

## ► 11. La manutenzione degli impianti di protezione

### Cosa dice la Norma

Secondo quanto prescritto dalla norma CEI EN 62305 11 edizione gli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche (LPS ed SPD) devono essere mantenuti in modo da essere sempre efficienti.

Effettuare ispezioni regolari è condizione fondamentale per una manutenzione affidabile, al fine di evitare deterioramenti ed assicurare che esso continui a soddisfare i requisiti per i quali era stato originariamente progettato.

Infatti i componenti dell'LPS tendono a perdere la loro efficacia con il passare del tempo a causa di corrosioni, danni dovuti alle intemperie, deterioramenti meccanici e danneggiamenti causati dal fulmine.

Un impianto di protezione dalle scariche atmosferiche può essere soggetto alle seguenti verifiche:

- verifica eseguita dall'installatore al termine dell'installazione prima del rilascio della dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/08;
- verifica di collaudo, a scelta del proprietario dell'impianto ed eseguita da un tecnico competente di fiducia, al fine di controllare la conformità dell'installazione al progetto;
- verifica iniziale a campione eseguita dall'INAIL in conformità all'art. 3 del D.P.R. 462/01 (gli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche relativi a strutture che non risultano protette dal rischio di fulminazione diretta ed indiretta in riferimento al rischio R1 – perdita di vite umane, sono soggetti all'obbligo di denuncia all'INAIL di cui all'art. 2 del D.P.R. 462/01);
- verifiche periodiche di cui all'art. 4 del D.P.R. 462/01 in carico al Datore di Lavoro il quale deve richiederle ai soggetti abilitati nell'ambito di applicazione del suddetto decreto;
- eventuali verifiche straordinarie di cui all'art. 7 del D.P.R. 462/01;
- controlli in capo al Datore di Lavoro secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e la normativa vigente con lo scopo di verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza (art. 86, comma 1, D.Lgs. 81/08).

Non sussiste l'obbligo di affidare tali verifiche a soggetti quali quelli individuati negli artt. 4 e 7 del d.p.r. 462/01, tuttavia devono essere eseguite da persone qualificate e competenti nei lavori di verifica, rispettivamente degli impianti elettrici e degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche. Il datore di lavoro può incaricare di tali verifiche sia personale interno che personale esterno.

Il datore di lavoro deve comunque accertarsi che la persona incaricata abbia le competenze per un compito simile, altrimenti potrebbe non essere esente da colpa nel caso dovesse verificarsi qualche infortunio. L'esito dei controlli deve essere verbalizzato e tenuto a disposizione dell'autorità di vigilanza.

Una verifica consiste nell'esame sia della documentazione tecnica a corredo dell'impianto, sia dell'esame sul campo; quest'ultimo può essere di due tipi: esame ordinario ed esame approfondito ovvero comprendente prove e misure.

Le tabelle seguenti, prese dalla norma CEI 81-2 ed. 2013-2, riportano la periodicità delle verifiche.

**Tabella 1.** Massimo intervallo tra due verifiche successive di un LPS

Livello di protezione	Verifiche a vista (mesi) Esame ordinario	Verifica completa (mesi) Esame approfondito	Verifica completa di impianti critici <sup>a,b</sup> (mesi) Esame approfondito
I e II	12	24	12
III e IV	24	48	12

- (a) Gli LPS utilizzati in applicazioni su strutture con rischio di esplosione è opportuno siano verificati ogni 6 mesi. E' opportuno che le verifiche elettriche siano effettuate una volta all'anno. Un'eccezione accettabile alla verifica annuale programmata è quella di eseguire prove ad intervalli di 14-15 mesi quando questo sia considerato vantaggioso per la verifica della variazione stagionale della resistenza di terra.
- (b) Gli impianti critici possono comprendere le strutture contenenti impianti interni sensibili, edifici ad uso uffici, edifici commerciali o luoghi in cui possano essere presenti un elevato numero di persone; ove il danno si può estendere alle strutture ed all'ambiente circostante (come ad esempio emissioni tossiche, contaminazioni, ecc..) ove vi è pericolo immediato per la vita umana.

**Tabella 2.** Massimo intervallo tra due verifiche successive di un SPD

Livello di protezione	Verifiche a vista (mesi) Esame ordinario	Verifica completa (mesi) Esame approfondito	Verifica completa di impianti critici <sup>a,b</sup> (mesi) Esame approfondito
I e II	6	12	6
III e IV	12	24	6
No LPS	12	24	6

Dopo ogni fulminazione è opportuno effettuare un esame a vista dello stato degli SPD, a meno che non sia stato realizzato un sistema di segnalazione remota.

Sugli impianti dove sono installati gli SPD, le situazioni critiche sono relative a strutture ove possono verificarsi guasti che determinano un pericolo immediato per la vita umana

Gli SPD possono guastarsi anche per sovratensioni diverse dalla fulminazione.

**Tabella 3.** Massimo intervallo tra due verifiche successive di un SPM (surge protection measures)

Livello di protezione	Verifiche a vista (mesi) Esame ordinario	Verifica completa (mesi) Esame approfondito	Verifica completa di impianti critici <sup>a,b</sup> (mesi) Esame approfondito
Sistemi di SPD	6	12	6
Schermi magnetici	12	24	12
Equipotenzializzazione	12	24	12

Dopo ogni fulminazione è opportuno effettuare un esame a vista dello stato degli SPD, a meno che non sia stato realizzato un sistema di segnalazione remota.

Le situazioni critiche sono relative a strutture ove i guasti di impianti interni dovuti all'impulso elettromagnetico (LEMP) possono provocare pericolo immediato per la vita umana.

L'intervallo di verifica dei sistemi SPD è differente rispetto alla tabella 2 in quanto si fa riferimento a misure di protezione contro il LEMP.

**Tabella 4.** Massimo intervallo tra due verifiche successive di altre misure di protezione

Strutture dotate di LPS esterno	Strutture non dotate di LPS esterno	(mesi)
Stessa frequenza definita per l'esame approfondito, determinata dal livello di protezione dell'LPS	Caratteristiche del suolo e/o della pavimentazione	60
	Barriere, isolamento, cartelli ammonitori, equipotenzializzazione del suolo	60
	Misure antincendio (salvo indicazioni più restrittive indicate dalla normativa di prevenzione incendi)	60

Per svolgere la verifica è opportuno acquisire dichiarazioni e report dei controlli delle misure antincendio.

La frequenza delle verifiche indicata nelle tabelle precedenti si applica in assenza di specifiche richieste da parte delle autorità competenti. Se le autorità o le istituzioni nazionali richiedono regolari verifiche sugli impianti elettrici della struttura, contemporaneamente a questa è raccomandata l'esecuzione della verifica dell'LPS per quanto riguarda il funzionamento delle misure di protezione interne, compreso l'impianto di equipotenzializzazione.

La periodicità di tali verifiche potrebbe non essere sufficiente, poiché l'uso e l'usura dell'impianto potrebbero far venir meno i requisiti di sicurezza nell'intervallo di tempo tra due di tali verifiche. L'art. 86 del d.lgs. 81/08 ricorda allora al datore di lavoro che è opportuno seguire le indicazioni delle norme per attuare ulteriori "controlli" dello stato dell'impianto, in modo da rilevare tempestivamente possibili guasti.

È bene eseguire gli ulteriori controlli:

- dopo modifiche (ad esempio: aggiunta di apparecchiature in copertura, ampliamenti dell'edificio, aggiunta di camini o antenne, ecc...) o riparazioni (ad es.: lavori o manutenzioni sulla copertura), o quando si abbia notizia che la struttura, le linee entranti o le loro vicinanze siano stati colpiti da un fulmine;
- ad intervalli di tempo correlati alle caratteristiche della struttura da proteggere. Tali intervalli di tempo possono essere determinati sulla base dei seguenti fattori:
  - i possibili effetti di danno caratteristici della struttura protetta;
  - condizioni ambientali (ad esempio ambienti con atmosfere corrosive richiedono intervalli di verifica più brevi);
  - caratteristiche dell'LPS, dei componenti e dei materiali.

Nella maggior parte delle aree ed in particolare quelle in cui si riscontrano estreme variazioni stagionali di temperatura e di pioggia, si dovrebbe tenere conto della variazione della resistenza di terra effettuando il rilievo del profilo di resistività del suolo, in funzione della profondità, nelle diverse condizioni meteorologiche. È opportuno che siano effettuati miglioramenti al sistema di dispersori quando si riscontrano ampie variazioni nei valori della resistenza di terra rispetto a quello previsto dal progetto; in particolare quando, in verifiche successive, se ne rileva un continuo incremento.

All'atto delle verifiche, al verificatore dovrebbe essere fornito il progetto dell'impianto di protezione contenente tutta la documentazione necessaria come ad esempio i criteri di progetto (indicazione livello di protezione richiesto, calcolo distanza di sicurezza, ecc...), la descrizione tecnica ed i relativi disegni.

Nel caso in cui la verifica evidensi la necessità di riparazioni, è opportuno che queste ultime siano eseguite senza ritardo e non procrastinate fino al successivo ciclo di manutenzione.

È opportuno che sia effettuata la registrazione di tutte le manutenzioni e delle azioni correttive effettuate o richieste; le registrazioni delle procedure di manutenzione dovrebbero costituire un mezzo per valutare i componenti e l'installazione dell'LPS. Le registrazioni delle manutenzioni dovrebbero servire anche per la revisione delle procedure e per aggiornare i programmi di manutenzione e dovrebbero essere conservate unitamente al progetto dell'LPS ed ai rapporti delle ispezioni.

## Note sui prodotti

SIPF® è una gamma completa di elementi studiati appositamente per la realizzazione di sistemi di protezione contro i fulmini esterni secondo la norma CEI EN 62305-3 ed interni secondo la norma CEI EN 62305-4.



Gli impianti di protezione contro i fulmini SIPF® sono studiati anche per ridurre al minimo le manutenzioni periodiche, è tuttavia importante non trascurare le indicazioni che seguono.

## LPS esterno

Tutti i componenti di protezione da fulmini sono testati secondo gli standard più recenti nazionali ed internazionali. Gli elevati standard di qualità che ci siamo imposti hanno orientato la scelta su materiali nobili:

- lega di alluminio (E-AlMgSi) per i conduttori di captazione, calata ed astine di captazione;
- rame elettrolitico, tondo per i conduttori di captazione e calata, cordato per l'anello disperdente orizzontale interrato e gli eventuali "baffi" di connessione alle calate;
- acciaio inossidabile AISI 304 e AISI 316 per elementi di ancoraggio, pali di captazione, morsetti e viterie in genere;
- PRFV (fibre di vetro e resina poliestere) con trattamento TNT per la protezione dai raggi UV per elementi distanziatori isolanti, pali di sostegno ad alto isolamento, pali di captazione ad elevato isolamento con calata integrata, rinforzi e braccetti distanziatori isolanti;
- PE (polietilene) e SIL (silicone) come elementi d'isolamento e anti traccia per conduttori di captazione e calata;
- acciaio ramato elettroliticamente per dispersori di profondità;
- acciaio zincato a fuoco per elementi dispersori nelle fondazioni in cemento armato, dispersori di profondità e grandi pali di captazione.

## LPS interno

Tutti i dispositivi di protezione dalle sovratensioni sono testati secondo gli standard più recenti nazionali ed internazionali.

## Captazione

Il sistema SIPF® di base, è composto da elementi di captazione, aste e conduttori di captazione (fune o tondino), da supporti (spesso isolati) e dagli elementi di ancoraggio.

Gli elementi di captazione sono dimensionati per resistere alle scariche dirette senza riportare danni di rilievo. Sono invece più problematici, ai fini della manutenzione preventiva, i punti di ancoraggio e quelli di contatto.

## Sistema a funi sospese

**Fune di captazione** - la fune in lega di alluminio (Al, Mg, Si) potrebbe danneggiarsi a causa dello sfregamento provocato dal vento qualora venisse in contatto con parti della struttura (colmi degli shed, spigoli vivi, ecc...). Di norma questo non dovrebbe succedere, in quanto vanifica l'isolamento tra la captazione e la struttura, principio per il quale si è scelto il sistema a fune, ma sui tetti, specialmente quelli industriali, spesso vengono aggiunti o modificati impianti, e possono nascere condizioni pericolose.

*In caso di modifiche al tetto o alle strutture ivi contenute, è necessario riverificare con il metodo della sfera rotolante che la captazione così disposta garantisca ancora la protezione della struttura. È altresì importante verificare che non siano state collocate apparecchiature o impianti elettricamente continui con l'interno a contatto o comunque ad una distanza con l'LPS inferiore alla distanza di sicurezza (s). Si ricorda che l'isolamento può essere ottenuto per distanziamento o per interposizione di specifici materiali isolanti.*

Di norma un controllo visivo è sufficiente per capire se si sono venute a creare condizioni di deterioramento dell'impianto di captazione.

Possono inoltre presentarsi punti di contatto se la fune perde la sua originaria tensione, condizione che si può verificare solo se cedono gli ancoraggi o i supporti isolati. Anche in questo caso un controllo visivo dovrebbe chiarire i dubbi.

**Punti di ancoraggio** – gli ancoraggi sono i punti su cui si regge il sistema, essi sono soggetti alle forze generate dai pali e dalle funi di captazione ed è per questo estremamente importante che siano realizzati correttamente rispettando i carichi di tiro indicati per ogni singolo articolo.

*Il carico massimo applicabile è sempre quello del componente più debole.*

Nel tempo potrebbe essere necessario ritensionare le funi di captazione agendo sui tiranti.

Per evitare di rimettere mano ai tiranti ed essere sicuri di non superare i valori limite di tiro in fase d'installazione, si consiglia di inserire le molle di pretensionamento sulle tesate.

*Le molle di pretensionamento hanno lo scopo di compensare la dilatazione termica delle funi di captazione dovuta alle variazioni di temperatura, ma anche di conoscere costantemente la forza di tiro applicata (l'informazione è funzione della lunghezza della molla, vedere scheda tecnica).*

Per impianti dotati di molle di pretensionamento, un controllo visivo è sufficiente per capire se si sono venute a creare condizioni di anormalità o di pericolo.

**I morsetti** - I morsetti SIPF® d'incrocio, connessione ed equipotenzialità, previsti, non hanno bisogno di serraggi successivi all'installazione, in quanto la loro particolare conformazione li rende elasticci ed in grado di assorbire le dilatazioni termiche dei materiali con i quali sono in contatto.

*Potrebbero richiedere un ulteriore serraggio i morsetti di equipotenzialità, che fossero connessi con masse realizzate in materiale troppo "morbido" (es. piombo).*

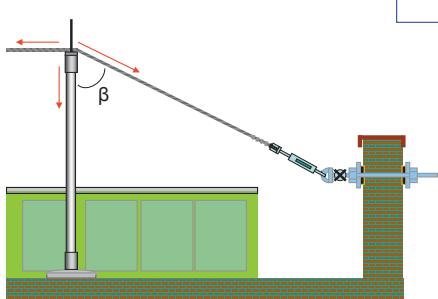
Possono nascere problemi di corrosione se non sono stati rispettati in fase d'installazione i criteri di accoppiamento fra materiali diversi o la scelta del materiale in funzione dell'aggressività dell'ambiente.

*Accoppiamenti sbagliati sono tra l'alluminio, lega di alluminio (Al, Mg, Si) e acciaio zincato da un lato ed il rame dall'altro. Attenzione quindi a scossaline perimetrali, gronde e pluviali se di rame.*

Una forte presenza di cloro nell'ambiente può deteriorare le funi, le aste di captazione e i particolari in alluminio del sistema di protezione.

In ambienti petrolchimici la presenza del gas H<sub>2</sub>S (acido solfidrico) potrebbe deteriorare i materiali di ancoraggio in AISI 304. È questo tuttavia un gas più pesante dell'aria che tende a rimanere a terra, e ciò dovrebbe escludere le suddette problematiche, in quanto i componenti in AISI 304 sono riservati agli elementi di captazione che di solito sono presenti nelle parti più alte dell'impianto. Tutti i particolari in alluminio hanno contenuto di rame < 0,1%. In ogni caso un controllo visivo ravvicinato è sufficiente per capire se si sono venute a creare condizioni di corrosione o di pericolo.

I pali di supporto, normalmente, sono sottoposti all'azione del peso delle funi e degli eventuali agenti esterni (ghiaccio o vento) che agiscono sulle stesse. Diverso è in corrispondenza degli ancoraggi perimetrali dove si aggiunge la componente verticale della forza di tiro



Per una corretta installazione è necessario calibrare la forza di tiro inserendo nella tesata una molla di pretensionamento e soprattutto mantenendo l'angolo  $\beta$  fuori dalla zona blu indicata nel grafico.

© Boncarati Srl

**Supporti isolati** – nella maggioranza degli impianti i supporti isolati saranno disposti in modo che la risultante delle forze applicate sia a loro assiale. Questa condizione consente di caricare i supporti solo a compressione, evitando ulteriori problemi dovuti a flessione e torsione. Rispettando il numero dei supporti e la dimensione di maglia definita in base al livello di protezione richiesto ed al dimensionamento col metodo della sfera rotolante, il sistema garantisce un'ottima solidità anche considerando i venti ed il mancotto di ghiaccio previsti per tutte le regioni d'Italia.

Un controllo visivo è sufficiente per capire se si sono venute a creare condizioni di anormalità.

I supporti isolati centrali sono soggetti solo ai carichi sopra descritti, mentre diverso è per i supporti isolati perimetrali, i quali saranno soggetti anche alla forza generata dalla fune trasversale di captazione che scende verso il perimetro. Questo gioco di forze è riassunto nel grafico riportato a lato, che ne pone i limiti in funzione della forza di tiro e dell'angolo generato tra la fune e la verticale del palo (Per i supporti isolanti standard non sono accettabili interazioni Kg / angolo all'interno dell'area blu). Qualora vi fossero condizioni gravose d'installazione (interne all'area blu) i sostegni isolanti devono essere del tipo rinforzato.

**Astine di captazione** – su questa tipologia d'impianto, le astine di captazione sono installate in testa ai pali di supporto con calata integrata e con essi realizzano ogni singolo elemento di captazione. Ogni singolo palo di captazione può essere dotato di una o più astine disposte secondo l'indicazione degli elaborati grafici.

Il punto "debole" delle astine di captazione sono i fissaggi, sollecitati continuamente dal vento. Per ridurre questi effetti, la sede delle aste di captazione in testa al palo o all'elemento di rinforzo (previsto per aste inclinate di lunghezza superiore a 2,0 m), è dotata di specifico anello in gomma che riduce le vibrazioni e annulla le forze sul filetto dell'asta stessa. Su ogni palo di captazione, snodo o elemento di rinforzo è previsto un grano di blocco. Se detto grano è stato correttamente serrato durante l'installazione non dovrebbero essere necessari interventi di manutenzione.

Condizioni atmosferiche eccezionali (con venti superiori a quanto previsto per l'area d'installazione) o stormi di volatili (piccioni o gabbiani) possono danneggiare le astine di captazione. Di norma un controllo visivo è sufficiente per capire se si sono venute a creare condizioni di anormalità.

## Sistema a pali di captazione

Questo sistema prevede che la protezione della struttura si realizzi mediante la disposizione in copertura di singoli elementi di captazione disposti secondo il metodo della sfera rotolante, non connessi fra loro se non attraverso l'orditura di acciaio o i ferri d'armatura della struttura stessa, qualora essa sia utilizzata come elemento naturale di calata.

A differenza del sistema a fune che consente la ripartizione della corrente da fulmine su diversi percorsi, ogni singolo palo di captazione sarà soggetto alla piena corrente del fulmine.

**Pali di captazione** – i pali di captazione con calata integrata sono gli elementi portanti delle aste di captazione e contemporaneamente consentono il fluire al loro interno della corrente da fulmine fino al punto di connessione alla struttura o a terra. Essi, ancorati alla base con staffe ad omega o a triangolo, oppure connessi lateralmente a parete o a parapetto, sono soggetti agli sforzi trasversali generati dal vento. I pali possono essere rinforzati e/o controventati, la loro condizione è scelta in fase di progetto in base alle zone vento specifiche dove la struttura in esame si trova.

*In caso di modifiche al tetto o alle strutture ivi contenute, è necessario riverificare con il metodo della sfera rotolante che la captazione così disposta garantisca ancora la protezione della struttura. È altresì importante verificare che non siano state collocate apparecchiature o impianti elettricamente continui con l'interno a contatto o comunque ad una distanza con i gli elementi di captazione inferiore alla distanza di sicurezza (s). Si ricorda che l'isolamento può essere ottenuto per distanziamento o per interposizione di specifici materiali isolanti.*

Di norma un controllo visivo è sufficiente per capire se si sono venute a creare condizioni di deterioramento dell'impianto di captazione.

*Potrebbero richiedere un ulteriore serraggio i morsetti di ancoraggio a parete.*

Una forte presenza di cloro nell'ambiente può deteriorare le aste di captazione ed i particolari in alluminio del sistema di protezione.

In ambienti petrolchimici la presenza del gas H<sub>2</sub>S (acido solfidrico) potrebbe deteriorare i materiali di ancoraggio in AISI 304. È questo tuttavia un gas più pesante dell'aria che tende a rimanere a terra, e ciò dovrebbe escludere le suddette problematiche, in quanto i componenti in AISI 304 sono riservati agli elementi di captazione che di solito sono presenti nelle parti più alte dell'impianto. Tutti i particolari in alluminio hanno contenuto di rame < 0,1%. In ogni caso un controllo visivo ravvicinato è sufficiente per capire se si sono venute a creare condizioni di corrosione o di pericolo.

### Sistema appoggiato

**Conduttore di captazione** - il tondino in lega di alluminio (Al, Mg, Si) potrebbe danneggiarsi a causa di manutenzioni della copertura o dovuto al passaggio di incauto personale.

*In caso di modifiche al tetto o alle strutture ivi contenute, è necessario riverificare che la captazione così disposta garantisca ancora la protezione della struttura. È altresì importante verificare che non siano state collocate apparecchiature o impianti elettricamente continui con l'interno ad una distanza con l'LPS inferiore alla distanza di sicurezza. Si ricorda che l'isolamento può essere ottenuto per distanziamento o per l'interposizione di specifici materiali isolanti.*

Di norma un controllo visivo è sufficiente per capire se si sono venute a creare condizioni di deterioramento dell'impianto di captazione.

**Punti di ancoraggio e di supporto** – gli ancoraggi (almeno 1 al metro per norma) sono i punti su cui si regge il conduttore di captazione e di calata, fermo restando i rischi di danneggiamento sopra citati, normalmente la manutenzione non è necessaria in quanto la struttura di questi elementi è in acciaio inossidabile e qualora vi fossero componenti plastici essi hanno una garanzia di 10 anni alle intemperie.

**I morsetti** - I morsetti d'incrocio, connessione ed equipotenzialità previsti per gli impianti con conduttore appoggiato, di norma non dovrebbero aver bisogno di serraggi successivi all'installazione, in quanto la loro particolare conformazione li rende elastici ed in grado di assorbire le dilatazioni termiche dei materiali con i quali sono in contatto.

*Potrebbero richiedere un ulteriore serraggio i morsetti di equipotenzialità, che fossero connessi con masse realizzate in materiale troppo "morbido" (es. piombo).*

Possono nascere problemi di corrosione se non sono stati rispettati in fase d'installazione i criteri di accoppiamento fra materiali diversi.

*Accoppiamenti sbagliati sono tra l'alluminio, lega di alluminio (Al, Mg, Si) e acciaio zincato da un lato ed il rame dall'altro. Attenzione quindi a scossaline perimetrali, se di rame.*

Una forte presenza di cloro nell'ambiente può deteriorare il conduttore di captazione.

In ambienti petrolchimici la presenza del gas H<sub>2</sub>S (acido solfidrico) potrebbe deteriorare i materiali di ancoraggio e connessione in AISI 304. Un controllo visivo ravvicinato è sufficiente per capire se si sono venute a creare condizioni di corrosione o di pericolo. Tutti i particolari in alluminio hanno contenuto di rame < 0,1% e non manifestano effetti nei confronti del gas H<sub>2</sub>S.

**Astine di captazione** – le astine di captazione vanno posizionate sul perimetro ed in prossimità di camini o impianti non protetti dal sistema a maglia. Il punto "debole" delle astine di captazione sono i fissaggi, sollecitati continuamente dal vento. Per le astine di captazione poste sul perimetro saranno da verificare nel tempo gli ancoraggi a parete, in quanto buona parte della tenuta è dipendente dalla qualità del muro sul quale vengono fissate.

*Quando l'astina di captazione perimetrale coincide con la calata, condizione da preferire, si consiglia di fissarla in un punto direttamente al codolo del passante stagno ed utilizzare un solo morsetto a parete per l'altro punto. Questa condizione è migliorativa, in quanto il fulmine troverà diretta la strada per la terra e riduce la manutenzione.*

Toccare con mano l'astina consente di constatarne la solidità. Per le astine di captazione poste a protezioni di camini o parti d'impianto, occorre verificare l'intero sistema di ancoraggio, spesso realizzato con staffe isolate e bandelle in acciaio inox. Di norma un controllo visivo è sufficiente per capire se si sono venute a creare condizioni di anormalità.

## Calate

Le calate realizzate utilizzando i ferri d'armatura o l'intelaiatura portante metallica della struttura non sono soggette a verifiche manutentive.

*In fase di realizzazione della struttura per tutte le connessioni che non saranno più ispezionabili è indispensabile una chiara documentazione fotografica.*

Le calate realizzate a fune, connesse in cima al passante stagno ed in basso al morsetto di sezionamento, sono elementi molto semplici e normalmente non necessitano di particolari accorgimenti costruttivi.

L'attacco sul passante è un sistema anti svitamento, e non essendovi ulteriori connessioni lungo il percorso, eventuali controlli manutentivi vanno concentrati in basso. Nel tempo potrebbe essere necessario ritensionare le funi di calata agendo sui tiranti posti nel pozzetto o entro qualche metro da terra. Controllare che la corda di rame proveniente dall'impianto disperdente non tocchi in nessun punto gli elementi di ancoraggio ed i conduttori di calata in lega di alluminio, onde prevenire fenomeni di corrosione.

In pareti non lineari verificare che i conduttori di calata non vengano danneggiati da spigoli o sporgenze lungo il percorso. Se le calate sono protette da tubazioni isolanti TPL, verificare che esse siano integre e realizzino ancora l'isolamento richiesto. Di norma un controllo visivo è sufficiente per capire se si sono venute a creare condizioni di deterioramento dell'impianto di calata.

L'installazione a regola d'arte dell'impianto è la condizione migliore per ridurre le manutenzioni successive.

## SPD

Se gli SPD sono stati correttamente scelti, dimensionati ed installati, il loro guasto è un evento molto raro, anche se non escludibile a priori.

I controlli agli SPD sono quindi da inserire nelle verifiche manutentive dell'intero impianto. Le operazioni atte a verificare l'integrità dello SPD e l'efficacia del sistema di protezione sono le seguenti.

Di norma non sono necessari ulteriori serraggi ai morsetti di collegamento in quanto non soggetti a variazioni di temperatura dovuti alle correnti dell'impianto ed inoltre i morsetti a gabbia previsti per il serraggio dei conduttori preservano l'elasticità della connessione. La verifica dei serraggi va prevista in caso di guasto di un polo dello SPD. In occasione della sostituzione di uno o più moduli guasti è necessario verificare l'integrità del fusibile di back up, se presente.

*Frequenti guasti agli SPD indicano che gli SPD stessi sono sottodimensionati, provvedere a riverificare il coordinamento e il dimensionamento del sistema di protezione.*

Gli scaricatori dotati di contatto di stato remotizzano la loro condizione al sistema di controllo e non richiedono verifiche in loco. Gli SPD privi di contatto di stato sono da valutare singolarmente, la finestrella superiore, di cui ogni polo è dotato (ad eccezione degli elementi N-PE), e che in condizioni normali è neutra, in caso di guasto presenta la scritta "DEFECT", condizione inequivocabile che il dispositivo è da sostituire.

Le verifiche degli SPD privi di contatto di stato sarebbero da effettuare in occasione delle previste manutenzioni e ogni qual volta che si manifesta un evento temporalesco.

*Se si devono effettuare prove d'isolamento sull'impianto, gli SPD vanno scollegati lato terra.*