevenire la perforazione, il punto caldo o problemi di accensione.

Se le condizioni relative allo spessore dei materiali non sono rispettate, le tubazioni o i serbatoi devono essere inclusi nella struttura da proteggere.

L'uso come captatori naturali di tubazioni che trasportano miscele in concentrazioni comprese entro i limiti di infiammabilità o esplosive, è vietato se la guarnizione interposta tra le flange non è metallica o se le flange affacciate non sono in altro modo tra loro interconnesse.

## SISTEMA DI CALATE

Al fine di ridurre la probabilità che la corrente di fulmine che fluisce dell'LPS provochi danno, le calate devono essere disposte in modo che dal punto di impatto a terra:

- Esistano più percorsi di impatto a terra;
- Le lunghezze dei percorsi siano ridotti al minimo;
- Le connessioni equipotenziali alle parti conduttrici della struttura siano realizzate come in seguito descritto;

La geometria delle calate e dei condotti ad anello influenza la distanza di sicurezza

## POSIZIONAMENTO DI UN LPS ISOLATO

L'LPS deve essere posizionato come nei seguenti modi:

- Se il sistema di captatori è costituito da aste su supporti separati (o su un singolo supporto) che non siano metallici o ferri d'armatura, è necessario almeno una calata per ciascun supporto. Nessuna calata addizionale è richiesta per supporti realizzati in metallo o con ferri d'armatura;
- Se il sistema di captatori è realizzato mediante funi (o una fune) sospese all'estremità, è necessaria almeno una calata in corrispondenza di ciascun supporto;
- Se il sistema di captatori è realizzato con una rete di conduttori, è necessaria almeno una calata in corrispondenza delle estremità di ciascuna fune di supporto.

## POSIZIONAMENTO DI UN LPS NON ISOLATO

Il numero di calate di un LPS non isolato non deve essere inferiore a due e le calate dovrebbero essere distribuite lungo il perimetro della struttura da proteggere, compatibilmente con i limiti architettonici e pratici.

È preferibile che le calate siano fra loro equidistanti lungo il perimetro. Tipici valori preferenziali della distanza tra le calate sono riportati nella tabella sottostante.

Classe dell'LPS	Distanze tipiche m
I	10
II	10
III	15
IV	20

Se possibile, si dovrà installare una calata in corrispondenza di ogni spigolo della struttura.

Le calate devono essere installate in modo da costituire, per quanto possibile, la continuazione diretta del sistema di captatori. Dovrà essere assicurato il più breve e più diretto percorso fin a terra.

Deve essere evitata la formazione di cappi.

Le calate, anche se rivestite con materiali isolanti, non devono essere installate all'interno di grondaie o pluviali.

Le calate di un LPS non isolato dalla struttura da proteggere possono essere installate come segue:

posizionate sulla superficie della parete, se la parete è costituita da materiale incombustibile;

posizionate sulla superficie della parete, se la parete è costituita da materiale facilmente combustibile e la sovratemperatura che esse assumono a causa della corrente di fulmine che fluisce su di esse non è pericolosa per il materiale della parete;

installate in modo tale che la distanza dalla parete sia sempre maggiore di 0,1 m se la parete è costituita da materiale facilmente combustibile e la sovratemperatura è pericolosa. I morsetti di fissaggio, invece, possono essere a contatto con la parete.

Quando la distanza tra calata e il materiale combustibile non può essere assicurata, la sezione del conduttore di acciaio o del conduttore termicamente equivalente non deve essere minore di 100 mm<sup>2</sup>

#### Componenti naturali

Saranno utilizzate come calate naturali le seguenti parti della struttura:

i corpi metallici (se la continuità elettrica tra le varie parti sia realizzata in modo durevole e se le loro dimensioni sono almeno uguali a quanto prescritto per le calate normali);

gli elementi portanti della struttura elettricamente continui;

i ferri di armatura delle strutture in cemento armato;

gli elementi, i profilati e i supporti delle facciate metalliche (se le loro dimensioni sono in accordo con quanto richiesto per le calate normali ed il loro spessore non sia inferiore a 0,5mm e siano in continuità elettrica nella direzione verticale e il numero di giunzioni lungo i conduttori devono essere il minimo possibile e devono essere effettuate per mezzo di brasatura forte, saldatura, etc.).

#### Punti di misura

Su ciascuna calata, in prossimità del collegamento al dispersore, deve essere previsto un punto di misura, a meno che non si tratti di calate naturali connesse a un dispersore di fondazione.

Il punto di misura deve essere apribile con attrezzo e rimanere chiuso in condizioni ordinarie.

### **SISTEMA DI DISPERSORI**

Il dispersore dovrà possibilmente avere una resistenza minore di 10 Ω.

Per la protezione contro i fulmini, il dispersore deve essere unico, e adatto per tutti gli scopi; pertanto i dispersori dei diversi impianti, qualora esistenti, devono essere interconnessi in maniera equipotenziale.

Il sistema di dispersori potrà essere:

di tipo A. Dispersore che comprende elementi orizzontali o verticali, installati all'esterno della struttura da proteggere e collegati a ciascuna calata o un dispersore di fondazione che non formi un anello chiuso. Il numero totale degli elementi del dispersore non dovrà essere inferiore a due. Gli

elementi orizzontali del dispersore devono possibilmente essere installati ad una profondità di almeno 5m;

di tipo B. Dispersore ad anello esterno alla struttura in contatto con il suolo per almeno l'80% della sua lunghezza totale, sia il dispersore di fondazione che formi un anello chiuso. Il dispersore di tipo B può anche essere magliato e se del tipo ad anello, deve essere preferibilmente interrato ad una profondità di almeno 0,5m e a circa 1m dai muri perimetrali.

La profondità di interramento ed il tipo di elementi del dispersore devono essere tali da ridurre al minimo gli effetti di corrosione di essiccamento e congelamento del suolo al fine di stabilizzare l'impedenza di terra convenzionale.

Per strutture con impianti elettronici o con elevato rischio d'incendio sono consigliabili dispersori di tipo B.

Possono essere usati come elementi del dispersore i ferri di armatura elettricamente continui del cemento armato. Quando i ferri di armatura del cemento armato sono usati come elemento del dispersore, si deve porre particolare attenzione alle interconnessioni per evitare la rottura meccanica del cemento.

I componenti dell'LPS devono resistere agli effetti elettromagnetici delle correnti di fulmine ed ai prevedibili sforzi senza essere danneggiati.

Tutti i componenti devono soddisfare i requisiti delle norme della serie EN 50164.

I captatori e le calate devono essere saldamente fissati in modo che gli sforzi meccanici, elettrodinamici o accidentali non possano provocare la rottura o l'allentamento dei conduttori.

Il numero di giunzioni lungo i conduttori deve essere il minimo possibile.

Materiali e dimensioni devono essere scelti tenendo conto della possibilità di corrosione sia della struttura da proteggere che dell'LPS.

Materiali, configurazioni, sezioni minime dei conduttori e delle aste dei captatori, delle calate e dei picchetti sono riportate nella tabella sottostante.

<b>Materiale</b>	<b>Configurazione</b>	<b>Sezione minima mm<sup>2</sup></b>
Rame Rame stagnato	Nastro massiccio	50
	Tondo massiccio <sup>(b)</sup>	50
	Cordato <sup>(b)</sup>	50
	Tondo massiccio <sup>(c)</sup>	176
Alluminio	Nastro massiccio	70
	Tondo massiccio	50
	Cordato	50
Lega di alluminio	Nastro massiccio	50
	Tondo massiccio	50
	Cordato	50
	Tondo massiccio <sup>(c)</sup>	176
Lega di alluminio ramata	Tondo massiccio	50
Acciaio zincato a caldo	Nastro massiccio	50
	Tondo massiccio	50
	Cordato	50
	Tondo massiccio <sup>(c)</sup>	176
Acciaio ramato	Tondo massiccio	50
	Nastro massiccio	50
Acciaio inossidabile	Nastro massiccio <sup>(d)</sup>	50
	Tondo massiccio <sup>(d)</sup>	50
	Cordato	70
	Tondo massiccio <sup>(c)</sup>	176

(a) Le caratteristiche meccaniche ed elettriche nonché le proprietà di resistenza alla corrosione devono soddisfare le prescrizioni della serie EN 50164.

(b) In alcune applicazioni dove la resistenza meccanica non è un requisito essenziale, i 50 mm<sup>2</sup> (8 mm di diametro) possono essere ridotti a 25 mm<sup>2</sup>. In questo caso è consigliabile diminuire la distanza tra gli ancoraggi.

(c) Utilizzabile solo per aste di captatori e picchetti. In presenza di sforzi meccanici come la spinta del vento, non critici possono essere utilizzate aste di 9,5 mm di diametro lunghe al massimo 1 m.

(d) Se gli aspetti termici e meccanici sono importanti, queste dimensioni possono essere aumentate a 75 mm<sup>2</sup>.

I materiali, le configurazioni e le dimensioni minime degli elementi del dispersore sono indicate nella tabella sottostante

Materiale	Configurazione	Dimensioni minime		
		Diametro picchetto mm	Conduttore di terra mm <sup>2</sup>	Piastra mm
Rame Rame stagnato	Cordato		50	
	Tondo massiccio	15	50	
	Nastro massiccio		50	
	Tubo	20		
	Piastra massiccia			500 × 500
	Piastra a graticcio <sup>(c)</sup>			600 × 600
Acciaio zincato a caldo	Tondo massiccio	14	78	
	Tubo	25		
	Nastro massiccio		90	
	Piastra massiccia			500 × 500
	Piastra a graticcio <sup>(c)</sup>			600 × 600
	Profilato	(d)		
Acciaio <sup>(b)</sup>	Cordato		70	
	Tondo massiccio		78	
	Nastro massiccio		75	
Acciaio ramato	Tondo massiccio	14	50	
	Nastro massiccio		90	
Acciaio inossidabile	Tondo massiccio	15	78	
	Nastro massiccio		100	

(a) Le caratteristiche meccaniche ed elettriche nonché le proprietà di resistenza alla corrosione devono soddisfare le prescrizioni della serie EN 50164.

(b) Deve essere inglobato nel calcestruzzo per almeno 50 mm.

(c) Piastra a graticcio costruita con una lunghezza complessiva del conduttore di almeno 4,8 m.

(d) Sono consentiti profilati aventi sezione di 290 mm<sup>2</sup> e uno spessore minimo di 3 mm, es. profilati a croce.

(e) Nel caso di dispersori di fondazione di tipo B gli elementi del dispersore devono essere correttamente interconnessi con i ferri di armature almeno ogni 5 m.

## IMPIANTI FOTOVOLTAICI SUL TETTO DI EDIFICI O STRUTTURE CON LPS

L'installazione dell'LPS su un edificio o struttura è necessaria quando è indispensabile per ridurre il rischio di perdita di vite umane  $R_1$  a valori inferiori al rischio tollerabile o quando l'area di captazione dell'edificio contro la fulminazione diretta soddisfa la seguente relazione:

$$A_d \leq \frac{8 \times F_T \times 10^5}{C_d \times N_g} \quad [m^2]$$

Dove

$N_g^{-7}$  è il numero di fulmini all'anno per  $km^2$

$F_T$  è la frequenza di danno tollerabile

$C_d$  è il fattore di ubicazione

In questo caso un LPS di Classe III-IV è in genere sufficiente per conseguire la protezione, a meno che la Classe dell'LPS sia stata determinata dalla valutazione del rischio  $R_1$ .

L'LPS può essere isolato o non isolato dall'impianto fotovoltaico.

### LPS ISOLATO

Quando la tensione  $U_i$  indotta nella spira formata da ogni conduttore di energia e il conduttore equipotenziale è maggiore della tenuta dell'inverter e/o del modulo FV, è necessario installare SPD vicino all'inverter (SPD3) e/o al modulo FV (SPD4).

La protezione si ritiene sempre verificata installando sempre un SPD di tipo 2 vicino all'inverter (SPD3) e al modulo FV (SPD4); la corrente nominale di scarica  $I_n$  deve essere maggiore o uguale a 5 kA per sopportare le sovracorrenti indotte dalla fulmine sull'edificio o struttura.

### LPS NON ISOLATO

Ogni spigolo del modulo fotovoltaico dovrebbe essere collegato a una calata.

## IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA

L'impianto fotovoltaico a terra è in genere una struttura isolata, ubicata in area rurale.

### IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA "NON ESPOSTO"

Se la relazione:

$$A_d \leq \frac{8 \times F_T \times 10^5}{C_d \times N_g} \quad [m^2]$$

Dove

$N_g^{-7}$  è il numero di fulmini all'anno per  $km^2$

$F^T$  è la frequenza di danno tollerabile

$C_d$  è il fattore di ubicazione

è soddisfatta, l'impianto è definito "non esposto"

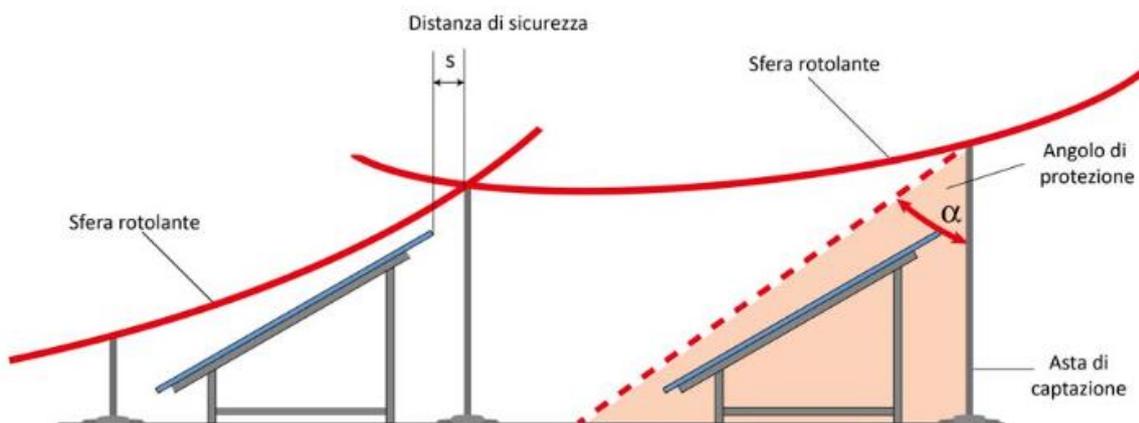
### IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA "ESPOSTO"

Quando invece la relazione di cui sopra non è soddisfatta, l'impianto fotovoltaico a terra si definisce "esposto".

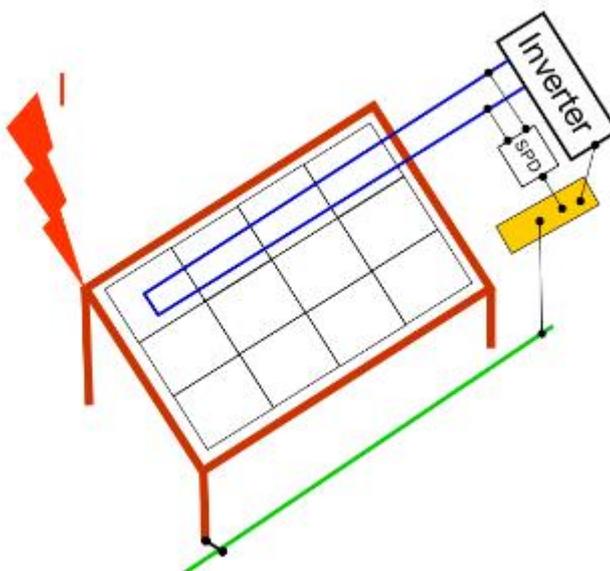
LPS

In questo caso un LPS di classe IV o III è sufficiente.

L'LPS può essere isolato dall'impianto fotovoltaico



Nell'impianto fotovoltaico può essere presente un LPS naturale



- Il captatore è costituito dalla struttura metallica di supporto alle schiere dell'impianto fotovoltaico;
- I pali di supporto e di ancoraggio al terreno della struttura metallica costituiscono le calate;
- Il dispersore è costituito dai pali di ancoraggio nel terreno, collegati a uno o più elementi disperdenti orizzontali.

È necessario che l'LPS sia conforme alla Norma CEI EN 60305-3

Le lestre o le tubazioni metalliche usate come captatori dovranno avere i seguenti spessori minimi:

<b>Materiale</b>	<b>Spessore [mm]</b>
Acciaio zincato acciaio inox	0,5
Alluminio	0,65

**Note:** \_\_\_\_\_

Per la trattazione completa della protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici si rimanda alla scheda **IT 015 - Protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici – Ottobre 2022.**