

## ➤ 5. Progettazione impianto LPS esterno

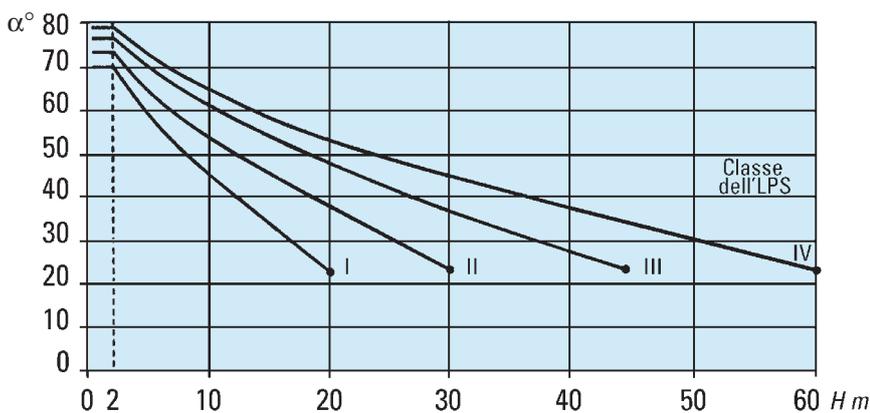
### ■ 5.1 Posizionamento dei captatori

La posizione dei captatori deve essere individuata applicando uno dei seguenti metodi:

→ della sfera rotolante → della maglia → dell'angolo di protezione

**Tab. 2**

Classe dell'LPS	Metodo di protezione		
	Raggio della sfera rotolante $r$ (m)	Lato magliatura $W$ (m)	Angolo di protezione $\alpha$ (°)
I	20	5 x 5	Vedi grafico
II	30	10 x 10	sottostante
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	



◀ **N.B.:** La **tabella 2** della Norma CEI EN 62305-3, ed il relativo grafico, riportano i parametri di dimensionamento dell'impianto di captazione in funzione del metodo di protezione scelto. Tali parametri sono quelli massimi pertanto, utilizzandoli per il dimensionamento dell'LPS, significa essere già al limite per il livello di protezione richiesto.

#### Posizionamento dei captatori applicando il metodo della maglia

Con il metodo della maglia si assume che una maglia protegge l'intera superficie se vengono soddisfatte le seguenti condizioni:

- a) I captatori sono posizionati su linee di gronda, sporgenze o linee di colmo del tetto, se l'inclinazione del tetto supera 1/10
- b) Il lato di magliatura della rete di captazione non è maggiore dei valori dati in tabella 2;
- c) La rete di captazione è sistemata in modo tale che la corrente di fulmine incontri almeno due percorsi metallici diversi fino al dispersore;
- d) Nelle strutture con rischio d'esplosione nessun corpo metallico contenuto nella struttura da proteggere sporge al di fuori del volume protetto dai captatori;
- e) I conduttori di captazione seguono per quanto possibile percorsi brevi e rettilinei.

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

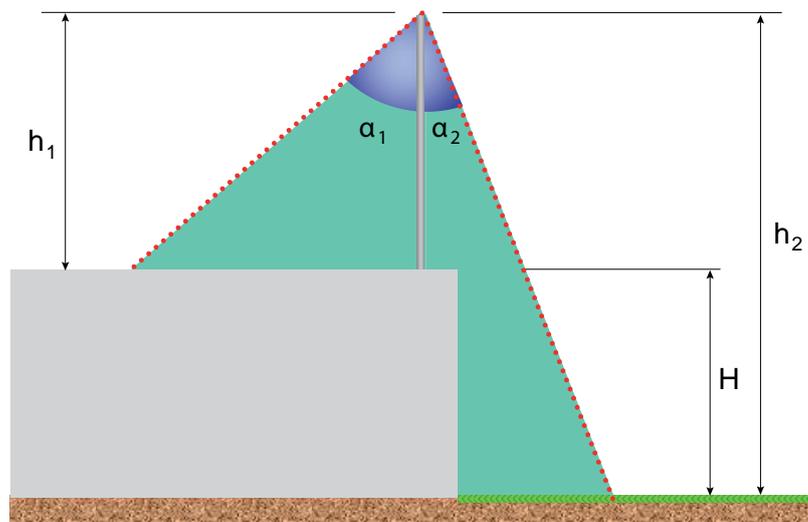


◀ **LPS** a maglia integrato con astine di captazione messe a protezione di sporgenze, camini e sommità.

### Posizionamento del sistema di captatori con il metodo dell'angolo di protezione

Il metodo dell'angolo di protezione è adatto per edifici di forma semplice e comporta limiti nell'altezza del sistema di captatori. Il metodo non è applicabile oltre i limiti indicati dal grafico di tabella 2; in tali casi possono essere utilizzati solo i metodi della maglia e della sfera rotolante.

Il volume protetto da un'asta verticale è generato dal semiangolo alfa ( $\alpha$ ) il quale è dipendente dal livello di protezione e dall'altezza del captatore, come si può notare dal grafico di tabella 2 situato alla pagina precedente.



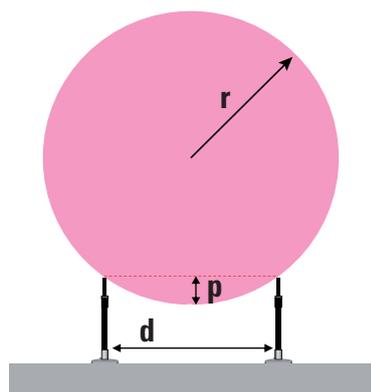
La figura mostra le variazioni del semiangolo alfa in funzione dell'altezza dal piano di riferimento. L'angolo alfa non varia per valori di H inferiori a 2 m.

### Posizionamento del sistema di captatori con il metodo della sfera rotolante

Secondo il metodo della sfera rotolante, il posizionamento del captatore è corretto se nessun punto della struttura da proteggere viene in contatto con la sfera, il cui raggio "r" dipende dalla classe dell'LPS (vedi tabella 2), che rotola sul terreno, intorno e sulla struttura in tutte le direzioni possibili. La sfera dovrà toccare soltanto il terreno e/o il sistema di captatori.

**Con il metodo della sfera rotolante ci si svincola dal rispetto del lato di magliatura imposto per il metodo della maglia; è possibile avere captatori più alti e più radi o più bassi e più frequenti, l'importante è che la sfera non tocchi la struttura e che sia rispettata la distanza di sicurezza.**

**N.B.: "Il metodo della sfera rotolante è adatto in ogni caso" (Norma CEI EN 62305)**



La tabella a lato indica la penetrazione "p" della sfera in appoggio fra due captatori in base al livello di protezione richiesto. Il valore di "p" della sfera dipende dal livello di protezione e dalla distanza "d" fra i due captatori.

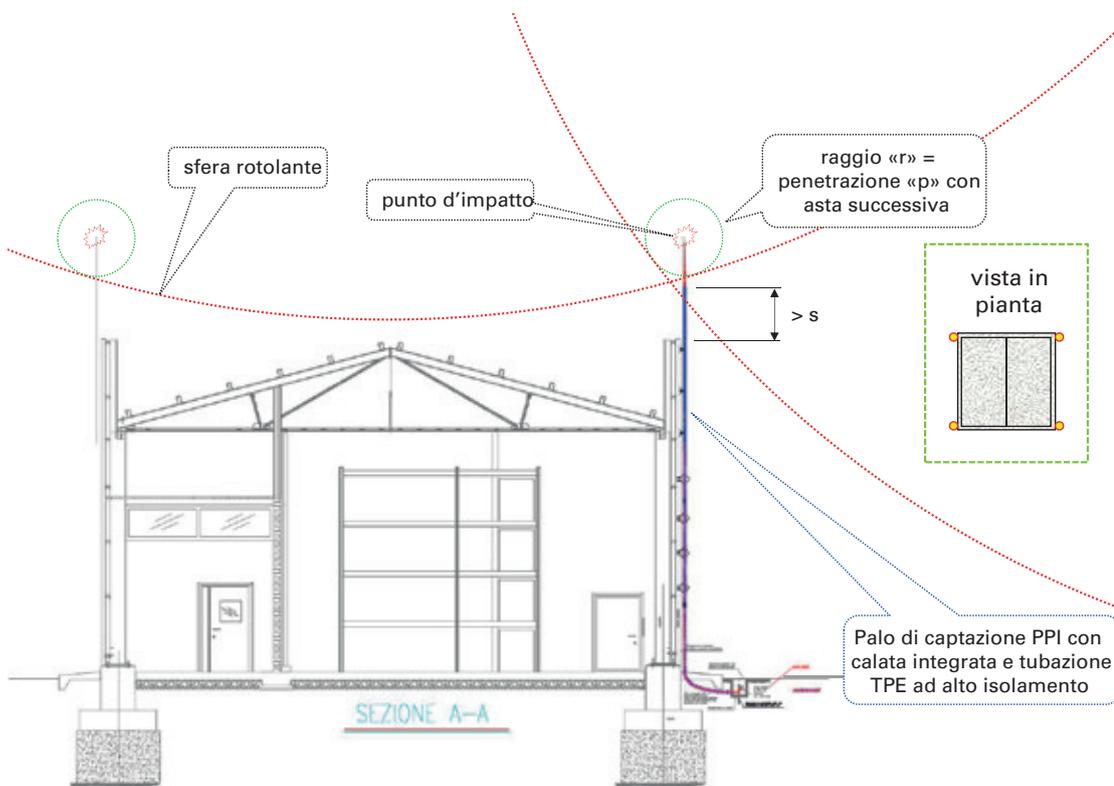
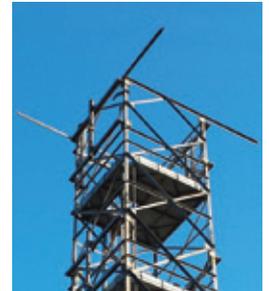
Distanza fra i captatori	Livello I r = 20 m	Livello II r = 30 m	Livello III r = 45 m	Livello IV r = 60 m
2 m	0,03	0,02	0,01	0,01
3 m	0,06	0,04	0,03	0,02
4 m	0,10	0,07	0,04	0,03
5 m	0,16	0,10	0,07	0,05
6 m	0,23	0,15	0,10	0,08
7 m	0,31	0,20	0,14	0,10
8 m	0,40	0,27	0,18	0,13
9 m	0,51	0,34	0,23	0,17
10 m	0,64	0,42	0,28	0,21
11 m	0,77	0,51	0,34	0,25
12 m	0,92	0,61	0,40	0,30
13 m	1,09	0,71	0,47	0,35
14 m	1,27	0,83	0,55	0,41
15 m	1,46	0,95	0,63	0,47
16 m	1,67	1,09	0,72	0,54
17 m	1,90	1,23	0,81	0,61
18 m	2,14	1,38	0,91	0,68
19 m	2,40	1,54	1,01	0,76
20 m	2,68	1,72	1,13	0,84
21 m	2,98	1,90	1,24	0,93
22 m	3,30	2,09	1,37	1,02
23 m	3,64	2,29	1,49	1,11
24 m	4,00	2,50	1,63	1,21
25 m	4,39	2,73	1,77	1,32
26 m	4,80	2,96	1,92	1,43
27 m	5,24	3,21	2,07	1,54
28 m	5,72	3,47	2,23	1,66
29 m	6,23	3,74	2,40	1,78
30 m	6,77	4,02	2,57	1,91

Per la semplicità di applicazione e perché consente l'ottimizzazione dell'impianto di captazione con maggiori garanzie per la struttura ed il contenuto, il metodo della sfera rotolante è da preferire.

Si ricorda che con il metodo della maglia è accettato che il fulmine colpisca la struttura e poi venga intercettato dal sistema di captazione, cosa che non avviene per gli altri due metodi.

Si fa notare che quando le strutture hanno dimensioni importanti ed il livello di protezione è particolarmente severo (livello I o II), diventa funzionale prendere in considerazione elementi di captazione orizzontali o inclinati per rendere più efficace l'impianto di protezione. Ciò risulta necessario per la protezione dei bordi e delle sporgenze.

Secondo Norma, solo le strutture di altezza superiore ai 60 m possono essere soggette a scariche laterali nell'ultimo 20% dell'altezza, condizione della quale tenere conto fin dalle prime fasi di progettazione.



◀ La figura mostra i criteri di dimensionamento di un impianto di protezione realizzato con pali di supporto con calata integrata.



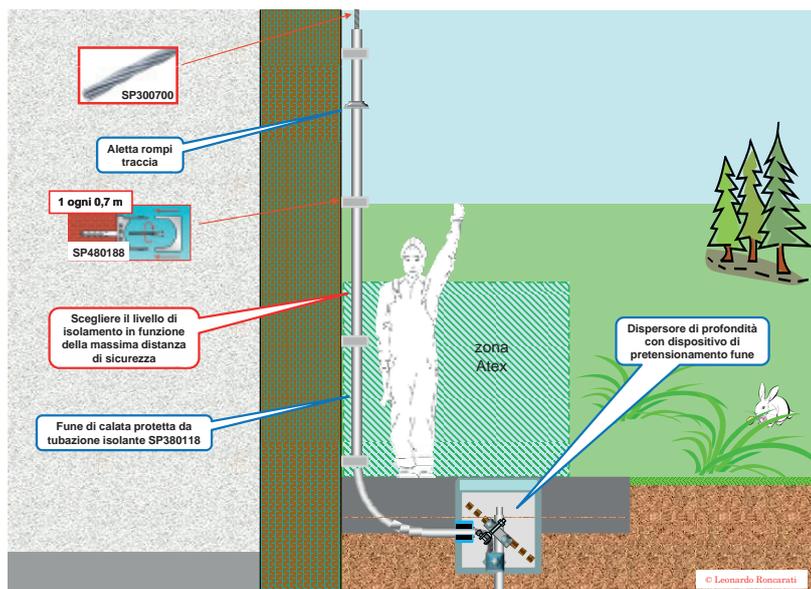
◀ Nella foto a fianco sono evidenziati i punti di impatto del fulmine individuati con il metodo della sfera rotolante. In ambienti con aree Atex esposte, essi devono trovarsi sempre esterni all'area di non captazione.



## 5.2 Impianti di protezione in presenza di zone Atex

La norma CEI 31-35:2012-00 inserisce i fulmini nell'elenco delle sorgenti di accensione di un'atmosfera esplosiva, riferendosi all'art. 1.3 dell'Allegato II del DPR 126/98 (Direttiva 94/9/CE). Pertanto durante la progettazione degli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche in edifici in cui sono presenti zone Atex, oltre a quanto già descritto, occorre tenere presente anche i seguenti aspetti:

► **Ogni scarica in zona Atex è considerata pericolosa**, l'energia necessaria ad innescare una miscela esplosiva è dell'ordine di  $\mu\text{J}$  nel caso di gas e di  $\text{mJ}$  nel caso di polveri combustibili. Per fare un esempio l'elettricità statica accumulata da una persona può raggiungere i 135 mJ, valore superiore alla maggior parte delle energie minime di innesco di atmosfere esplosive aria-gas/vapore e aria-polvere. Pertanto occorre eliminare il problema dell'arco elettrico garantendo la continuità elettrica del percorso verso terra del fulmine.

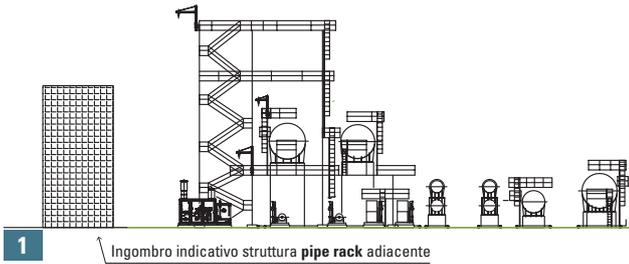


▲ La foto evidenzia una calata che non ha i requisiti per essere posizionata all'interno di una zona Atex.

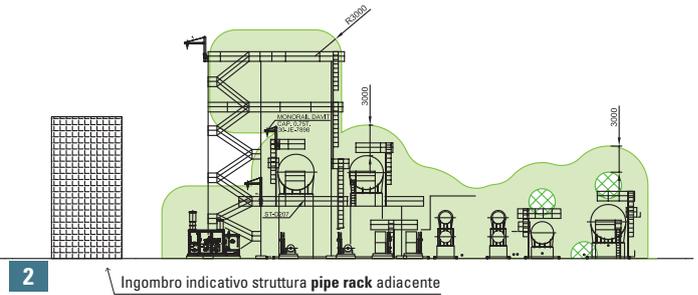
▲ Struttura in cemento armato non utilizzata come elemento di calata. I conduttori che attraversano le aree Atex devono essere continui, di sezioni opportuna e privi di connessioni, anche se interni alla tubazione isolante. Personale protetto da tensioni di passo e contatto.

Il punto di partenza per la progettazione di un efficace sistema di protezione in presenza di zone Atex è quello di individuare la struttura da proteggere e le zone classificate. Successivamente si identificherà quella che noi chiamiamo la zona di non captazione, ovvero una fascia di almeno 1 metro attorno alle aree Atex entro la quale non può avvenire la captazione del fulmine. A questo punto si può procedere con l'individuazione dei punti d'impatto e con il dimensionamento dell'impianto di protezione. Di seguito si riporta un esempio che si riferisce al dimensionamento del sistema di captazione per un impianto petrolchimico con zone Atex esposte. Con programma di disegno su base CAD, si sono elaborate le viste laterali (figura 1 a pagina seguente). Successivamente si sono evidenziate le aree Atex e l'area di "non captazione" (un metro oltre le aree Atex - figure 2 e 3 a pagina seguente). Col metodo della sfera rotolante si sono posizionate le aste di captazione in modo da "sollevare" la sfera da tutta la struttura (figura 4 a pagina seguente). Questo dimensionamento è stato generato tenendo conto che il punto di captazione deve essere esterno all'area di "non captazione" e considerando sempre che la rappresentazione è in 2D, mentre è necessario evidenziare correttamente la penetrazione massima della sfera. I cerchi concentrici al punto d'impatto consentono di identificare la condizione peggiore, ovvero la condizione in cui la sfera in appoggio fra i diversi captatori è più vicina alla struttura da proteggere. Il diametro dei cerchi concentrici al punto d'impatto è funzione della distanza tra il captatore indicato e quello corrispondente opposto, non visibile sullo stesso segmento, in quanto in profondità. Considerato il livello di protezione richiesto, le caratteristiche e l'altezza della struttura, si è scartata l'ipotesi di realizzare calate isolate fino a terra (distanza di sicurezza elevata, soluzione costosa ed ingombrante), mentre si è preferito utilizzare la struttura stessa come elemento naturale di calata.

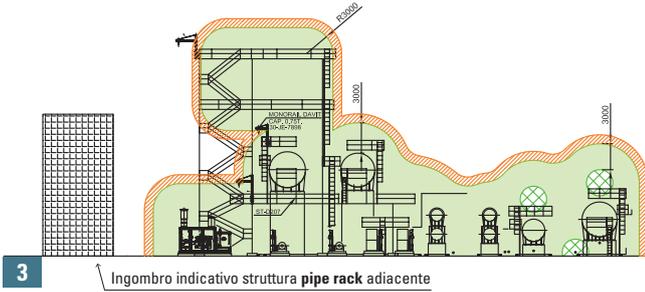
**Identificazione della struttura**



**Identificazione delle aree Atex**

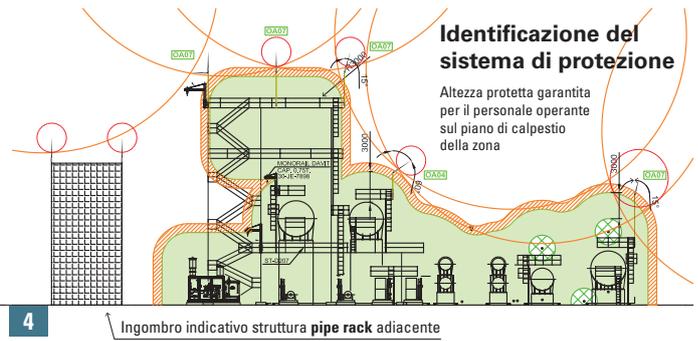


**Identificazione dell'area di non captazione**



**Identificazione del sistema di protezione**

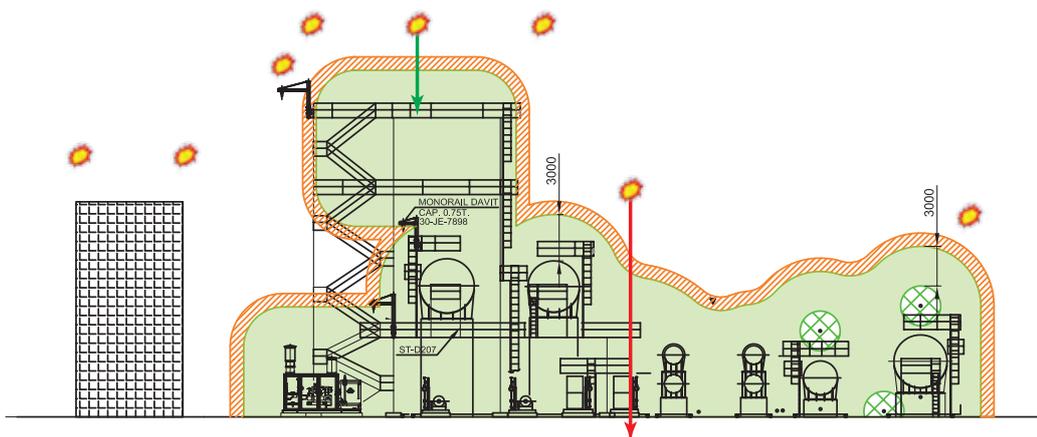
Altezza protetta garantita per il personale operante sul piano di calpestio della zona



Posizionati i punti d'impatto, occorre capire come portare a terra la corrente di fulmine senza che essa interagisca con l'ambiente circostante. Le altezze, spesso elevate, non consentono di realizzare percorsi isolati dalla struttura, pertanto quando essa è realizzata in orditura di acciaio o in cemento armato posato in opera deve essere utilizzata come elemento naturale di calata e di dispersione.

Ogni astina o asta su palo di sostegno con calata integrata è stata collegata direttamente all'orditura in acciaio, utilizzata come elemento naturale di calata.

Le connessioni tra l'impianto di captazione e la struttura rispettano le caratteristiche di conducibilità ed inalterabilità necessarie per zone Atex.



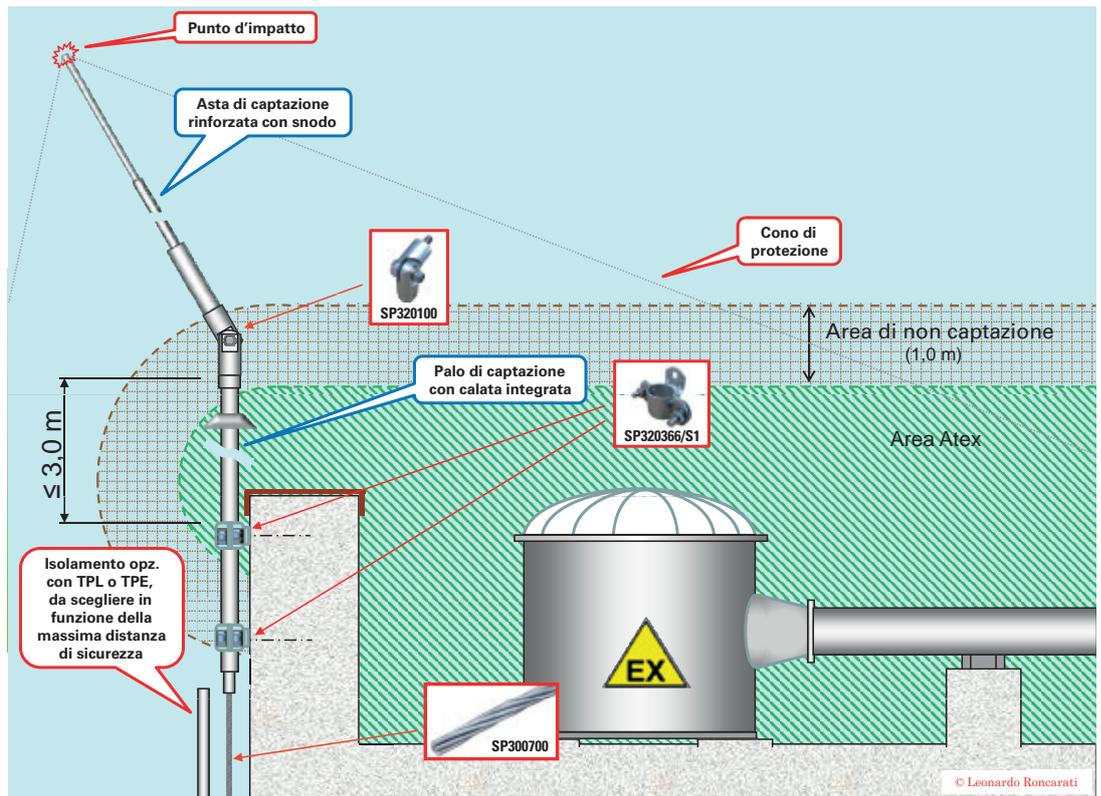
(\*) Connessioni sicure in zone Atex: quando la connessione tra il sistema di captazione e la struttura, utilizzata come elemento naturale, avviene in area pericolosa essa deve essere del tipo a crimpare non riaccessibile o tale da impedire allentamenti accidentali. La connessione deve inoltre garantire che la sovratemperatura dovuta al passaggio della corrente di fulmine (determinata con intensità di corrente indicata dalla Norma CEI EN 62305 per impianti di livello I) sia minore della classe di temperatura T6 per le industrie di superficie di gruppo II (indicata nella Norma CEI EN 60079).

► **Calate o utilizzo degli elementi naturali:** se si utilizzano gli elementi naturali come calate occorre considerare i seguenti aspetti:

- A. realizzare connessioni sicure per zone Atex (\*);
- B. valutare con attenzione il percorso della corrente di fulmine (per edifici ed impianti esistenti non sempre è applicabile la prova di continuità per la scelta delle strutture come elementi naturali di calata);
- C. valutare le sezioni, il contatto con la struttura e la continuità elettrica degli elementi (ad esempio: nel caso di un silos con tetto eiettabile per lo sfogo di eventuali esplosioni, l'ancoraggio del captatore alla struttura, utilizzata come elemento naturale di calata, andrà

realizzato in corrispondenza delle pareti verticali e non del tetto, in quanto quest'ultimo, per le sue caratteristiche costruttive di eiettabilità, non garantisce la continuità elettrica della calata).

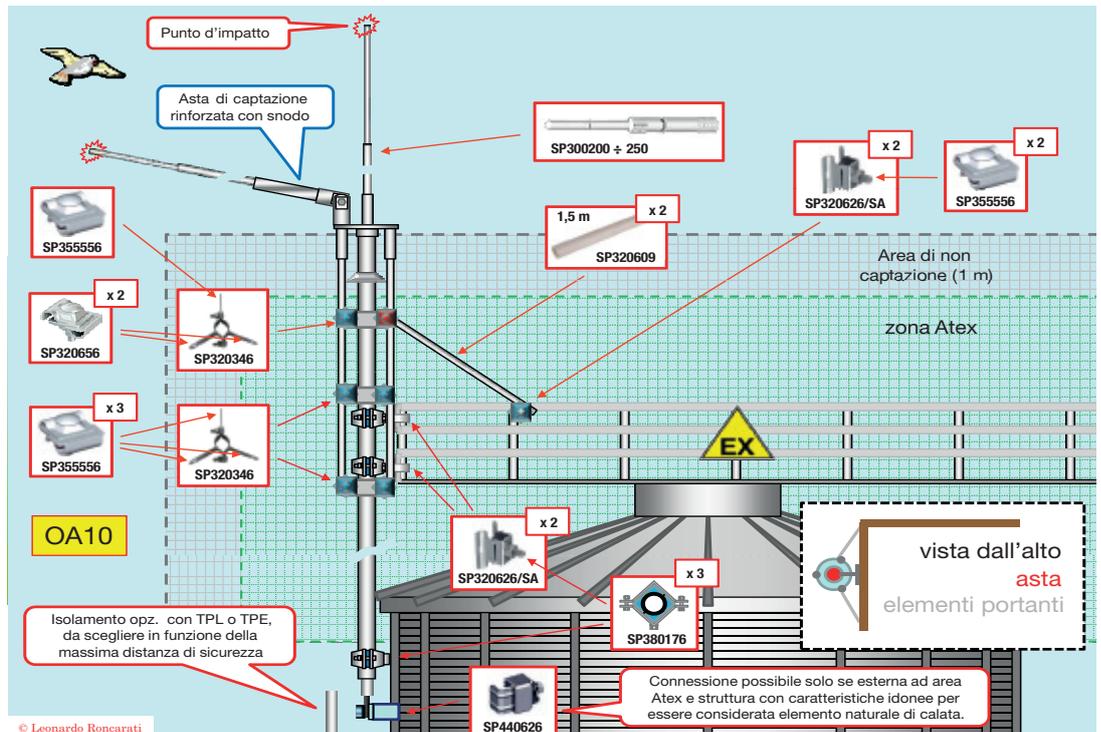
Impianti, apparecchiature e aree Atex presenti anche in copertura. I punti d'impatto devono trovarsi al di fuori dell'area di non captazione. I conduttori che attraversano le aree Atex devono essere continui privi di connessioni, anche se interni ai pali. Personale protetto solo internamente alla struttura.



Se si utilizzano delle calate non naturali occorre valutare bene:

- la distanza di sicurezza (s): ottenuta tramite l'interposizione di un idoneo strato di aria o tramite l'uso di idonei materiali isolanti;
- la formazione di tensioni di passo e contatto a livello del terreno.

Palo PPI su silo o serbatoio in area classificata



Gli effetti resistivi si verificano in ogni componente di un LPS interessato da una significativa frazione della corrente di fulmine. La minima sezione dei conduttori deve essere sufficientemente elevata per prevenire sovratemperatura negli stessi e pericolo d'incendio nelle vicinanze. Per le parti esposte agli

agenti atmosferici o a corrosione, oltre agli aspetti termici, devono essere considerati anche gli aspetti meccanici ed i criteri di durata nel tempo. La valutazione del riscaldamento dei conduttori dovuto al fluire delle correnti di fulmine è talvolta necessario quando possono sorgere problemi di rischio di danno alle persone o di incendio e esplosione (Norma CEI EN 62305 II edizione, Capitolo 1, Allegato D, Punto D.4.1.1 – Effetti Resistivi).

Un tipico colpo di fulmine è caratterizzato da una corrente di breve durata (tempo all'emivalore di circa 100  $\mu$ s) e da un elevato valore di picco. In queste condizioni deve essere considerato anche l'effetto pelle. Tuttavia, nella maggior parte dei casi reali relativi ai componenti di un LPS, le caratteristiche dei materiali (permeabilità magnetica dinamica) e le configurazioni geometriche (sezione dei conduttori) riducono a livelli trascurabili il contributo dell'effetto pelle al riscaldamento del conduttore. In una scarica di fulmine le componenti caratterizzate da una elevata energia specifica presentano durate troppo brevi per consentire una dispersione significativa del calore: il fenomeno è quindi di tipo adiabatico. Il componente della fulminazione che maggiormente governa il fenomeno di riscaldamento è il primo colpo.

### Attenzione alla scelta dei materiali

In presenza di zone Atex occorre prestare molta attenzione alla scelta dei materiali dei conduttori. Infatti se da un lato l'acciaio inox è più resistente agli ambienti aggressivi, dall'altro lato è un cattivo conduttore e, attraversato dalla corrente di fulmine, a parità di sezione, raggiunge temperature molto più elevate del rame e dell'alluminio come mostrato nella tabella seguente. La fune Aldrey sezione 70 mm<sup>2</sup> che proponiamo in tutti i nostri impianti, attraversata dalla massima corrente di fulmine normativa, subisce un surriscaldamento di soli 19 °C.

**Tabella 1:** valutazione delle sovratemperature di conduttori con diverse sezioni in funzione di W/R

Sezione mm <sup>2</sup>	Materiale											
	Alluminio			Acciaio dolce			Rame			Acciaio inossidabile <sup>(a)</sup>		
	W/R MJ/ $\Omega$			W/R MJ/ $\Omega$			W/R MJ/ $\Omega$			W/R MJ/ $\Omega$		
	2,5	5,6	10	2,5	5,6	10	2,5	5,6	10	2,5	5,6	10
4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	564	–	–	–	–	–	169	542	–	–	–	–
16	146	454	–	120	–	–	56	143	309	–	–	–
25	52	132	283	211	913	–	22	51	98	940	–	–
50	12	28	52	37	96	211	5	12	22	190	460	940
100	3	7	12	9	20	37	1	3	5	45	100	190

<sup>(a)</sup> Austenitico non magnetico.

◀ Tabella D.3-CEI  
EN 62305-1:2013-02

**Tabella 2:** Classificazione delle massime temperature superficiali per le apparecchiature elettriche del Gruppo II

Classe di temperatura	Massima temperatura superficiale °C
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

◀ Estratto da CEI  
EN 60079

## Le nostre soluzioni per le connessioni sicure in zone Atex

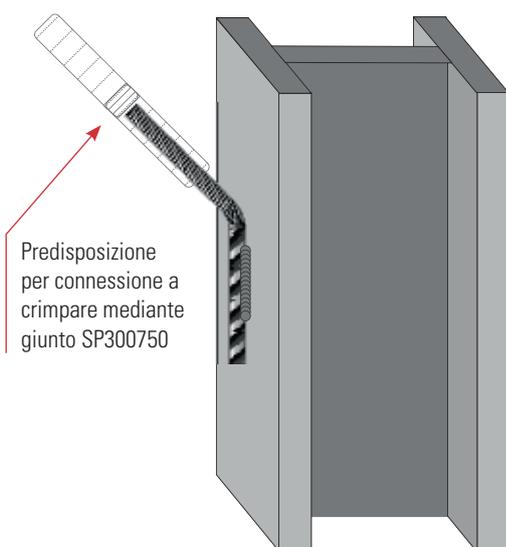
### Su orditure di acciaio

Il primo sistema consiste nel realizzare, sulla trave portante della struttura in esame, una connessione a bassissima resistenza, inalterabile nel tempo, affidabile e non allentabile. La boccola di alluminio estrusa all'interno del foro sulla trave diventa un corpo unico con la trave stessa; l'eliminazione di qualsiasi alveolo o bolla d'aria evita così effetti di ossidazione e decadimento del contatto. Per questa soluzione ci siamo avvalsi dell'esperienza della Cembre Spa di Brescia.

**NOTA:** per la predisposizione della trave è necessaria una specifica fresa che garantisca la precisione e la perpendicolarità del foro, elemento da tenere in considerazione qualora si debbano realizzare connessioni su orditure a quote elevate.



Il secondo sistema consiste nel saldare alla trave portante una barra filettata M12 in acciaio zincato a fuoco, opportunamente sagomata e dotata di manicotto di giunzione a crimpare per la fune in Aldrey. La saldatura deve essere concordata con lo strutturista ed essere eseguita seguendo specifiche indicazioni, in modo da renderla ottimale ed inalterabile nel tempo.

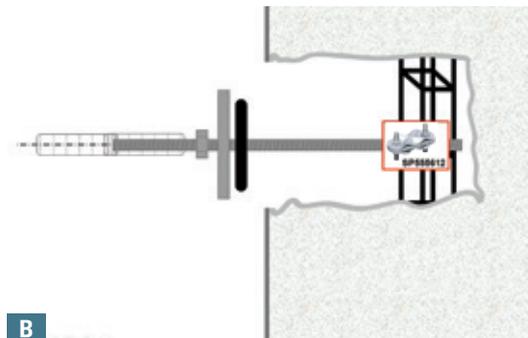
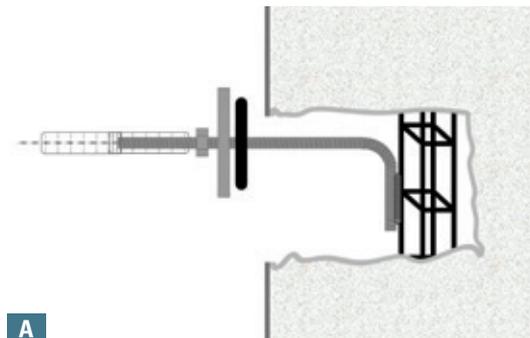


### Su strutture in cemento armato

La medesima soluzione con barra filettata a saldare può essere applicata anche alle strutture in cemento armato, previa verifica di continuità. Il sistema, arricchito di OR di tenuta e disco di battura, può inoltre ripristinare la continuità della guaina isolante esterna, se presente.

#### Figura B.

Assodato che all'interno del cemento armato (almeno 5 cm) non c'è ossigeno, e considerando che spesso gli strutturisti sono contrari alla saldatura dei ferri d'armatura, è possibile realizzare la connessione con il morsetto SP555612.



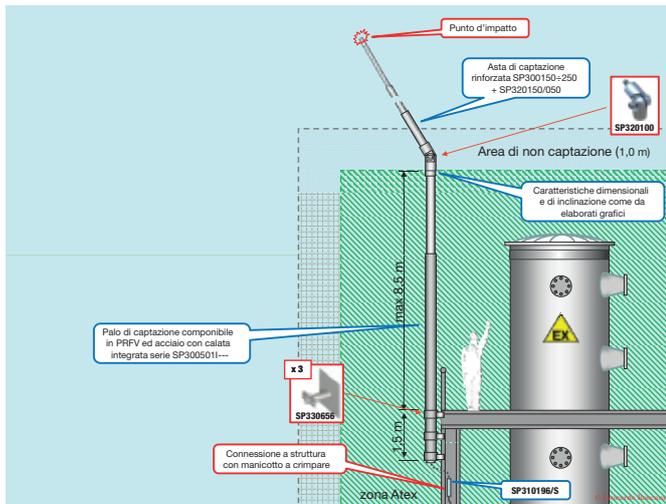
## ESEMPI DI INSTALLAZIONI DI CONNESSIONI SICURE IN ZONE ATEX

Gli esempi che seguono mostrano il caso di strutture che fungono da elementi naturali di calata, con impianti ed apparecchiature sporgenti e/o zone ATEX estese anche all'esterno. In questo caso i punti di impatto del fulmine devono trovarsi al di fuori dell'area di non captazione.

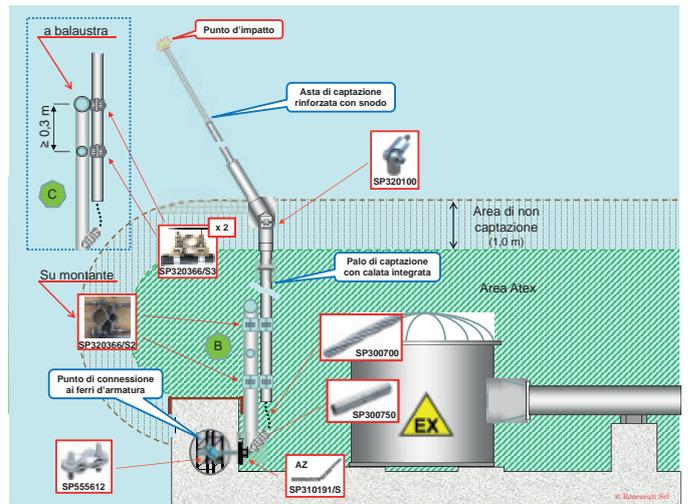
Il collegamento del sistema di captazione alla struttura, realizzato all'interno di zone ATEX, deve essere del tipo a crimpare non riaccessibile o tale da impedire allentamenti accidentali.

I conduttori che attraversano le zone ATEX devono essere continui, di sezione opportuna e privi di connessioni, anche se interni ai pali.

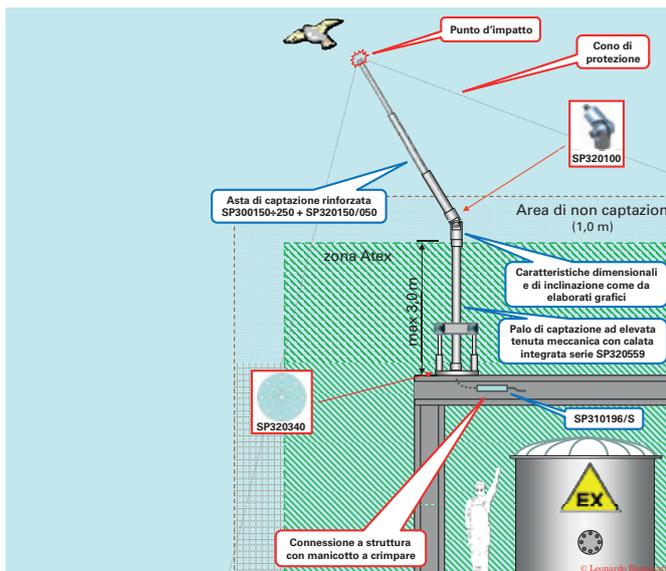
Occorre rispettare la distanza di sicurezza tra gli impianti e gli elementi di captazione. In caso di strutture trattate specificatamente contro i rischi d'incendio, l'installazione dei componenti deve essere effettuata mantenendo il grado di resistenza al fuoco previsto per dette strutture.



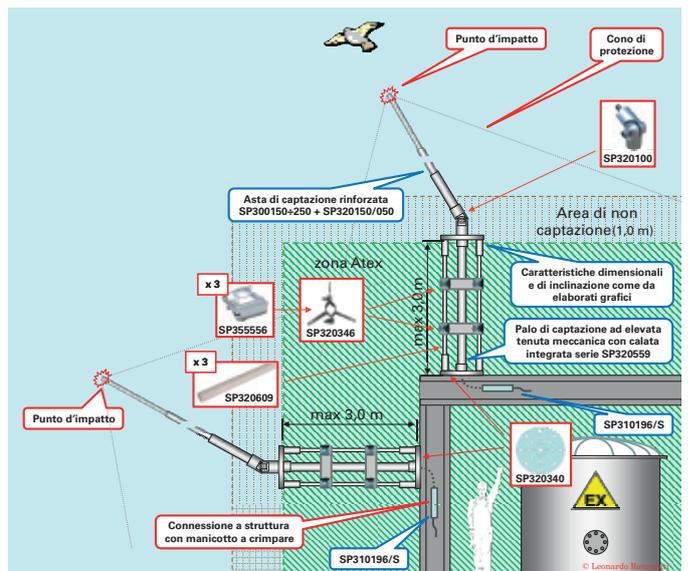
▲ Personale in esterno protetto limitatamente al piano di calpestio.



▲ Personale protetto solo internamente alla struttura.



▲ Personale protetto solo internamente alla sagoma della struttura.



▲ Personale protetto solo internamente alla sagoma della struttura.

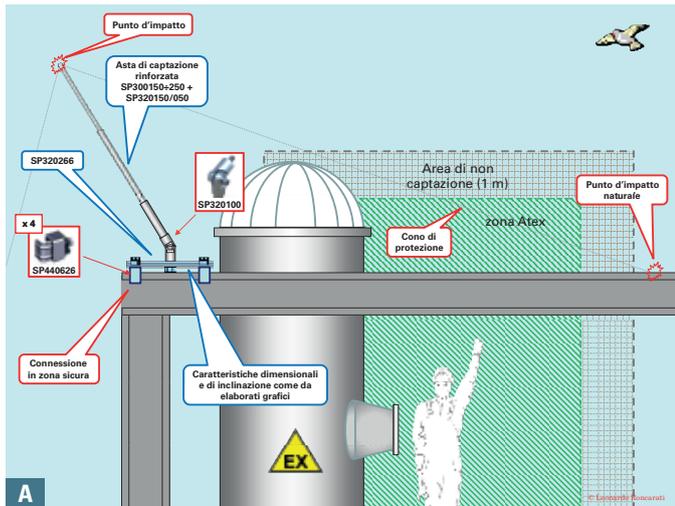
## ESEMPI DI CONNESSIONI IN ZONA SICURA

Gli esempi che seguono mostrano il caso di strutture che fungono da elementi naturali di calata, con impianti ed apparecchiature sporgenti e/o zone Atex estese anche all'esterno. In questo caso i punti d'impatto del fulmine devono trovarsi al di fuori dell'area di non captazione.

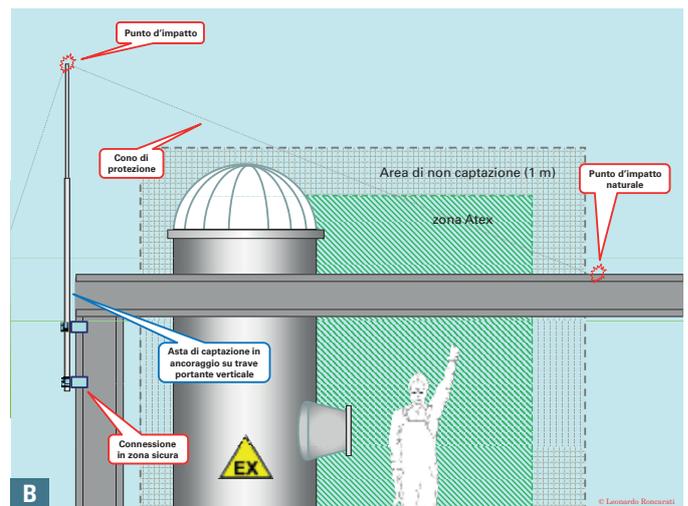
In questi esempi il collegamento della struttura col sistema di captazione è realizzato in zona sicura al di fuori delle aree Atex.

Le figure **A** e **B** mostrano due esempi in cui la struttura, ove possibile, è utilizzata come elemento naturale di captazione e non solo di calata.

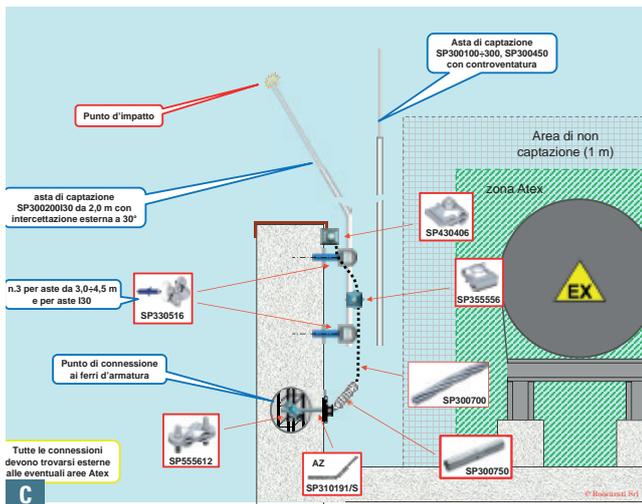
Il punto di impatto sulla struttura (captatore naturale e non) è infatti posto all'esterno della zona Atex.



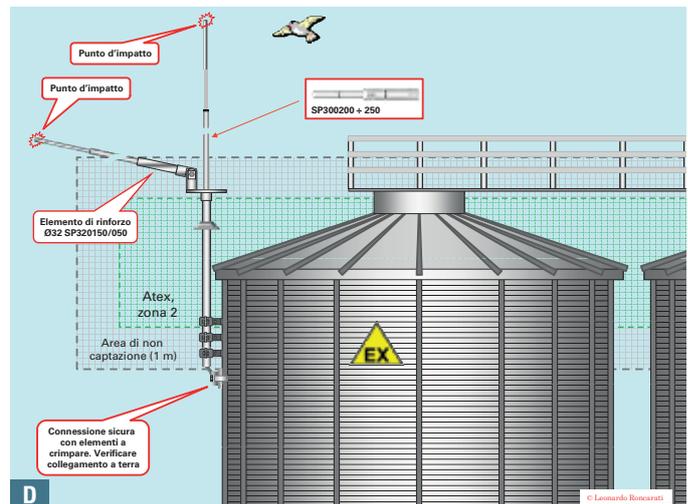
▲ Personale protetto solo internamente alla sagoma della struttura.



▲ Personale protetto solo internamente alla sagoma della struttura



▲ Personale protetto solo internamente alla struttura.



▲ Personale non protetto.

## Il fenomeno del punto caldo

Nel caso di strutture, serbatoi o impianti al cui interno è presente materiale combustibile o infiammabile, l'eventuale copertura o involucro in lamiera deve sopportare gli effetti del fenomeno del punto caldo, quali la perforazione o il raggiungimento, all'interno della struttura, di temperature tali da innescare la sostanza combustibile/infiammabile in esso contenuta.

Se ciò non avviene, la struttura metallica o i serbatoi succitati non possono essere utilizzati quali elementi naturali di captazione ed occorre installare idonei captatori.

Per determinare se lo spessore della struttura da proteggere garantisce la non perforazione in caso di fulminazione diretta, ci viene in aiuto la tabella 3 della norma CEI EN 62305, nella quale è indicato, per varie tipologie di materiali, qual è lo spessore minimo in funzione della classe dell'LPS.

**Tabella 3:** Spessore minimo delle lastre metalliche o delle tubazioni metalliche usate come captatori

Classe dell'LPS	Materiale	Spessore <sup>(a)</sup> <i>t</i> mm	Spessore <sup>(b)</sup> <i>t'</i> 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.

Per la verifica invece delle temperature raggiunte all'interno della struttura in caso di fulminazione diretta, si farà riferimento alle tabelle F.1 ed F.2 contenute nell'allegato F della CEI EN 62305. Tali tabelle riportano, in funzione del tipo e dello spessore del materiale e del livello di protezione richiesto, la massima temperatura raggiunta sul lato interno del rivestimento, nel punto di impatto con il fulmine. Tale temperatura dovrà essere inferiore alla temperatura di accensione delle sostanze infiammabili/combustibili contenute all'interno della struttura che si sta valutando.

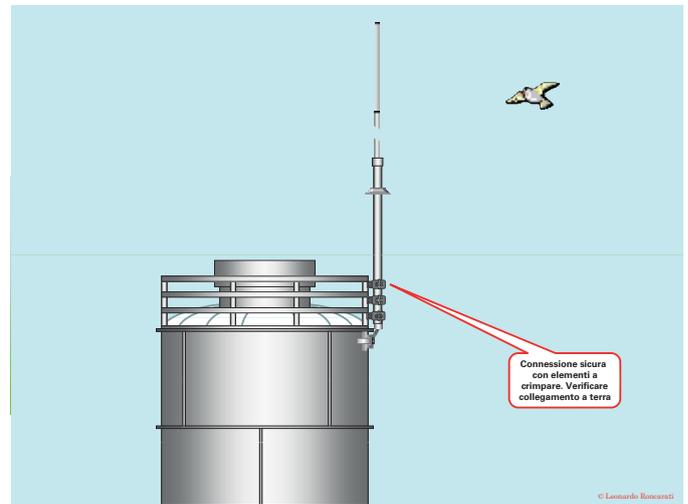
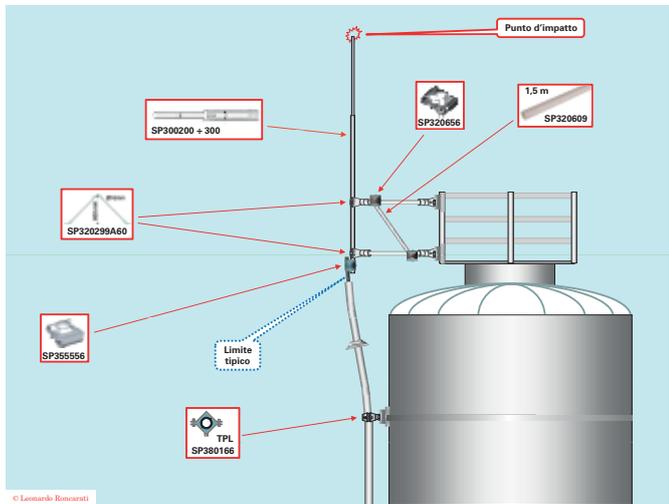
**Tabella F.1:** Temperatura massima  $\theta_{max}$  sulla superficie interna di una parete metallica di spessore *z* per LPL I (*Q* = 200 C)

Metallo	Spessore <i>z</i> (mm)			
	4	5	6	7
Rame	910	690	540	450
Alluminio	650	610	540	460
Acciaio	1100	850	680	540
Acciaio inox	960	640	430	310

**Tabella F.2:** Temperatura massima  $\theta_{max}$  sulla superficie interna di una parete metallica di spessore *z* per LPL III - IV (*Q* = 100 C)

Metallo	Spessore <i>z</i> (mm)			
	4	5	6	7
Rame	535	390	310	270
Alluminio	600	500	410	370
Acciaio	825	595	450	300
Acciaio inox	630	390	265	180

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



▲ Silii di ridotte dimensioni e/o dotati di sistema di pesatura con celle di carico, non possono essere utilizzati quali elementi di calata.

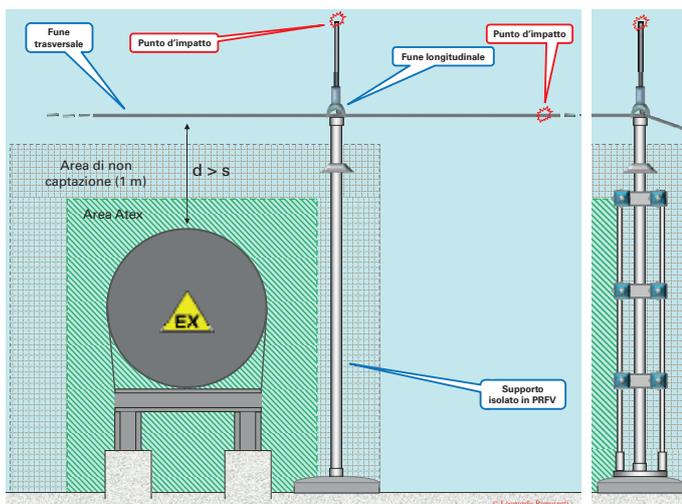
▲ Esempio di serbatoio utilizzato come elemento naturale di calata.

## ESEMPIO IMPIANTO DI PROTEZIONE A FUNI SOSPESSE ED ASTE DI CAPTAZIONE IN ZONE ATEX

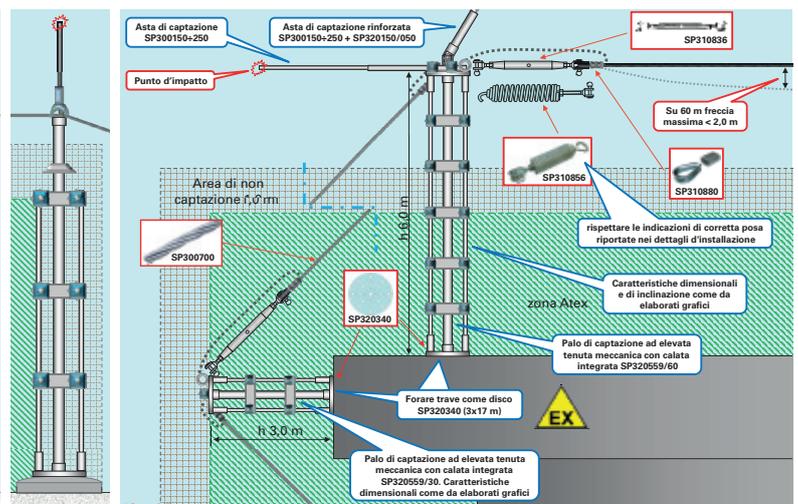
Gli esempi che seguono mostrano il caso di strutture con impianti ed apparecchiature sporgenti e/o zone ATEX estese anche all'esterno protetti con un sistema di captazione a funi.

In questo caso occorre verificare che le zone ATEX e le relative aree di non captazione siano più basse della freccia massima delle funi.

Occorre inoltre rispettare la distanza di sicurezza tra gli impianti in copertura e gli elementi di captazione.



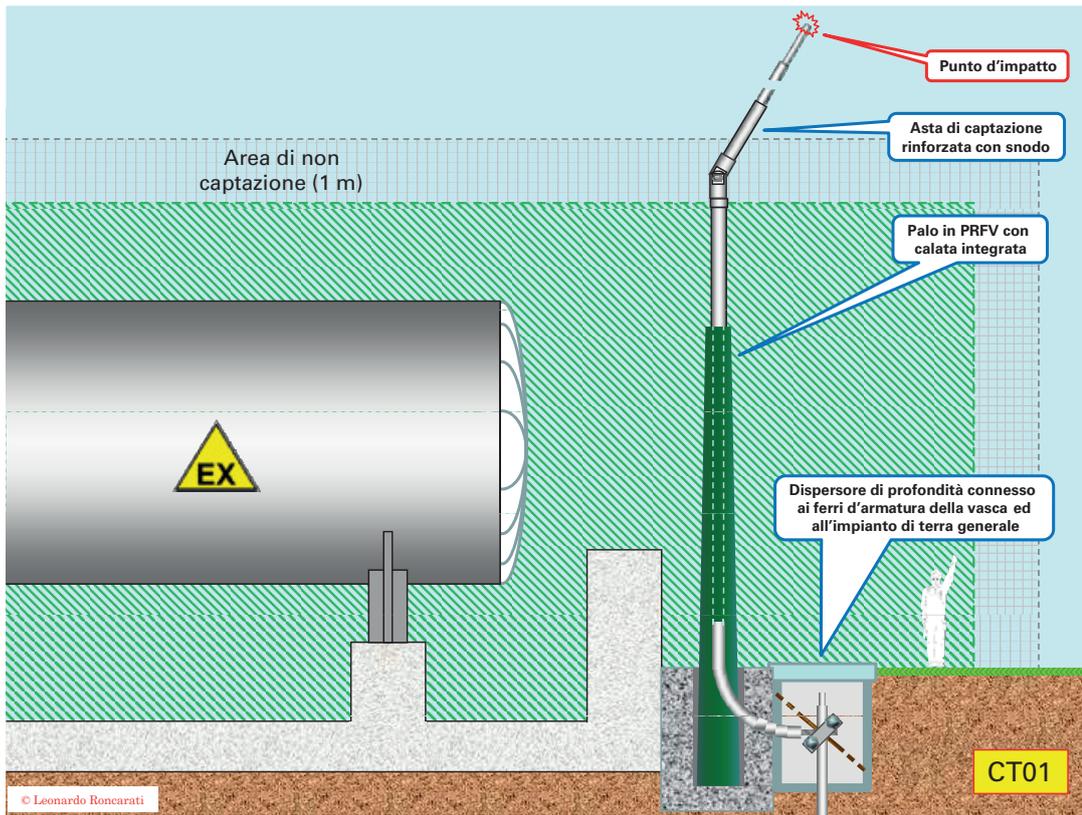
▲ Personale protetto solo internamente alla struttura.



▲ Supporto rinforzato

▲ Esempio di controventatura delle funi di captazione su serbatoio con zone ATEX esposte poi utilizzato come elemento naturale di calata.

## ESEMPIO DI PROTEZIONE A PALI DI CAPTAZIONE IN ZONE ATEX



◀ PPI, palo di captazione con calata integrata con posizionamento in fondazione.

### ■ 5.3 Impianti di protezione in presenza di esplosivi solidi

Per quanto riguarda la progettazione dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche per gli edifici in cui sono presenti sostanze esplosive solide, un utile riferimento normativo risulta essere la Circolare del Ministero della Difesa prot. N° M\_D/GGEN/05/469/J/05-03/CL/07 del 21/02/2007 – parte II.

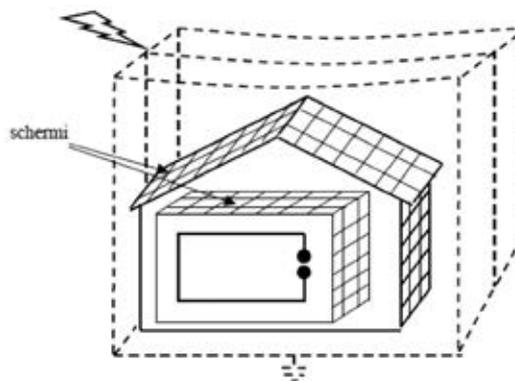
In primo luogo l'allegato B al R.D. 6-5-1940 n. 635 prescrive che ogni edificio in cui si manipolano, fabbricano o detengono materiali "esplosivi", deve essere protetto per tutta la sua estensione da parafulmini.

L'allegato D della norma CEI EN 62305-3:2013-02 raccomanda, per strutture contenenti materiali esplosivi solidi, l'installazione di un LPS esterno isolato. Inoltre, in tutte le aree in cui è presente materiale esplosivo, prescrive l'installazione di limitatori di sovratensioni (SPD) in quanto componenti dell'LPS.

Essi dovrebbero essere installati fuori dalle aree in cui sono presenti materiali esplosivi solidi; tuttavia all'atto pratico, se tali aree risultano molto estese, non è possibile soddisfare questa condizione (per maggiori dettagli si rimanda al capitolo sugli SPD relativo al calcolo della distanza protetta).

In questi casi i limitatori di sovratensione devono essere del tipo a prova di esplosione oppure devono essere installati all'interno di cassette con le medesime caratteristiche.

Quando si affronta il progetto di un impianto di protezione in questa tipologia di edifici occorre valutare la sensibilità del materiale nelle condizioni in cui esso è utilizzato ed immagazzinato.



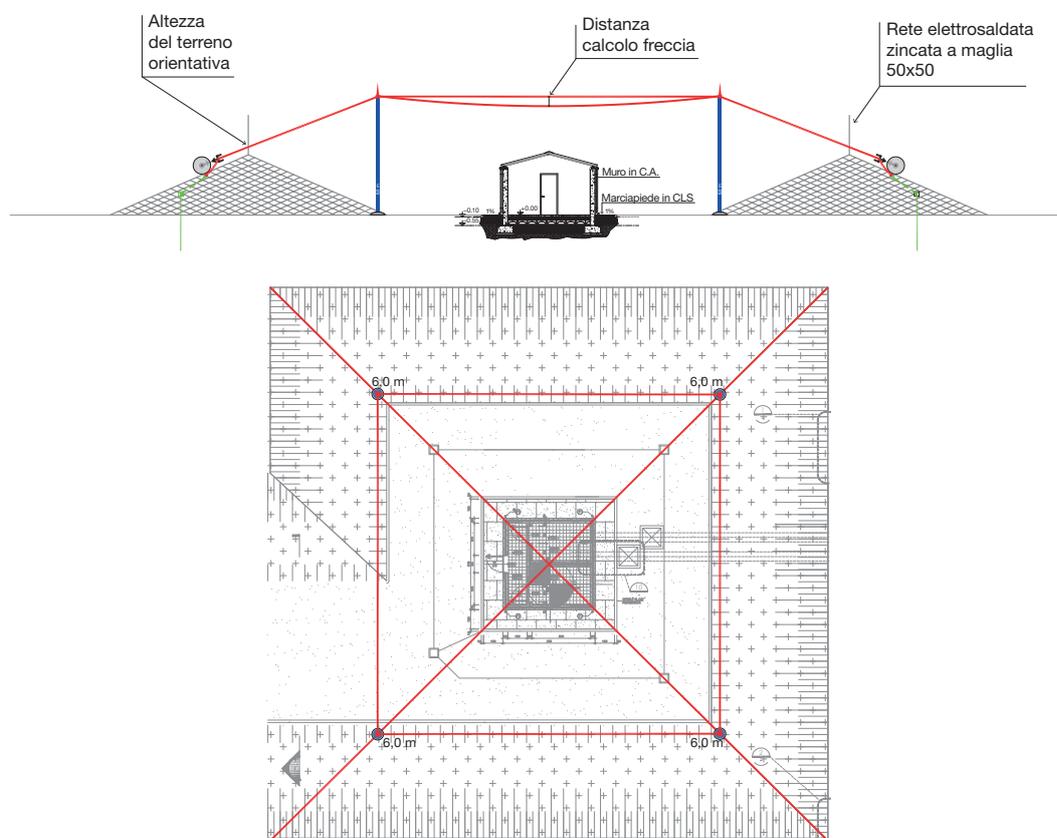
▲ Esempio di palo PCI con controventatura

In alcuni casi infatti il materiale esplosivo può essere sensibile alle repentine variazioni dei campi elettrico e magnetico. Per questi casi possono rendersi necessarie connessioni equipotenziali addizionali o schermature.

Le tensioni indotte sono funzione dell'area della spira in esame, ma anche della distanza del conduttore soggetto alla scarica da fulmine. Di conseguenza, in questa tipologia di impianto, è necessario allontanare i conduttori di captazione e calata dalla struttura (anche se isolati). La struttura così protetta può essere dotata di schermatura (maglia < 10 cm) o lo può essere essa stessa, se realizzata in cemento armato, attenuando in questo modo il campo magnetico ed annullando quello elettrico.

I nostri pali di captazione PCI della serie SP300501, nei quali la fune di calata scende protetta da una tubazione ad elevato isolamento posta all'interno di un palo in acciaio zincato connesso all'impianto di terra, sono idonei per la realizzazione di questi tipi di impianti, in quanto svolgono la duplice funzione di annullamento del campo elettrico ed attenuazione di quello magnetico.

L'esempio riporta il dimensionamento di un impianto di captazione a funi sospese su pali di supporto PPS rinforzati per un deposito contenente esplosivi solidi. Il sistema è stato appositamente studiato per ridurre il campo elettromagnetico indotto ed allontanare il più possibile gli effetti del fulmine dalla struttura.



## ■ 5.4 Scelta del tipo di protezione

Sulla base di quanto precedentemente esposto le caratteristiche essenziali da considerare al fine di individuare il sistema LPS adatto alla struttura che vogliamo proteggere sono le seguenti:

- la combustibilità e la conduttività della copertura;
- il comportamento della struttura portante nei confronti del fulmine:
  - “forte” ovvero elemento naturale di calata;
  - “debole” ovvero elemento non in grado di condurre a terra la corrente di fulmine.

Per maggiori dettagli sul significato di struttura debole e forte si rimanda al paragrafo “Fulmini: fascino e problematiche”.

Una volta individuato il tipo di struttura da proteggere, un ulteriore aspetto da considerare è la presenza di zone Atex e dove queste sono posizionate.

Infatti con zone Atex all'esterno (esposte), il fulmine deve essere intercettato al di fuori di tali zone e pertanto non tutti i sistemi di captazione sono adatti per questo tipo di installazione.

Nel caso invece di zona Atex contenuta all'interno della struttura, è opportuno valutare se il fulmine che colpisce l'involucro possa in qualche modo essere condotto all'interno, ad esempio tramite tubazioni metalliche poste sulla copertura e confluenti nella zona Atex all'interno della struttura.

Nel caso si possa verificare tale situazione, è opportuno considerare la zona Atex come fosse posizionata all'esterno della struttura da proteggere, (nell'esempio della tubazione essa stessa verrebbe identificata come zona Atex posta all'esterno della struttura) e prevedere un sistema di captazione del fulmine al di fuori di tale area. Nella VdR, questa condizione implica di indicare la tipologia dell'area Atex che il fulmine può raggiungere nella voce "carico d'incendio".

Con l'intento di facilitare il compito del progettista nell'orientarsi tra le varie soluzioni presenti nel catalogo, nella tabella seguente abbiamo elencato le tipologie costruttive più comuni che possono presentarsi e per ciascuna di esse abbiamo indicato il sistema di captazione più idoneo, considerando anche i casi in cui vi sia presenza di zone Atex, impianti in copertura, esplosivi solidi.

TIPOLOGIA STRUTTURA	TIPOLOGIA DI COPERTURA	ULTERIORI CONDIZIONI RELATIVE AL CONTENUTO	COMPOR-TAMENTO AL FULMINE	SOLUZIONI DI PROTEZIONE					
			Sussiste il problema del punto caldo	LPS naturale	Sistema a maglie appoggia-to	Sistema a funi sospese	Sistema ad aste e pali di sostegno con calata integrata	Sistema a pali di captazione	
STRUTTURA PORTANTE IN C.A. PREFABBRICATA CON FERRI DI ARMATURA NON ELETTRICAMENTE CONTINUI, IN MURATURA, IN PIETRA O IN LEGNO (STRUTTURA DEBOLE)   	NON CONDUETTIVA NON COMBUSTIBILE <sup>1</sup>	Nessuna ulteriore condizione particolare oppure presenza di materiali combustibili e/o infiammabile/o presenza di zone Atex interne confinate <sup>2</sup>			●	● (3)			
		Presenza di zone Atex interne non confinate				●			
		Presenza di zone Atex esterne e/o impianti in copertura				●	●	●	
	CONDUTTIVA NON COMBUSTIBILE <sup>1</sup>	Nessuna ulteriore condizione particolare oppure presenza di materiali combustibili e/o infiammabili e/o presenza di zone Atex interne confinate <sup>2</sup>			● (CAP)				
		Presenza di materiali combustibili e/o infiammabili e/o presenza di zone Atex interne non confinate	✓				●	●	
		Presenza di zone Atex esterne e/o impianti in copertura					●	●	●
COMBUSTIBILE <sup>1</sup> NON CONDUETTIVA (carico d'incendio elevato dovuto alla copertura combustibile)	Nessuna ulteriore condizione particolare oppure presenza di materiali combustibili e/o infiammabili e/o presenza di zone Atex interne confinate <sup>2</sup>	✓		● (d>10÷15 cm)	● (d>10÷15 cm)				
	Presenza di zone Atex esterne e/o impianti in copertura	✓				●	●	●	
CONDUTTIVA COMBUSTIBILE <sup>1</sup> (carico d'incendio elevato dovuto alla copertura combustibile)	Nessuna ulteriore condizione particolare oppure presenza di materiali combustibili e/o infiammabili e/o presenza di zone Atex interne confinate <sup>2</sup> e non	✓				●	●		
	Presenza di zone Atex esterne e/o impianti in copertura	✓				●	●	●	

TIPOLOGIA STRUTTURA	TIPOLOGIA DI COPERTURA	ULTERIORI CONDIZIONI RELATIVE AL CONTENUTO	COMPOR-TAMENTO AL FULMINE	SOLUZIONI DI PROTEZIONE					
			Sussiste il problema del punto caldo	LPS naturale	Sistema a maglie appoggia-to	Sistema a funi sospese	Sistema ad aste e pali di sostegno con calata integrata	Sistema a pali di captazione	
STRUTTURA PORTANTE IN C.A. PREFABBRICATA CON FERRI DI ARMATURA ELETTRICAMENTE CONTINUI O IN C.A. IN OPERA O CON ORDITURA IN ACCIAIO (STRUTTURA FORTE)	NON CONDUTTIVA NON COMBUSTIBILE <sup>1</sup>	Nessuna ulteriore condizione particolare oppure presenza di materiali combustibili e/o infiammabili e/o presenza di zone Atex interne confinate <sup>2</sup>		● (CAL)	●	● (3)			
		Presenza di zone Atex interne non confinate		● (CAL)		●			
		Presenza di zone Atex esterne e/o impianti in copertura		● (CAL)		●	●	●	
	CONDUTTIVA NON COMBUSTIBILE <sup>1</sup>	Nessuna ulteriore condizione particolare oppure presenza di materiali combustibili e/o infiammabili e/o presenza di zone Atex interne confinate <sup>2</sup> e non			●				
		Presenza di materiali combustibili e/o infiammabili e/o presenza di zone Atex interne non confinate	✓		● (CAL)		●	●	
		Presenza di zone Atex esterne e/o impianti in copertura			● (CAL)		●	●	●
NON CONDUTTIVA COMBUSTIBILE <sup>1</sup> (carico d'incendio elevato dovuto alla copertura combustibile)	Nessuna ulteriore condizione particolare oppure presenza di materiali combustibili e/o infiammabili e/o presenza di zone Atex interne confinate <sup>2</sup>	✓		● (CAL)	● (d>10-15 cm)	● (d>10-15 cm)			
	Presenza di zone Atex interne non confinate e/o impianti in copertura	✓		● (CAL)		●	●	●	
CONDUTTIVA COMBUSTIBILE <sup>1</sup> (carico d'incendio elevato dovuto alla copertura combustibile)	Nessuna ulteriore condizione particolare oppure presenza di materiali combustibili e/o infiammabili e/o presenza di zone Atex interne confinate <sup>2</sup> e non	✓		● (CAL)		●	●		
	Presenza di zone Atex esterne e/o impianti in copertura	✓		● (CAL)		●	●	●	
STRUTTURE CONTENENTI ESPLOSIVI SOLIDI	QUALSIASI	Presenza di esplosivi solidi	✓			●		● (i)	
IMPIANTI FOTOVOLTAICI A TERRA O IN COPERTURA	QUALSIASI	Non applicabile				●	●	●	
ELEMENTI ISOLATI QUALI: ANTENNE, CAMINI, COMIGNOLI, ECC...	NON APPLICABILE	Non applicabile					●	●	

**SIGNIFICATO DELLE ABBREVIAZIONI:** CAP - elemento naturale di captazione che necessita di calate appositamente realizzate; CAL - elemento naturale di calata; i - captazione e calata isolate.

**NOTA (1):** quando si parla di copertura combustibile si considera quella parte di copertura che, se interessata da un incendio, può trasmetterlo all'interno dell'edificio. La problematica di un coperto con la sola impermeabilizzazione in guaina combustibile andrà valutata caso per caso insieme al progettista e al proprietario della struttura.

Si definiscono non combustibili tutti i materiali di classe di reazione al fuoco "0" (cfr. D.M.26.06.1984) o "A" (cfr. D.M. 10.03.2005). Ai materiali sotto elencati è attribuita la classe di reazione al fuoco "0" senza che siano sottoposti alla prova di non combustibilità:

- materiali da costruzione compatti o espansi a base di ossidi

metallici (ossido di calcio, magnesio, silicio, alluminio ed altri) privi di legamenti organici,  
- materiali isolanti a base di fibre minerali (di roccia, di vetro, ceramiche o altre) privi di legamenti organici,  
- materiali costituiti da metalli con o senza finitura superficiale a base inorganica.

Ai materiali sotto elencati è attribuita la classe di reazione al fuoco "A" senza che siano sottoposti alla prova di non combustibilità:

argilla espansa, perlite espansa, vermiculite espansa, lana di roccia, vetro multicellulare, calcestruzzo, calcestruzzo ingranuli, elementi in cemento cellulare trattati in autoclave, fibrocemento, cemento, calce, loppa di altoforno/ceneri volanti, aggregato minerale, ferro, acciaio, rame e leghe di rame e acciaio inox, zinco e leghe di zinco, alluminio e leghe di alluminio, piombo, gesso e malte a base di gesso, malta con agenti leganti inorga-

nici, elementi in argilla, elementi in silicato di calcio, prodotti in pietra naturale e in ardesia, elementi in gesso, mosaico alla paladiana, vetro, vetroceramica, ceramica.

**La presenza di una copertura combustibile impone un carico di incendio elevato nella VdR.**

**NOTA (2):** per zone Atex interne confinate si intendono aree confinate totalmente all'interno della struttura e non raggiungibili elettricamente tramite elementi continui con la copertura (sfiati, estrattori, tubazioni, ecc...)

**NOTA (3):** in questo caso il sistema a maglie appoggiate risulta più economico rispetto al sistema a funi; quest'ultimo tuttavia richiede tempi di posa inferiori (fino a 1/3) e minori costi di manutenzione, che lo fanno di gran lunga preferire, laddove è possibile la sua installazione (tetti piani). Condizione, quest'ultima ancora più conveniente se per il sistema a maglie è richiesto il distanziamento dalla copertura in quanto combustibile.

## ► 6. Soluzioni SIPF® per l'LPS esterno

**SIPF®**  
Soluzioni  
Innovative di  
Protezione  
contro i Fulmini



### **Norma CEI EN 62305 II Ed., parte 3, introduzione**

*...la classe e l'ubicazione di un LPS devono essere accuratamente analizzate durante il progetto iniziale di una nuova struttura, per sfruttare al massimo il vantaggio di utilizzare le parti conduttive della struttura stessa. In questo modo è reso più facile il progetto e la costruzione di un impianto integrato, il miglioramento estetico complessivo e può essere incrementata, con minor costo e difficoltà, l'efficacia dell'impianto di protezione.*

### **SIPF® è pensato per il progettista**

La definizione dell'impianto mediante il metodo della sfera rotolante consente di posizionare il sistema di captazione solo dove serve, ottimizzando i costi e realizzando il massimo della resa (*il posizionamento del captatore è corretto solo se nessun punto della struttura da proteggere viene in contatto con la sfera*). La lega di alluminio utilizzata come base per i conduttori di captazione e calata ha una conducibilità elettrica cinque volte superiore all'acciaio zincato.

### **SIPF® è pensato per l'installatore**

Il particolare sistema a fune consente una drastica riduzione dei supporti (definiti i punti di ancoraggio ai bordi della struttura e grazie a speciali supporti isolati, un'unica tesata realizza il sistema di captazione). Quando la struttura è particolarmente estesa, è possibile realizzare una maglia con tesate incrociate. Per le calate è sufficiente un ancoraggio in cima ed uno in prossimità del suolo a fianco del morsetto di sezionamento. Questa soluzione esclude, per strutture non complesse, l'utilizzo di ponteggi o gru. Tutto ciò è finalizzato ad una drastica riduzione dei tempi di posa (circa 1/3 rispetto ai sistemi convenzionali).

### **SIPF® è pensato per il committente**

Il sistema di captazione ad aste e funi lascia libertà di movimento e non appesantisce le strutture come avviene per i sistemi appoggiati, i particolari materiali utilizzati resistono alle aggressioni dagli agenti atmosferici minimizzando le manutenzioni, l'uso dei ferri d'armatura come calate naturali riduce l'impatto estetico.

**SIPF®** non è solo un modo di realizzare l'impianto parafulmine, ma è **una soluzione alle problematiche dell'intero e complesso mondo delle protezioni contro i fulmini**. Il SIPF® è un sistema di protezione contro i fulmini che nasce sul campo e persegue la regola dell'arte secondo la norma CEI EN 62305. Si progetta adottando prevalentemente il metodo della sfera rotolante e dell'angolo di protezione, predilige la captazione a fune, si costruisce con materiali nobili e pur nascendo come sistema isolato, la sua versatilità lo rende particolarmente interessante per tutte le strutture.

## ■ 6.1 L'evoluzione dell'impianto parafulmine secondo SIPF®

La Norma prescrive che un impianto LPS può essere a maglia, ma unire il sistema di captazione con una massa metallica quando questa è elettricamente continua con l'interno (ad esempio, condotti di ventilazione, torrini di aspirazione, scambiatori di calore dell'impianto di condizionamento, ecc...) significa dare al fulmine un'ulteriore via di discesa.

La corrente di scarica si ripartirà così in parti inversamente proporzionali all'impedenza e spesso il percorso interno risulta essere preferenziale "*...e di questo effetto si dovrebbe tenere conto*".

Una corrente di fulmine all'interno della struttura, per effetto del campo elettromagnetico indotto, può generare sovratensioni sui conduttori di oltre 100 V per metro.

Non sono inoltre da trascurare le differenze di potenziale tra le varie masse metalliche presenti nell'impianto, dovute alle cadute di tensione che nascono lungo i percorsi che la corrente di fulmine si sceglie all'interno (figura A).

**Tutto questo comporta l'impossibilità pratica di proteggere gli impianti ed evidenzia quanto è semplice vanificare l'installazione di un impianto parafulmine** (errori come questi sono ancora oggi molto frequenti).

Le masse metalliche elettricamente continue con l'interno vanno protette con un sistema di captazione isolato, affinché non siano mai colpite da una scarica diretta e quindi interessate dalla corrente di fulmine.

Le masse rimarranno collegate all'equipotenzialità interna e dovranno essere contenute nel cono di protezione generato dai captatori.

Saranno poi le aste e/o le funi di captazione ad essere collegate alla gabbia di Faraday. Inoltre, tra l'impianto parafulmine e le masse, al fine di evitare scariche pericolose non dovrà mai esserci una distanza (**d**) inferiore alla distanza di sicurezza (**s**).

Qualora la distanza risultasse inferiore, sarà opportuno interporre idonei materiali isolanti (*si veda in proposito Norma CEI EN 62305, parte 3, isolamento elettrico dell'LPS esterno*).

La soluzione di figura B consente di mantenere elettricamente isolata la struttura sottostante mediante particolari sostegni isolanti.

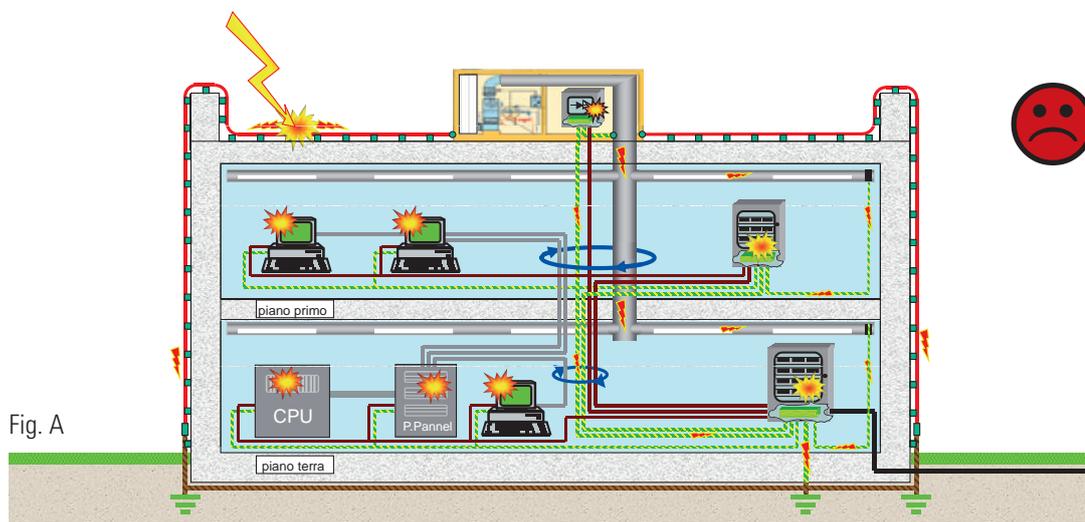
Solitamente una captazione isolata è circoscritta alle sole apparecchiature interessate, dopo di che si integra col restante sistema non isolato, normalmente a maglia (figura B).

Il metodo **SIPF®**, impiegando come conduttore base la fune di Aldrey da 70 mm<sup>2</sup>, lega di Alluminio, Magnesio e Silicio primaria per impianti elettrici, le cui caratteristiche di tenuta a trazione (carico di rottura prossimo a 2000 kg) e leggerezza (100 m pesano circa 18,8 kg) consentono tesate fino a 400 m, allarga il campo d'azione a tutto il sistema di captazione (figura C).

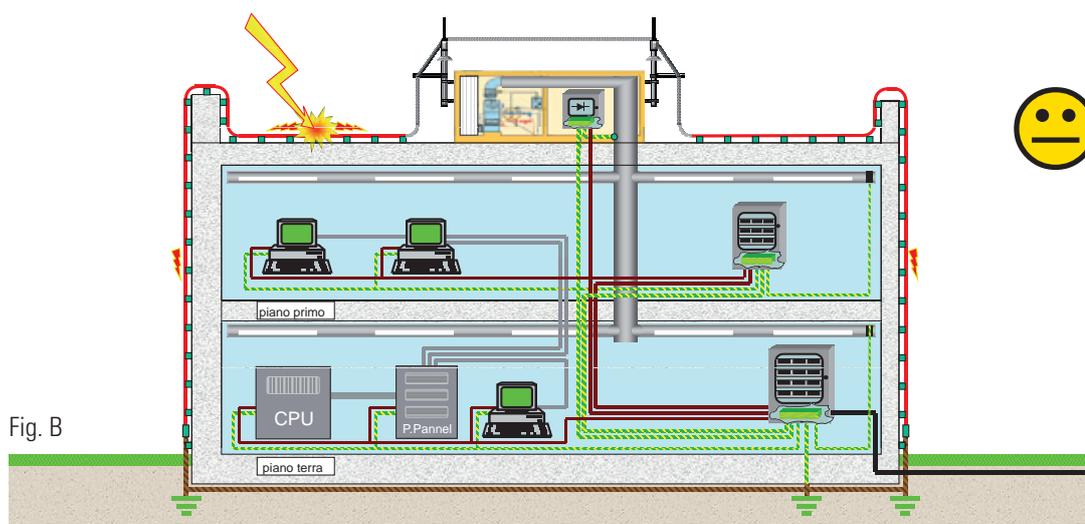
La realizzazione di un impianto parafulmine a fune SIPF® migliora la protezione grazie alla maggior distanza fra la captazione e la struttura, lascia libertà di movimento e consente l'esecuzione dell'impianto di discesa senza ponteggi o gru, caratteristica quest'ultima particolarmente interessante in ambienti dove non c'è la possibilità di avvicinarsi alla struttura e anche ai fini della riduzione dei costi.

# SIPF®

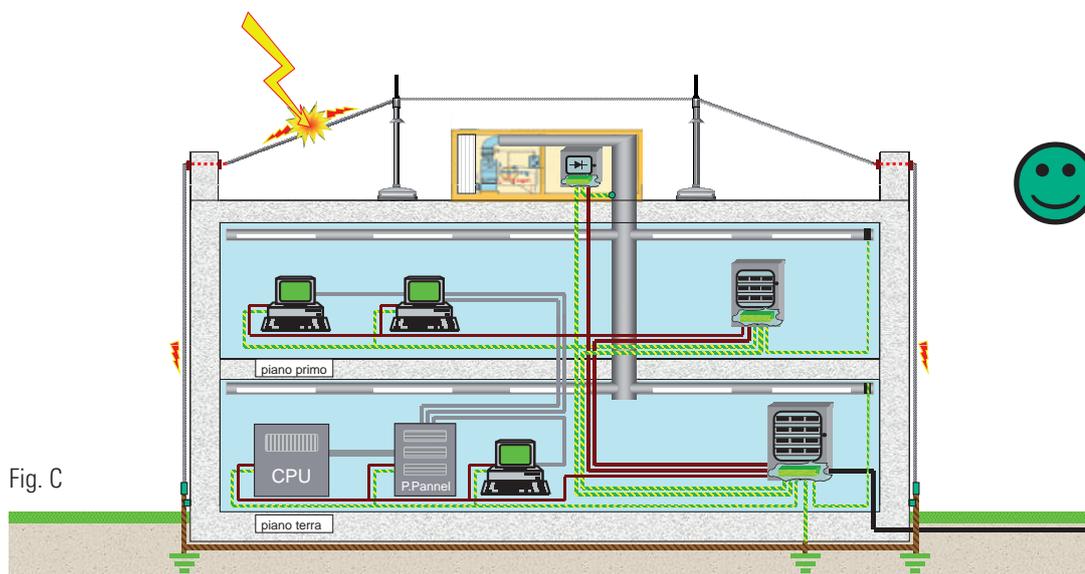
è realizzare impianti parafulmine in modo estremamente migliorativo



◀ La figura A mostra gli effetti causati da un'impropria connessione di strutture sul tetto elettricamente continue con l'interno.



◀ La figura B mostra un impianto dove è stato mantenuto l'isolamento tra il sistema di captazione e le strutture sul tetto elettricamente continue con l'interno. Sono tuttavia da evitare i cappi realizzati con il conduttore per connettersi alle calate.



◀ La figura C rappresenta un impianto parafulmine realizzato interamente con conduttore a fune. Da notare come in questo caso dal punto d'impatto al dispersore l'impianto di captazione e calata è sempre in discesa ovvero il più corto possibile.

## Distanza di sicurezza

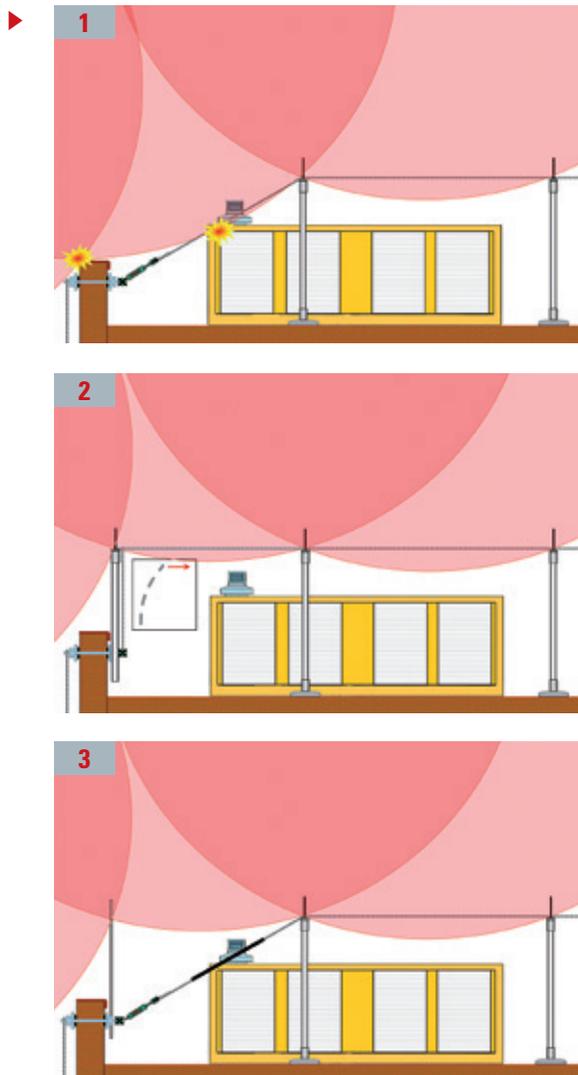
Il volume protetto all'interno della zona di protezione deve rispettare la distanza di sicurezza "s". La funzione di un LPS interno è anche quella di prevenire scariche pericolose all'interno della struttura, utilizzando collegamenti equipotenziali e rispettando la distanza di sicurezza "s" tra i componenti dell'LPS esterno e gli altri elementi conduttori interni alla struttura. Un elevato numero di calate riduce la distanza di sicurezza. È opportuno che i conduttori di captazione e di calata seguano il percorso più breve e rettilineo al fine di limitare la distanza di sicurezza. In strutture estese la distanza di sicurezza tra l'LPS esterno a maglia ed i corpi metallici / impianti interni è sovente così elevata da non poter essere rispettata e questo ne impone l'interconnessione (figura D); conseguentemente una frazione della corrente di fulmine fluirà all'interno. Se non è possibile rispettare la distanza di sicurezza è necessario interconnettere l'LPS esterno con gli impianti interni, con i conseguenti problemi, ma in questo caso è il male minore. Un **LPS esterno SIPF®** realizzato a fune mantiene la captazione ad un'altezza tale per cui **la distanza di sicurezza è sempre rispettata** (figura E). Un sistema di captazione a fune integrato con calate naturali, realizzate utilizzando l'ossatura portante della struttura, garantisce al meglio la protezione dell'edificio e degli impianti in esso contenuti (figura F).

## La funzione delle astine perimetrali

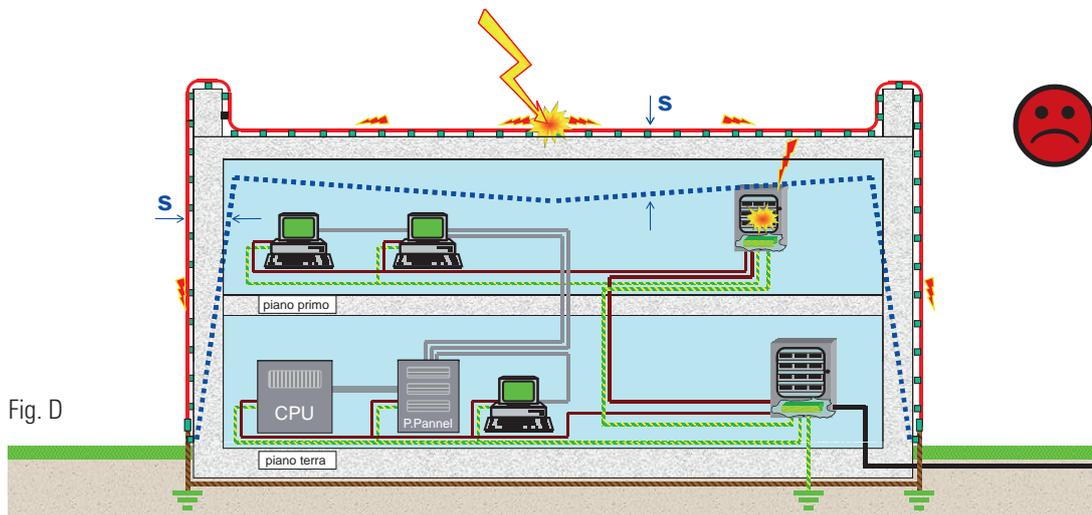
Una frazione considerevole dei fulmini che cadono su un edificio colpisce gli spigoli del tetto (Norma CEI EN 62305 cap.3), per questo motivo è sempre da prevedere **l'anello perimetrale superiore** ed è opportuno che esso sia installato il più vicino possibile ai bordi. Il sistema a fune, descritto in figura 9, non garantisce la protezione completa dei bordi della struttura e nemmeno degli impianti in copertura prossimi

al perimetro. La soluzione di protezione "1" può essere accettabile solo se la scossalina è connessa all'anello perimetrale ed è utilizzabile come captatore naturale; va inoltre verificato che sotto di essa non sia presente materiale infiammabile o combustibile, ovvero che possa essere accettabile il danneggiamento della stessa e della parte sottostante. Tutti gli impianti in copertura devono rientrare nel volume protetto. Per la protezione completa della struttura, l'impianto di captazione dovrebbe essere innalzato già sul perimetro, ma non è semplice alzare la fune di captazione sul bordo dato che, mettendola poi in tensione, provocherebbe inevitabilmente la flessione dei supporti isolati periferici. I supporti isolati devono essere soggetti solo a compressione e vanno quindi disposti in modo che la risultante verticale delle forze applicate sia il più possibile parallela agli stessi e non superi il carico nominale. La soluzione "2" con supporti isolati sul perimetro è quindi applicabile solo per tesate non superiori a 20 metri tenendo inoltre presente che essa avrà un impatto estetico molto pesante. Una valida alternativa è l'utilizzo di astine di captazione perimetrali (soluzione "3"); ai fini della verifica con la sfera rotolante, il risultato non cambia. L'altezza delle astine sarà quella per cui la sfera non tocca più la struttura/impianto, addizionata del valore di penetrazione "p" generato dalla distanza tra l'astina considerata e quella successiva o precedente.

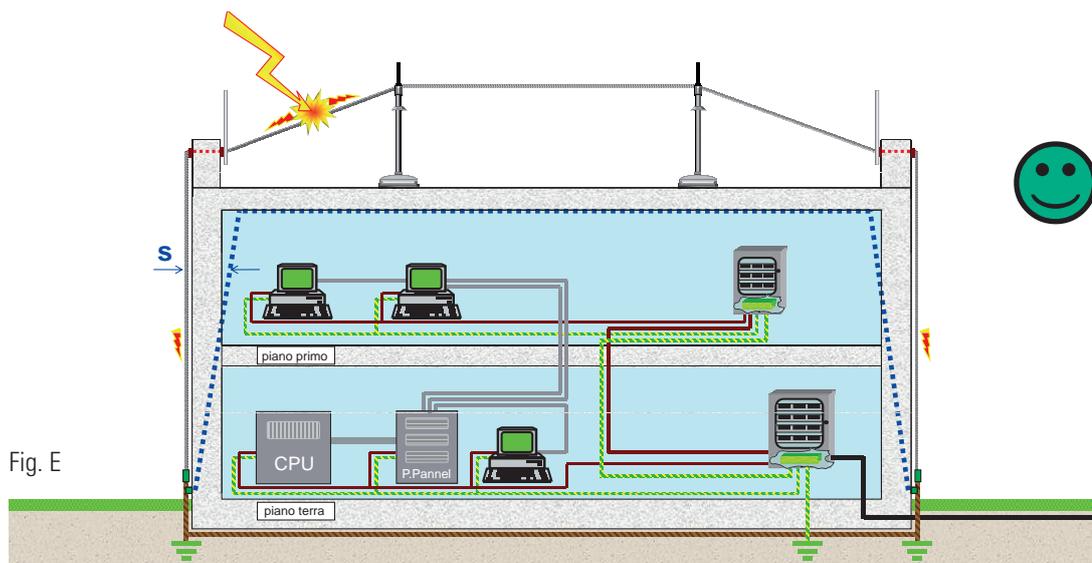
La soluzione con le astine perimetrali consente la copertura completa della struttura, permette di ancorare efficacemente le tesate centrali senza sollecitare a flessione i supporti isolati e rende l'impatto estetico trascurabile. (Figura F).



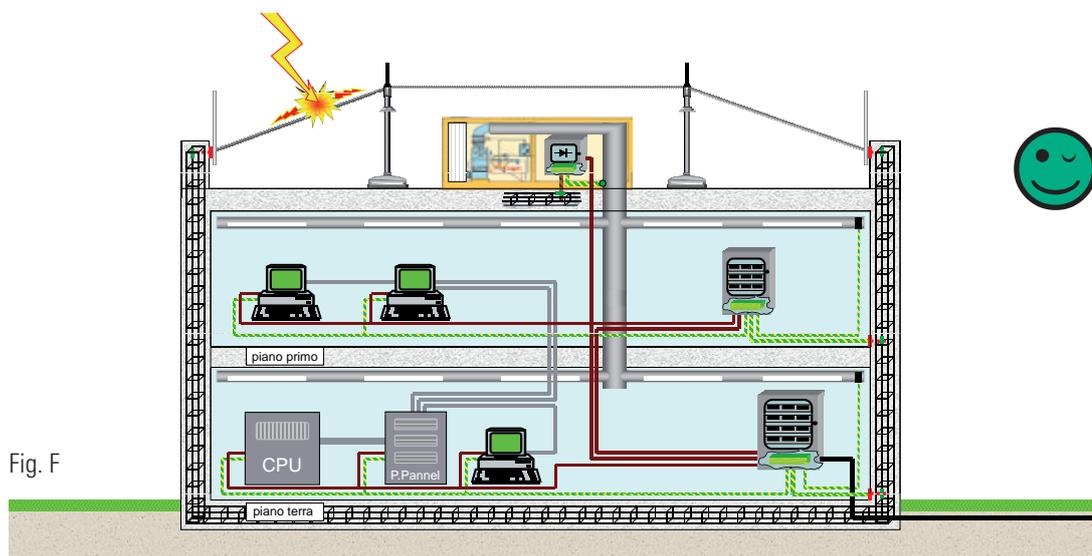
# L'evoluzione dell'impianto parafulmine secondo SIPF®



◀ La figura D evidenzia la distanza di sicurezza "s" in una struttura protetta con un LPS esterno appoggiato. In strutture industriali particolarmente estese un impianto di questo tipo potrebbe non realizzare una protezione adeguata.



◀ La figura E evidenzia i benefici apportati alla distanza di sicurezza "s" quando la struttura è protetta con un LPS esterno a fune.



◀ La figura F rappresenta il concetto più avanzato d'impianto parafulmine, frutto dei cambiamenti e perfezionamenti che gli studi sull'argomento hanno portato: captazione a fune e calate naturali.

## 6.2 Note sui prodotti

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

Gli elevati standard di qualità che ci siamo imposti hanno orientato la scelta su materiali nobili:

- **Legga di alluminio** (E-AlMgSi) per i conduttori di captazione e 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 e braccetti distanziatori isolanti;
- **PE** (polietilene) e **SIL** (silicone) come elementi d'isolamento e antitraccia per conduttori di captazione e calata;
- **Acciaio ramato** elettroliticamente per dispersori di profondità;
- **Acciaio zincato** a fuoco per elementi dispersori nelle fondamenta, dispersori di profondità e grandi pali di captazione.

### Simbologia

**NOTA:** si ricorda che gli elementi in rame possono essere abbinati direttamente solo con elementi in acciaio inox o stagnati; in tutti gli altri casi sono necessari materiali di disaccoppiamento per evitare effetti di corrosione. Materiali come acciaio zincato a fuoco, alluminio, lega di alluminio, acciaio inossidabile ed elementi stagnati possono invece essere abbinati fra loro senza particolari accorgimenti.

**NOTA:** i sistemi presentati nel catalogo possono anche essere realizzati in esecuzione speciale per adattarsi alle esigenze delle singole situazioni.



Elemento di captazione o calata che nella sua funzione **non garantisce la protezione** contro le tensioni di contatto



Elemento di captazione o calata che nella sua funzione **garantisce la protezione** dalle tensioni di contatto



Elemento di captazione o calata che nella sua funzione **non interagisce** col campo elettromagnetico generato dalla corrente di fulmine che lo attraversa



Elemento di captazione o calata che nella sua funzione **interagisce ed attenua** fortemente il campo magnetico generato dalla corrente di fulmine che lo attraversa

### Descrizioni tecniche e normative

Gli elementi di ancoraggio e connessione sono stati scelti e realizzati con la forte volontà di **ridurre i tempi di posa** (morsetti universali ad unico bullone centrale, molle di pretensionamento e tiranti con forcilla a perno, kit d'intestazione della fune con manicotto a compressione), assicurando la semplicità d'installazione ed il risultato richiesto.

Tutti gli elementi soggetti alla corrente di fulmine ed alle conseguenti forze elettrodinamiche sono costruiti in conformità alle norme CEI EN 50164-1/2 (CEI 81-5/81-15) e CEI EN 62561-4 (CEI 81-19).

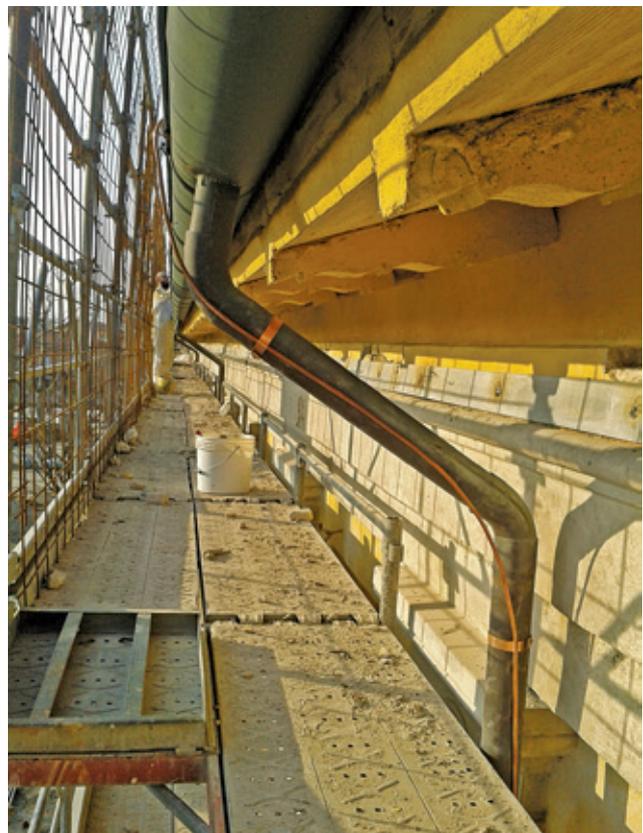
### ■ 6.3 Sistema di captazione a maglie appoggiato

Questo sistema richiede almeno un ancoraggio ogni metro lineare di conduttore al fine di sopportare gli effetti elettrodinamici di una scarica. In quanto sistema appoggiato, vanno verificate le distanze da coperture infiammabili o combustibili (in caso  $d > 0,1$  m).

È un sistema che prevede l'equipotenzialità delle masse metalliche estranee, se più vicine all'impianto LPS rispetto alla distanza di sicurezza, in quanto su questo tipo di impianto le scariche pericolose possono essere evitate solo con l'uso di collegamenti equipotenziali.



◀ Scuola primaria "Quaquarelli" San Giovanni in Persiceto (BO) - La foto a fianco mostra un sistema di protezione a maglie appoggiato realizzato su un coperto non combustibile e non conduttivo a protezione di una struttura debole.



▲ Scuola primaria "Quaquarelli" San Giovanni in Persiceto (BO) - la foto sopra evidenzia il particolare della calata. L'impatto estetico è ridotto fissando la calata al pluviale.



◀ Rocchetta Mattei - Grizzana Morandi (BO) - la foto a fianco mostra un sistema appoggiato a protezione di una struttura debole (realizzata in muratura) con copertura non combustibile. Particolare della protezione della torre.

Rocchetta Mattei  
- Grizzana Morandi  
(BO) - la foto a fianco  
mostra un sistema  
appoggiato a protezione  
di una struttura debole  
(realizzata in muratura)  
con copertura non  
combustibile.



Non sono da trascurare sporgenze e sommità, mentre eventuali isolamenti sono possibili solo mediante l'integrazione con aste di captazione.

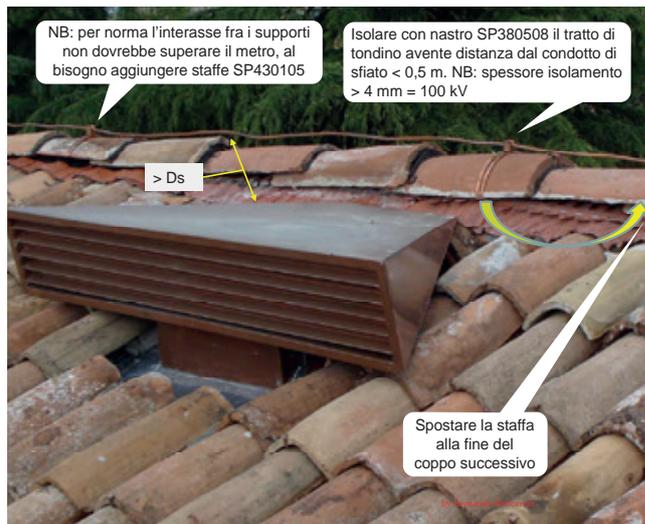
Con questo metodo, i corpi metallici esterni vanno collegati all'impianto di captazione il più vicino possibile al punto d'ingresso degli stessi nella struttura, tuttavia la loro equipotenzializzazione fa sì che la struttura sia interessata da una frazione della corrente di fulmine " **...e di questo effetto si dovrebbe tenere conto**" (CEI EN 62305).

☹ La foto mostra  
un sistema di  
protezione a maglie  
appoggiato su una  
copertura sicuramente  
conduttiva e forse  
anche combustibile  
(pannelli sandwich). In  
questi casi il sistema a  
maglie appoggiato non  
è funzionale nel primo  
caso (non è garantito  
che il punto di impatto  
siano gli elementi di  
captazione e che il  
fulmine li percorra)  
e assolutamente  
sbagliato nel secondo  
caso (il punto caldo è  
fonte di innesco per la  
copertura combustibile).





La figura mostra un errato posizionamento del captatore, in quanto non è rispettata la distanza di sicurezza con un elemento metallico che può condurre il fulmine all'interno della struttura



La figura mostra gli accorgimenti da porre in opera per una corretta installazione.



La figura mostra che il captatore non è posizionato nel punto più alto, pertanto il comignolo risulta non protetto



Perché l'impianto di protezione sia efficace occorre proteggere anche l'antenna ed i camini come mostrato in foto.



È sbagliato posizionare la corda di rame che funge da captatore a fianco delle tubazioni del solare termico

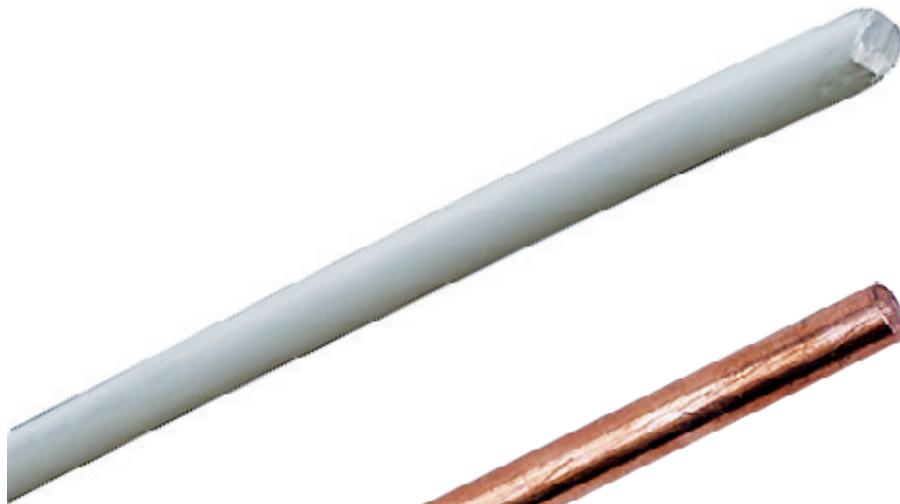


Nel posizionamento del captatore occorre individuare il percorso corretto

## Materiali relativi al LPS appoggiato

Di seguito alcuni consigli dettati dall'esperienza.

- Usare conduttori con ottima conducibilità elettrica ed alta resistenza agli agenti atmosferici come ad esempio quelli in rame e alluminio in lega. L'acciaio inox, fornibile su richiesta, presenta un'ottima resistenza in ambienti aggressivi, ma è un cattivo conduttore e la sovratemperatura che esso raggiunge al passaggio della corrente di fulmine è molto elevata, pertanto il suo impiego è da verificare volta per volta in relazione alla tipologia di copertura e dell'ambiente.
- Usare conduttori in matasse, in verghe richiederebbero troppe giunzioni che nel tempo diventano punti critici.
- Usare accessori di fissaggio appropriati (1 ogni metro) e verificare sempre la conformità alla Norma.
- Evitare percorsi affiancati a tubi del gas e ad apparecchiature elettricamente continue con l'interno.
- Connettere gronde e pluviali solo se si possono escludere problemi relativi alle tensioni di passo e contatto.
- Proteggere sommità e sporgenze con astine di captazione.
- Verificare sempre il rispetto della distanza di sicurezza.



**SP400080**



**SP400085**

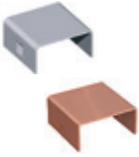


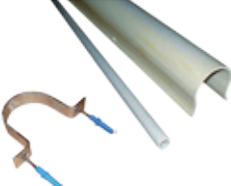
**SP400250**

Il piatto in alluminio 25 x 3 mm è consigliato per la richiusura dell'anello perimetrale esterno qualora questo non possa essere completamente interrato.

Il sistema si basa sull'utilizzo dei conduttori tondi pieni da 50 mm<sup>2</sup> (Ø 8 mm) in lega di alluminio o rame come elementi principali di captazione e calata.

	Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
	<p><b>CONDUTTORI</b> Conduttori di captazione e calata in tondo pieno Ø 8 mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alluminio in lega – contraddistinto da doti di leggerezza, inalterabilità nel tempo e conducibilità 5 volte superiore all'acciaio zincato.</li> <li>Rame.</li> <li>Acciaio inossidabile AISI 316.</li> </ul> <p>Questi conduttori sono forniti esclusivamente in matasse per ridurre al minimo il numero delle giunzioni.</p>	<p>Lega di alluminio, silicio e magnesio.</p> <p>Rame elettrolitico ricotto. AISI 316</p>	<p>Matasse da 190 m / 135 g/m</p> <p>Mat. da 112 m / 447 g/m Mat. da 100 m / 400 g/m</p>	<p><b>SP400080</b></p> <p><b>SP400085</b> <b>SP400086</b></p>
	<p><b>CONDUTTORI</b> Conduttore di calata e di equipotenzialità in piatto 25 x 3 mm. Per l'ancoraggio a parete prevedere la staffa SP630306 (1/m). Evitare posa interrata e sotto intonaco. Questo conduttore è fornito esclusivamente in matasse per ridurre al minimo il numero delle giunzioni.</p>	<p>Alluminio</p>	<p>Matasse da 30 m - 204 g/m</p>	<p><b>SP400250</b></p>
	<p><b>MACCHINA RADDRIZZA FILO</b> Dispositivo portatile per raddrizzare i conduttori tondi Ø 8 e 10 mm in alluminio, rame o acciaio inossidabile.</p> <p><b>NOTA:</b> Il tondino in lega di alluminio SP400080 può essere raddrizzato mediante semplici avvitamenti improntati con un normale trapano industriale.</p>	<p>Acc. Zn</p>	<p>16900</p>	<p><b>SP490101</b></p>
	<p><b>STAFFA PORTAFILO PER TETTI A COPPO</b> La staffa è costituita da due mezze lune in acciaio inox che scorrono una dentro l'altra per l'adattamento su coppi con diametro da 180 a 280 mm. Il morsetto porta tondo è ad innesto rapido e può essere posizionato ovunque sull'archetto.</p>	<p>AISI 304 AISI 304 ramato</p>	<p>106 129</p>	<p><b>SP430106</b> <b>SP430105</b></p>
	<p><b>STAFFA PORTAFILO PER TETTI A TEGOLA</b> La staffa è costituita da una sottile lamina in alluminio / rame che si adatta ed incastra nel punto di sovrapposizione delle tegole. Il morsetto porta tondo è ad innesto rapido.</p>	<p>AISI 304 / Al AISI 304 ramato / Cu</p>	<p>54 75</p>	<p><b>SP430206</b> <b>SP430205</b></p>
	<p><b>STAFFA PORTAFILO PER TETTI PIANI</b> La staffa è costituita da uno zocchetto di cemento inserito in un telaio di materiale plastico. Il doppio morsetto porta tondo è ad innesto rapido.</p>	<p>Cemento e plastica</p>	<p>1040</p>	<p><b>SP430309</b></p>
	<p><b>STAFFA PORTAFILO PER TETTI CON COPERTURE IN LAMIERA</b> La staffa è costituita da un morsetto idoneo all'ancoraggio sulle coste di lamiera. Il morsetto porta tondo è orientabile a 360°. Realizza una superficie di contatto di 10 cm<sup>2</sup></p>	<p>AISI 304 AISI 304 ramato</p>	<p>179 147</p>	<p><b>SP430406</b> <b>SP430405</b></p>
	<p><b>SUPPORTO A PLUVIALE</b> Collare universale per l'ancoraggio del tondo di calata al pluviale in rame. E' idoneo per pluviali aventi diametro da 80 a 120 mm.</p>	<p>AISI 304 ramato</p>	<p>147</p>	<p><b>SP430515</b></p>
	<p><b>STAFFA PORTAFILO</b> Staffa portafilo per il fissaggio a parete dei conduttori tondi di calata. Fissaggio rapido e sicuro. Per conduttori cordati prevedere la cappa di bloccaggio.</p>	<p>Plastica grigia AISI 304 Plastica marrone AISI 304 ramato</p>	<p>30 30</p>	<p><b>SP430506</b> <b>SP430505</b></p>

	Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
	<b>CAPPA DI BLOCCAGGIO</b> Cappa di bloccaggio, elemento per il serraggio definitivo delle staffe portafilo su conduttori cordati. Si innesta sulla staffa portafilo con una semplice pressione manuale	AISI 304	4	<b>SP330506</b>
		AISI 304 ramato	5	<b>SP330505</b>
	<b>STAFFA PORTA PIATTO</b> Staffa per il fissaggio a parete dei conduttori piatti in rame o alluminio di larghezza fino a 30 mm. Il fissaggio del piatto si effettua ripiegando le alette della staffa sul piatto stesso	AISI 304	22	<b>SP630306</b>
	<b>MORSETTO PER TRAVI</b> Morsetto di connessione tra conduttori tondi Ø 8/10 mm e <ul style="list-style-type: none"> <li>travi aventi spessore compreso tra 5 e 20 mm</li> <li>travi aventi spessore compreso tra 19 e 36 mm</li> <li>travi aventi spessore compreso tra 36 e 52 mm</li> </ul>	AISI 304	260	<b>SP440626</b>
		AISI 304	280	<b>SP440626/36</b>
		AISI 304	299	<b>SP440626/52</b>
	<b>MORSETTO UNIVERSALE</b> Morsetto per connessioni a croce, T e parallelo fra conduttori tondi diametro 8-10 mm. Realizzato mediante l'unione di due piastre concave ed un solo bullone centrale garantisce una connessione rapida e sicura	Alluminio	80	<b>SP455600</b>
		AISI 304	106	<b>SP455606</b>
		AISI 304 ramato	107	<b>SP455605</b>
	<b>MORSETTO DI GIUNZIONE</b> Morsetto per giunzioni testa/testa fra conduttori tondi diametro 8 mm	Al / viterie AISI 304	28	<b>SP455650</b>
		Cu / viterie AISI 304 ramato	87	<b>SP455655</b>
	<b>MORSETTO PER GRONDAIA</b> Morsetto di collegamento tra conduttori tondi Ø 8 mm e grondaie con ribordature da 16 a 22 mm	Acciaio zincato	166	<b>SP440651</b>
		Rame	175	<b>SP440655</b>
		Alluminio / Rame viterie AISI 304	169	<b>SP440657</b>
	<b>LAMELLA IN CUPAL</b> Lamina bimetallica per accoppiamenti tra materiali con potenziale elettrochimico diverso. Dimensioni 500 x 40 x 0,5 mm. Si sagoma facilmente attorno ai conduttori consentendo di creare bussole di protezione (aperte, non sovrapposte)	Alluminio / Rame	39	<b>SP440697</b>
	<b>NASTRO DI ANCORAGGIO</b> Nastro in acciaio 22 x 0,4 mm studiato per l'ancoraggio di elementi distanziatori dotati di testa di tesatura o per connessioni di tubi in abbinamento a collari di connessione SP440086 o a collari di equipotenzialità SP640506. Fornito in matasse da 25 m	AISI 304	1846	<b>SP440006</b>

	Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
	<p><b>COLLARI DI CONNESSIONE</b>                      Collare da utilizzare per la connessione dell'LPS esterno con tubi o masse metalliche esterne. L'elemento è dotato di testa di tesatura da abbinare al nastro SP440006 con morsetto per conduttori tondi o cordati Ø8/10 mm</p>	AISI 304	131	<b>SP440086</b>
	<p><b>MORSETTO DI SEZIONAMENTO</b>                      Morsetto di sezionamento universale fra conduttori tondi Ø 8/10 mm e piatti fino a 30 x 3,5 mm in acciaio zincato o alluminio</p>	AISI 304	158	<b>SP455806</b>
	<p><b>MORSETTO DI SEZIONAMENTO</b>                      Morsetto di sezionamento bimetallico per la connessione della fune in Aldrey delle calate con la corda di rame dell'impianto di terra</p>	Acciaio zincato Lamina di Cupal Rame Viterie AISI 304	177	<b>SP455807</b>
	<p><b>FUNGO DI CAPTAZIONE PER TETTI CALPESTABILI</b>                      Fungo di captazione per tetti calpestabili e/o carrabili. Elemento dotato di borchia in alluminio e morsetto universale in acciaio zincato. Il morsetto universale è idoneo per tondi Ø 8/10 mm. La borchia si avvita sul perno centrale filettato del morsetto universale e ad installazione ultimata si troverà radente alla pavimentazione e a 50/60 mm dai conduttori interni.</p>	Alluminio/Acciaio Zincato	220	<b>SP400500</b>
	<p><b>KIT PROTEZIONE MECCANICA CALATE</b>                      Kit composto da 1,5 m di tubo in PRFV Ø 20 mm, 1,5 m di coppella in vetroresina Ø 65 mm e le rispettive staffe di ancoraggio già dotate di tasselli. Lo spazio interno alla coppella permette l'alloggiamento del morsetto di sezionamento e dei dispositivi di tensionamento fune. <b>N.B.</b> Il sistema non garantisce la protezione alle tensioni di contatto.</p>	PRFV/ABS/Acc. Zn	3087	<b>SP480379</b>
	<p><b>NASTRO PER ISOLAMENTI</b>                      Nastro isolante autoagglomerante particolarmente resistente agli agenti atmosferici. Dimensioni: 50,8 x 1,65 mm a 3 m. Può essere impiegato, senza bisogno di ulteriore protezione, per isolamenti di parti metalliche o della fune in Aldrey, quando più vicini della distanza di sicurezza. Tensione di perforazione 26 kV / mm. Spessore 4 mm / 100 kV. Adesione su acciaio, 5 N / 10 mm</p>	Supporto in EPR e mastice adesivo	359	<b>SP380508</b>
	<p><b>CARTELLI DI SICUREZZA PER TENSIONI DI PASSO E CONTATTO.</b>                      Elemento realizzato da supporto in alluminio (sp. 0,7 mm) in formato 145 x 182 mm, riporta il triangolo di pericolo con fulmine nella parte superiore, sotto la scritta "Tensioni di passo e contatto" e alla base il simbolo di divieto e la scritta bianca su sfondo rosso "È vietato sostare entro 3 m dalla calata in caso di temporale - CEI EN 62305-3 8.1". Leggibile da una distanza di 4 m.</p>	Alluminio	52	<b>SP570100</b>

## Evoluzione dell'LPS appoggiato

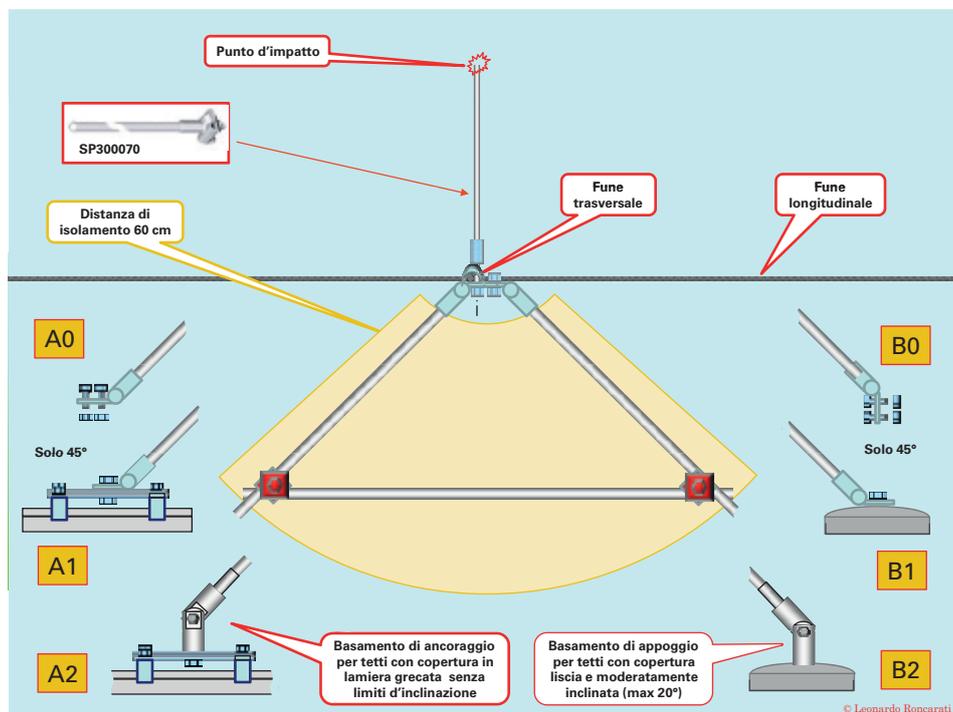
Impianto di protezione a funi sospese su magazzino automatizzato. La foto mostra il rispetto della distanza di sicurezza dalla copertura per evitare interazioni con essa ed il punto caldo. A fianco il particolare costruttivo del distanziatore a V a supporto delle funi di captazione.

Allo scopo di ridurre gli oneri di manutenzione dell'impianto, SIPF® propone, per tetti piani in alternativa al sistema appoggiato, una soluzione "a funi tese", sospese al di sopra della copertura alla stessa quota dell'ipotetico tendino.

Questa soluzione si propone di sostituire i conduttori in tondo (alluminio, acciaio zincato o rame) con funi in Aldrey da 70 mm<sup>2</sup>, ancorate agli estremi e appoggiate su zoccoli distanziatori solo nei punti di incrocio delle maglie.

Gli zoccoli possono essere dotati di aste di captazione per la protezione di eventuali elementi sporgenti sulla copertura (camini, antenne, tubazioni, ecc...). Consigliamo di ancorare le funi con molle di pretensionamento (SP310856) in modo da compensare la dilatazione termica e da evitare il danneggiamento della fune anche in caso di calpestio.

Questo sistema ha il vantaggio di avere costi di manutenzione molto più bassi, tempi di posa ridotti fino ad un terzo ed inalterabilità nel tempo (vedi foto sotto).



## 6.4 Sistema di captazione a funi sospese

I conduttori sospesi tra le aste estendono il volume protetto e suddividono la corrente di fulmine tra più calate. Le cadute di tensione lungo l'LPS esterno e l'interferenza elettromagnetica nel volume da proteggere **sono minori rispetto alla condizione in cui i conduttori aerei non sono presenti (CEI EN 62305 cap. 3).**

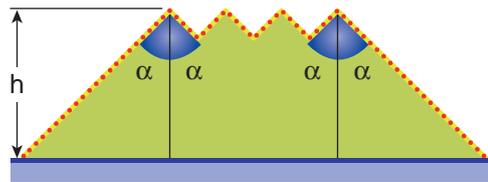
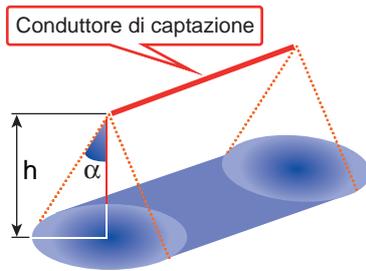
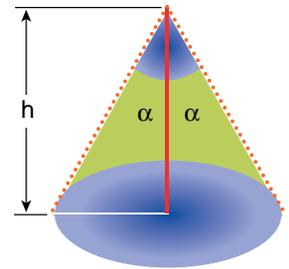
Se i captatori sono costituiti da funi, è necessaria almeno una calata ad ogni estremità delle stesse. Quando il dimensionamento dell'impianto di captazione è fatto coi metodi dell'angolo di protezione o della sfera rotolante, non è necessario rispettare le dimensioni di magliatura come per il metodo della maglia, ma è sufficiente che la struttura o l'impianto che si intende proteggere si trovino all'interno del volume protetto generato dal sistema di captazione.

Il sistema di captazione a fune può essere ulteriormente ampliato se si realizza una magliatura aerea.

Se i captatori sono costituiti da una maglia, sono necessarie:

- almeno una calata per ogni sostegno perimetrale della maglia nel caso di LPS isolati dalla struttura da proteggere
- almeno due calate, distribuite attorno al perimetro della struttura da proteggere, nel caso di LPS non isolato.

▼ La figura mostra il volume protetto da un captatore ad asta (CEI EN 62305, capitolo 3).



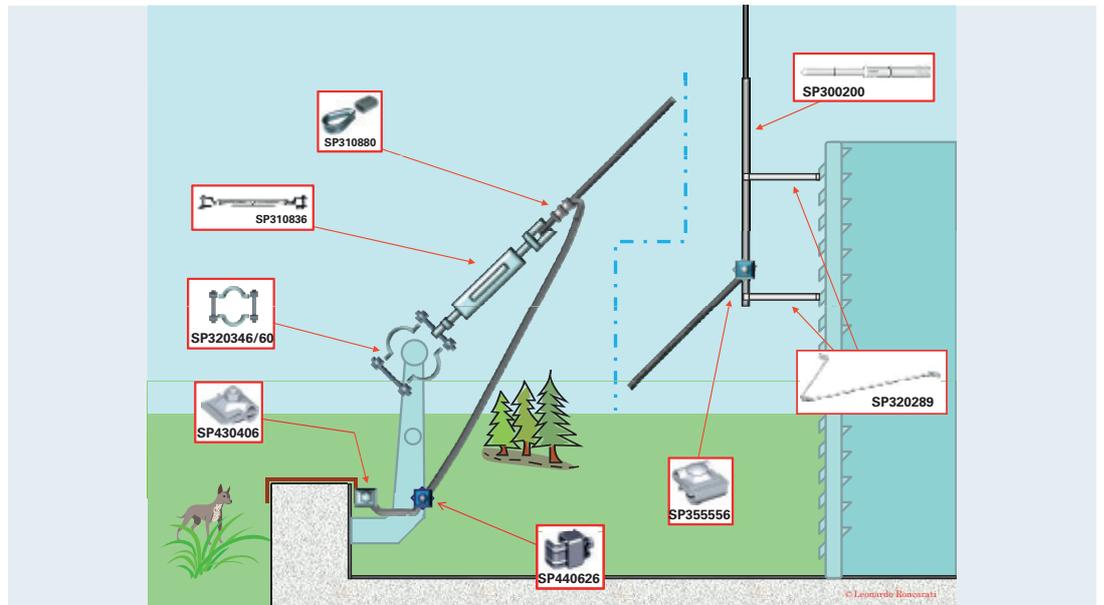
◀ Le figure mostrano il volume protetto da un captatore a fune (CEI EN 62305, capitolo 3).



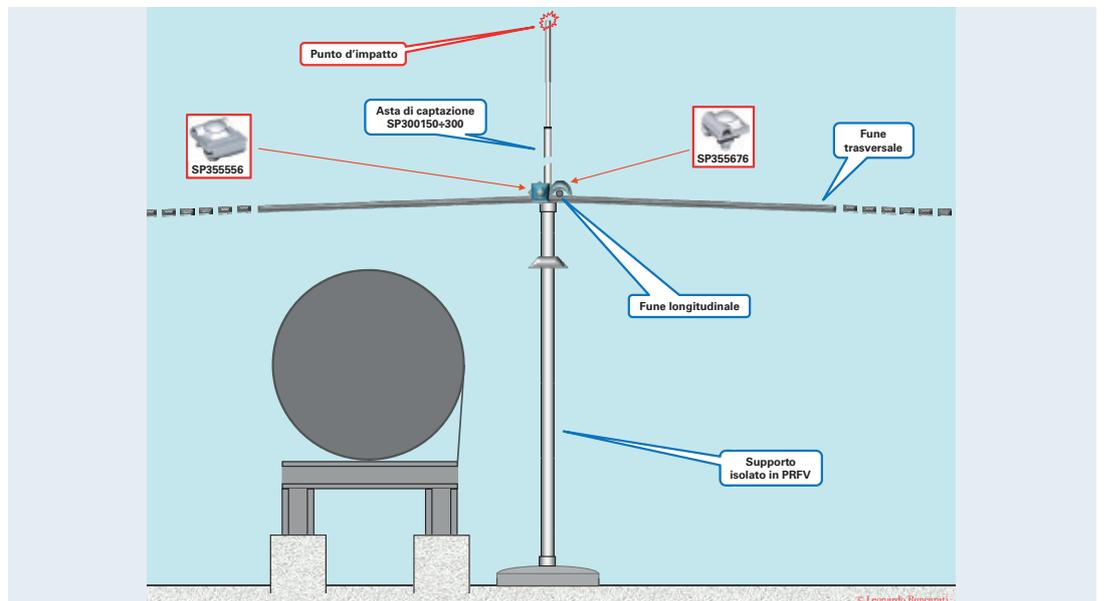
► Ospedale civile di Prato. La foto mostra un sistema di protezione a funi sospese. Si evidenzia che l'impatto estetico dell'impianto risulta minimo. La struttura è stata utilizzata come elemento naturale di calata.



► La figura mostra l'ancoraggio alla balaustra elemento naturale, captazione con astina.

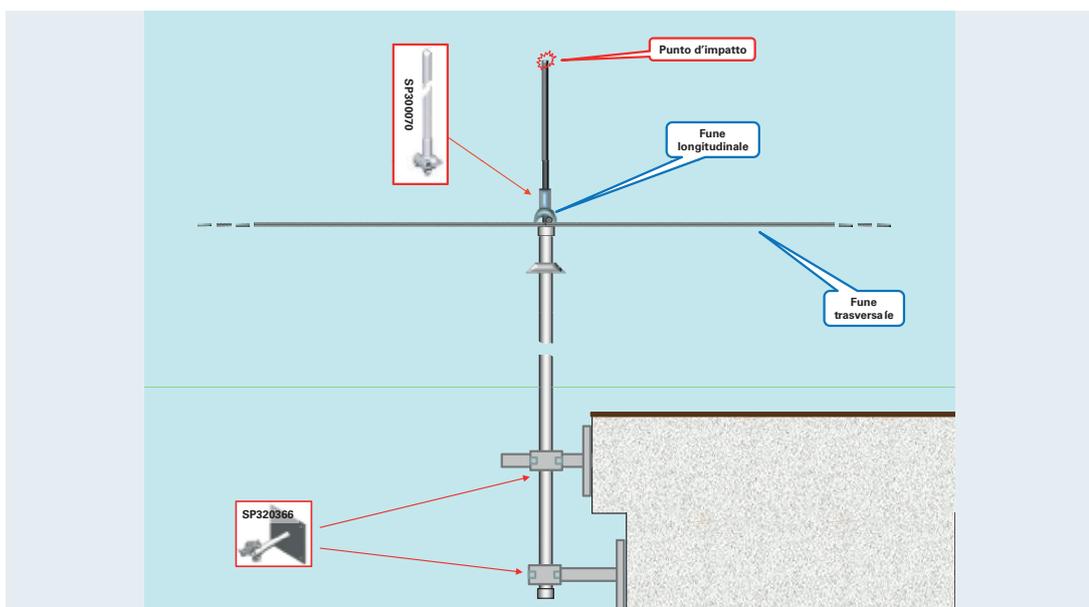


► La figura mostra gli elementi di supporto di un sistema a fune.

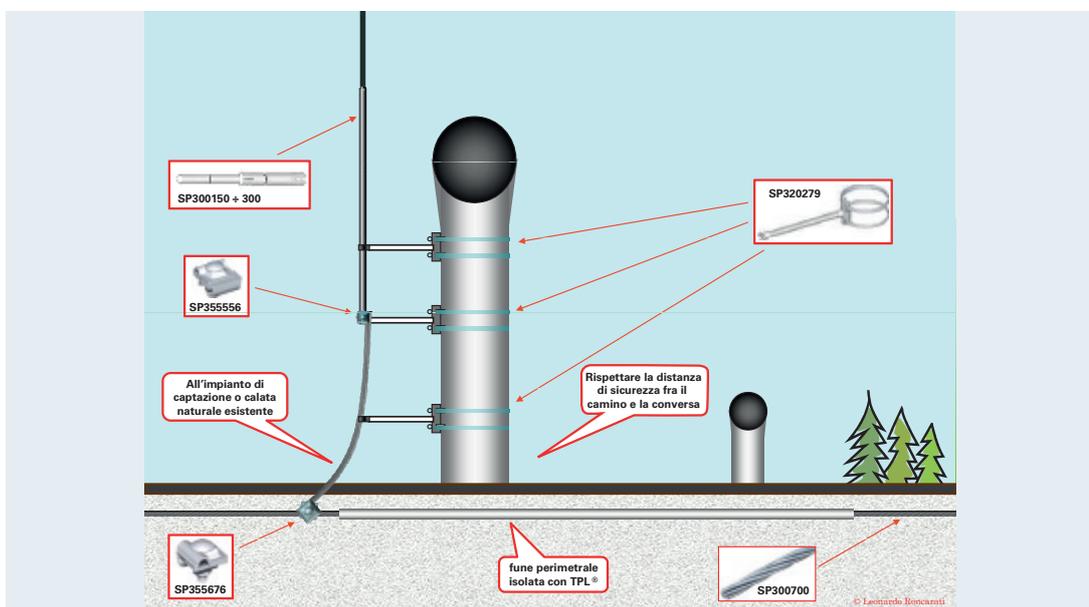




◀ La foto mostra un impianto di protezione a funi sospese – in primo piano risulta la protezione dei camini. L'interconnessione fra i due elementi di captazione posti sui camini ha permesso di ridurre la distanza di sicurezza. La struttura alla base, realizzata in cemento armato posato in opera, è stata utilizzata come elemento naturale di calata.

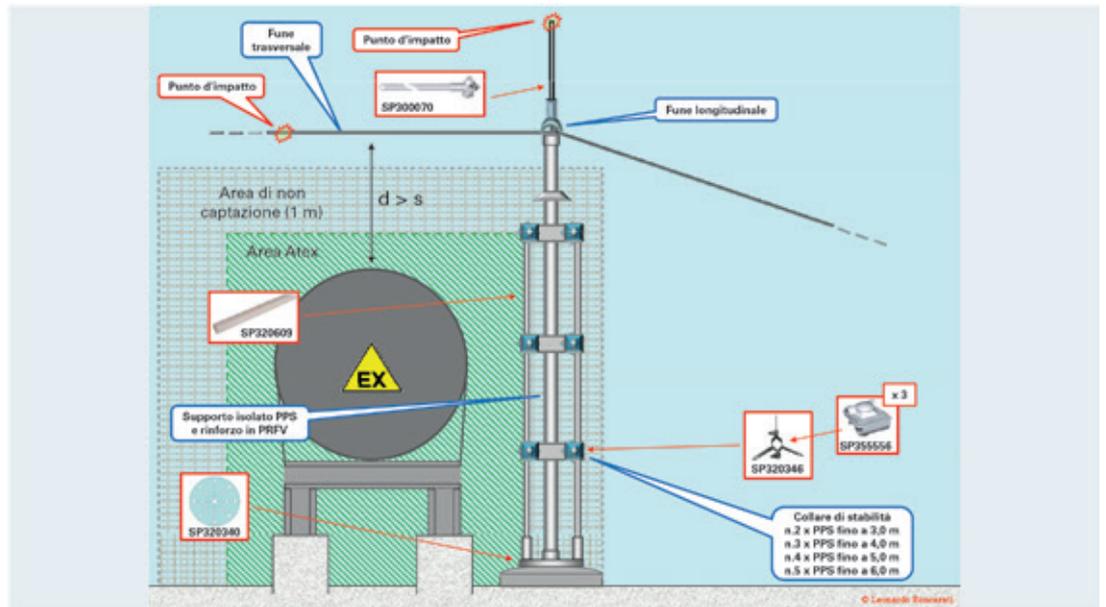


◀ La figura mostra un supporto isolato PPS su staffe a parete regolabili.

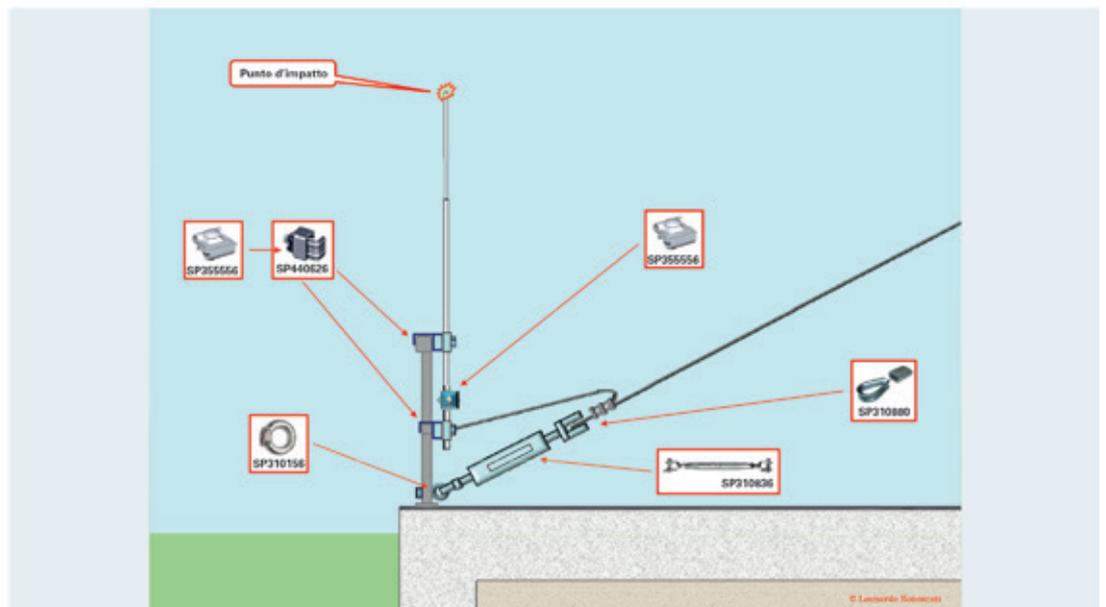


◀ La figura mostra un'asta di captazione a protezione del camino sul perimetro esterno.

La figura mostra un sistema a fune ed elementi di supporto con rinforzo (PPSr) - Impianti e apparecchiature sporgenti, eventuali aree Atex e area di non captazione più basse della freccia massima delle funi. Rispettare la distanza di sicurezza tra gli impianti in copertura e gli elementi di captazione. Personale protetto solo internamente alla struttura.



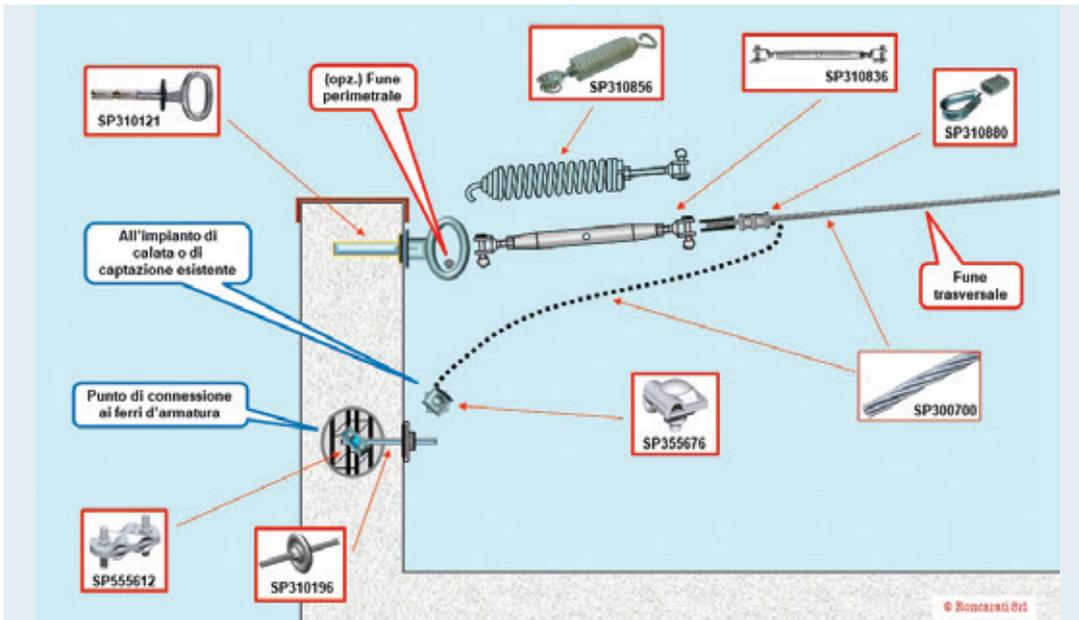
La figura mostra una balaustra utilizzata come elemento naturale.



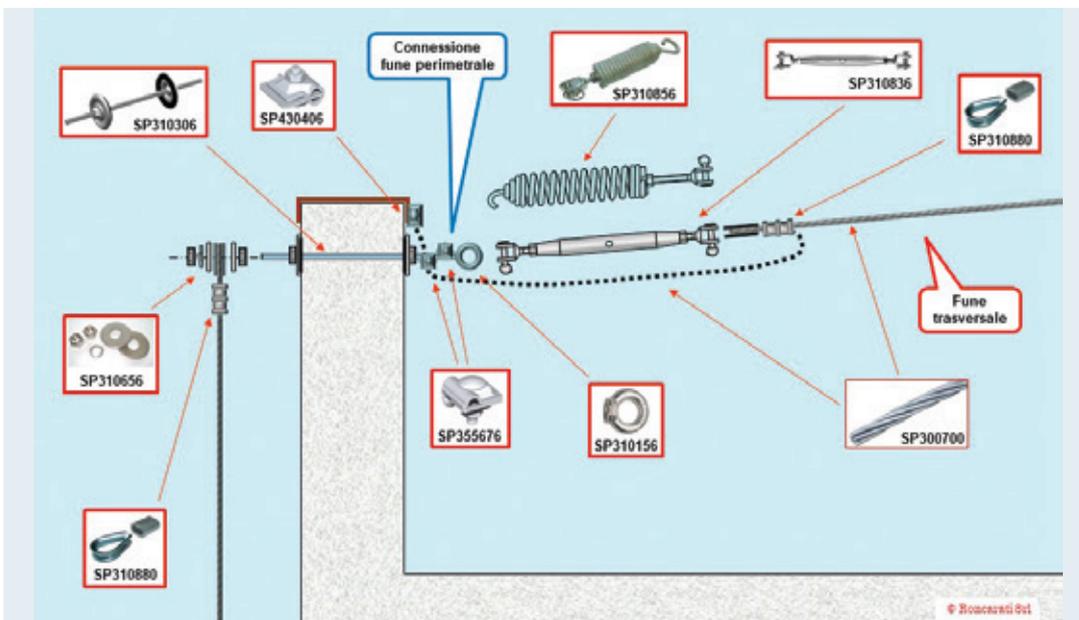
La foto mostra un impianto di protezione a fune sospese su supporti rinforzati tipo PPSr installato su molino industriale con aree Atex interne.



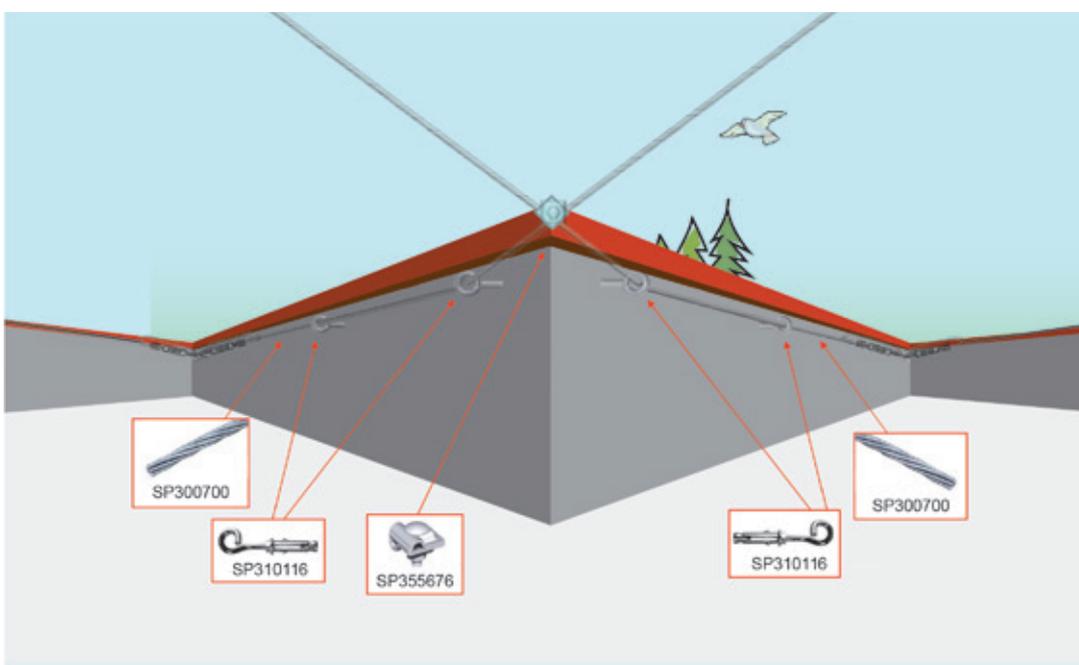
La foto mostra un impianto di protezione a fune su pali di sostegno per presenza di zone Atex esposte ed impianti anche in copertura.



◀ Quando la fune trasversale di captazione viene tesata per lunghezze superiori a 80 metri, il gancio a riccio va sostituito col gancio ad occhio SP310121. Il gancio a occhio svolge anche la funzione di supporto della fune perimetrale. In corrispondenza dei punti di calata è consigliabile adottare aste di captazione perimetrali per la protezione dei bordi

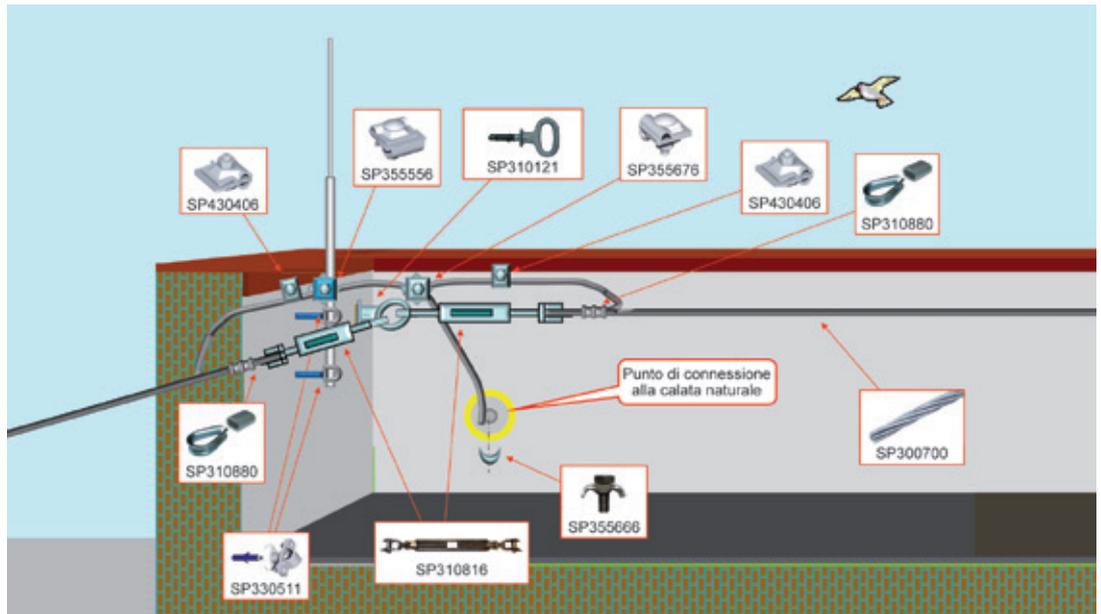


◀ Quando la struttura è priva di elementi naturali di discesa è consigliato il passante stagno come elemento di transito dal sistema di captazione al sistema di calate. Esso infatti realizza l'ancoraggio delle funi trasversale di captazione e perimetrale da un lato e della fune di calata dall'altro. In corrispondenza dei punti di calata è consigliabile adottare aste di captazione perimetrali per la protezione dei bordi

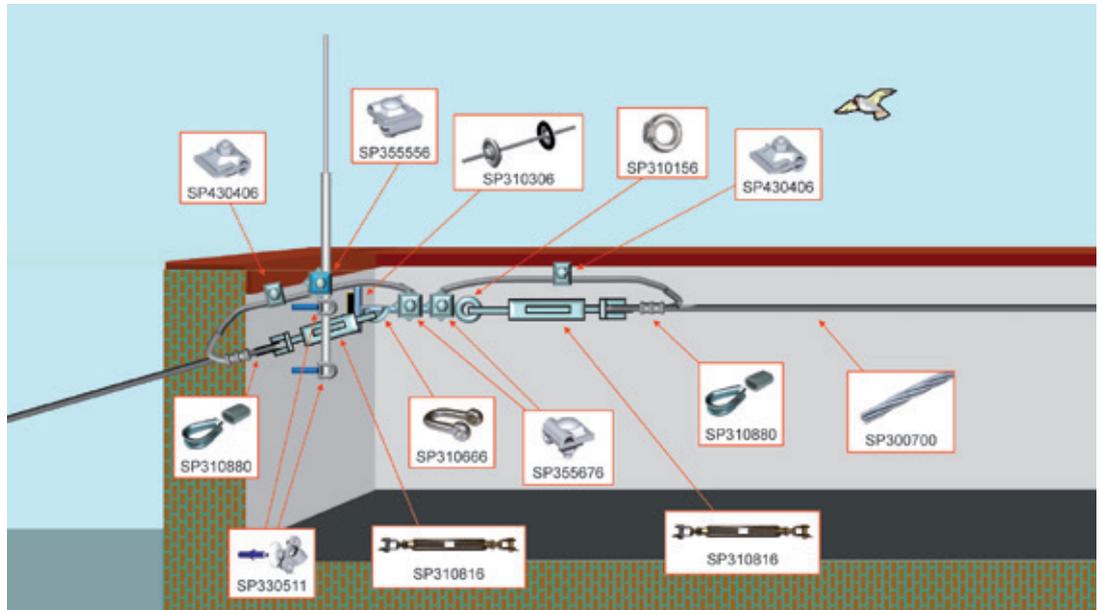


◀ Nell'angolo interno, quando le funi da perimetrali diventano trasversali e si proiettano all'interno della copertura, tale passaggio è realizzato con semplici ganci a riccio. È poi necessario connettere fra loro le due funi con un morsetto universale posto nel punto d'intersecazione.

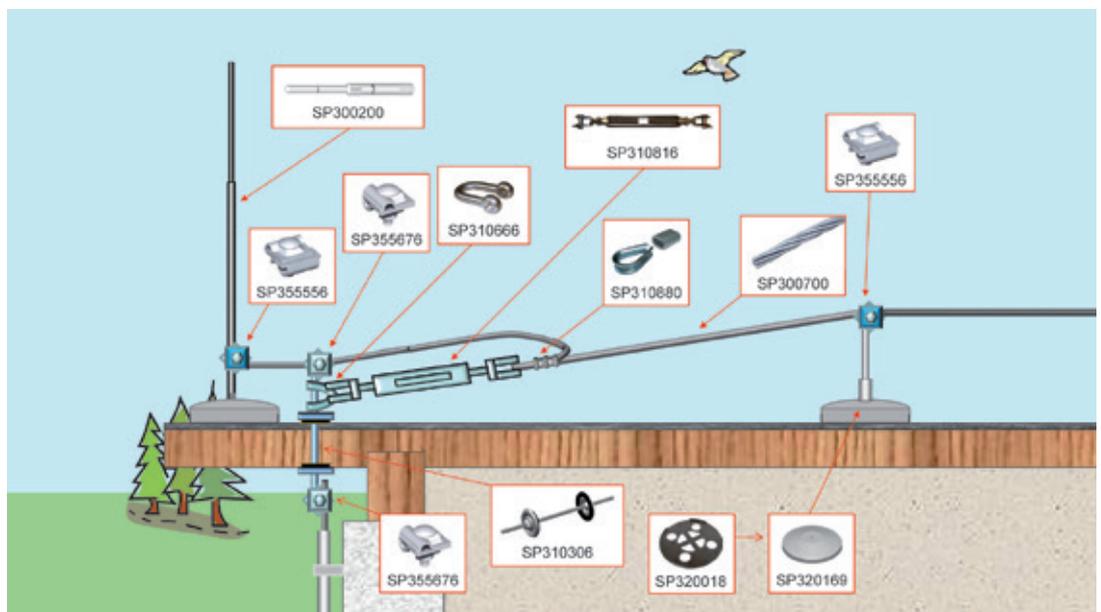
La figura evidenzia l'ancoraggio in angolo della fune perimetrale su struttura con calata naturale. L'ancoraggio è costituito da un tassello ad occhio mentre la particolare disposizione delle funi realizza contemporaneamente l'equipotenzialità della scossalina e la connessione dell'astina di captazione.



Quando la struttura è priva di elementi naturali di discesa è consigliato il passante stagno come elemento di transito dal sistema di captazione al sistema di calate. L'ancoraggio della fune longitudinale sul passante è realizzata tramite il golfare SP310156, mentre per quella trasversale è necessario il grillo di derivazione SP310666. L'astina di captazione può essere fissata sul passante stesso e completare così la protezione della struttura.



La versatilità e la ricchezza di accessori del sistema SIPF® consentono innumerevoli soluzioni di protezione di cui la figura a lato ne è solo un piccolo esempio.



## Materiali relativi al LPS a fune • CONDUTTORE

### Fune in Aldrey

Il sistema si basa sull'utilizzo della fune in Aldrey come elemento principale di captazione e calata.

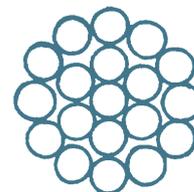


**La fune in Aldrey SP300700 consente di realizzare impianti parafulmine in modo estremamente migliorativo. Viene posizionata ad una distanza maggiore dall'edificio da proteggere rispetto ai sistemi appoggiati garantendo il rispetto della distanza di sicurezza, lascia libertà di movimento, non appesantisce le strutture, ha una conducibilità elettrica cinque volte superiore all'acciaio zincato, non subisce aggressioni dagli agenti atmosferici e ha un tempo di posa decisamente inferiore ai sistemi tradizionali (circa 1/3).**

#### Costituito da:

Aldrey, lega di alluminio (E-AlMgSi) composta per il 99% da alluminio, 0,5% silicio e 0,5% magnesio, primaria per impianti elettrici UNI 3570. La fune in Aldrey utilizzata per gli impianti SIPF® ha le seguenti caratteristiche:

- Conduttore cordato in Aldrey diametro 10,7 mm in formazione 19 x Ø 2,14 mm;
- Sezione complessiva 68,30 mm<sup>2</sup>;
- Carico di rottura 1985 kg;
- Massa teorica 0,1878 kg/m;
- Modulo di elasticità 5700 kg/mm<sup>2</sup>;
- Resistenza elettrica a 20°C 0,484 Ω/km;
- Coefficiente di dilatazione termica  $23 \times 10^{-6}$  1/°C;



#### Si applica con:

Utensile di tiro SP390201 ed appositi ancoraggi e supporti descritti nelle pagine successive.

Funi per tesate inferiore a 50 m di norma non necessitano dell'utensile di tiro.

Conduttore di captazione e calata negli impianti parafulmine (no posa sotto intonaco, no posa interrata).  
Facendo riferimento alla tabella D.3 della CEI EN 62305-1:2013-02, la fune Aldrey sez. 70 mm<sup>2</sup> attraversata dalla massima corrente di fulmine normativa, subisce un surriscaldamento pari a 19°C. Pertanto tale fune è idonea per qualsiasi tipo di installazione, anche in ambienti più severi, come ad esempio l'attraversamento di zone Atex.

	Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
	<b>FUNE IN ALDREY</b> Sezione 68,30 mm <sup>2</sup>	AlMgSi	187,8 / m	<b>SP300700</b>
	<b>GIUNTO A PIENA TRAZIONE</b> La fune è fornibile in pezzature uniche fino a 3000 m per ridurre gli sfridi e di norma non sono necessarie giunzioni, ma in ogni caso queste sono possibili con il giunto a piena trazione. Il fissaggio è effettuato mediante crimpatura, operazione che va eseguita con matrice SP390762. La crimpatura rispetta i carichi prescritti dalla norma CEI EN 61284 garantendo il 98% del carico di rottura della fune.	AlMgSi	57	<b>SP300750</b>
	<b>MANICOTTO DI GIUNZIONE</b> Manicotto di giunzione fra aste di captazione e fune in Aldrey. Il giunto a crimpare realizza la connessione definitiva fra le aste di captazione Ø 16 mm serie SP300100 ÷ 450 e la fune in Aldrey SP300700, condizione necessaria quando l'installazione è prevista in zone con pericolo d'esplosione (ATEX). Fornito già crimpato con lunghezze previste a progetto.	AlMgSi	229	<b>SP300850</b>
	<b>COPPIA MATRICE</b> Coppia matrice per la crimpatura del giunto a piena trazione SP300750, elemento da utilizzare in abbinamento a specifico utensile oleodinamico da 130kN avente testa con forma a C.	Acciaio temperato	244	<b>SP390762</b>
	<b>CAPICORDA PER FUNE</b> Capicorda ricavato da tubo di alluminio puro al 99,5%, elemento da scegliere come terminazione della fune qualora si richieda una connessione con occhiello M12 (es. connessioni equipotenziali). Il fissaggio è effettuato mediante doppia crimpatura, operazione che va eseguita con matrice SP390752.	Al	50	<b>SP350750</b>
	<b>COPPIA MATRICE</b> Coppia matrice per la crimpatura del capicorda SP350750. Elemento da utilizzare in abbinamento a specifico utensile oleodinamico da 130 kN avente testa con forma a C.	Acciaio temperato	244	<b>SP390752</b>
	<b>UTENSILE DI TIRO</b> Utensile per la messa in tensione della fune in Aldrey - Tirvit.	Acciaio Zn	5180	<b>SP390201</b>

## LPS a fune • ELEMENTI DI ANCORAGGIO

### Kit d'intestazione della fune in Aldrey



**Il sistema SP310880 consente d'intestare la fune garantendo il ripristino del 98% del carico di rottura della fune stessa.**

#### Costituito da:

- Redancia cuoriforme in acciaio inossidabile AISI 316 con gola per fune Ø 11 mm.
- Manicotto in alluminio.

#### Si applica con:

Coppia matrice SP390772, elemento da utilizzare in abbinamento a specifico utensile oleodinamico Cembre tipo HT120 o utensili e teste della linea 130kN.

#### Applicazioni

Su ogni tratto di fune che necessita di essere messo in tensione.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>KIT D'INTESTAZIONE</b> Il kit è composto da una redancia pesante e da un manicotto a pinzare. Il fissaggio è effettuato mediante crimpatura, operazione che va eseguita con matrice SP390772.	AISI316/Al	72	<b>SP310880</b>
<b>COPPIA MATRICE</b> Coppia matrice per la crimpatura del manicotto in alluminio del kit di intestazione SP310880, elemento da utilizzare in abbinamento a specifico utensile oleodinamico da 130kN avente testa con forma a C.	Acciaio temperato	244	<b>SP390772</b>



## LPS a fune • ELEMENTI DI ANCORAGGIO

### Passante stagno



I passanti della serie SP310306/606 realizzano il collegamento tra l'impianto di captazione e quello di calata evitando la creazione del classico coppia di scavalamento. Realizzano inoltre l'ancoraggio delle funi garantendo la tenuta ermetica.

#### Costituito da:



- Barra filettata M12 in acciaio inossidabile AISI 304. La lunghezza della barra filettata cambia a seconda del codice, scegliere SP310306 per muri spessi fino a 300 mm, SP310406 per muri fino a 400 mm o SP310606 per muri fino a 600 mm.
- Disco sagomato Ø 76 mm in acciaio inossidabile AISI 304 solidale alla barra filettata, posto a 130 mm da un bordo della barra stessa.
- Disco sagomato Ø 76 mm in acciaio inossidabile AISI 304.
- Due anelli di tenuta Ø 10 x 50 in gomma.
- Dado M12 x 10 mm in acciaio inossidabile AISI 304.

#### Si applica con:

Punta per muratura Ø 12 mm e chiave a forchetta del 19.

#### Applicazioni

Il passante stagno è da prevedere in corrispondenza delle calate, in mancanza di quelle naturali, ogni qualvolta la struttura si presenti con muro perimetrale superiore.

Può inoltre risolvere l'attraversamento di solette di tettoie o balconi.



Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>PASSANTE STAGNO</b>			
M12 x 300mm	AISI 304	525	<b>SP310306</b>
M12 x 400mm	Guarnizioni	601	<b>SP310406</b>
M12 x 600mm	in gomma	830	<b>SP310606</b>

## LPS a fune • ELEMENTI DI ANCORAGGIO

### Grillo di derivazione

Il grillo di derivazione SP310666 è da posizionare sul passante stagno in angolo, lato interno, per l'ancoraggio della fune di captazione perimetrale trasversale o lato esterno per l'ancoraggio della fune di calata quando questa è di lunghezza superiore a 20 metri. Il grillo va inserito sul passante con la parte filettata opposta al disco di tenuta sul quale andrà a battuta fino a stringere il passante stesso.

Il blocco definitivo si ottiene serrando il dado M12 in dotazione al passante, precedentemente infilato nella gola del grillo. Sul lato esterno si consiglia di inserire la fune già intestata nel grillo e fissarlo sul passante (lato disco fisso) prima che quest'ultimo sia inserito nel muro.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>GRILLO DI DERIVAZIONE</b> Grillo di derivazione da passante corpo Ø 11,6 mm, filetto femmina M12, gola 47 x 24 mm, carico di lavoro 340 kg.	AISI 316	138	<b>SP310666</b>



### Golfare di amarro

Il golfare di amarro da passante SP310156 è da posizionare sul passante, solitamente lato interno, per l'ancoraggio della fune longitudinale di captazione.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>GOLFARE DI AMARRO</b> Golfare di amarro da passante corpo Ø 11,6 mm, filetto femmina M12, occhio Ø 29 mm, carico di lavoro 340 kg, con dado di bloccaggio.	AISI 316	142	<b>SP310156</b>

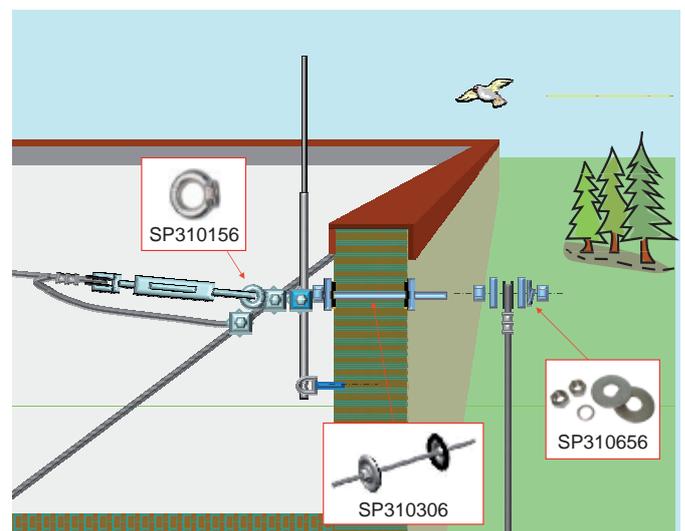
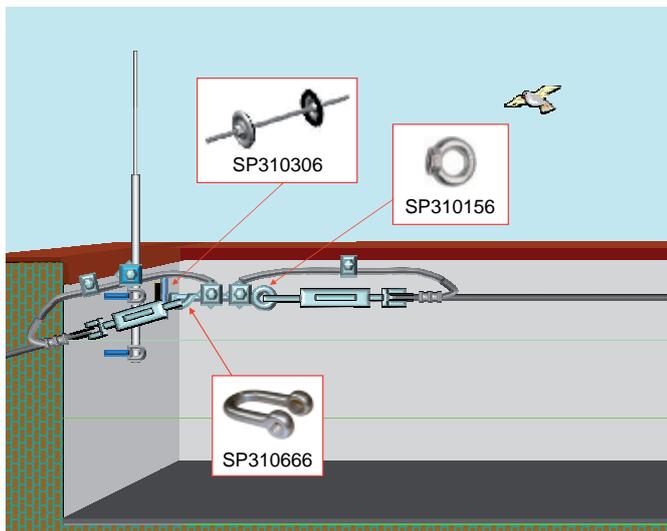


### Kit di discesa

Il kit di discesa da passante SP310656 è da posizionare sul passante, solitamente lato esterno, per l'ancoraggio della fune di calata.

Consigliato per calate con lunghezza minore di 20 metri, il sistema abbraccia il kit d'intestazione della fune realizzando l'ancoraggio e la continuità elettrica col passante.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>KIT DI DISCESA</b> Kit di discesa da passante costituito da 2 rondelle M12 x 48, 2 dadi M12 x 10 e 1 rondella grower	AISI 304	112	<b>SP310656</b>



### Golfare di amarro maschio

Il golfare di amarro maschio SP310161 è da prevedere per ancoraggi su travature metalliche o allo zoccolo in cemento quando questo è utilizzato come contrappeso.



Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>GOLFARE DI AMARRO MASCHIO</b> Golfare di amarro maschio corpo Ø 15,6 mm, filetto maschio M16 x 27 mm, occhio Ø 35 mm, carico di lavoro 700 kg.	Acciaio C15 zincato	310	<b>SP310161</b>

### Morsetto a doppia culla

Il morsetto a doppia culla SP355666 è da prevedere in uscita dal punto fisso di connessione ai ferri d'armatura per il collegamento dei conduttori di captazione o dell'impianto disperdente. Consente la connessione indipendente di tondi di diametro e materiale diversi.



Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>MORSETTO A DOPPIA CULLA</b> Morsetto a doppia culla per punto fisso corpo sagomato per 2 conduttori 8/10 mm, bullone M10 x 45.	AISI 304	48	<b>SP355666</b>

La foto di sinistra mostra l'esatto montaggio del grillo SP310666 sul passante. La foto di destra mostra il corretto posizionamento del kit di discesa SP310656 sul passante.



La foto evidenzia il passante stagno in angolo con ancorate le funi trasversali e longitudinali.

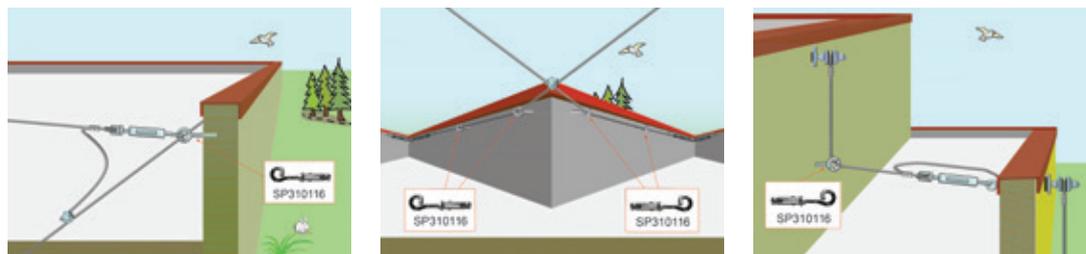


## LPS a fune • ELEMENTI DI ANCORAGGIO

### Gancio a riccio

Il gancio a riccio SP310116 è da prevedere per l'ancoraggio di funi trasversali di captazione di lunghezza non superiore a 80 metri quando il punto di fissaggio sul perimetro non coincide col passante stagno di calata o quando le calate sono naturali. Il gancio a riccio svolge anche la funzione di supporto della fune perimetrale.

Il gancio può anche servire per mantenere ancorata la fune in occasione di cambiamenti di direzione.



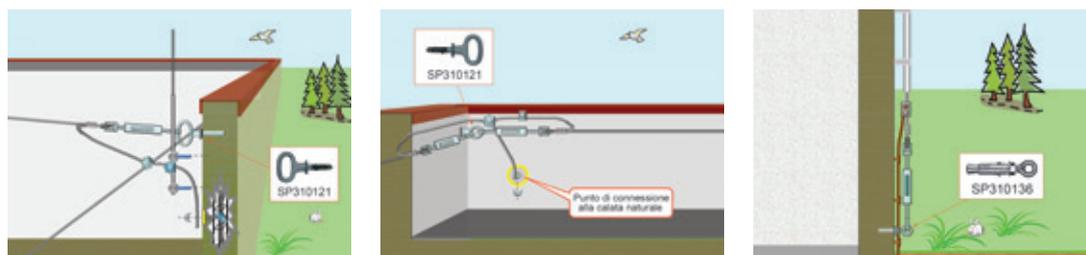
Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>GANCIO A RICCIO</b> Gancio a riccio, realizzato in tondo Ø 10 mm e dotato di tassello metallico Ø 16 mm, ha un carico massimo di 250 kg a trazione. In abbinamento scegliere tiranti occhio / forcilla SP310806.	AISI304	143	<b>SP310116</b>



### Gancio ad occhio

Il gancio ad occhio SP310121 è da prevedere per l'ancoraggio delle due funi perimetrali negli angoli interni della struttura<sup>(1)</sup> e delle funi trasversali di captazione di lunghezza superiore a 80 metri quando il punto di fissaggio sul perimetro non coincide col passante stagno di calata o quando le calate sono naturali. Il gancio ad occhio svolge anche la funzione di supporto della fune perimetrale.

Il gancio ad occhio SP310131 è da prevedere invece per l'ancoraggio delle funi di calata, in genere solo lato terra. È consigliato quando la forza di tiro è perpendicolare al tassello o quando si necessita di ancoraggi particolarmente vicini alla parete.



Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>GANCIO AD OCCHIO</b> Gancio ad elevata resistenza per l'ancoraggio della fune in al-drey. È costituito da occhiolo 33 x 70 mm e tassello Ø 18 x 130 mm. Realizza un carico a trazione di 2100 kg a taglio e 3500 kg a flessione. In abbinamento scegliere tiranti forcilla / forcilla SP310816.	Acciaio Zn a caldo.	552	<b>SP310121</b>

<sup>(1)</sup> **NOTA:** quando sullo stesso gancio ad occhio è previsto l'ancoraggio di due funi, mettere in tensione prima quella longitudinale al tassello e solo dopo quella inclinata o trasversale.



### GANCIO AD OCCHIO

Gancio ad occhio per l'ancoraggio a terra delle funi di calata. Elemento costituito da occhiolo Ø 14,5 mm e tassello Ø 16 x 80 mm. Garantisce un carico trasversale fino a 300 kg e longitudinale fino a 490 kg.

In abbinamento scegliere tiranti forcilla/forcilla SP310816.

AISI304	105	<b>SP310136</b>
---------	-----	-----------------



## LPS a fune • ELEMENTI DI ANCORAGGIO

La foto mostra una molla di pretensionamento SP310866 connessa al passante stagno di calata (SP310306) che funge anche da ancoraggio a parete.

**NB:** Il corpo della molla o dei tenditori in genere, sia per la scarsa conducibilità dell'acciaio inossidabile che per la loro conformazione, non sono da considerare nel percorso della corrente da fulmine e vanno pertanto by-passati col conduttore di captazione. Questo passaggio deve essere fatto con percorso più breve possibile evitando eccedenze di conduttore. Il by-pass ha anche la funzione di sicurezza di trattenere la fune di captazione in caso di danneggiamento della molla.



**La molla di pretensionamento SP310856 ha la duplice funzione di compensare la dilatazione termica della fune e di consentire la calibrazione della forza di tiro.**

### Costituito da:

- Corpo molla in filo Ø 7 mm di acciaio AISI 302.
- Terminale con gancio tedesco in filo Ø 8 mm di acciaio AISI 302.
- Terminale con forcina M12 di acciaio AISI 316.

Permette regolazioni della tesatura con la semplice rotazione del corpo molla.

### Si applica con:

Chiave a forchetta del 19, necessaria per il bloccaggio della forcina sul corpo molla.

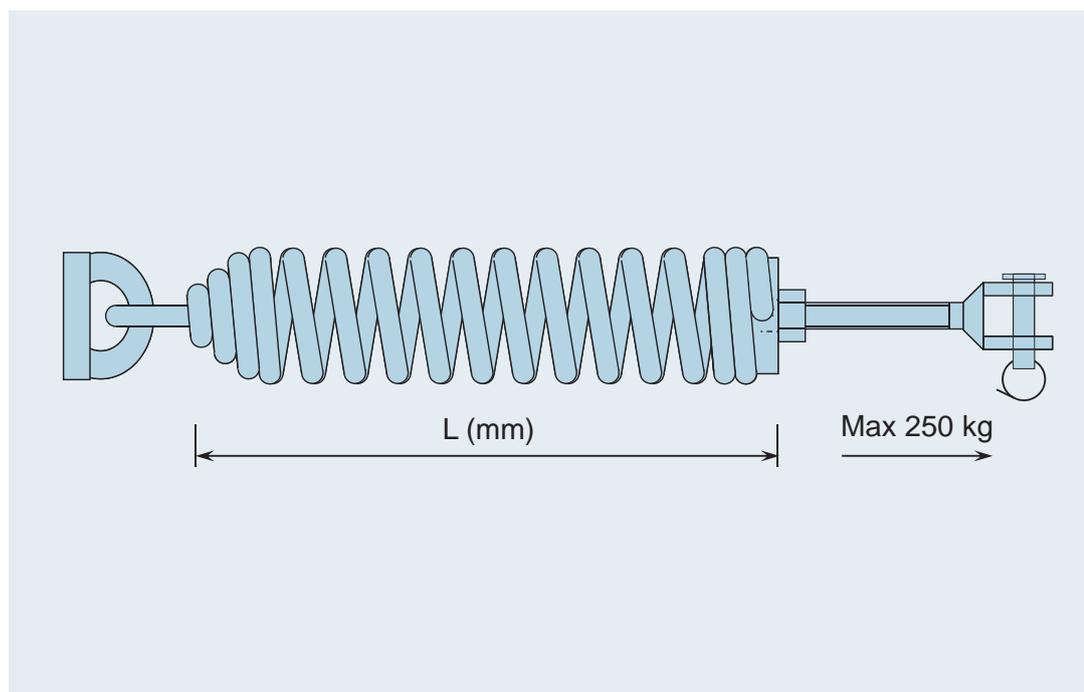
### Applicazioni

La molla di pretensionamento sostituisce uno dei due tenditori a vite nelle tesate di lunghezza superiore a 50 metri.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>MOLLA DI PRETENSIONAMENTO</b>			
Carico di lavoro 200 kg, carico massimo 250 kg			
Molla di pretensionamento corta Ø 47 x 150 mm lunghezza a riposo del corpo molla 142 mm campo di lavoro di 65 mm (a 200 kg)	Corpo molla AISI 302, Forcina e dado AISI 316	1080	<b>SP310856</b>



## Corretta installazione



### 1° FUNZIONE

#### compensazione della dilatazione termica della fune

È necessario regolare il carico sulla molla in base alla temperatura esterna nel momento dell'installazione in modo che essa possa poi compensare nel tempo la dilatazione termica della fune. Il diagramma cartesiano riportato a lato indica il valore in millimetri dell'estensione della molla in funzione della temperatura ambiente al momento dell'installazione. Selezionare la retta di riferimento in base alla lunghezza in metri della tesata.

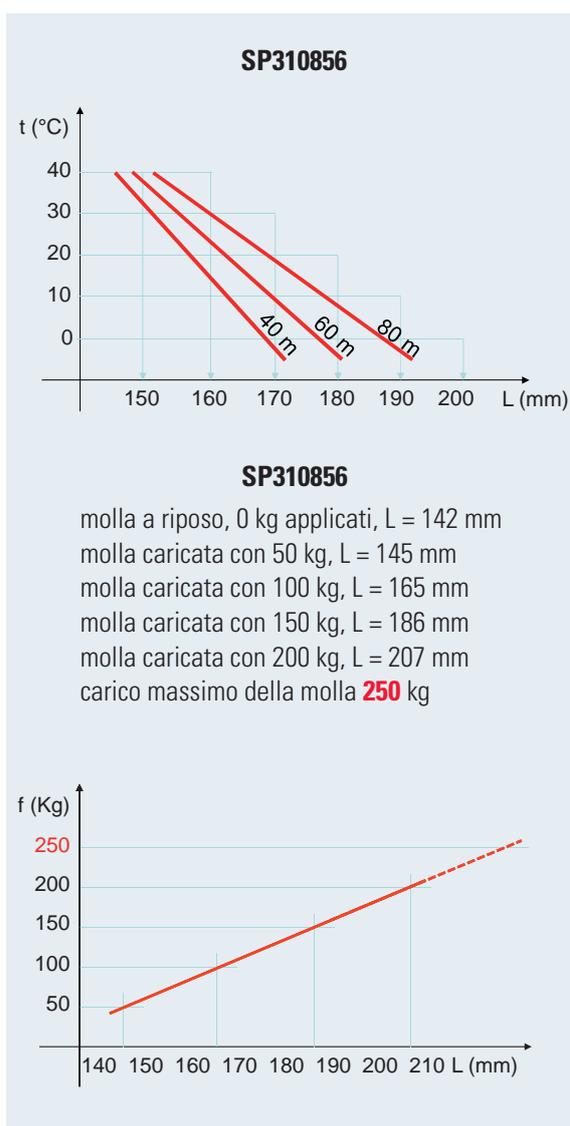
### 2° FUNZIONE

#### calibrazione della forza di ancoraggio

Le strutture perimetrali prefabbricate alle quali di solito si ancorano le funi trasversali di captazione hanno tenute limitate, è quindi importante conoscere la forza a cui saranno sottoposte. È possibile utilizzare la molla di pretensionamento come dinamometro. Di seguito la dimensione della molla in funzione della forza applicata.

La calibrazione della molla di pretensionamento va fatta in modo approssimativo nella prima fase di tesatura, ma deve poi essere ottimizzata ad impianto finito agendo direttamente sul corpo molla e/o sul tenditore a vite posto dall'altro capo della fune.

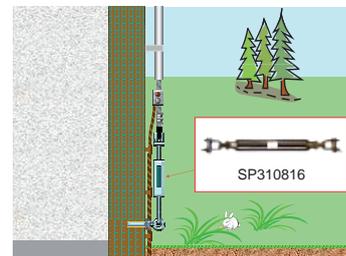
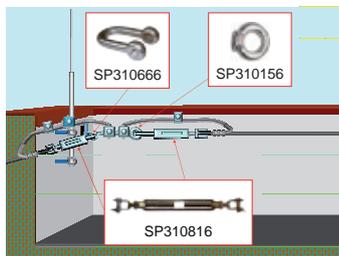
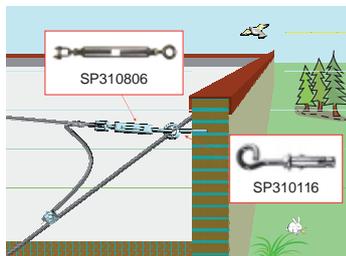
**NB:** non caricare la molla oltre i valori indicati nei grafici.



## Tenditore a vite

Tenditore a vite, necessario per la messa in tensione delle funi in aldrej. Una forcella del tenditore è sempre da prevedere ancorata al kit d'intestazione della fune.

Scegliere il tenditore occhio / forcella SP310806 quando l'ancoraggio a parete è fatto col gancio a riccio, scegliere il tenditore forcella / forcella SP310816 quando l'ancoraggio è fatto sul golfare di amarro da passante, sui tasselli ad occhio o sul grillo.



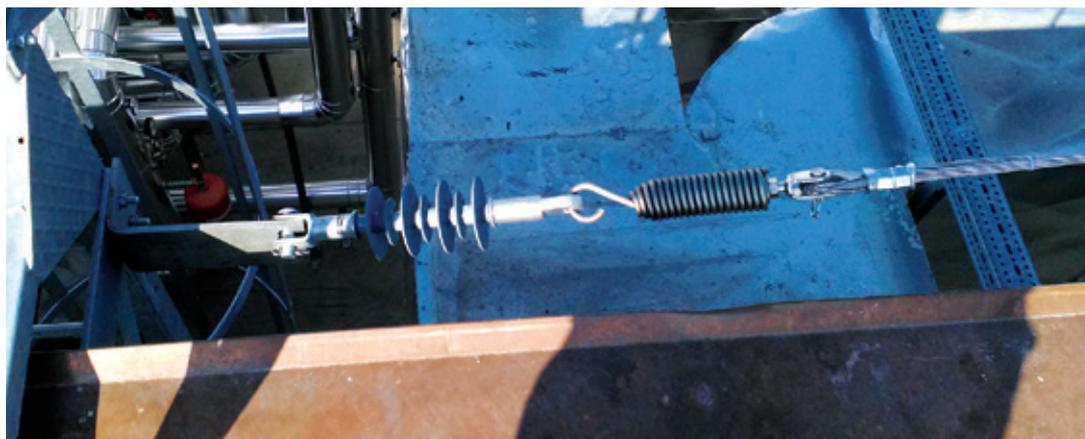
	Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
	<b>TENDITORE A VITE</b> Tenditore a vite M12 occhio / forcella a corpo aperto Delta di lavoro 120 mm. Carico di lavoro 820 kg	AISI 316	546	<b>SP310806</b>
	Tenditore a vite M12 forcella / forcella a corpo aperto Delta di lavoro 120 mm. Carico di lavoro 820 kg	AISI 316	581	<b>SP310816</b>
	Tenditore a vite M12 occhio / forcella a corpo chiuso Delta di lavoro 110 mm. Carico di lavoro 820 kg	AISI 316	551	<b>SP310826</b>
	Tenditore a vite M12 forcella / forcella a corpo chiuso Delta di lavoro 110 mm. Carico di lavoro 820 kg	AISI 316	656	<b>SP310836</b>

## Amarraggio isolato

Il rompitratta isolato SP320391 è necessario quando l'ancoraggio del captatore a fune è effettuato su parti della struttura che non devono essere interessate dalla corrente di fulmine.

La morsa di amarro SP310890 è da prevedere in alternativa al kit d'intestazione quando in abbinamento al rompitratta isolato si necessita di ancorare la fune di captazione senza interromperla.

La foto mostra un ancoraggio isolato realizzato con rompitratta SP320391.



	Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
	<b>AMARRAGGIO ISOLATO</b> <b>Rompitratta isolato</b> Resistenza a trazione 7000 kg Tenuta all'impulso 135 kV (1,2/50 µs secondo IEC 61109) Terminale inferiore a occhio (spessore 14, foro Ø 17,5 mm) Terminale superiore a forcella (asola 18, perno Ø 16 mm) Interasse di 325 mm Isolatore con 7 alette (4 Ø 80 e 3 Ø 50 mm)	Anima in resina eposidica con fibre di vetro, terminali in acciaio zincato a fuoco, alettatura in silicone	1093	<b>SP320391</b>

## LPS a fune • ELEMENTI DI CONNESSIONE

### Morsetteria universale

I morsetti della serie universale sono caratterizzati dall'unione di due piastre sagomate (contrapposte) con un unico bullone centrale M10. Questa soluzione consente connessioni rapide e sicure tra conduttori, captatori e elementi di ancoraggio in qualsivoglia posizione.



◀ La foto mostra l'ancoraggio della fune perimetrale su passante in angolo con connessione dell'asta di captazione ed equipotenzialità della scossalina metallica.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>MORSETTO PER FUNE</b> Morsetto universale per connessioni fra funi in Aldrey, accetta conduttori Ø 10 / Ø 10 mm	AISI 304	123	<b>SP355676</b>
<b>MORSETTO PER FUNE E TONDO</b> Morsetto universale per connessioni fra fune in Aldrey e tondo, accetta conduttori Ø 8 / Ø 8 mm o Ø 10 / Ø 8 mm SP320636, SP320636/s e Sp355686/s	AISI 304	106	<b>SP455606</b>
<b>MORSETTO PER CONVERSE</b> Morsetto universale per connessioni equipotenziali di converse accetta conduttori Ø 8 - 10 mm / Ø 8 - 10 mm serraggio morsa fino a 8 mm per 1000 mm <sup>2</sup> di superficie di contatto	AISI 304	147	<b>SP430406</b>
<b>SERRAGGIO A DOPPIO ANELLO PER UN ELEMENTO</b> Elemento inox per serraggio mediante vite e dado M10 abbinati a sistema di compressione a doppio anello di elementi Ø16mm (aste Al serie SP300XXX, tondo VTR SP320609..) su foro M10.	AISI 304	150	<b>SP320636</b>
<b>SERRAGGIO A DOPPIO ANELLO PER DUE ELEMENTI</b> Elemento inox per serraggio mediante vite e dado M10 abbinati a sistema di compressione a doppio anello di nr.2 elementi tondi Ø10mm + Ø16mm (aste Al serie SP300XXX con fune in Aldrey) su foro M10.	AISI 304	150	<b>SP320636/S</b>
<b>MORSETTO PER CONDUTTORI</b> Morsetto tipologia KS per conduttori Ø 8-10 mm	AISI 316	150	<b>SP355686/S</b>



## ■ 6.5 Sistema di captazione ad aste

Questa applicazione è utilizzata principalmente per la protezione di camini e parti sporgenti; è possibile la protezione di piccoli edifici, ma è raro trovare impianti parafulmine estesi realizzati interamente ad asta.

I sistemi di captazione ad aste prevedono l'isolamento della struttura da proteggere ponendola all'interno del cono di protezione generato dall'asta stessa. I sistemi di captazione ad aste dovrebbero essere interconnessi a livello del tetto per assicurare la ripartizione della corrente del fulmine.

Se i captatori sono costituiti da aste su singoli sostegni, è necessaria almeno una calata per sostegno.

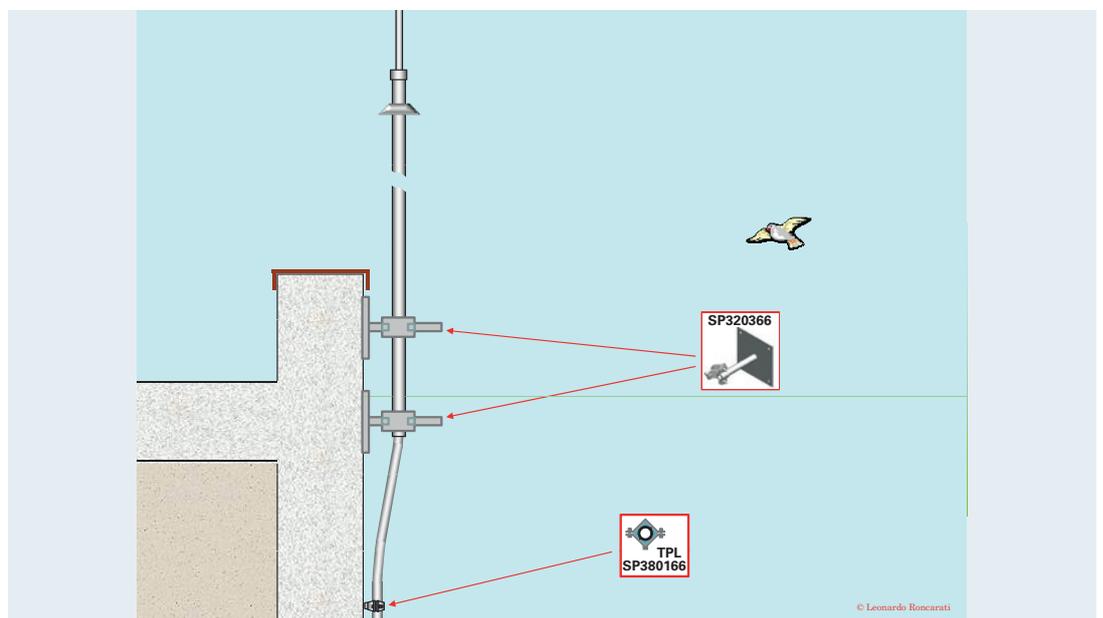
In merito alla protezione di antenne (TV, ricetrasmittenti, telefonia cellulare, wireless, ecc.), di telecamere in esterno o di camini in copertura elettricamente continui con l'interno, si consiglia la protezione ad aste, ma isolate dalla struttura da proteggere.

L'asta sarà posizionata in modo tale da contenere all'interno del volume protetto gli apparati

La foto mostra un impianto di protezione ad aste realizzato su Museo Archeologico di Classe (RA). In questo caso si è optato per un sistema ad aste su pali di sostegno con calata integrata, in quanto non sussistevano le condizioni di sicurezza per poter montare e successivamente eseguire la manutenzione di un impianto appoggiato sulla copertura alta.



La figura mostra un palo PPI ancorato a parete e tubazione isolante TPL in uscita.



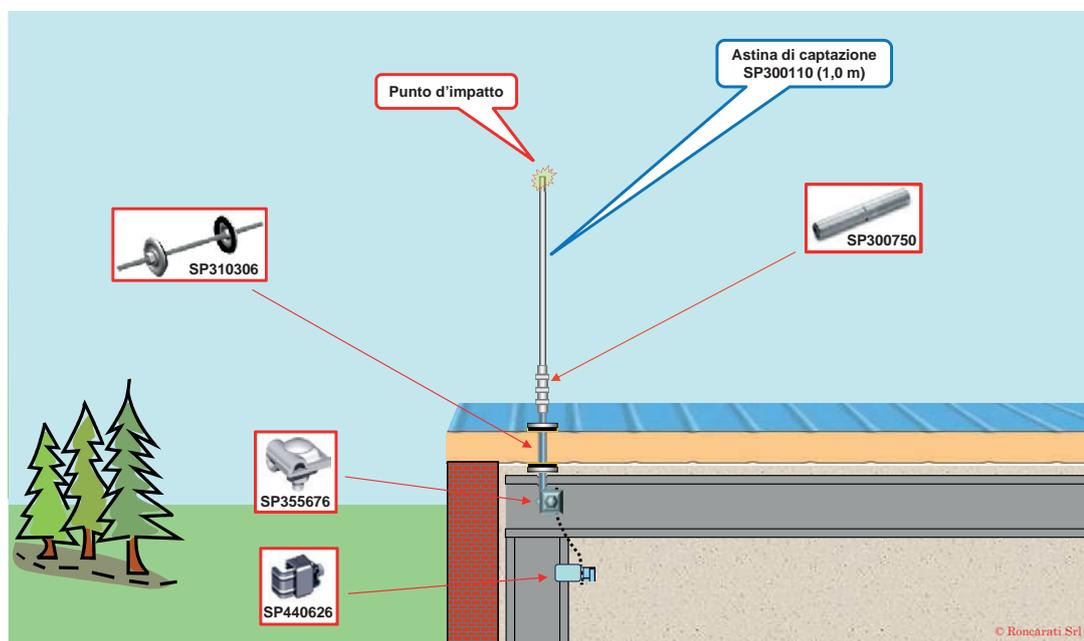
e sarà ancorata alla struttura da proteggere mediante appositi supporti isolati (approfondimenti al paragrafo "Protezione per antenne").

Le aste integrano e completano spesso i sistemi appoggiati e a fune per la protezione dei bordi e degli elementi sporgenti. In alcuni casi si possono realizzare impianti ad aste su pali di sostegno.



◀ Ospedale Careggi (FI), nuovo reparto maternità. La foto mostra un sistema di protezione ad aste di captazione.

▼ La figura mostra un sistema di captazione ad aste su copertura combustibile dove, mediante il passante stagno, la fulminazione viene drenata direttamente sull'orditura di acciaio della struttura utilizzata come elemento naturale di calata



▲ La foto mostra il particolare del collegamento tra captatore e struttura utilizzata come elemento naturale di calata.



▲ La foto mostra il particolare di due aste inclinate montate su palo di sostegno rinforzato, con calata integrata.

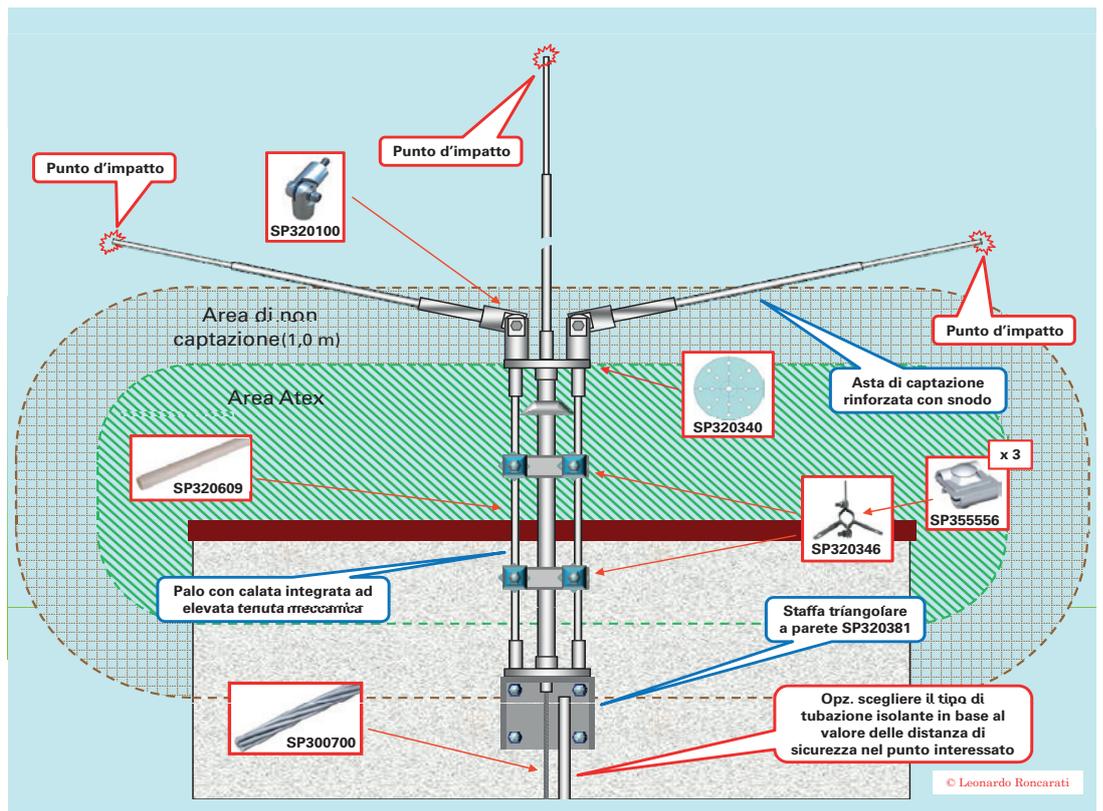


▲ La foto mostra un impianto di protezione in ambiente petrolchimico con aree Atex esposte, realizzato con aste di captazione su pali PPI con calata integrata. La struttura in c.a.v. è utilizzata come elemento naturale di calata.

▼ La figura mostra un impianto di captazione ad aste realizzato sul coperto di un edificio in cui sono presenti apparecchiature e aree Atex esposte. I punti d'impatto devono trovarsi al di fuori dell'area di non captazione. I conduttori che attraversano le aree Atex devono essere continui, di sezione adeguata e privi di connessioni, anche se interni ai pali. Personale protetto solo internamente alla struttura.



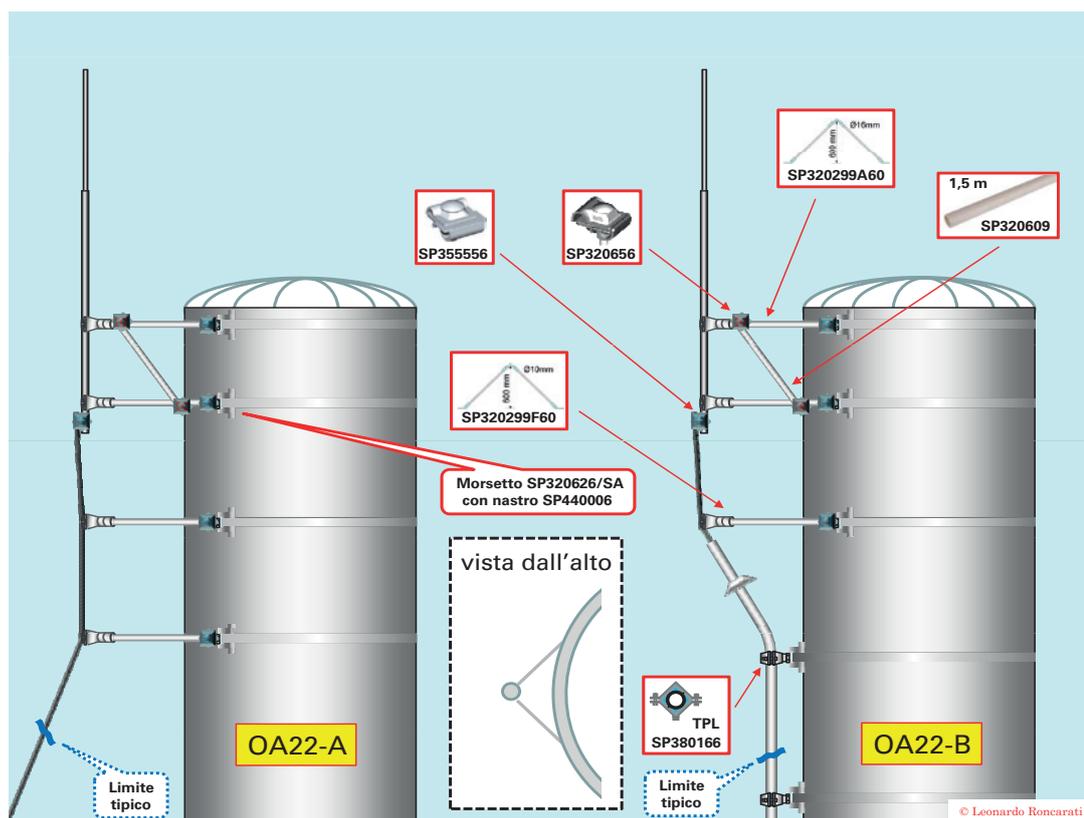
▲ La foto mostra il particolare dell'ancoraggio a parapetto di un palo di sostegno con calata integrata.





▲ La foto mostra un impianto di captazione ad aste su supporti isolati con calate isolate dall'impianto per distanziamento fino alla struttura portante, utilizzata come elemento naturale di calata.

▼ La figura mostra la protezione di un serbatoio mediante un'asta di captazione posizionata su supporti isolati a V. La fune in Aldrey di calata può essere isolata per distanziamento (a sinistra) o con tubazione TPL (a destra).



## Materiali relativi al LPS ad aste



### LPS ad aste • ASTE DI CAPTAZIONE

Vista di captatori ad asta ancorati ai camini di espulsione mediante collari SP320279. Le aste sono connesse ai conduttori dell'impianto a funi sospese che copre l'intera struttura.



**Le aste di captazione della serie SP300150 ÷ 450 hanno la funzione di proteggere i bordi delle strutture, i camini, le antenne o le sporgenze in genere.**

#### Costituito da:

- Tondo pieno Ø 10 mm (solo per astine da 1,0 m).
- Tondo pieno Ø 10 mm avvitato e crimpato su tondo pieno Ø 16 mm.
- Tutte le astine sono bombate in cima e filettate alla base.

#### Si applica con:

Staffe SP330511 a parete, distanziali isolati SP320279 su antenne, distanziali isolati SP320289 su apparati o zoccolo SP320169 / SP320259 a pavimento. È poi necessario il morsetto SP355556 per il collegamento del conduttore dell'impianto di captazione.

#### Applicazioni

Protezione di bordi perimetrali, camini, antenne, UTA e sporgenze in genere.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>ASTE DI CAPTAZIONE</b>			
Altezza 1,0 m (Ø 10 mm)	AlMgSi	203	<b>SP300110</b>
Altezza 1,5 m (0,5 m Ø 16 mm + 1,0 m Ø 10 mm)	AlMgSi	475	<b>SP300150</b>
Altezza 2,0 m (1,0 m Ø 16 mm + 1,0 m Ø 10 mm)	AlMgSi	745	<b>SP300200</b>
Altezza 2,5 m (1,5 m Ø 16 mm + 1,0 m Ø 10 mm)	AlMgSi	1016	<b>SP300250</b>
Altezza 3,0 m (2,0 m Ø 16 mm + 1,0 m Ø 10 mm)	AlMgSi	1290	<b>SP300300</b>
Altezza 4,5 m (3,5 m Ø 16 mm + 1,0 m Ø 10 mm)	AlMgSi	2075	<b>SP300450</b>

**NOTA:** su richiesta, le aste di captazione sono fornibili anche in acciaio inox AISI 316.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>ELEMENTI DI ALLUNGO</b>			
Lunghezza 0,3 m (Ø 32 mm)	AlMgSi	600	<b>SP320150/030</b>
Lunghezza 0,5 m (Ø 32 mm)	AlMgSi	970	<b>SP320150/050</b>
Lunghezza 1,0 m (Ø 32 mm)	AlMgSi	1960	<b>SP320150/100</b>

**NOTA:** elementi necessari per il rinforzo delle aste di lunghezza complessiva superiore ai 2 m, se inclinate, o superiore a 3 m, se verticali.

## LPS ad aste • ASTE DI CAPTAZIONE • ELEMENTI DI STAFFAGGIO

### MORSETTO PER ASTE

Morsetto universale di derivazione per aste di captazione Ø16 mm. Accetta conduttori Ø 8 - 10 / Ø 16 mm	AISI 304	185	<b>SP355556</b>
---	----------	-----	-----------------



### Staffe porta aste

Staffa per aste di captazione, elemento necessario quando si necessita dell'ancoraggio a parete. Prevedere nr. 2 staffe per aste fino a 2,5 metri e nr. 3 per altezze superiori.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>STAFFA PORTA ASTE</b>			
Staffa per il fissaggio a parete delle astine di captazione			
Per aste Ø 10 mm	Al - Gomma - PVC	30	<b>SP330510</b>
Per aste Ø 16 mm <sup>(1)</sup>	Al - Gomma - PVC	40	<b>SP330511</b>
Per aste Ø 16 mm <sup>(1)</sup>	AISI 304 - Gomma - PVC	44	<b>SP330516</b>



<sup>(1)</sup> **NOTA:** quando l'asta coincide col passante stagno il morsetto universale SP355556 può sostituire una delle staffe porta aste.

Gli elementi di captazione non devono entrare in contatto con camini e impianti elettricamente continui con l'interno; sono previste a questo scopo apposite staffe isolanti che ne consentono l'ancoraggio, ma mantengono separate le parti.

### Distanziatore a collare

Distanziatore isolato realizzato mediante un doppio collare regolabile ed un morsetto porta aste uniti da un tubo in vetroresina. L'elemento viene utilizzato nella protezione di camini, pali o tubazioni che non devono essere interessati dalla corrente di fulmine.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>DISTANZIATORE A COLLARE</b>			
Distanziatore isolato a collare regolabile per aste di captazione Ø 10 - 16 mm o fune in Aldrey Ø 10 mm - Distanza d'isolamento 1000 mm - Collari con serraggio su elementi con Ø 50 ÷ 1200 mm	AISI 304 PRFV	1300	<b>SP320279</b>



▲ Distanziatore isolato a collare SP320279 in fase di installazione.

### Distanziatore a "V"

Distanziatore isolato realizzato con due braccetti in vetroresina intestati con piastre di fissaggio ed un morsetto porta aste centrale. L'elemento viene utilizzato per la protezione di unità di trattamento d'aria in copertura, filtri e strutture metalliche in genere che non devono essere interessati dalla corrente di fulmine.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>DISTANZIATORE A "V"</b>			
Distanziatore isolato a "V" per aste di captazione Ø 10 - 16 mm o fune in Aldrey Ø 10 mm, per elementi Ø32 mm o pali Ø40 mm - Distanza d'isolamento in aria 300mm, 600 mm, 1200 mm. Piastre di fissaggio dotate di n° 3 fori in linea: n° 2 Ø 10 mm interasse 42 mm + n° 1 Ø 16 mm centrale	Al/PRFV	718 (V30) 1007 (V60) 1585 (V120)	<b>SP320299/030</b> <b>SP320299/060</b> <b>SP320299/120</b>



### Traversa per palo di sostegno

Traversa isolata realizzata mediante un collare fisso ed un morsetto porta fune uniti da un tubo in vetroresina. L'elemento viene utilizzato per il distanziamento della fune di captazione dal palo di sostegno ad alto isolamento, quando questo è usato come elemento singolo messo a protezione di camini o antenne wireless.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>TRAVERSA PER PALO DI SOSTEGNO</b>			
Traversa isolata per fune di captazione in Aldrey Ø 10 mm - Distanza d'isolamento 1000 mm - Collare con serraggio fisso su tubi Ø 40 mm <sup>(1)</sup>	AISI 304 PRFV	1560	<b>SP320278</b>

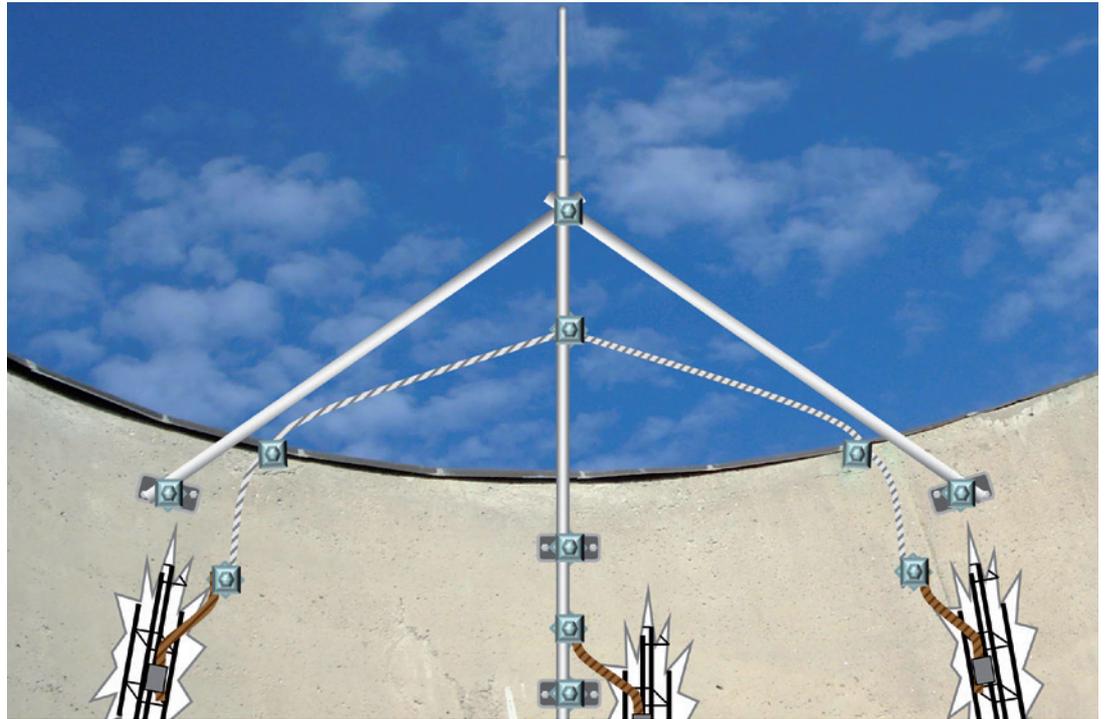


<sup>(1)</sup> **NOTA:** è possibile fissare la traversa SP320278 direttamente alla staffa di supporto SP320356 avvitando fra loro le parti fisse dei due collari.

## LPS ad aste • ASTE DI CAPTAZIONE • ELEMENTI DI STAFFAGGIO

### Staffaggi isolati componibili

Studio di fattibilità per l'ancoraggio delle astine di captazione perimetrali in una torre a forma circolare presso Fiera District di Bologna. Essendo questa una struttura esistente, ma realizzata in cemento armato posato i opera, assodata la continuità dei ferri d'armatura, si è comunque provveduto a drenare la corrente di fulmine in tre punti per ridurre gli sforzi elettrodinamici nelle legature tra i ferri d'armatura stessi.



### Trafilato in poliestere e fibra di vetro

Il trafilato pieno in poliestere caricato con fibre di vetro (PRFV) SP320609 è l'elemento isolante distanziatore di base; esso si combina con i morsetti e le staffe della serie SP320600 per realizzare il sistema di ancoraggio o stabilità più idoneo per aste e funi di captazione o pali di sostegno.



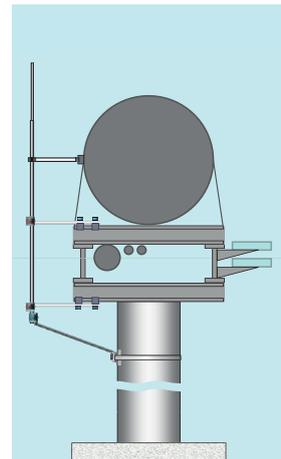
Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>TONDO IN PRFV</b> Trafilato pieno in poliestere caricato con fibre di vetro Ø 16 mm, fornito a misura, lunghezza massima 6000 mm	PRFV	770	<b>SP320609</b>
<b>MORSETTO PER TRAVI</b> Morsetto per travi con imbocco per tondo PRFV Ø 16 mm, serraggio morsa da 5 a 22 mm	AISI 304 / Al	261	<b>SP320616</b>
<b>MORSETTO A COLLARE</b> Morsetto a collare regolabile con imbocco per tondo PRFV Ø 16 mm, si completa con il nastro in acciaio SP440016, diametri consigliati da 50 a 1200 mm	AISI 304 / Al	154	<b>SP320626</b>
<b>NASTRO IN ACCIAIO</b> Nastro in acciaio inox 22 x 0,4 mm da usare in abbinamento ai morsetti a collare tipo SP320626, SP440086 o SP640506 <b>NOTA:</b> fornibile anche in matasse da 25 m, articolo <b>SP440006</b>	AISI 304	65 / m	<b>SP440016</b>
<b>ADATTARE PER ASTE</b> Morsetto adattatore per aste di captazione Ø 16 mm con imbocco per tondo PRFV Ø 16 mm <b>NOTA:</b> in alcuni casi l'ancoraggio tra l'astina di captazione ed il tondo in PRFV può essere più semplice se realizzato col morsetto SP320656.	Acc. Zn / Al	107	<b>SP320630</b>
<b>MORSETTO DI STABILITA'</b> Morsetto universale di stabilità per astine di captazione e/o trafilato pieno in poliestere con fibre di vetro. Accetta elementi Ø 16 / Ø 16 mm	AISI 304	209	<b>SP320656</b>

**LPS ad aste** • **ASTE DI CAPTAZIONE** • **ELEMENTI DI STAFFAGGIO**

**Staffaggi isolati componibili**



◀ La foto mostra una tubazione di aspirazione solventi protetta con impianto di captazione ad aste per evitare il fenomeno del punto caldo. Astina di captazione ancorata con distanziatore a collare SP320279 (fissaggio superiore) e combinazione di staffaggi isolati componibili (staffaggio inferiore)



◀ La figura mostra il tipico relativo all'installazione mostrata nella foto a fianco.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>PIASTRA DI ANCORAGGIO</b> Piastra di ancoraggio con base 185 x 40 mm predisposta e peduncolo centrale Ø 10 x 60 mm	AISI 304	193	<b>SP320646</b>



**Adattatore fisso M16**

Adattatore fisso M16 per tondo trafilato pieno in poliestere. Kit composto da grano filettato M16 e giunto a crimpare, elementi che montati in asse col tondo isolante ne consentono il montaggio perpendicolare su zoccoli in cemento o su travi. Fornito già crimpato allo spezzone tagliato alla lunghezza prevista a progetto.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>ADATTATORE FISSO M16</b> Adattatore fisso M16 per tondo PRFV Ø 16 mm Si presenta con un filetto M16 x 25 mm	AlMgSi AISI 316	175	<b>SP320150</b>



**Adattatore M16 per tetti inclinati**

Adattatore universale M16 per tetti inclinati. Snodo realizzato con un doppio corpo in lega di alluminio e viterie inox, dotato da ambo in lati di filetto femmina M16, va interposto tra lo zoccolo in cemento ed il supporto isolato, l'astina di captazione Ø 16 mm o il tondo isolante con adattatore fisso quando il tetto inclinato non consente di realizzare il posizionamento verticale.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>ADATTATORE M16 PER TETTI INCLINATI</b> Posto in testa ai pali di captazione consente di perseguire l'ottimizzazione del punto d'impatto negli impianti con captatori ad aste, mentre, posto nella parte inferiore degli elementi isolanti di supporto, adatta lo zoccolod'appoggio all'inclinazione del tetto. Realizzato con corpo in lega di alluminio e viterie inox, dotato di filetto M16 e grani di blocco M5, corregge la posizione entro un angolo di 60°.	Al AISI 316	655	<b>SP320100/S</b>



## LPS ad aste • PALI DI SOSTEGNO

## PPS - Palo di sostegno in PRFV



I pali di sostegno ad alto isolamento della serie SP320459 svolgono la funzione di distanziamento della fune in Aldrey dalla copertura, consentendo di garantire al meglio il rispetto della distanza di sicurezza.

## Costituito da:

- Tubo in PRFV Ø 40 mm ad alta resistenza meccanica con finitura TNT per la protezione dai raggi UV
- Aletta rompi traccia in silicone per un'elevata tenuta all'impulso anche sotto pioggia.
- Testata di chiusura superiore in alluminio dotata di gola di protezione per il tubo in PRFV e di filetto M10 femmina idoneo per accogliere l'astina di captazione con il morsetto universale SP300070.
- Inserto di chiusura inferiore in alluminio dotato di gola di protezione per il tubo in PRFV e di filetto maschio M16 x 25 per la connessione allo zoccolo di supporto o all'elemento di allungo.

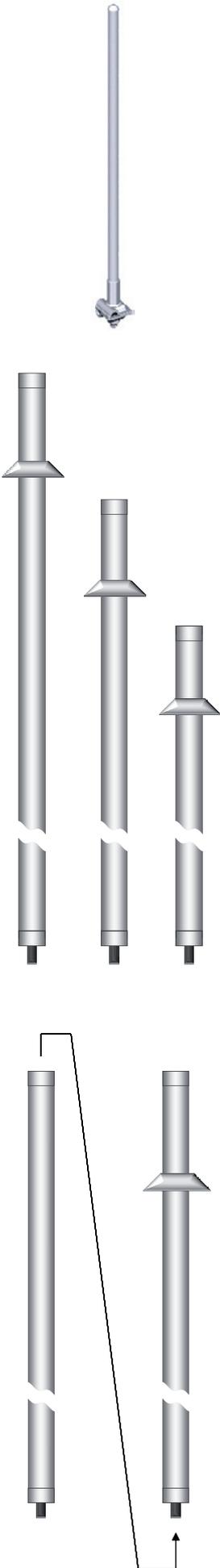


## Si applica con:

Zocchi di supporto SP320169/259 o piedistallo SP330626 per posa a pavimento, staffe SP320356/366 per ancoraggio a parete.

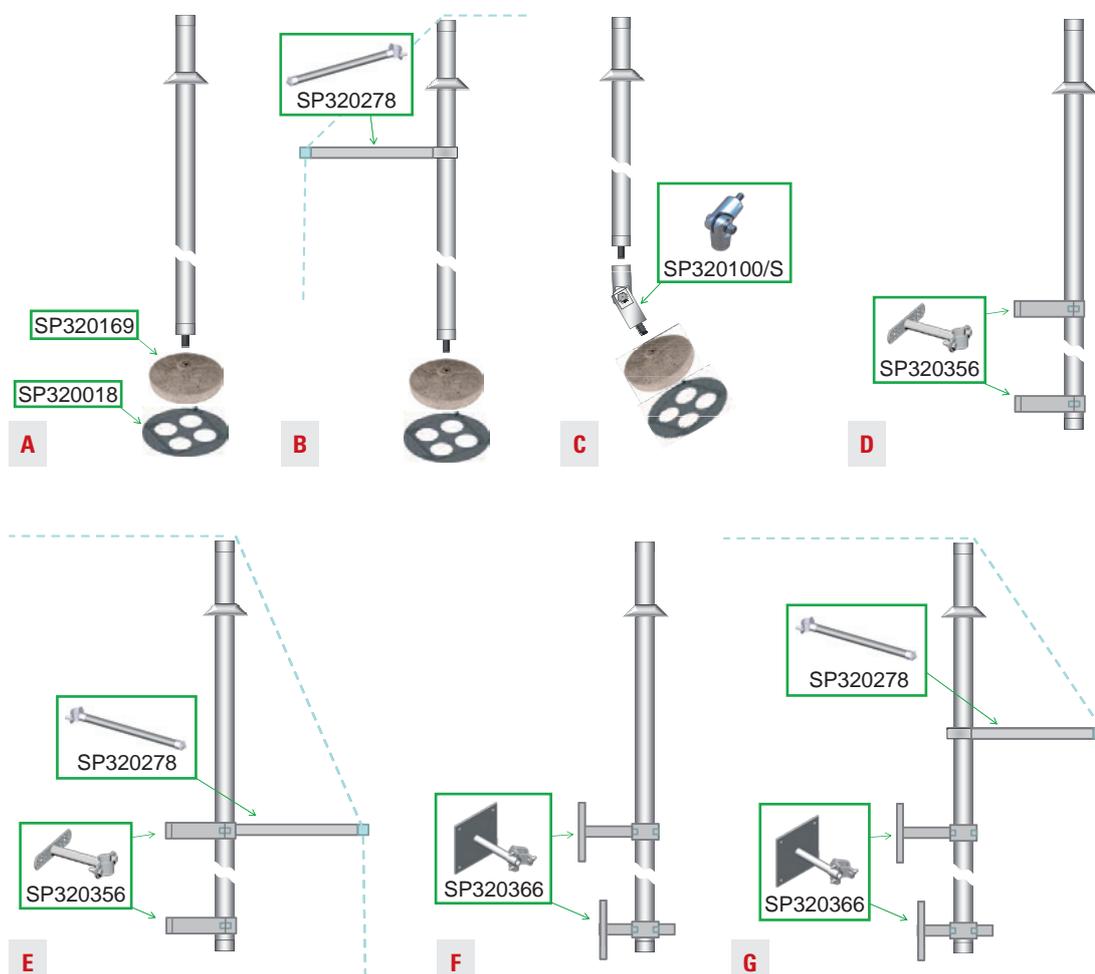
## Applicazioni

I sostegni isolati della serie SP320459 sono da prevedere principalmente in corrispondenza dei punti d'incrocio delle fune di captazione come distanziatori dal piano di calpestio. Se ancorati a parete, o a pavimento con il piedistallo SP330626, possono essere utilizzati anche come singole aste di captazione isolate, distanziando poi la fune dal palo mediante la traversa SP320278.



Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>PPS - PALI AD ALTO ISOLAMENTO</b>			
Palo ad alto isolamento, altezza 1,5 m	PRFV/AI	1616	<b>SP320459/15</b>
Palo ad alto isolamento, altezza 2,0 m	PRFV/AI	1981	<b>SP320459/20</b>
Palo ad alto isolamento, altezza 2,5 m	PRFV/AI	2360	<b>SP320459/25</b>
Palo ad alto isolamento, altezza 3,0 m	PRFV/AI	2701	<b>SP320459/30</b>
Palo ad alto isolamento, altezza 3,5 m	PRFV/AI	3078	<b>SP320459/35</b>
Palo ad alto isolamento, altezza 4,0 m	PRFV/AI	3454	<b>SP320459/40</b>
Palo ad alto isolamento, altezza 4,5 m	PRFV/AI	3831	<b>SP320459/45</b>
Palo ad alto isolamento, altezza 5,0 m (su richiesta)	PRFV/AI	4206	<b>SP320459/50</b>
Palo ad alto isolamento, altezza 5,5 m (su richiesta)	PRFV/AI	4582	<b>SP320459/55</b>
Palo ad alto isolamento, altezza 6,0 m (su richiesta)	PRFV/AI	4961	<b>SP320459/60</b>
<b>ELEMENTI DI ALLUNGO</b>			
Elemento di allungo, altezza 1,5 m	PRFV/AI	1616	<b>SP320459A15</b>
Elemento di allungo, altezza 3,0 m	PRFV/AI	2701	<b>SP320459A30</b>
<b>ASTINA DI CAPTAZIONE</b>			
Astina di captazione con morsetto universale, h 0,75 m	AISI 304/AlMgSi	315	<b>SP300070</b>
<b>ELEMENTI DI ALLUNGO ESTENSIBILI</b>			
Elemento di allungo, altezza 1,5 m	PRFV/AI	1250	<b>SP320459E15</b>
Elemento di allungo, altezza 2 m	PRFV/AI	1590	<b>SP320459E20</b>

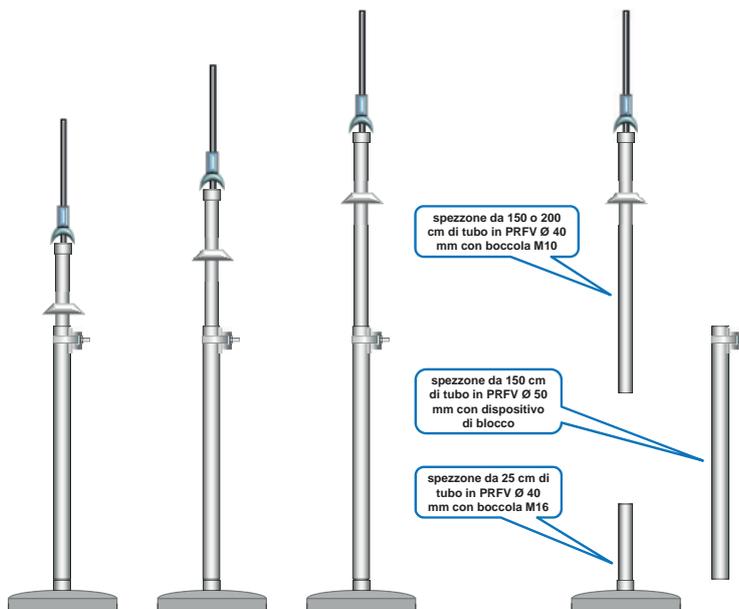
## INSTALLAZIONI TIPICHE



◀ La ricca dotazione di accessori rende estremamente versatile l'installazione dei pali ad alto isolamento.

## LPS ad aste • PALI DI SOSTEGNO • ELEMENTI DI STAFFAGGIO

I pali di supporto estensibili sono particolarmente indicati per impianti a fune su tetti disuniformi.  
Adattabilità:  
– da 1,75 a 2,75 m  
– da 2,25 a 3,75 m



### Base di supporto

Base di supporto per tetti piani. Il sistema si compone di una base universale in TPE (elastomero termoplastico) necessaria per la protezione della guaina impermeabilizzante del tetto e da due tipologie di zoccoli in cemento. Gli zoccoli, di forma circolare, sono dotati di filetto femmina M16 centrale, utile per l'ancoraggio diretto delle aste di captazione della serie SP300150-450, dei pali di sostegno SP320459, dell'adattatore fisso M16 o dell'adattatore per tetti inclinati.



Descrizione	Materiali	Peso (kg)	Art.
<b>BASE UNIVERSALE</b> Base universale per zoccoli.	TPE	0,29	<b>SP320018</b>
<b>ZOCOLO</b> Zoccolo a gravità Ø 380 mm Zoccolo a gravità Ø 420 mm	Cemento Cemento	16 25	<b>SP320169</b> <b>SP320259</b>

### Staffa di supporto

Staffa di supporto e connessione realizzata interamente in alluminio per aste/pali con possibilità di abbinamento mediante l'adattatore universale SP320100/S.



Descrizione	Materiali	Peso (kg)	Art.
<b>STAFFA DI SUPPORTO</b> Staffa di supporto	Al	1,793	<b>SP320260</b>

### Base di ancoraggio

Elemento realizzato mediante l'abbinamento di due profili a L contrapposti uniti da un unico bullone centrale M16. In combinazione con 4 morsetti per travi SP440626, su orditure in acciaio, la "crociera" diventa punto di connessione per aste di captazione, e punto di ancoraggio per pali di supporto SP320459 o V distanziatrici SP320299; in combinazione con 4 piedini di supporto SP430008 la crociera diventa punto di appoggio per il lato di spinta delle V distanziatrici quando utilizzate come ancoraggio.



Descrizione	Materiali	Peso (kg)	Art.
<b>CROCIERA DI ANCORAGGIO</b> Larghezza da 90 a 210 mm	AISI 304	1,088	<b>SP320266/300</b>
Larghezza da 180 a 330 mm	AISI 304	1,723	<b>SP320266</b>
Larghezza da 300 a 530 mm	AISI 304	2,700	<b>SP320266/800</b>

## LPS ad aste • PALI CON CALATA INTEGRATA



### PPI - Palo in PRFV con calata integrata



**I pali di captazione della serie SP320559 svolgono la duplice funzione di captatore e di calata garantendo il rispetto della distanza di sicurezza, permettendo inoltre in strutture con caratteristiche schermanti di attenuare il campo elettromagnetico indotto all'interno.**

◀ La foto mostra un'asta di captazione su palo di sostegno con calata integrata, ancorato a struttura metallica, non utilizzabile come elemento naturale di calata.

#### Costituito da:

Tubo in PRFV Ø 40 mm ad alta resistenza meccanica con finitura TNT per la protezione dai raggi UV ed aletta rompi traccia in silicone. La testata superiore in alluminio, elemento terminale del palo, protegge il bordo del tubo in PRFV e lo rende ermetico, si presenta filettato femmina M16 per accogliere le astine di captazione della serie SP300150 ÷ 450, mentre internamente diventa elemento unico con la fune in Aldrey inserita in una tubazione ad elevato isolamento (TPE).

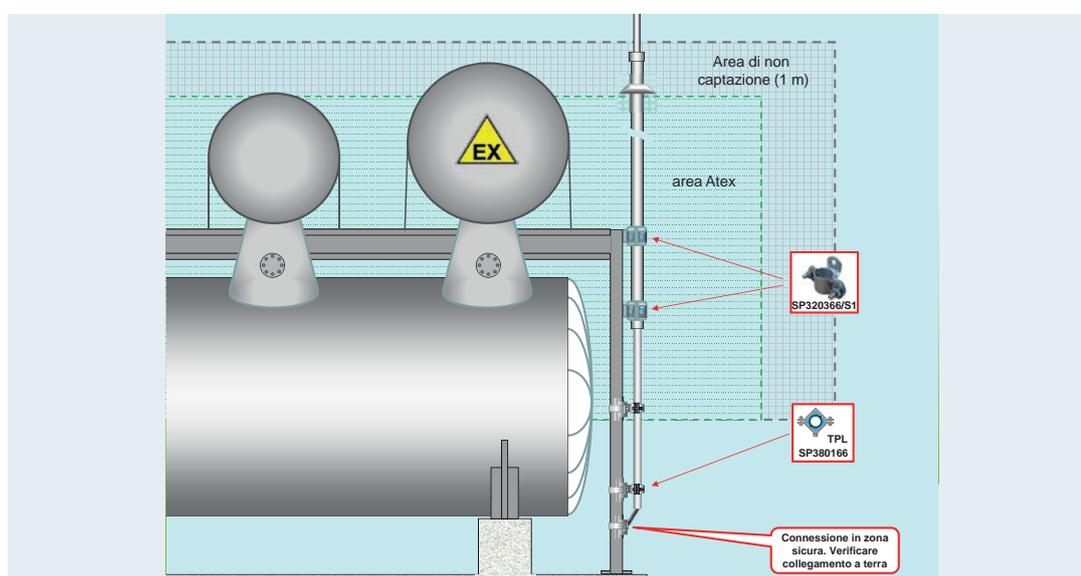
Nella parte inferiore del palo la tubazione fuoriesce dal tubo in PRFV con lunghezze definite in fase di progetto.

#### Si applica con:

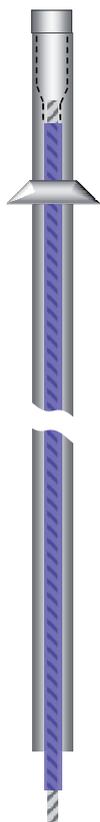
Staffe SP320356/366 per ancoraggi a parete o con l'integrazione del piedistallo SP330626 per posa anche a pavimento.

#### Applicazioni

I pali di captazione ad elevato isolamento con calata integrata sono stati studiati per essere impiegati principalmente su strutture contenenti aree pericolose (es. digestori anaerobici per la produzione del biogas) o ambienti contenenti impianti particolarmente sensibili al campo elettrico e magnetico (es. centri di calcolo, è però necessario che la struttura abbia caratteristiche schermanti), oppure quando è richiesta la protezione di masse in copertura ed il conduttore di calata non può essere isolato per distanziamento.



◀ La figura mostra un impianto di captazione e calata con palo PPI e connessione in zona sicura.



Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>PPI - PALI AD ALTO ISOLAMENTO CON CALATA INTEGRATA</b>			
Palo ad alto isolamento con calata integrata, altezza 1,5 m	PRFV/PE/Al	3488	<b>SP320559/15</b>
Palo ad alto isolamento con calata integrata, altezza 2,0 m	PRFV/PE/Al	4245	<b>SP320559/20</b>
Palo ad alto isolamento con calata integrata, altezza 2,5 m	PRFV/PE/Al	5047	<b>SP320559/25</b>
Palo ad alto isolamento con calata integrata, altezza 3,0 m	PRFV/PE/Al	5849	<b>SP320559/30</b>
Palo ad alto isolamento con calata integrata, altezza 3,5 m	PRFV/PE/Al	6651	<b>SP320559/35</b>
Palo ad alto isolamento con calata integrata, altezza 4,0 m	PRFV/PE/Al	7453	<b>SP320559/40</b>
Palo ad alto isolamento con calata integrata, altezza 4,5 m	PRFV/PE/Al	8255	<b>SP320559/45</b>
Palo ad alto isolamento con calata integrata, altezza 5,0 m	PRFV/PE/Al	9057	<b>SP320559/50</b>
Palo ad alto isolamento con calata integrata, altezza 5,5 m	PRFV/PE/Al	9860	<b>SP320559/55</b>
Palo ad alto isolamento con calata integrata, altezza 6,0 m	PRFV/PE/Al	10662	<b>SP320559/60</b>



La foto mostra un palo di captazione controventato e rinforzato in esecuzione speciale, con punto d'impatto a quota 9,0 m.

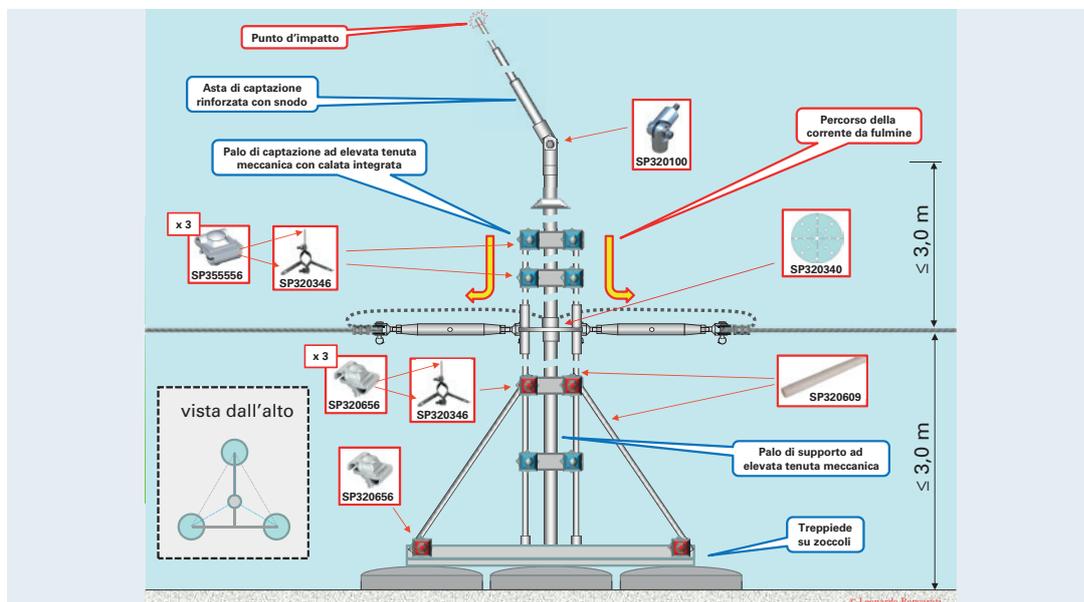
La figura mostra il tipico di captazione del palo visibile nella foto soprastante.

Palo di captazione controventato e rinforzato in esecuzione speciale.

L'asta di captazione confluisce in un palo di sostegno con calata integrata fino alla quota di ancoraggio delle funi, le quali fungono sia da elementi di controventatura che da ripartitori della corrente di fulmine.

Da quota funi a scendere il sistema è composto da un palo di sostegno rinforzato, posato su treppiede. Asta, palo di sostegno e palo di sostegno con calata integrata sono tutti alti 3 m, pertanto il punto di captazione si trova a quota 9 metri.

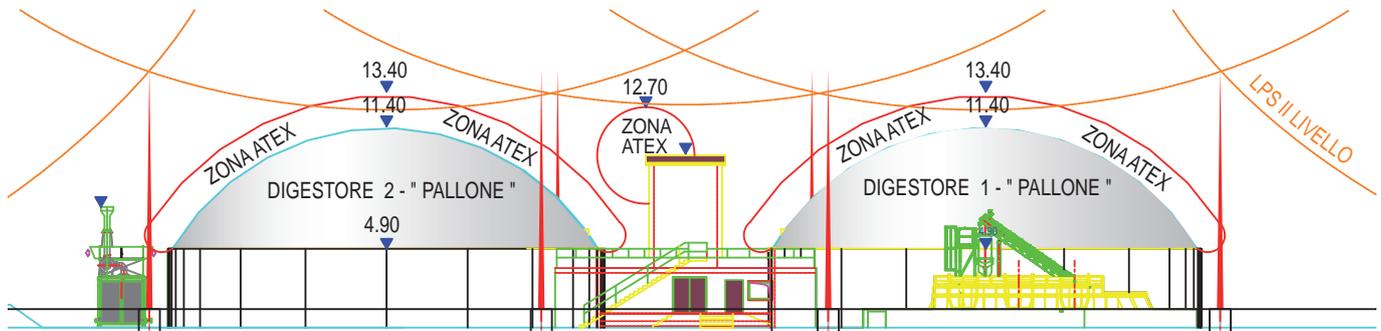
La distanza di sicurezza è rappresentata dalla quota delle funi, le quali si trovano ad un'altezza pari a 3 metri dal piano di calpestio.



## 6.6 Sistema a pali di captazione

Deve essere impiegato un LPS esterno isolato quando 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.

Ne sono esempi tipici le strutture con copertura o pareti combustibili e le aree con pericolo d'esplosione e d'incendio.



L'uso di un LPS isolato può essere preso in considerazione quando **la suscettibilità del contenuto della struttura richiede la riduzione del campo elettromagnetico** irradiato associato alle correnti di fulmine nelle calate, ad esempio esplosivi solidi particolarmente sensibili alle variazioni del campo elettrico o magnetico oppure centri di calcolo.

▼ La foto mostra un digestore anaerobico protetto con pali di captazione troncoconici in acciaio tipo PCF da 16 m, fissati a terra su basamento di fondazione.

Un LPS isolato può essere conveniente qualora sia previsto che variazioni della struttura, del suo contenuto o del suo impiego possano richiedere modifiche dell'LPS.

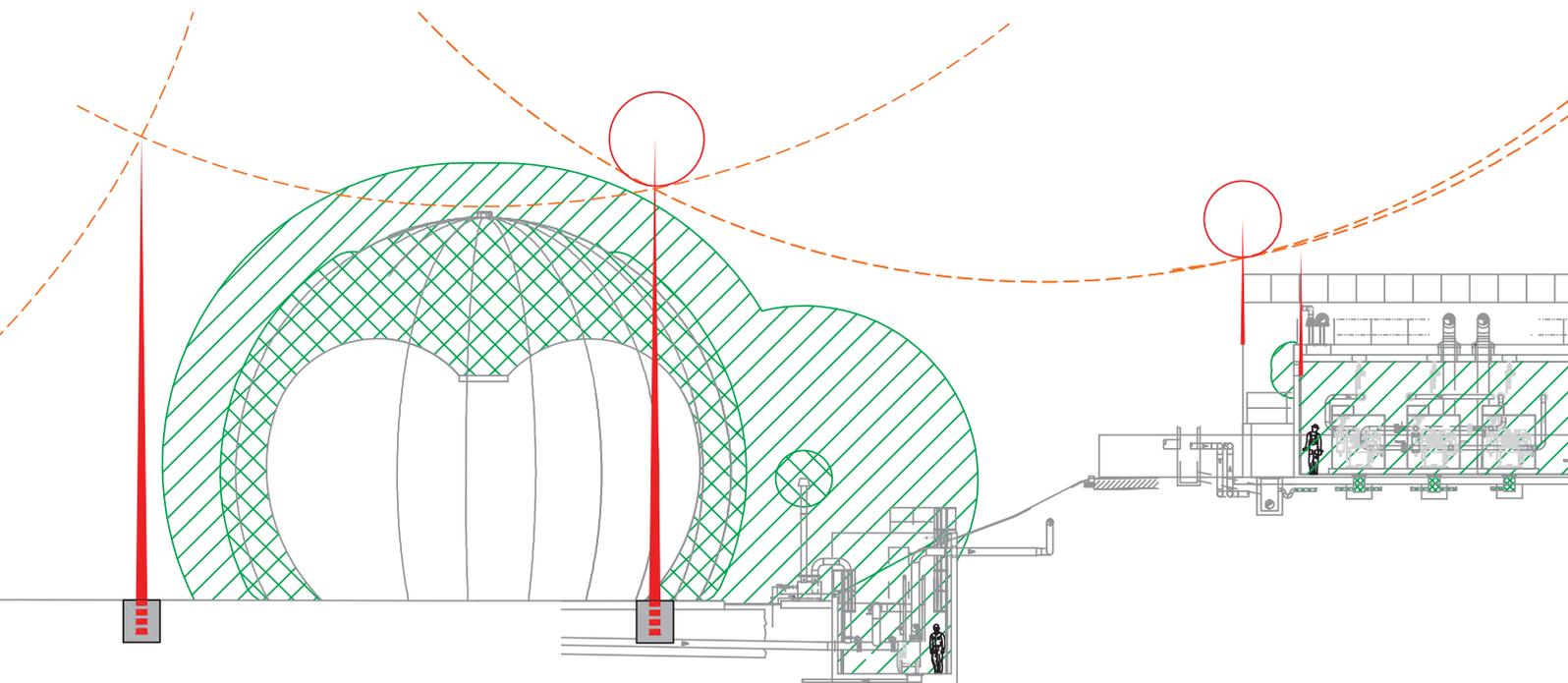
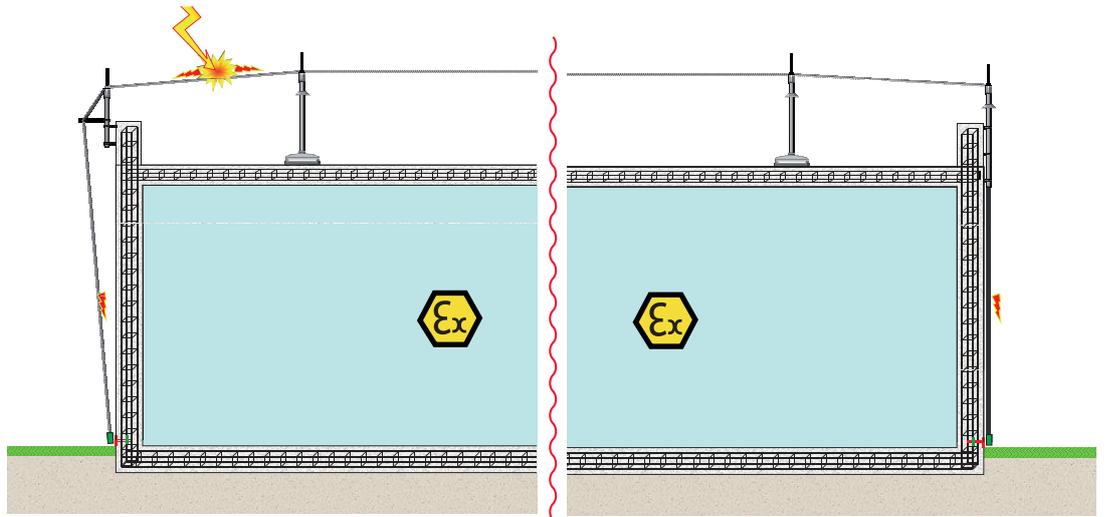


L'**LPS esterno isolato** è un impianto i cui sistemi di captatori e di calate sono posizionati in modo che il percorso della corrente di fulmine non sia in contatto con la struttura da proteggere.

In questo tipo di impianto le scariche pericolose possono essere evitate solo mediante distanziamento o isolamento delle parti interessate. I collegamenti equipotenziali devono essere realizzati solo al livello del suolo, mentre l'isolamento può essere ottenuto mediante idonei materiali isolanti o tramite un'opportuna distanza di separazione tra le parti. La distanza di sicurezza fra corpi metallici ed impianti interni da una parte e captatori dall'altra non deve essere inferiore a quella calcolata per la più vicina calata.

Con un LPS esterno isolato la corrente di fulmine scende esclusivamente attraverso le calate,

La figura riporta due esempi di LPS esterno isolato realizzato interamente a fune. A sinistra la calata è isolata per distanziamento. A destra la calata è isolata tramite tubazione ad altissimo isolamento SP380138 (TPE).



mentre l'intelaiatura portante metallica o i ferri d'armatura della struttura (se presenti), non interessata da corrente alcuna, contribuiscono all'attenuazione del campo elettromagnetico indotto.

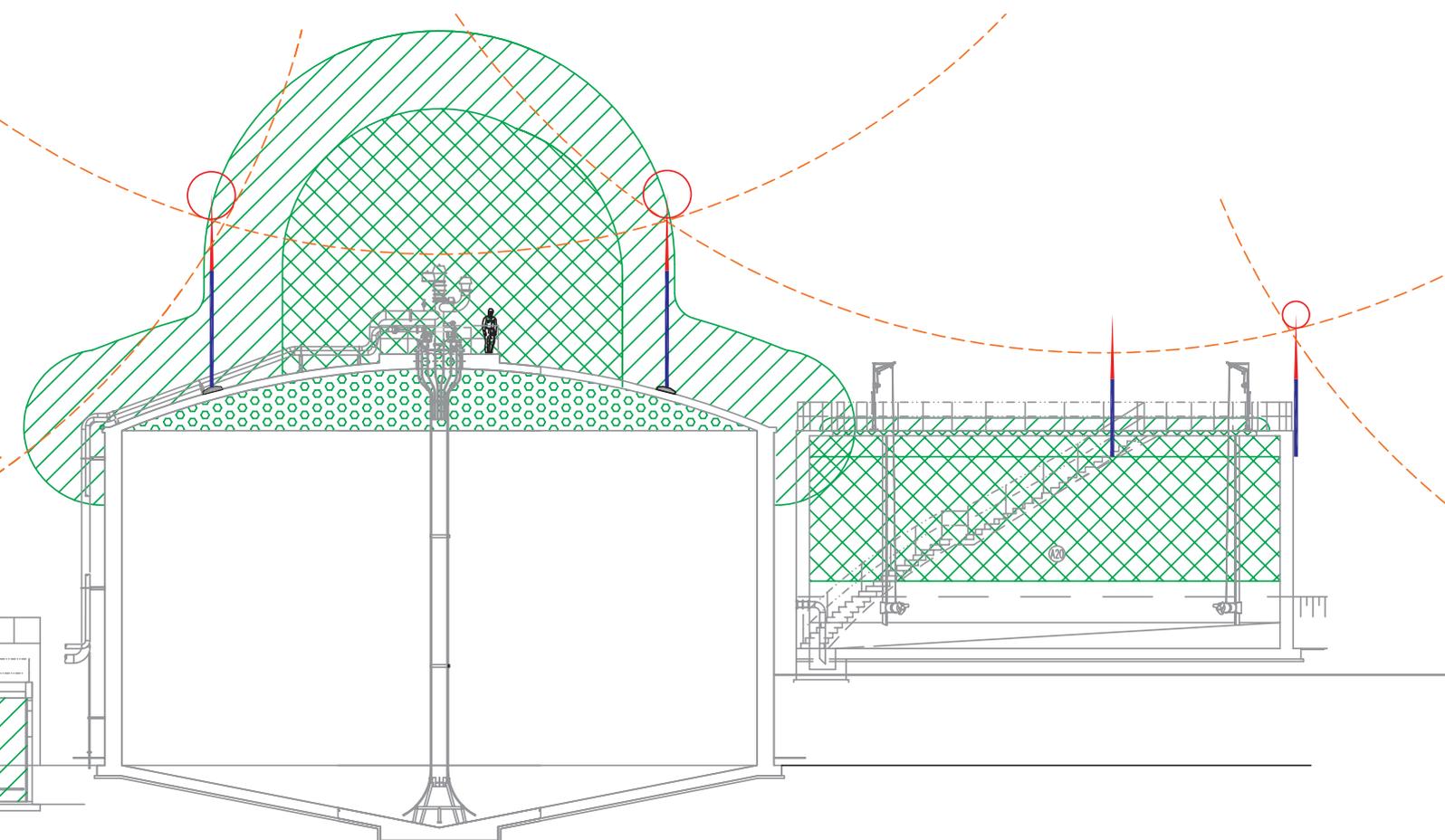
Un esempio attuale di struttura che necessita di un LPS isolato sono gli **impianti biogas**. In questi ambienti attraverso la fermentazione di liquami, vegetali e rifiuti biodegradabili in genere, si genera il biogas. La presenza di biogas crea atmosfere potenzialmente esplosive soggette alla direttiva Atex e genera aree di rispetto. Quando l'ambiente da analizzare contiene zone con pericolo di esplosione, bisogna verificare se esse sono contenute in impianti all'interno della struttura (ad esempio mescolatori di vernice) oppure se il loro contenitore risulta essere la struttura stessa. Nel primo caso con molte probabilità si potrà procedere con la verifica dei rischi considerando un "carico d'incendio elevato", ma nel secondo caso sarà necessario assumere per la struttura il "pericolo di esplosione".

Se in quest'ultimo caso la struttura è ad esempio un silos, sarà poi necessario verificare se lo spessore della lamiera consente di reggere il **punto caldo (hot spot)** generato dall'impatto col fulmine; invece, **se la struttura è un digestore e la copertura è un telone di nylon, non vi sono alternative all'installazione di un impianto LPS.**

In queste strutture è necessario realizzare la protezione dei fulmini con soluzioni che garantiscano le strutture stesse, ma che siano in grado di captare la scarica fuori dalle aree di rispetto.

Un sistema appoggiato collocato all'interno delle aree di rispetto non è assolutamente accettabile, in quanto l'impatto del fulmine genera scintille e punto caldo, possibili fonti d'innesco.

▼ La figura mostra lo studio di protezione per un impianto biogas redatto dal nostro ufficio tecnico. La disposizione dei captatori è stata realizzata adottando il metodo della sfera rotolante. Era necessario posizionare i sistemi di captazione almeno un metro fuori dalle zone di pericolo. Si è scelto di proteggere il digestore anaerobico ed annessi impianti mediante pali ad alto isolamento con calata integrata PPI serie SP320559 ed il polmone del gas con pali di captazione troncoconici in acciaio su basamento di fondazione serie SP300506 (PCF).



LEGENDA ZONE CLASSIFICATE

ZONE 0
  ZONE 1
  ZONE 2

## Materiali relativi al LPS a pali di captazione

### LPS a pali • ELEMENTI DI CAPTAZIONE

#### PCL – Palo di captazione leggero



Hera - Impianto di depurazione acque reflue di Bologna (IDAR). La foto mostra la protezione dei digestori mediante pali di captazione dimensionati con il metodo della sfera rotolante.



**I pali di captazione della serie SP300506 sono studiati per la protezione d'impianti di notevole altezza o strutture dalle quali è necessario distanziare il sistema di captazione.**

#### Costituito da

Elementi troncoconici componibili in acciaio inossidabile ed una astina in lega di alluminio per la parte terminale. Già dotato di banderuola di messa a terra.

#### Si applica con

Mazzuolo per l'innesto dei tubi. Pali di altezza non superiore a 5,5 m (Ø 42 mm): ancorare a parete con staffe SP320356 o serie SP330616 e relativi tasselli, posizionare a pavimento con piedistallo SP330626.

Pali di altezza superiore a 5,5 m (Ø 60 mm): ancorare a parete con staffe serie SP330656 e relativi ancoraggi per cemento armato, posizionare a pavimento con piedistallo SP330646.

#### Applicazioni

Protezione di strutture in zone classificate, digestori anaerobici, gasometri, depositi esplosivi oppure come integrazione al sistema appoggiato per la protezione di impianti in copertura.

Descrizione	Materiali	Peso (kg)	Art.
<b>PCL - PALO DI CAPTAZIONE</b>			
Altezza 4,5 m in 2 stadi, di cui 3,5 x Ø 42 + 1,0 x Ø 16 mm	AISI 304 / AlMgSi	12,5	<b>SP300506/045</b>
Altezza 5,0 m in 2 stadi, di cui 3,5 x Ø 42 + 1,5 x Ø 16/10 mm	AISI 304 / AlMgSi	12,7	<b>SP300506/050</b>
Altezza 5,5 m in 2 stadi, di cui 4,0 x Ø 42 + 1,5 x Ø 16/10 mm	AISI 304 / AlMgSi	14,5	<b>SP300506/055</b>
Altezza 6,0 m in 3 stadi, di cui 2,0 x Ø 60 + 2,0 x Ø 42 + 2,0 x Ø 16/10 mm	AISI 304 / AlMgSi	17,7	<b>SP300506/060</b>
Altezza 7,0 m in 3 stadi, di cui 3,0 x Ø 60 + 2,0 x Ø 42 + 2,0 x Ø 16/10 mm	AISI 304 / AlMgSi	22,6	<b>SP300506/070</b>
Altezza 8,0 m in 3 stadi, di cui 4,0 x Ø 60 + 2,0 x Ø 42 + 2,0 x Ø 16/10 mm	AISI 304 / AlMgSi	27,6	<b>SP300506/080</b>
Altezza 9,0 m in 3 stadi, di cui 4,0 x Ø 60 + 2,5 x Ø 42 + 2,5 x Ø 16/10 mm	AISI 304 / AlMgSi	29,6	<b>SP300506/090</b>
Altezza 10,0 m in 3 stadi, di cui 5,0 x Ø 60 + 2,5 x Ø 42 + 2,5 x Ø 16/10 mm	AISI 304 / AlMgSi	34,5	<b>SP300506/100</b>
Altezza 11,0 m in 3 stadi, di cui 5,0 x Ø 60 + 3,5 x Ø 42 + 2,5 x Ø 16/10 mm	AISI 304 / AlMgSi	38	<b>SP300506/110</b>
Altezza 12,0 m in 3 stadi, di cui 6,0 x Ø 60 + 3,5 x Ø 42 + 2,5 x Ø 16/10 mm	AISI 304 / AlMgSi	43	<b>SP300506/120</b>

## LPS a pali • ELEMENTI DI CAPTAZIONE

### PCF – Palo di captazione da fondazione



◀ La foto mostra un impianto di protezione realizzato con pali di captazione su fondazione (serie PCF). In impianti con pericolo di esplosione è prioritario portare il punto di impatto fuori dalle zone classificate e mantenere il rispetto della distanza di sicurezza con la struttura e gli impianti.

**I pali di captazione della serie SP300511 da 14 a 28 m sono studiati per la protezione d'impianti estesi in strutture dalle quali è necessario distanziare il sistema di captazione.**

#### Costituito da

Spezzoni di tubi troncoconici studiati per inserirsi uno nell'altro fino a costituire un unico elemento di captazione autoportante.

#### Si applica con

Mazzuolo per l'innesto dei tubi e gru per il posizionamento del palo nel basamento in cemento. I pali di captazione della serie SP300511 da 14 a 28 m sono da ancorare a terra mediante uno specifico basamento in cemento. Le caratteristiche tecniche del basamento, non di nostra fornitura, sono in funzione dell'altezza del palo e del carico del vento previsto e sono fornite a corredo dell'offerta.

#### Applicazioni

Protezione di grandi aree o di strutture in zone classificate, digestori anaerobici, gasometri, ecc.

Descrizione	Materiali	Peso (kg)	Art.
<b>PCF - PALO DI CAPTAZIONE</b>			
Altezza 14,0 m fuori terra	Acc. Zn	181	<b>SP300511/140</b>
Altezza 15,0 m fuori terra	Acc. Zn	256	<b>SP300511/150</b>
Altezza 16,0 m fuori terra	Acc. Zn	257	<b>SP300511/160</b>
Altezza 17,5 m fuori terra	Acc. Zn	361	<b>SP300511/175</b>
Altezza 18,5 m fuori terra	Acc. Zn	362	<b>SP300511/185</b>
Altezza 20,5 m fuori terra	Acc. Zn	385	<b>SP300511/205</b>
Altezza 22,0 m fuori terra	Acc. Zn	737	<b>SP300511/220</b>
Altezza 25,0 m fuori terra	Acc. Zn	790	<b>SP300511/250</b>
Altezza 28,0 m fuori terra	Acc. Zn	813	<b>SP300511/280</b>



## LPS a pali • ELEMENTI DI CAPTAZIONE

### PCI – Palo di captazione con calata integrata da fondazione



La foto mostra un impianto di captazione a funi e pali con elevato isolamento (serie PCI) in ambiente con pericolo di esplosione. Il sistema garantisce l'attenuazione del campo elettromagnetico generato dalla corrente da fulmine sulle calate e la sicurezza delle persone presenti nell'impianto.



**I pali di captazione della serie SP300501---T sono studiati per la protezione d'impianti particolarmente sensibili al campo elettrico e magnetico e per la sicurezza delle persone. La fune di calata scende protetta dalla tubazione ad elevato isolamento all'interno di un palo in acciaio zincato fissato a terra. La calata che scorre all'interno della tubazione è connessa, alla base, all'impianto di terra. Il palo oltre ad essere l'elemento portante principale, svolge anche la duplice funzione di annullamento del campo elettrico ed attenuazione di quello magnetico.**

#### Costituito da

La struttura portante è costituita da due tubi, un in acciaio zincato a caldo Ø variabili ed uno in PRFV Ø 40 mm accoppiati con sovrapposizione di 500 mm. Alla sommità del palo in PRFV è innestata un'astina di captazione in AIMgSi, mentre all'interno scende fino a terra la fune di Aldrey da 70 mm<sup>2</sup> protetta dalla tubazione ad elevato isolamento (TPE).

#### Si applica con

Posa a terra su idoneo plinto di fondazione da dimensionare a parte.

#### Applicazioni

Protezione di strutture in zone classificate, digestori anaerobici per la produzione di biogas, impianti petrolchimici e depositi di esplosivi, protezione di ambienti sensibili come data center, disaster recovery, torri di controllo, protezione di luoghi all'aperto con elevata presenza di persone.



Descrizione	Materiali	Peso (kg)	Art.
<b>PCI – PALO COMPONENTE CON CALATA INTEGRATA DA FONDAZIONE</b>			
Altezza 8,0 m - Tubo 5500 (-500) + palo 2000 (-500) + asta 1500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AIMgSi	39,72	<b>SP3005011080T</b>
Altezza 9,0 m - Tubo 6800 (-800) + palo 2000 (-500) + asta 1500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AIMgSi	94,72	<b>SP3005011090T</b>
Altezza 10,0 m - Tubo 7800 (-800) + palo 2000 (-500) + asta 1500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AIMgSi	102,72	<b>SP3005011100T</b>
Altezza 11,0 m - Tubo 8800 (-800) + palo 2000 (-500) + asta 1500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AIMgSi	109,72	<b>SP3005011110T</b>
Altezza 12,0 m - Tubo 9800 (-800) + palo 2000 (-500) + asta 1500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AIMgSi	136,72	<b>SP3005011120T</b>
Altezza 13,0 m - Tubo 10800 (-800) + palo 2000 (-500) + asta 1500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AIMgSi	153,72	<b>SP3005011130T</b>
Altezza 14,0 m - Tubo 11800 (-800) + palo 2000 (-500) + asta 1500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AIMgSi	153,72	<b>SP3005011140T</b>

**NOTA:** per altezze maggiori contattare il nostro ufficio tecnico.

## LPS a pali • ELEMENTI DI CAPTAZIONE

### PCI – Palo di captazione con calata integrata da parete



◀ Iren - Impianto di depurazione acque reflue di Parma. La foto mostra la protezione del digestore mediante pali di captazione componibili con calata integrata (PCI). L'altezza del digestore e la severità dell'impianto (LPS di livello I) ha richiesto captatori laterali per la protezione del bordo.



**I pali di captazione della serie SP300501--- sono studiati per la protezione d'impianti particolarmente sensibili al campo elettrico o magnetico e per la sicurezza delle persone. La fune di calata scende protetta dalla tubazione ad elevato isolamento all'interno di un palo in acciaio zincato connessa poi alla base all'impianto di terra. Il palo, oltre ad essere l'elemento portante principale svolge anche la duplice funzione di annullamento del campo elettrico ed attenuazione di quello magnetico.**

#### Costituito da:

La struttura portante è costituita da due tubi, uno in acciaio zincato a fuoco Ø 60 mm ed uno in PRFV Ø 40 mm, accoppiati con sovrapposizione di 500 mm. Alla sommità del palo in PRFV è innestata una astina di captazione in AlMgSi, mentre all'interno scende fino a terra la fune di Aldrey da 70 mm<sup>2</sup> protetta dalla tubazione ad elevato isolamento (TPE).

Il palo è fornito in kit di montaggio la cui lunghezza massima per il trasporto è quella del tubo in acciaio.

#### Si applica con:

Ancorare a parete con staffe serie SP330656 e relativi tasselli per cemento armato.

È possibile la posa a terra mediante il piedistallo SP330646, ma con limitazioni.

#### Applicazioni

Protezione di strutture in zone classificate, digestori anaerobici per la produzione di biogas, impianti petrolchimici e depositi d'esplosivi, protezione di ambienti sensibili come data center, disaster recovery, torri di controllo, protezione di luoghi all'aperto con una elevata presenza di persone.

Descrizione	Materiali	Peso (kg)	Art.
<b>PCI - PALO COMPONIBILE CON CALATA INTEGRATA DA PARETE</b>			
Altezza 6,0 m Tubo 3000 + palo 2000 (-500) + asta 1500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AlMgSi	23,30	<b>SP3005011060</b>
Altezza 7,0 m Tubo 3000 + palo 2000 (-500) + asta 2500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AlMgSi	23,85	<b>SP3005011070</b>
Altezza 8,0 m Tubo 4000 + palo 2000 (-500) + asta 2500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AlMgSi	29,40	<b>SP3005011080</b>
Altezza 9,0 m Tubo 4000 + palo 3000 (-500) + asta 2500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AlMgSi	31,00	<b>SP3005011090</b>
Altezza 10,0 m Tubo 6000 + palo 2000 (-500) + asta 2500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AlMgSi	40,00	<b>SP3005011100</b>
Altezza 11,0 m Tubo 6000 + palo 3000 (-500) + asta 2500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AlMgSi	41,60	<b>SP3005011110</b>
Altezza 12,5 m Tubo 6000 + palo 4500 (-500) + asta 2500 mm	Acc.Zn/PRFV/PE/AlMgSi	44,00	<b>SP3005021125</b>



**NOTA:** per altezze maggiori contattare il nostro ufficio tecnico.

## LPS ad aste ed a pali • ELEMENTI DI STAFFAGGIO PER PALI DI SOSTEGNO E DI CAPTAZIONE

### Limiti di altezza dei pali determinati dal carico del vento

#### Montaggio a parete



SP320356 (A)



SP330616 (B)



SP330656 (C)



#### Limite di altezza dei pali

Il limite di altezza dei pali e la tipologia degli ancoraggi è in funzione del carico del vento. Operare il dimensionamento seguendo scrupolosamente le indicazioni di seguito riportate.

#### Interdistanza staffe

Nell'ancoraggio a parete con le staffe SP320356 (tipo A), SP330616 (tipo B), SP330656 (tipo C) considerare una interdistanza minima di 40 cm con pali fino a 6 m e 60 cm per pali di altezza superiore.

#### Montaggio a terra



SP330626 (D)



SP330646 (E)

### Tabella di scelta degli ancoraggi

Tipologia di captatori	Zone vento								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	25 m/s*		27 m/s*		28 m/s*			31 m/s*	
PPS, serie SP320459 fino a 3,0 m Palo di sostegno in PRFV	2x A	D	2x A	D	2x A	D	2x B	D	
PPS, serie SP320459 fino a 4,5 m Palo di sostegno in PRFV	2x B	D	2x B	D	2x B	D	3x B	su richiesta	
PPS, serie SP320459 fino a 6,0 m Palo di sostegno in PRFV	3x B	su richiesta	3x B	su richiesta					
PPI, serie SP320559 fino a 3,0 m Palo in PRFV con calata integrata	2x A	D	2x A	D	2x A	D	2x B	D	
PPI, serie SP320559 fino a 4,5 m Palo in PRFV con calata integrata	2x B	D	2x B	D	2x B	D	3x B	su richiesta	
PPI, serie SP320559 fino a 6,0 m Palo in PRFV con calata integrata	3x B	su richiesta	3x B	su richiesta	3x B	su richiesta	su richiesta	su richiesta	
PCL, serie SP300506 fino a 5,5 m Palo componibile leggero	2x B	D	2x B	D	2x B	su richiesta	3x B	su richiesta	
PCL, serie SP300506 fino a 8,0 m Palo componibile leggero	2x C	E + 6 basi	2x C	E + 6 basi	2x C	E + 10 basi	3x C	su richiesta	
PCL, serie SP300506 fino a 10,0 m Palo componibile leggero	2x C	E + 10 basi	2x C	E + 10 basi	3x C	su richiesta	3x C	su richiesta	
PCL, serie SP300506 fino a 12,0 m Palo componibile leggero	3x C	su richiesta	3x C	su richiesta	3x C	su richiesta	3x C	su richiesta	
PCI, serie SP300501 fino a 7,0 m Palo comp.le con calata integrata	2x C	E + 6 basi	2x C	E + 6 basi	2x C	E + 6 basi	3x C	su richiesta	
PCI, serie SP300501 fino a 9,0 m Palo comp.le con calata integrata	2x C	E + 10 basi	2x C	E + 10 basi	3x C	E + 10 basi	3x C	su richiesta	
PCI, serie SP300501 fino a 11,0 m Palo comp.le con calata integrata	3x C	su richiesta	3x C	su richiesta	3x C	su richiesta	3x C	su richiesta	

**NB:** le indicazioni riportate in tabella si riferiscono a singoli pali non soggetti ad ulteriori forze trasversali che non sia quella del vento. Per il dimensionamento degli elementi di ancoraggio in condizioni differenti contattare il nostro ufficio tecnico.

\* NTC 2018 - D.M. 17/01/2018

## LPS a pali • STAFFAGGI PER PALI DI CAPTAZIONE



◀ A sinistra piedistallo SP300646 con palo PCL di captazione SP300506/090.

A destra piedistallo SP330626 e collare SP320346 con palo PPI di captazione ad alto isolamento con calata integrata SP320559/40.

### Ancoraggio a parete

Le staffe di seguito riportate sono studiate per l'ancoraggio a parete dei pali di captazione PCL, PPS, PPI e PCI. Per il giusto dimensionamento fare riferimento alla tabella di scelta degli ancoraggi a pagina 85.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>STAFFE PER PALI Ø 40 MM (PPS, PPI)</b>			
Staffa a parete standard per pali di captazione dotata di 2 fori di fissaggio da 10,5 mm - distanza dalla parete 150 mm	AISI 304	673	<b>SP320356</b>
<b>NOTA:</b> il particolare collare di fissaggio presente in queste staffe si abbina al collare della traversa SP320278 rendendoli al bisogno perfettamente solidali.			
Staffa a parete ravvicinata per pali di captazione dotata di 2 fori di fissaggio da 10,5 mm - distanza dalla parete 17 mm	AISI 304	378	<b>SP320366/S1A</b>
Staffa di ancoraggio dotata di contro collare per il fissaggio dei supporti isolati su tondi o strutture metalliche. La staffa realizza l'ancoraggio del sostegno isolato e, se necessario, consente contemporaneamente l'accoppiamento diretto al distanziale isolato SP320278.	AISI 304	571	<b>SP320366/S1B</b>
Staffa di ancoraggio dotata di contro collare per il fissaggio dei supporti isolati su tondi o strutture metalliche. La staffa realizza l'ancoraggio del sostegno isolato e, se necessario, consente contemporaneamente l'accoppiamento diretto al distanziale isolato SP320278.	AISI 304	571	<b>SP320366/S2</b>
Staffa di ancoraggio dotata di doppio collare per il fissaggio dei pali di captazione su profili orizzontali tondi aventi diametro da 15 a 250 mm.	AISI 304	494	<b>SP320366/S3</b>
Staffa a parete regolabile per pali di captazione dotata di piastra 200 x 200 mm con 4 fori di fissaggio da 10,5 mm distanza dalla parete 40 ÷ 160 mm	AISI 304	1846	<b>SP320366</b>



**STAFFE PER PALI Ø 40 MM (PCL) fino a 5,5 m**

Staffa a parete pesante per pali di captazione dotata di piastra 200 x 200 mm con 4 fori di fissaggio da 10,5 mm distanza dalla parete 150/200/250/300 mm.

AISI 304	3226	<b>SP330616/15</b>
	3279	<b>SP330616/20</b>
	3332	<b>SP330616/25</b>
	3385	<b>SP330616/30</b>

**STAFFE PER PALI Ø 60 MM (PCL, PCI)**

Staffa a parete pesante per pali di captazione dotata di piastra 300 x 300 mm con 4 fori di fissaggio da 12,5 mm distanza dalla parete 150/200/250/300 mm.

AISI 304	7910	<b>SP330656/15</b>
	8600	<b>SP330656/20</b>
	8945	<b>SP330656/25</b>
	9290	<b>SP330656/30</b>



	Acc Zn	8600	<b>SP330651/20</b>
Ancoraggio strutturale M10 x 115 mm specifico per calcestruzzo. Fissaggio per staffe SP330616.	AISI 316	70	<b>SP330616</b>
Ancoraggio strutturale M12 x 130 mm specifico per calcestruzzo. Fissaggio per staffe SP330656.	AISI 316	112	<b>SP330656</b>

**Collari di controventatura**

Collari di controventatura per pali di captazione o supporti isolati in PRFV aventi Ø40 mm.



Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
-------------	-----------	----------	------

**COLLARE DI CONTROVENTATURA**

Collare di controventatura per pali di captazione o supporti isolati Ø 40 mm, dotato di 3 banderuole disposte a 120° con fori Ø 13 mm.

AISI 304	575	<b>SP320346</b>
----------	-----	-----------------

**NOTA:** Elemento idoneo per il fissaggio al piedistallo SP330626.



Collare di controventatura per pali di captazione o supporti isolati Ø 60 mm, dotato di tre banderuole disposte a 120° con fori Ø 13 mm

AISI 304	676	<b>SP320346/60</b>
----------	-----	--------------------

Collare di controventatura per staffa universale SP330520 Ø 32 mm, dotato di 2 banderuole disposte a 180° con fori Ø 13 mm.

AISI 304	466	<b>SP320346/S5</b>
----------	-----	--------------------

**NOTA:** Tasselli opzionali, necessari per fissaggio a parete staffa universale SP330520.



La foto mostra un ancoraggio isolato realizzato tramite distanziatore a V dotato di golfare.



## Piedistalli per pali di captazione

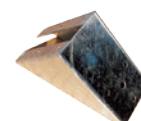
I piedistalli di seguito riportati sono studiati per la posa a pavimento dei pali di captazione PCL, PPS, PPI e PCI. Per il corretto dimensionamento fare riferimento alla tabella di scelta degli ancoraggi (pag. 99).

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>PIEDISTALLI PER PALI</b> Piedistallo leggero per pali o supporti isolati Ø 40 mm Si completa con il collare di controventatura SP320346 Si zavorra con nr. 3 zoccoli SP320169	AISI 304	11000	<b>SP330626</b>
Piedistallo per pali Ø 60 mm alti fino a 8 m Si zavorra con nr. 6 zoccoli SP320259	AISI 304	20000	<b>SP330636</b>
Piedistallo pesante per pali Ø 60 mm alti fino a 10 m Si zavorra con nr. 10 zoccoli SP320259	AISI 304	39600	<b>SP330646</b>

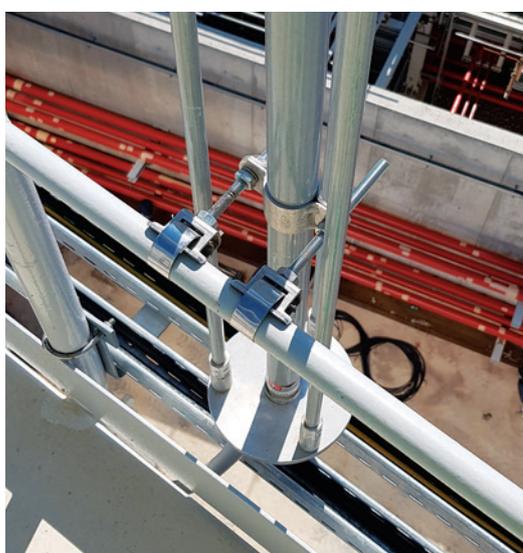


## Staffa di supporto

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>STAFFA DI SUPPORTO A TRIANGOLO</b> Staffa di supporto a triangolo costruita interamente in acciaio di spessore 8 mm. Dotata di base d'appoggio a parete 200 x 350 mm, è consigliata per ancoraggi gravosi su pareti di cemento armato dei pali di captazione rinforzati con calata integrata.	Acc.Zn	11500	<b>SP320381</b>
<b>STAFFA DI SUPPORTO AD OMEGA</b> Staffa di supporto ad omega costruita interamente in acciaio di spessore 6 mm senza saldature. Elemento necessario per ancorare pali di captazione rinforzati con calata integrata fino a 6 m su orditure in acciaio o basamenti in cemento armato. Predisposta per disco sagomato con fori di controventatura e per passaggio calata. La base di appoggio copre uno spazio di 200 x 350 mm	Acc.Zn	10600	<b>SP330601</b>



**NOTA:** indipendentemente dalla classificazione della zona in base al vento, se i pali sono privi di controventatura, l'altezza massima del palo montato su queste staffe rimane di 6 metri.

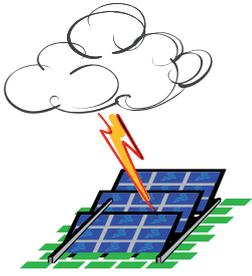


## ■ 6.7 LPS per impianti fotovoltaici

Negli impianti particolarmente sensibili, come quelli fotovoltaici, è sempre consigliabile prendere provvedimenti contro le sovratensioni e verificare se l'intero sistema può essere soggetto a scariche atmosferiche dirette.

Le condizioni del finanziamento per l'incentivo alla realizzazione di questi impianti portano a considerare l'investimento ottimale solo se la manutenzione è ridotta al minimo e le apparecchiature costituenti l'impianto sono estremamente affidabili.

Eventi atmosferici possono distruggere questo equilibrio e vanno pertanto considerati i rischi di danneggiamento sia dal punto di vista strutturale per vento o grandine, sia sotto l'aspetto elettrico per le problematiche generate dai fulmini.



### Valutazione del rischio

Le dimensioni crescenti in proporzione alla potenza installata e l'esposizione diretta rendono gli impianti fotovoltaici particolarmente soggetti ai rischi dovuti alle scariche atmosferiche (sovratensioni e scariche dirette).

Vista fronte e retro di un modulo colpito da fulminazione diretta.



Innanzitutto è necessario prestare attenzione a quegli impianti fotovoltaici posizionati sopra ad edifici: se dette strutture sono soggette alla valutazione dei rischi secondo Norma CEI EN 62305 parte 2, l'installazione dell'impianto fotovoltaico potrebbe modificare le dimensioni della struttura e di conseguenza vanificare la valutazione del rischio esistente.

In genere gli impianti fotovoltaici su edifici con tetti a falda hanno un'integrazione tale da non alterare la sagoma in maniera significativa, ma nel caso di tetti piani la necessità d'inclinare i moduli genera strutture che possono modificare sensibilmente l'altezza dell'edificio. Matematicamente parlando, la valutazione dei rischi cambia per variazioni in altezza superiori a 0,1 m. Se così fosse, va prestata comunque attenzione alle responsabilità.

Negli impianti fotovoltaici posti su edifici si distinguerà inoltre tra la presenza o meno di un LPS.

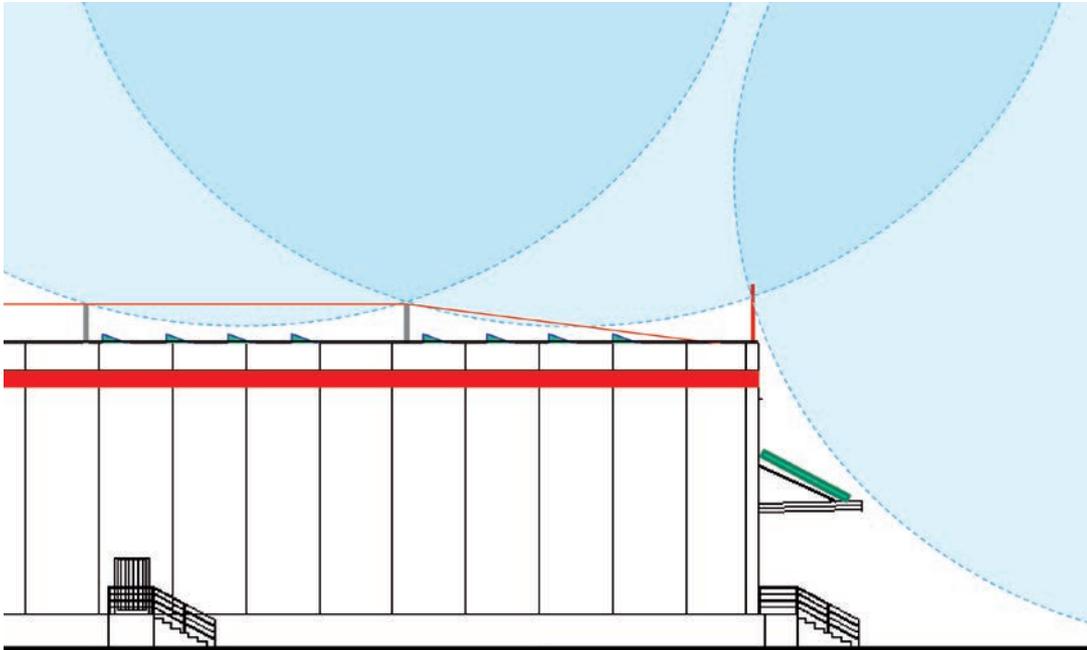
Diverso è invece l'approccio per gli impianti fotovoltaici a terra, ove l'unico rischio valutabile è quello economico, anche se spesso di valore elevato.

La valutazione del **rischio economico** può essere effettuata anche senza l'utilizzo di complessi programmi di calcolo. Il rischio di danno è direttamente proporzionale all'aumento della potenza installata. L'area di raccolta è facilmente determinabile, basta sommare l'area impegnata dall'impianto con l'area esterna che si estende per un raggio pari a tre volte l'altezza delle strutture perimetrali.

È poi sufficiente calcolare che porzione è l'area di raccolta complessiva nei confronti del chilometro quadrato dove è statisticamente prevista la scarica a terra di 1,5, 2,5 o 4 fulmini per anno (valore variabile in base al comune analizzato - Norma CEI 81-3) per ricavare il numero totale dei fulmini al quale l'impianto sarà soggetto nell'arco di 20 anni.

## La protezione

Se il rischio di fulminazione diretta risulta elevato è opportuno prendere provvedimenti affinché una scarica sia drenata a terra senza colpire il sistema di moduli fotovoltaici.



◀ Il disegno si riferisce alla scelta e posizionamento di una porzione dell'impianto di captazione per una struttura industriale effettuato con il metodo della sfera rotolante. In questo caso è stato necessario posizionare sul bordo lato sud astine perimetrali più alte per proteggere anche l'impianto fotovoltaico posto sulla pensilina.

È necessaria una captazione che protegga il generatore fotovoltaico realizzata mediante un sistema ad aste o a fune, disposto in modo da contenere nel cono di protezione generato l'intero impianto. Si ritiene infatti l'impianto fotovoltaico protetto dalla fulminazione diretta quando esso è contenuto nel volume protetto generato dal LPS.

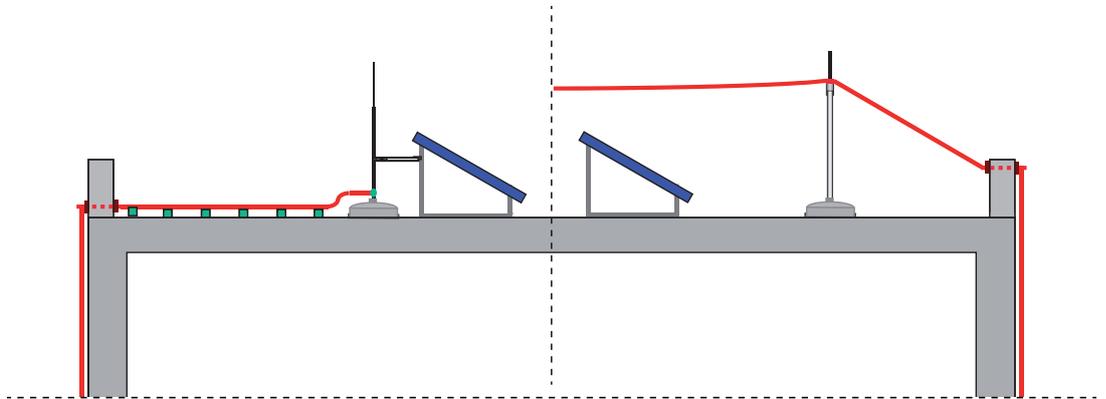


◀ La foto mostra un impianto di protezione a funi su struttura conduttiva e presenza di impianto fotovoltaico. La distanza di sicurezza è la minima distanza tra le funi e la copertura.

Nel disporre il sistema di captazione si deve inoltre tenere conto dell'ombreggiamento che gli elementi di captazione possono generare sui moduli.

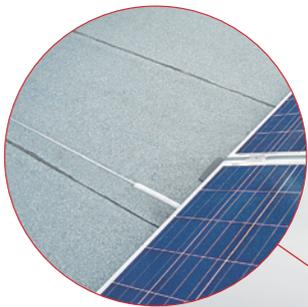
È assodato che le astine e la fune, quando distano dai moduli più di 1,5 m, generano un'ombra sfumata trascurabile; diverso è invece per i pali di captazione.

La figura rappresenta due sistemi di protezione isolata per impianti fotovoltaici. A sinistra captazione con astine, soluzione circoscritta a piccoli impianti; a destra captazione a fune magliate sospese, soluzione consigliata per grandi impianti.



Piccoli impianti fotovoltaici si possono proteggere con astine di captazione poste sul retro della stringa, connesse fra loro e poste a terra con calate esterne, fissate su zoccolo o ancorate allo stesso telaio dei moduli, ma con braccetti isolati (rispettando la distanza di sicurezza).

Impianti fotovoltaici di media e grande dimensione si possono proteggere con una captazione a fune, soluzione che garantisce il rispetto della distanza di sicurezza ma richiede di valutare il posizionamento dei pali ad alto isolamento, necessari per il sostegno della fune, già in fase di progetto, in modo da non ombreggiare le stringhe.



La foto mostra una copertura non conduttiva ma combustibile, protetta mediante un impianto ad aste con funi sospese a circa 20 cm dal piano di calpestio. La protezione del fotovoltaico è realizzata attraverso le aste di captazione dimensionate con il metodo della sfera rotolante. La distanza di sicurezza con l'impianto fotovoltaico, dove non rispettata per distanziamento, è stata garantita dall'interposizione di tubazione ad alto isolamento (riquadro in alto - TPL).

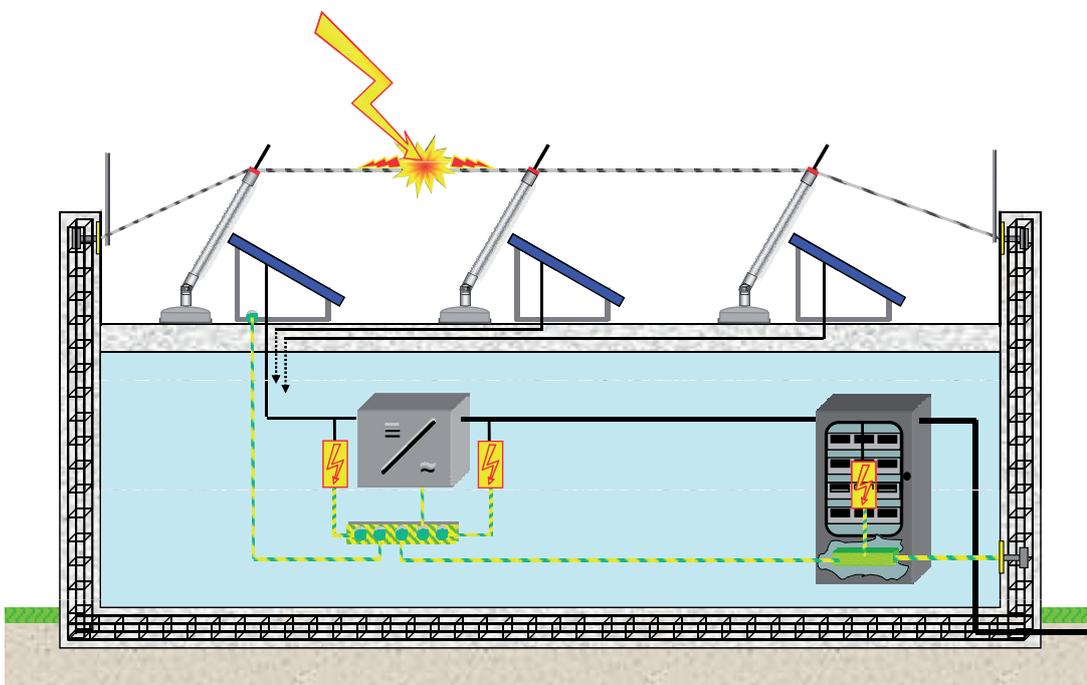




◀ La foto mostra un impianto a funi con pali di sostegno inclinati per evitare l'ombreggiamento.

In impianti relativamente piccoli potrebbero bastare le astine sul perimetro, mentre in impianti più complessi esse vanno previste anche in mezzo alle stringhe.

Il dimensionamento ed il posizionamento delle astine va fatto sempre col metodo della sfera rotolante, mediante il quale si ricorda che si è liberi di scegliere astine più alte e più rade, o astine più basse e più fitte, in base alla realtà dell'impianto; l'importante è che la penetrazione della sfera tocchi solo il sistema di captazione.



◀ La figura schematizza una soluzione di protezione per impianti fotovoltaici in copertura. Captazione a funi magliate sospese, utilizzo dei ferri d'armatura come elementi naturali di calata e dispersione, scaricatori sul servizio entrante e nel sistema di conversione.

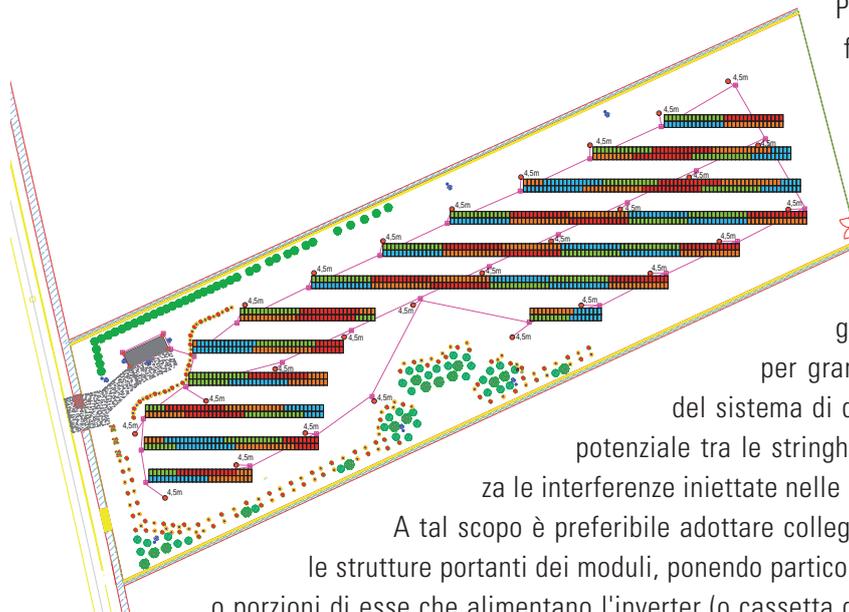
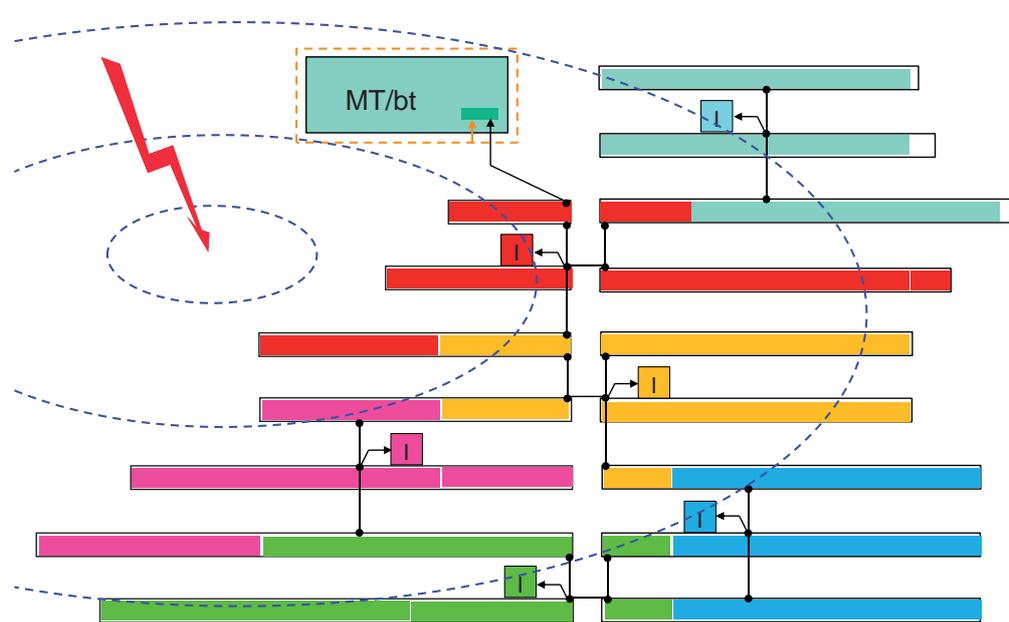
Il sistema di protezione si completa con specifici SPD posti sia lato c.c. che lato c.a., il cui dimensionamento andrà fatto in tensione, verificando il livello di protezione, ma anche in capacità di scarica.

Per impianti fotovoltaici a tetto con captazione isolata è possibile utilizzare scaricatori in classe di prova 2, ma per impianti in equipotenzialità con l'impianto di captazione gli scaricatori dovranno essere performati con entrambe le classi di prova (1 + 2).

**NOTA:** Per gli scaricatori del lato c.c. è oltremodo importante rispettare la classe d'isolamento. L'impianto è un IT pertanto condizione imprescindibile è la caratteristica di "classe d'isolamento 2 o ad essa equivalente" al fine di garantire la protezione dai contatti indiretti alle persone e l'affidabilità della protezione.

Ai fini della protezione dalle sovratensioni, la sostanziale differenza fra un impianto fotovoltaico a tetto ed uno a terra è che quest'ultimo non ha un riferimento unico di terra, ma il potenziale può cambiare a seconda di dove cade il fulmine e di come poi si disperde nel terreno.

Campo fotovoltaico, collegamenti equipotenziali delle stringhe per ridurre gli effetti sul potenziale di terra generati da un fulmine che cade in prossimità dell'impianto. Si vuole qui evidenziare che l'inverter deve essere messo in equipotenzialità prioritariamente con le stesse stringhe che lo alimentano.

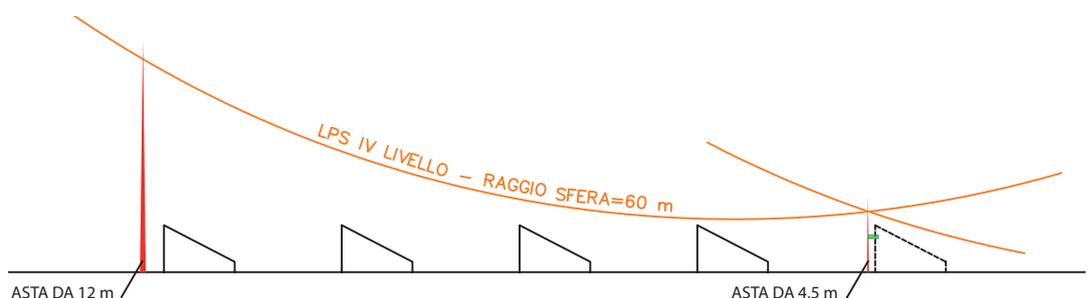


Per questo motivo nei campi fotovoltaici, anche quando il rischio di fulminazione diretta è minimo, è importante realizzare l'equipotenzialità fra tutte le stringhe mediante una magliatura di terra a bassa impedenza, la stessa consigliata dalla norma CEI EN 62305 per grandi aree. Una bassa impedenza del sistema di dispersori riduce le differenze di potenziale tra le stringhe e conseguentemente minimizza le interferenze iniettate nelle interconnessioni elettriche.

A tal scopo è preferibile adottare collegamenti equipotenziali diretti fra le strutture portanti dei moduli, ponendo particolare attenzione a quelle stringhe o porzioni di esse che alimentano l'inverter (o cassetta di stringa). Il collegamento equipotenziale dovrà poi attestarsi alla barra di terra dell'inverter medesimo, a cui faranno capo anche gli scaricatori.

Se poi si intende proteggere dalla fulminazione diretta l'impianto basterà aggiungere delle aste di captazione sul perimetro e/o all'interno dell'impianto, connettendo poi il tutto all'impianto disperdente.

Ipotesi di protezione dalle scariche dirette per un impianto fotovoltaico a terra



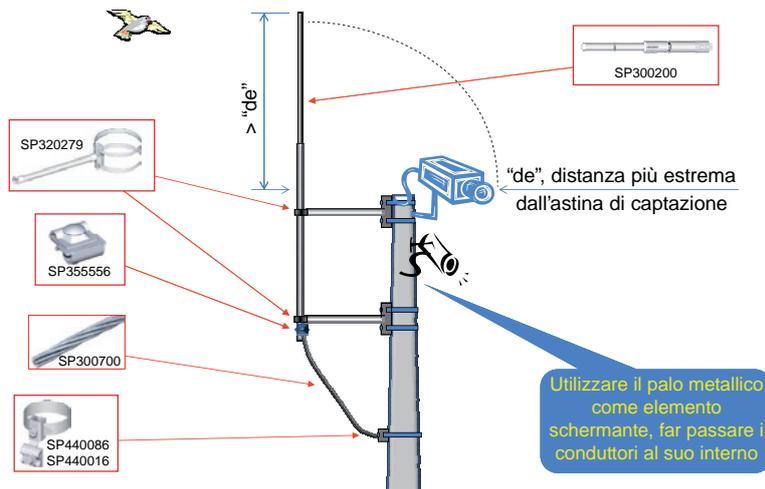
Nei campi fotovoltaici, come in ogni altra realtà estesa in esterno, le sovratensioni generate da una fulminazione diretta sui moduli, sui servizi entranti o al suolo entro 500 m possono danneggiare seriamente anche il sistema di videosorveglianza, di antintrusione e di trasmissione wireless. Di seguito alcuni tipici di protezione.

### Telecamere su palo - consigli di protezione

L'inserimento di una astina di captazione con supporti isolati protegge e distanzia la scarica dalla telecamera, dopo di che il collegamento verso terra va fatto utilizzando il palo stesso, elemento naturale di calata.

Il palo metallico è anche il principale elemento schermante, quindi i cavi devono passare al suo interno. Il palo va connesso a terra mediante un dispersore di profondità da almeno 2,5 m connesso a sua volta all'anello disperdente, se presente.

Se le condizioni del terreno non rispondono a quanto richiesto dalla norma in merito al pericolo di tensioni di passo e contatto si consiglia di prevedere un cartello SP570100 che ricordi di non sostare entro tre metri dal palo in caso di temporale.



◀ Tipico con distinta accessori per la protezione di palo e relativi apparati dalla fulminazione diretta.

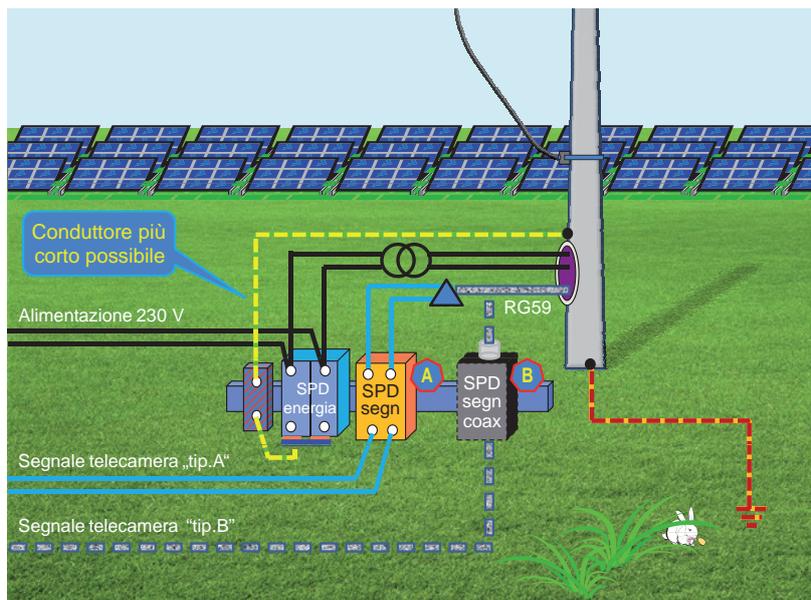
### Cenni sugli SPD

La protezione si completa con SPD su tutti i servizi entranti. Essi vanno connessi alla stessa massa del palo con collegamento più corto possibile. La protezione va ripetuta anche lato concentratore.

Gli SPD devono essere dimensionati per reggere anche una porzione di corrente di fulmine (onda 10/350  $\mu$ s) oltre che le sovratensioni (onda 8/20  $\mu$ s).

Nella scelta dello scaricatore per la linea di segnale, si tenga presente che a volte l'intero tragitto è coperto con cavo coassiale (tipico **B**), mentre in altri casi il cavo coassiale è solo nel tratto iniziale e finale ed il percorso principale è effettuato con doppino non schermato (tipico **A**).

Esistono anche altre due modalità di connessione per le telecamere, Ethernet e Power Over Ethernet (POE) realizzati con cavo UTP connettorizzato RJ45. Si è volutamente evitato di proporre questi tipici in quanto, se il palo è soggetto a fulminazione diretta, non è possibile prevedere alcuna protezione essendo il connettore RJ stesso non in grado di reggere porzioni anche se minime di corrente di fulmine.



◀ Tipico orientativo per il posizionamento degli SPD.

**NOTA:** se gli impianti sono eserciti in doppio isolamento, nel collegamento a terra degli SPD prevedere uno scaricatore spinterometrico "N-PE" al fine di non vanificare questa condizione di sicurezza.

## ■ 6.8 Protezione per antenne

Per antenne su palo posato a terra operare come indicato per le telecamere.

**NOTA:** In considerazione del fatto che questa tipologia d'impianti è spesso connessa al cuore dell'impianto informatico, è sempre consigliabile pensare alla protezione dell'antenna.

Per antenne su palo ancorato a strutture è invece importante tenere presente che quando una struttura è soggetta al DM 37-08 è anche soggetta alla valutazione dei rischi secondo la Norma CEI EN 62305 capitolo 2 e, siccome il rischio calcolato è funzione anche delle dimensioni della struttura, variazioni della stessa comportano variazioni dell'area di raccolta e di conseguenza modifica dei valori di rischio calcolato medesimo.

### In questo caso è necessario aggiornare la verifica dei rischi!

Dalla nuova verifica dei rischi si potranno poi riscontrare i seguenti risultati:

1. La struttura è "autoprotetta" sia per il rischio R1 che per il rischio R4: non sono necessarie contromisure; mettere agli atti il documento.
2. La struttura è "autoprotetta" per il rischio R1 ma non per il rischio R4: informare il proprietario dello stabile e chi lo usa dei rischi e concordare con loro se prendere o meno delle contromisure. Mettere agli atti il documento e farsi controfirmare la presa visione e quanto concordato.
3. La struttura è soggetta a fulminazione: il rischio R1 e anche il rischio R4 sono troppo elevati; sono necessarie contromisure. Esse possono consistere nella realizzazione di un LPS esterno coordinato con un appropriato LPS interno, tuttavia se la non autoprotezione è dovuta all'antenna è possibile realizzare un sistema di protezione dedicato solo ad essa.

**NOTA:** la messa a terra del palo d'antenna non cambia le probabilità di fulminazione!

### Consigli di protezione

Se il rischio di fulminazione diretta risulta elevato è opportuno prendere provvedimenti affinché una scarica sia drenata a terra senza creare danni alla struttura ed al suo contenuto, ma anche senza colpire direttamente il sistema antenna.

Quando è possibile, si consiglia di realizzare la captazione isolata dal palo o traliccio affinché gli impianti ancorati ad esso non siano mai soggetti alla corrente del fulmine.

Il sistema può consistere in un'astina di captazione ancorata al palo con braccetti isolati, posizionata in modo da contenere nel cono di protezione generato l'intero impianto. L'astina va poi connessa all'impianto disperdente mediante calata esterna, anch'essa isolata dal palo.

L'isolamento del sistema di captazione si può ottenere per distanziamento o per interposizione di opportuni materiali isolanti. Il distanziamento è una buona soluzione per i pali, mentre per i tralicci è preferibile adottare un conduttore isolato con tubazione ad alto isolamento.

### Antenne su strutture dotate di impianto parafulmine

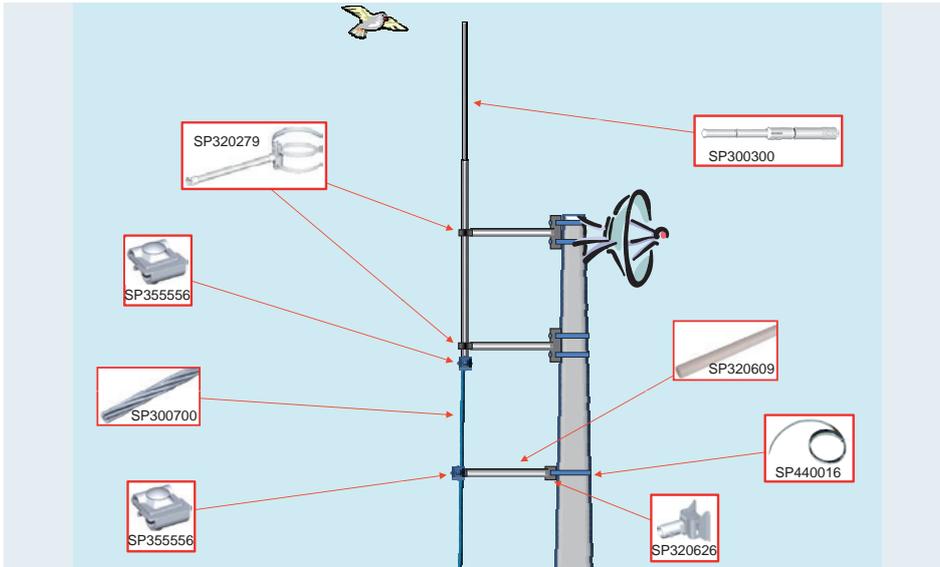
Se la struttura è già dotata di LPS il sistema non cambia, se non che la calata, anziché giungere fino a terra, si connette al sistema di captazione a livello del tetto. Qualora non fosse possibile isolare il palo dell'antenna dall'impianto parafulmine, è possibile sostituire il palo in acciaio con un palo in vetroresina; questo però annulla l'effetto schermante sui cavi.

Qualora non si riesca a garantire l'isolamento tra il traliccio e l'impianto parafulmine è preferibile realizzare l'equipotenzialità fra gli stessi, ma in questo caso una porzione di corrente di fulmine fluirà all'interno attraverso i cavi e di questo bisognerà tenerne conto.

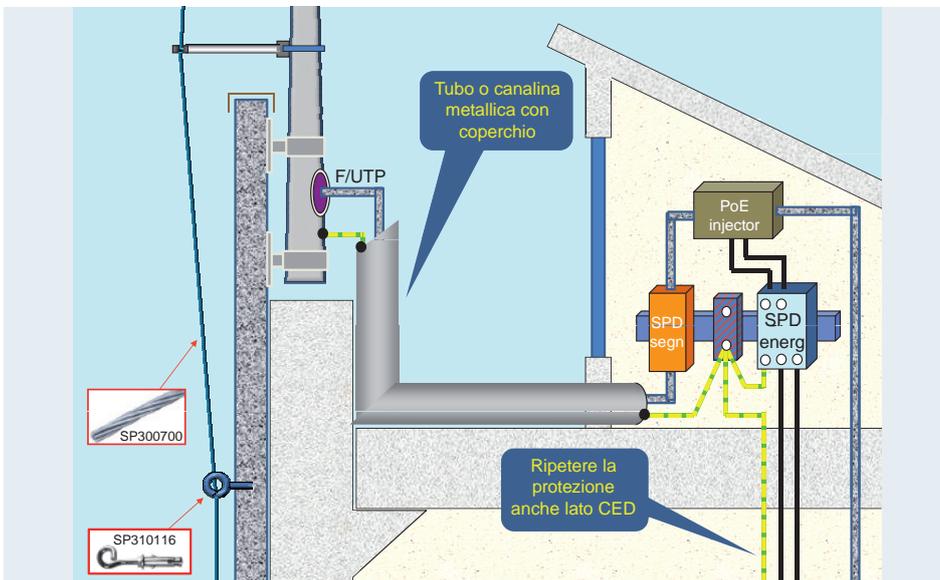
### Cenni sugli SPD

Il sistema di protezione si completa con specifici SPD posti sia lato antenna che lato CED, il cui dimensionamento andrà fatto in tensione, verificando il livello di protezione, ma anche in capacità di scarica. Per impianti con captazione isolata è possibile utilizzare scaricatori performati in onda 8/20 µs, mentre per impianti in equipotenzialità con l'impianto di captazione gli scaricatori dovranno resistere anche ad una porzione della corrente di fulmine (onda 10/350 µs).

**NOTA:** i cavi di rete schermati possono essere in grado di sopportare correnti parziali di fulmine e quindi un limitatore di sovratensione può proteggere la connessione RJ45.

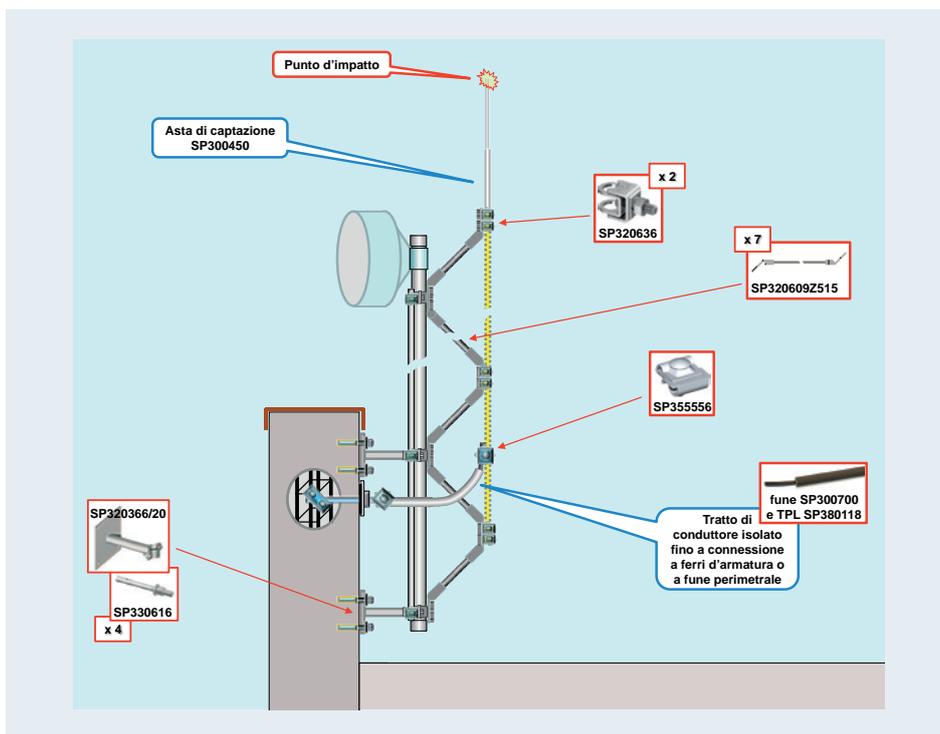


◀ Tipico con distinta accessori per la protezione di palo e relativi apparati dalla fulminazione diretta.



◀ Tipico orientativo per il posizionamento degli SPD e dei conduttori.

▼ La foto mostra un esempio di captazione isolata su antenna wireless.



L'inserimento di un'antenna su strutture dotate di LPS deve essere eseguito rispettando l'isolamento fra le parti.

In una struttura ove sono già presenti le calate e la fune perimetrale in equipotenzialità con la conversa, l'ancoraggio del palo metallico dell'antenna sul bordo, soluzione spesso utilizzata per comunicazioni wireless, rende impossibile garantire la protezione del sistema anche se quest'ultimo è dotato di astina di captazione isolata. La soluzione indicata a lato fornisce all'antennista un sistema di supporto completo per antenne wireless che garantisce l'ancoraggio isolato e la protezione dalle scariche atmosferiche.

L'elemento realizzato è visibile nella foto 8 a pag. 223.

**SIPF**  
semplifica  
l'installazione

## ■ 6.9 SIPF, le calate

Le calate sono la strada di discesa per il fulmine che cade sulla struttura. Al fine di ridurre al minimo le probabilità che il fulmine provochi danno, esse devono risultare **la via più preferenziale possibile** verso l'impianto di dispersione.

In mancanza di elementi naturali (condizione comunque da preferire) si cerchi di utilizzare conduttori ad elevata conducibilità e tenuta agli agenti atmosferici e di realizzare percorsi corti, rettilinei, evitando cappi e curve troppo strette, nonché riducendo al minimo il numero delle giunzioni.

La tabella riprodotta a lato riporta i valori tipici della distanza tra le calate e tra i conduttori ad anello in funzione della classe dell'LPS.

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

Le calate sono da posizionare possibilmente agli angoli, da distribuire equamente lungo il perimetro e da interconnettere con conduttori ad anello ogni 10 ÷ 20 m di altezza a seconda del livello di protezione.

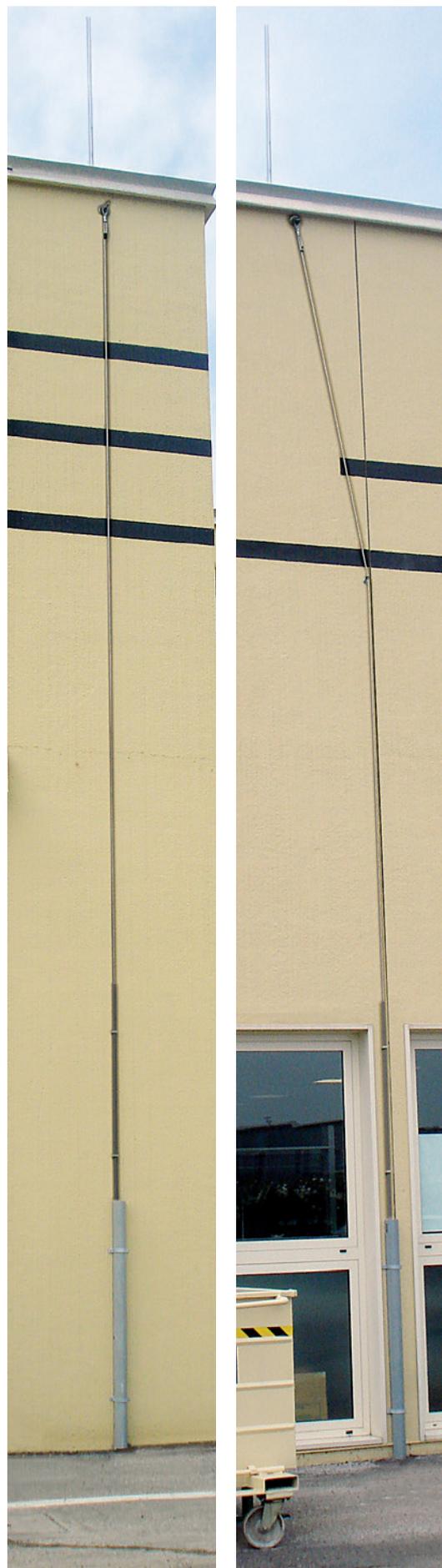
La distanza di sicurezza è influenzata dalla disposizione delle calate e dei conduttori ad anello; l'installazione di quante più calate possibili riduce la probabilità di scariche pericolose e facilita la protezione degli impianti interni (*tale condizione è già soddisfatta se come calate si utilizzano l'intelaiatura metallica o i ferri d'armatura della struttura*).

L'utilizzo della **fune in Aldrey SP300700** come conduttore di calata è una garanzia di continuità nel tempo, riduce al minimo il numero delle giunzioni, semplifica e velocizza la posa.

Le foto a lato riportano calate a fune realizzate su una struttura industriale.

Da notare che un ancoraggio in cima ed uno a terra sono sufficienti per mettere in tensione la fune, inoltre **la mancanza di supporti intermedi consente di realizzare le calate senza l'utilizzo di ponteggi o piattaforme aeree**.

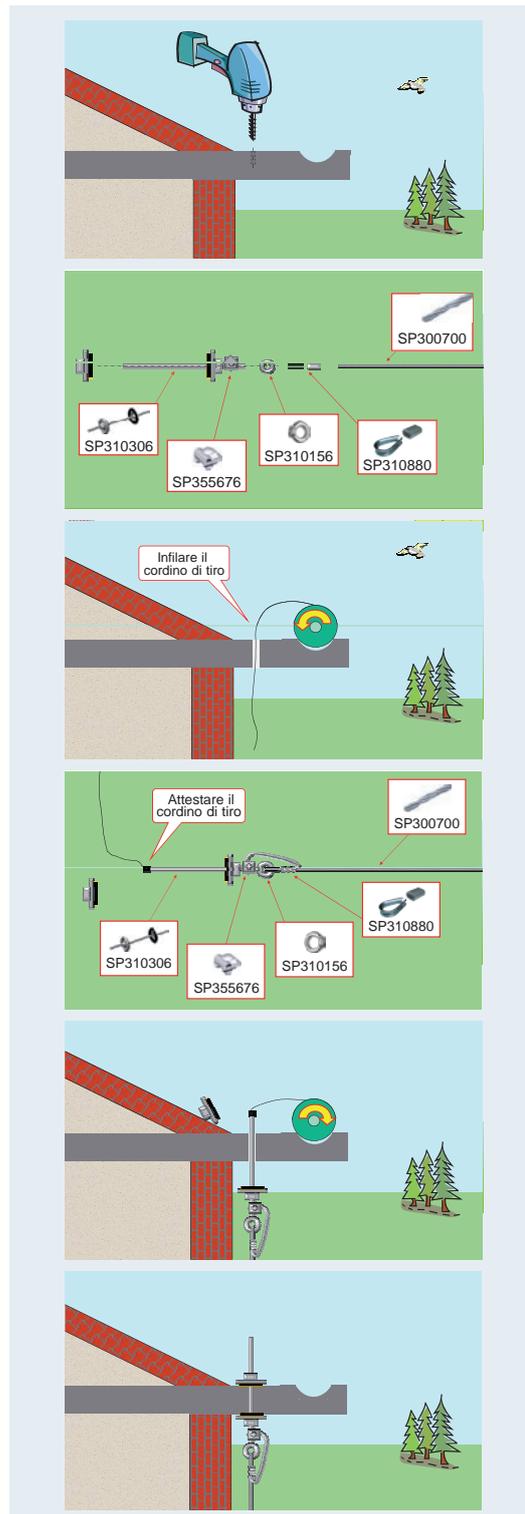
Al bisogno, è possibile modificare la traiettoria della calata con l'inserimento di un semplice gancio a riccio (vedi articolo SP310116).



## L'evoluzione dell'impianto parafulmine secondo SIPF®

In un impianto privo di elementi naturali di calata, il **passante stagno** (artt. SP310306/406/606) è il collegamento ideale tra la captazione e la calata: ne consente infatti l'ancoraggio, evita il classico cappio nello scavalcamento del bordo e garantisce la continuità dell'impermeabilizzazione.

**SIPF** migliora l'impatto estetico



◀ La semplicità e la versatilità del sistema passante stagno con fune è tale da rendere possibile l'installazione della calata anche su tetti con gronda sporgente, inaccessibili dal basso.

La sequenza di diapositive evidenzia come operando solo dalla copertura ed a terra è possibile realizzare la calata.

Sulla gronda si effettua il foro in modo che poi il passante risulti prossimo alla parete.

A terra si predispose la fune sul passante stagno.

Con un cordino precedentemente infilato nel foro si richiama passante e fune verso la copertura.

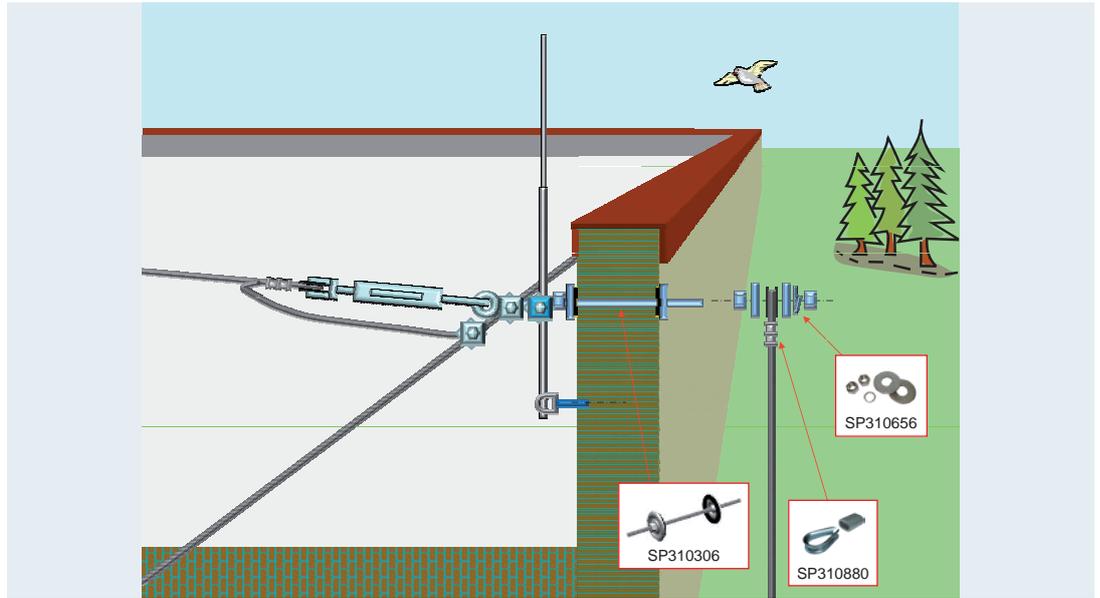
Si fissa il passante inserendo l'anello di tenuta ed il disco.

Si completa il lavoro fissando poi la calata lato terra e tensionando opportunamente la fune agendo sul tirante.

## Calate a fune • TIPICI DI INSTALLAZIONE

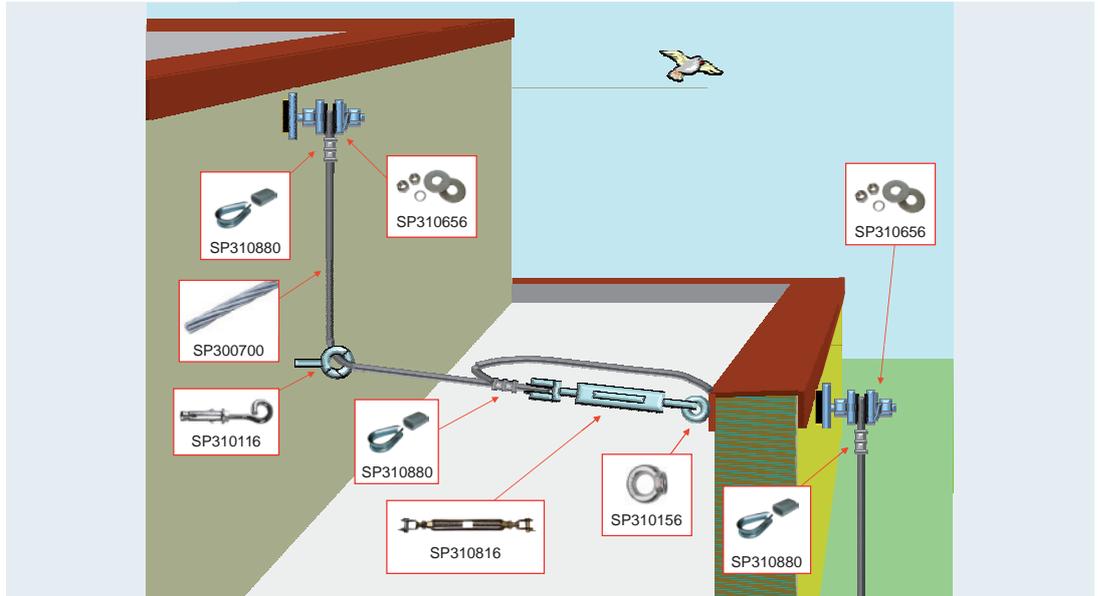
La figura mostra come dal passante stagno, elemento di ancoraggio delle funi di captazione trasversali e perimetrali, si possa connettere la fune di calata. L'operazione viene eseguita con l'operatore sul lato interno del tetto, in totale sicurezza, senza la necessità di costosi ponteggi o piattaforme.

**NOTA:** per calate particolarmente lunghe (> 20 m) sostituire il kit di discesa SP310656 con il grillo di derivazione SP310666.

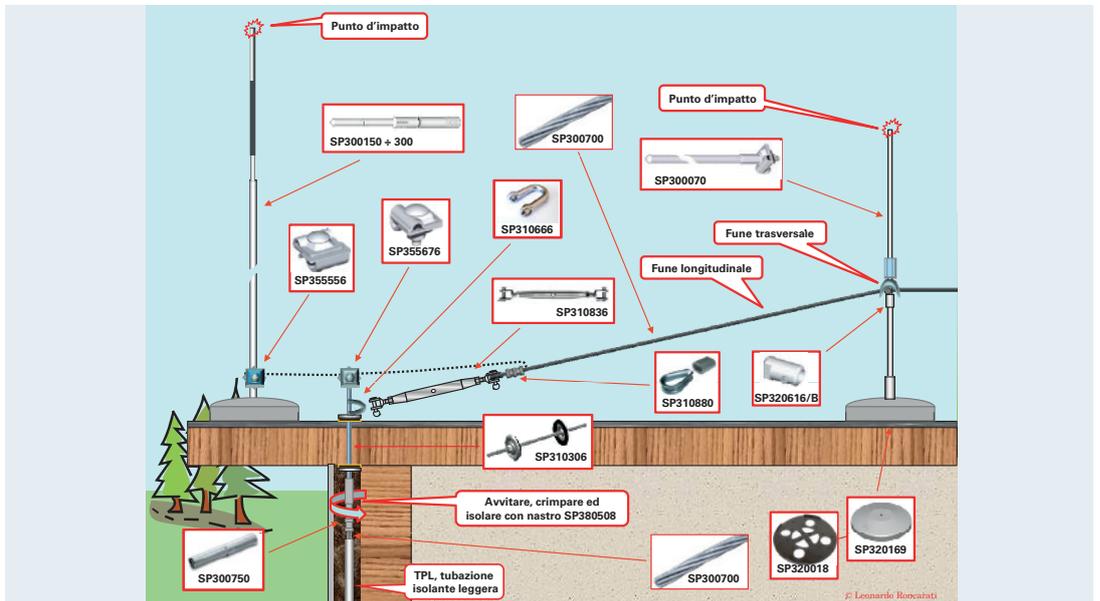


La figura ripropone un'altra soluzione di calata con passante stagno.

Con due passanti ed un gancio a riccio è possibile realizzare una calata su un tetto a due stadi.



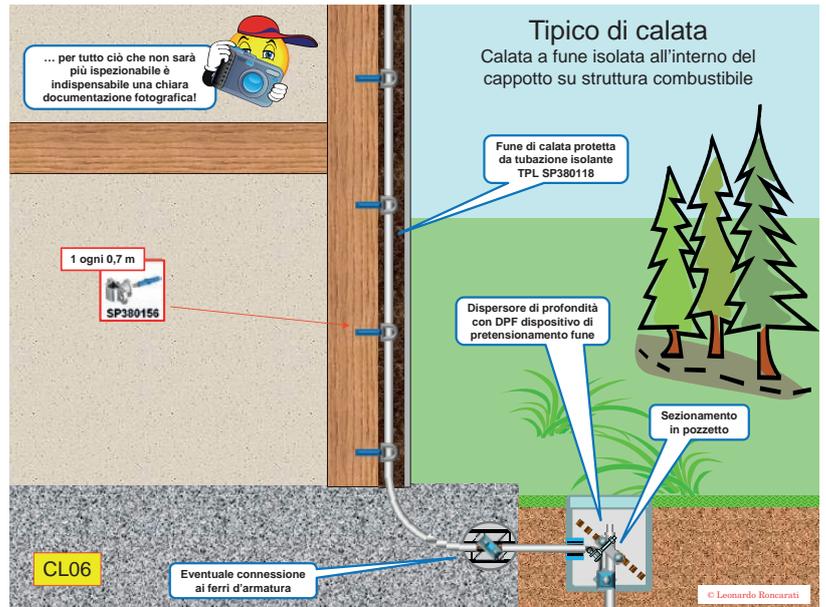
La figura evidenzia la versatilità del sistema di calata col passante stagno, anche su tetti con copertura in legno lamellare o comunque privi di parapetto; è possibile ancorare le funi di captazione e connettere contemporaneamente la fune di calata. La struttura combustibile richiede che la connessione sia a crimpare, non allentabile.





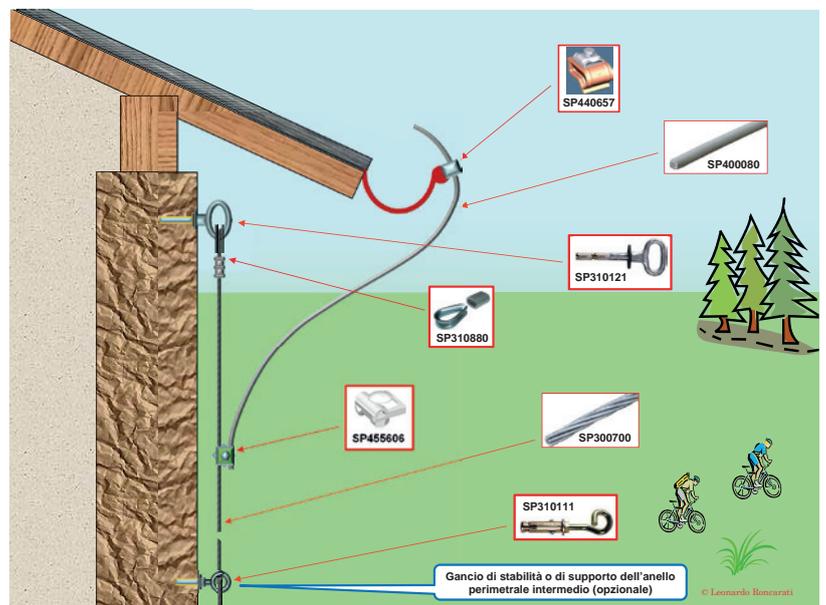
La foto mostra il particolare del dispositivo di pretensionamento della calata e la connessione ai ferri d'armatura del basamento in cemento armato

La figura mostra una calata isolata su struttura in legno. In quanto elemento non più ispezionabile in struttura combustibile, per il conduttore devono essere verificate le stesse caratteristiche indicate per ambienti con pericolo d'esplosione.

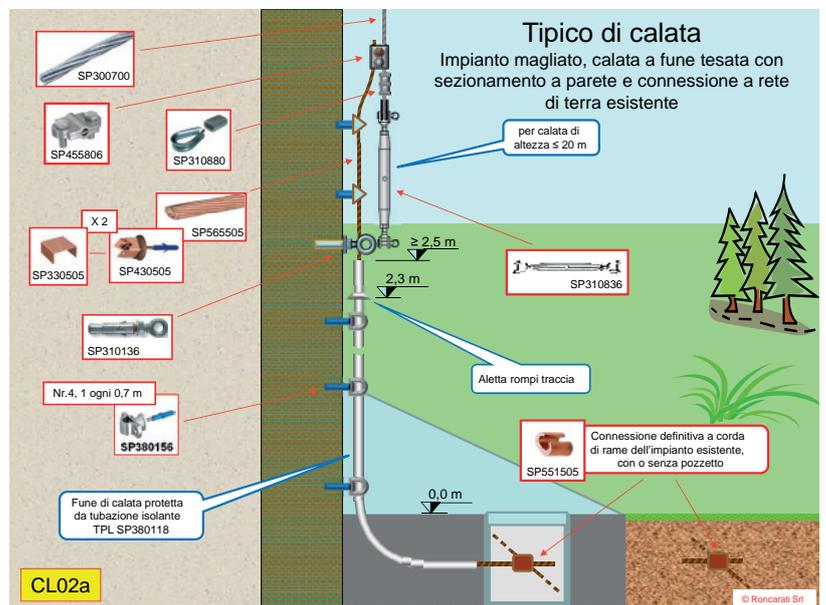


La figura mostra una calata a fune su struttura con tetto a falde e copertura in coppi o tegole.

La foto mostra una calata a fune in tubazione isolante TPE (300 kV). Visibile il punto di ancoraggio, il tirante, il morsetto di sezionamento bimetallico ed il dispositivo di compressione della tubazione.



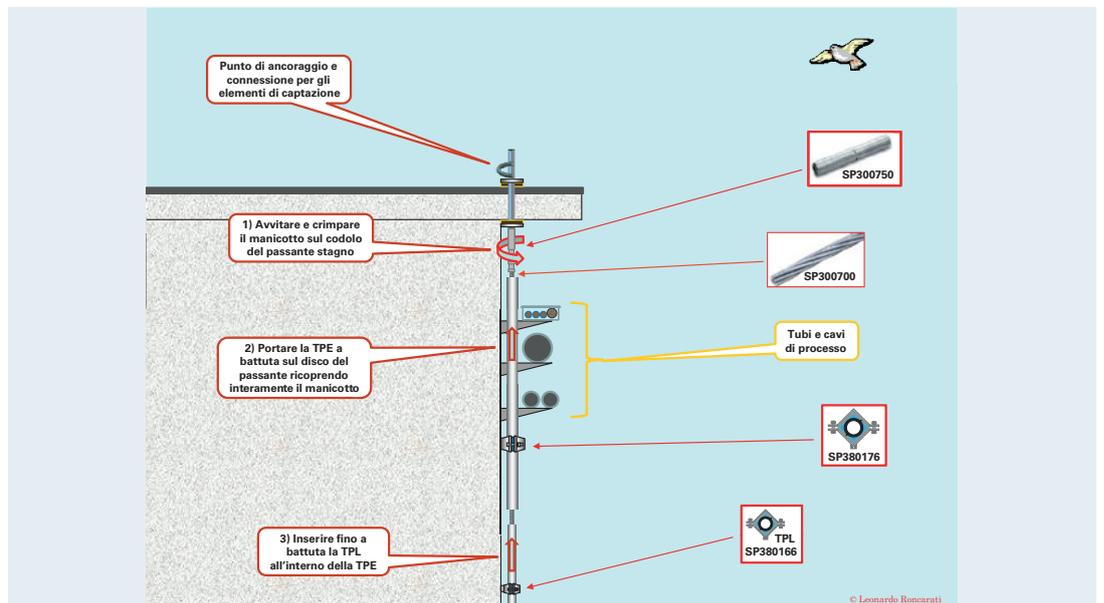
La figura mostra un tipico di calata a fune. Considerata l'inaccessibilità della connessione ai ferri d'armatura, il dispositivo di tensionamento della fune in Aldrey ed il morsetto di sezionamento sono posti oltre la quota d'isolamento.

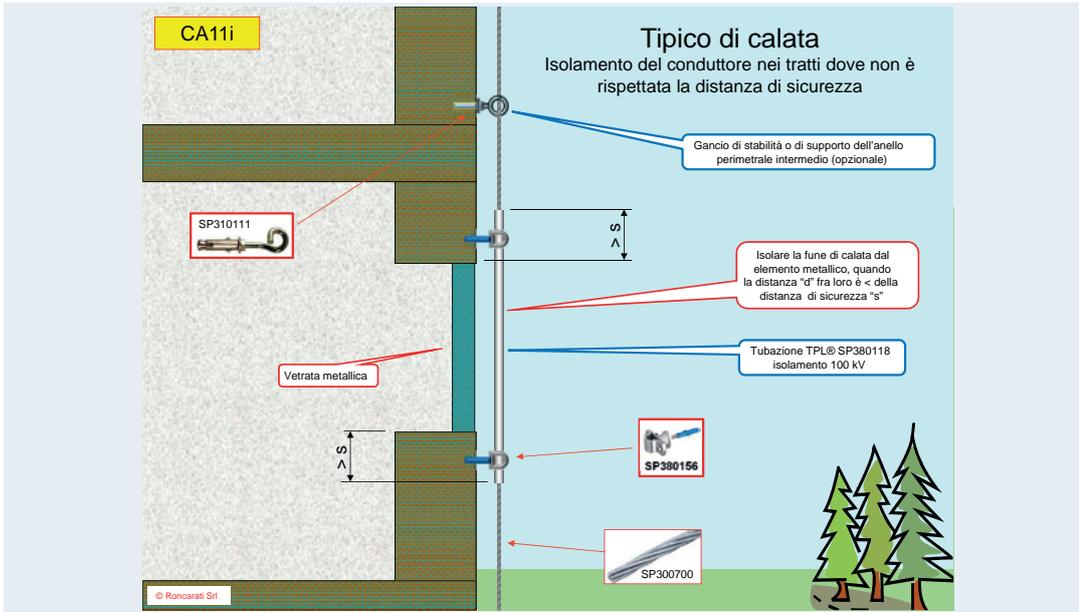


La foto mostra una calata a fune con percorso ottimizzato al fine di mantenere il rispetto della distanza di sicurezza con tutti gli elementi metallici lungo il percorso.

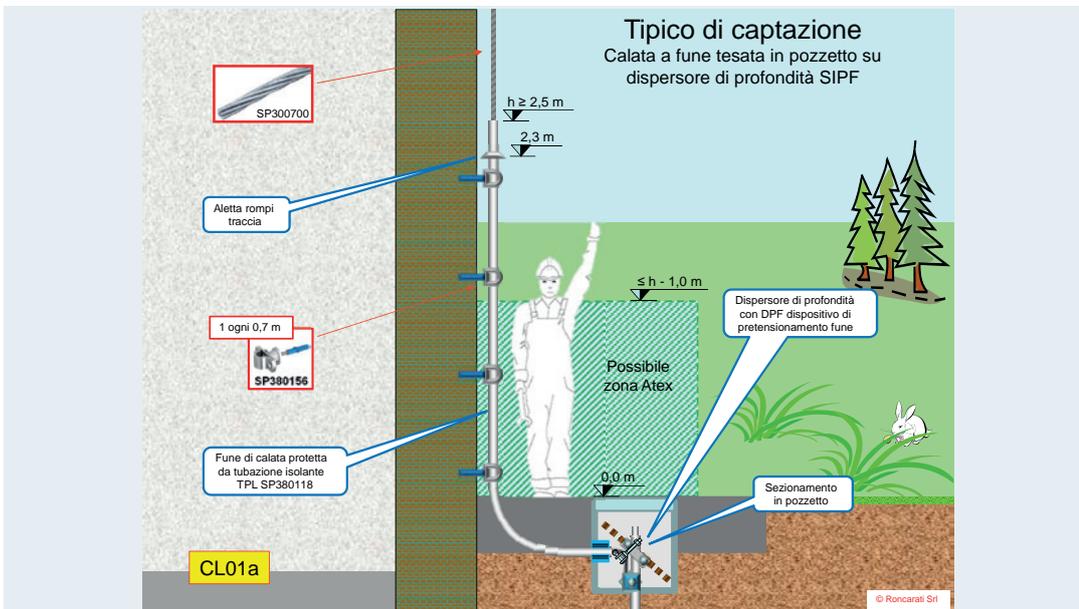


La foto mostra il passante verticale connesso alla fune di calata mediante manicotto di giunzione a crimpare.

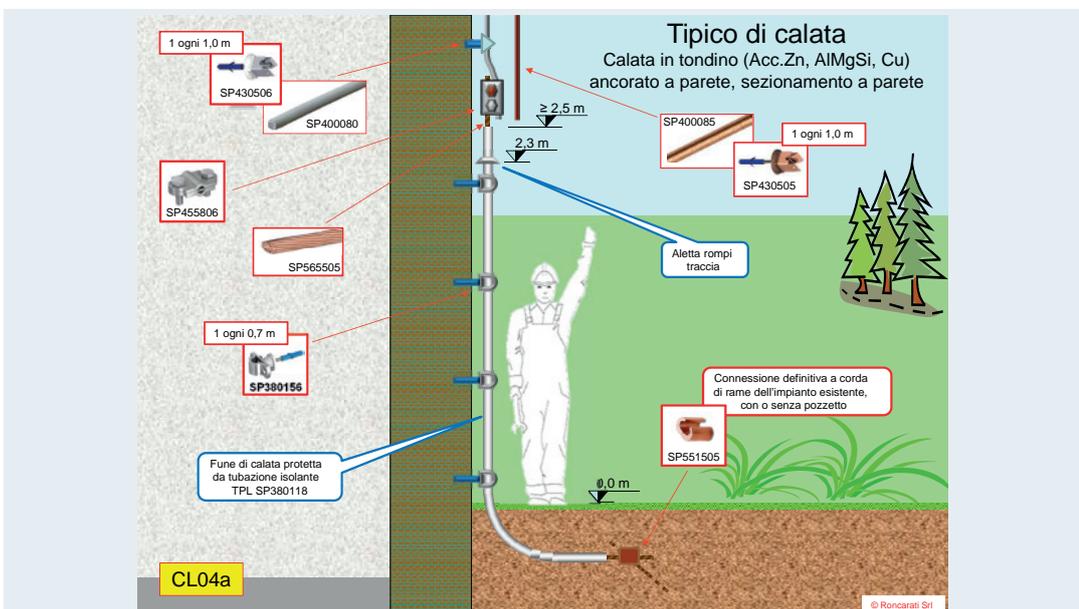




◀ La figura mostra un esempio di isolamento della fune di calata con tubazione isolante TPL nell'attraversamento di una massa metallica elettricamente continua con l'interno



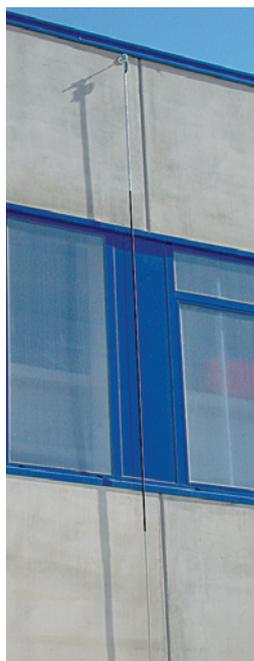
◀ La figura mostra un tipico di calata in ambiente con aree Atex esposte. I conduttori che attraversano le aree Atex devono essere continui privi di connessioni, anche se interni alla tubazione isolante. Il dispositivo di pretensionamento della fune ed il morsetto di sezionamento sono interni al pozzetto.



◀ La figura mostra una tubazione TPL per l'isolamento del conduttore negli ultimi tre metri di calata. Considerata l'inaccessibilità della connessione all'impianto disperdente, il morsetto di sezionamento è posto oltre la quota d'isolamento.

## Isolamenti

Calate a fune con tratti isolati con nastro SP380508 in corrispondenza di elementi elettricamente continui con l'interno (infissi, tubo del gas, tubi dell'impianto di condizionamento, ecc).



Scariche pericolose possono verificarsi tra l'LPS esterno ed i corpi metallici interni. Le scariche pericolose possono essere evitate con connessioni equipotenziali o mediante l'isolamento fra le parti (si ricorda che equipotenzializzare l'LPS esterno con corpi metallici interni fa sì che una porzione di corrente di fulmine possa fluire all'interno, "...e di questo effetto si dovrebbe tenere conto").

Quando si è certi di poterlo realizzare, **l'isolamento è la condizione da preferire**, condizione che si può ottenere per distanziamento o interponendo specifici materiali isolanti.

Quando la calata è a fune l'operazione di isolamento può essere fatta in totale sicurezza, basta misurare la distanza dal passante stagno al corpo metallico da isolare e riportarla sulla fune prima dell'installazione. La fune va isolata per un tratto dato dalle dimensioni del corpo metallico più due tratti, uno superiore ed uno inferiore, maggiori della distanza di sicurezza in quel punto. L'isolamento nella calata deve garantire almeno 100 kV di tenuta all'impulso, condizione soddisfatta con almeno 4 mm di spessore del nastro ad alto isolamento SP380508.

## Morsetto di sezionamento

Cartello monitore SP570100, elemento da prevedere a fianco della calata quando non è garantita la condizione di equipotenzialità o l'isolamento del suolo.



Alla base di ogni calata deve essere previsto un punto di misura/sezionamento.

Esso può essere posizionato direttamente sul dispersore se questo è accessibile ed il percorso della calata è isolato dal terreno, oppure alla base della calata, prima che questa entri nel terreno.

In questo punto avviene la connessione tra la calata, spesso in lega di alluminio o acciaio zincato, e la corda di rame dell'impianto disperdente; quando l'accoppiamento è tra metalli diversi è necessario un **morsetto bimetallico** per evitare effetti di corrosione (vedi articolo SP455807).

Non serve nessun sezionamento se le calate sono naturali.

## Tensioni di passo e contatto

Se le calate non sono costituite dalla struttura portante metallica o dai pilastri in cemento armato, o ancora se la resistività del suolo è inferiore a 100 kΩm, sostare entro 3 m dalla calata può essere pericoloso per la vita.

In questo caso è opportuno prendere provvedimenti come l'isolamento della calata, del suolo e/o l'interposizione di barriere o cartelli monitori.

# Materiali per calate e passaggi isolati

## Tubazione isolata

TPE - Tubazione in PE/SIL ad elevato isolamento



La tubazione TPE ad elevato isolamento SP380138 è studiata per rivestire la fune in Aldrey consentendo di realizzare percorsi di calata interamente isolati nel rispetto della distanza di sicurezza, permettendo in strutture con proprietà schermanti di attenuare il campo elettromagnetico indotto all'interno.

### Costituito da:

Anima in polietilene a forte spessore, specifico per alta tensione, protetta con guaina in silicone che ne migliora ulteriormente le caratteristiche dielettriche, ne conferisce un'elevata tenuta alle scariche superficiali ed un'ottima resistenza agli agenti atmosferici.

La tubazione è predisposta con entrambi i terminali lavorati a diametro interno maggiorato per il prolungamento della stessa o per la connessione al palo di captazione ad alto isolamento con calata integrata mediante l'apposito kit di giunzione SP480148.

### Si applica con:

Si connette alla parte inferiore del palo di captazione con calata integrata col kit di giunzione SP380148. Si ancora a parete col kit di fissaggio SP380186.

### Applicazioni

Prolungamento del tratto isolato dei pali di captazione con calata integrata, collegamenti in genere dove la distanza di sicurezza in aria richiesta non sia maggiore di 100 cm, calate isolate negli impianti con pericolo d'esplosione.



Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>TPE - TUBAZIONE AD ELEVATO ISOLAMENTO</b> Tubazione ad elevato isolamento per fune in Aldrey 70 mm <sup>2</sup> (l'articolo non comprende la fune), dimensioni Ø 38	PE/SIL	1084	<b>SP380138</b>

### Kit di giunzione

Per la connessione con la parte inferiore dei pali di sostegno con calata integrata PPI è necessario il kit di giunzione SP380148.

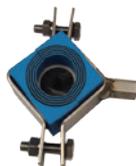
Il kit si compone di un corpo di giunzione in polietilene ad alto spessore con godronature di bloccaggio, 10 g di grasso al silicone, 20 cm di nastro ad altissimo isolamento SP380508 e di un tubo di protezione in silicone autorestringente.



Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>KIT DI GIUNZIONE</b> Kit di giunzione per tubazione ad elevato isolamento TPE, dimensioni finali Ø 43 x 300 mm	PE/SIL	255	<b>SP380148</b>

### Collare di fissaggio

Elemento per il fissaggio a parete della tubazione ad elevato isolamento (TPE). Posizionare con interasse di 750 mm (375 mm dai terminali esterni e dai punti di giunzione).



Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>COLLARE DI FISSAGGIO PER TPE</b> Collare di fissaggio per tubazione ad elevato isolamento (TPE SP380138), composto da due semicollari a forma quadrata ed un inserto in gomma multidiametro Roxtec RM60, elemento studiato appositamente per accogliere la tubazione e proteggerla dal colpo di frusta. Prevedere 3 collari per TPE da 3 m e 5 per TPE da 6 m.	AISI 304	767	<b>SP380176</b>

Palo di captazione ad elevato isolamento con calata integrata isolata in TPE, posata senza ancoraggi intermedi mediante tesatura della fune interna.



## Tubazione isolata

### TPL – Tubazione in PE/SIL leggera



**La tubazione isolante leggera TPL SP380118 è studiata per rivestire la fune in Aldrey o qualsiasi altro conduttore di diametro non superiore a 11 mm consentendo di realizzare percorsi di calata isolati nel rispetto della distanza di sicurezza ed evitando il problema delle tensioni di contatto alla base delle calate.**

#### Costituito da:

Anima in polietilene a medio spessore, specifico per alta tensione, protetta con guaina in silicone che ne migliora ulteriormente le caratteristiche dielettriche, ne conferisce un'elevata tenuta alle scariche superficiali ed un'ottima resistenza agli agenti atmosferici.

#### Si applica con:

Si ancora a parete col kit di fissaggio SP480188; la tubazione è venduta a misura con spezzoni di lunghezza massima 10 m, eventuali prolungamenti sono possibili mediante il kit di giunzione SP380128.

#### Applicazioni

Realizzazione di calate isolate, parte integrante di impianti con più elementi di discesa interconnessi dall'anello superiore dove la distanza di sicurezza in aria richiesta non sia maggiore di 33 cm, (tenuta all'impulso 100 kV).

Prolungamento del tratto isolato dei pali di captazione con calata integrata con le limitazioni suddette, collegamenti in genere dove non sia possibile il rispetto della distanza di sicurezza per distanziamento in aria.

Posizionata sul conduttore di calata nel tratto interrato dal dispersore al muro e fino a 2,5 metri di altezza sostituisce egregiamente la coppella di protezione garantendo la sicurezza dai contatti diretti.

Descrizione	Materiali	Peso (g/m)	Art.
<b>TPL,TUBAZIONE ISOLANTE LEGGERA</b>			
Tubazione isolante per fune in Aldrey 70 mm <sup>2</sup> dimensioni Ø 25 mm x lunghezza max 20 m	PE/SIL	332	<b>SP380118</b>



### Kit di giunzione

Per tratti isolati di lunghezza superiore a 20 metri è necessario il kit di giunzione SP380128. Il kit si compone di un manicotto di giunzione in polietilene a medio spessore, 10 g di grasso al silicone e di un tubo di protezione in silicone autorestringente.



Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>KIT DI GIUNZIONE</b> Kit di giunzione per tubazione isolante, dimensioni finali Ø 43 x 300 mm.	PE/SIL	255	<b>SP380128</b>

### Kit isolamento calate

I kit isolamento calate sono stati appositamente studiati per la protezione contro le tensioni di contatto negli ultimi 2,5 metri di calata e la protezione contro le tensioni di passo entro tre metri dalla calata (in abbinamento ad un sistema di dispersori a maglia). Il kit si compone di 5 metri di tubazione in PE/SIL leggera (TPL), una aletta rompitratta già montata sulla tubazione stessa e quattro clip di fissaggio. La versione per fune prevede inoltre un manicotto di battuta ed un dispositivo di pretensionamento fune (DPF®) da posizionare nel pozzetto direttamente sul dispersore di profondità. Il kit va previsto in fase di progettazione ed installato prima della chiusura degli scavi.

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>KIT ISOLAMENTO CALATE PER FUNE</b> Kit isolamento calate per conduttore a fune.	PE/SIL/AISI 304	5340	<b>SP380128/F</b>

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>KIT ISOLAMENTO CALATE PER TONDINO</b> Kit isolamento calate per conduttore appoggiato (il morsetto di sezionamento potrebbe essere posizionato anche nel pozzetto, se presente).	PE/SIL	3660	<b>SP380128/T</b>

Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
<b>COLLARE DI FISSAGGIO PER TPL</b> Staffa di fissaggio per tubazione isolante leggera Ø 25mm TPL. Realizzata in acciaio inox per una elevata resistenza alla corrosione. Già dotata di rosetta, vite inox per legno e tassello Ø 8 mm. Salvo differenti indicazioni specifiche, l'interasse di montaggio è pari a 0,75 m.	AISI 304	88	<b>SP380156</b>
<b>COLLARE DI FISSAGGIO PER TPL</b> Collare di fissaggio per tubazione isolante leggera Ø 25mm (TPL SP380118), elemento studiato per accogliere la tubazione e proteggerla dal colpo di frusta. Corpo in tecnopolimero bianco con inserti fissi in EPDM, sistema di serraggio rapido con linguette dentate, filettatura M10 alla base per accoppiamento con accessori vari di ancoraggio. Salvo differenti indicazioni specifiche, l'interasse di montaggio è pari a 0,75 m.	EPDM	34	<b>SP380168</b>
<b>COLLARE DI FISSAGGIO PER TPL</b> Collare di fissaggio completo di tassello in nylon (foro Ø10mm) e vite prigioniera inox Ø8x80mm con dado di bloccaggio per montaggio a parete.	EPDM/Inox	61	<b>SP380168/T</b>



### Applicazioni

Il collare SP380168 è necessario quando l'impianto si compone di singoli elementi di captazione, i quali, in caso di scarica, sono soggetti alla piena corrente di fulmine. Mentre il collare SP380156 è consigliato in impianti magliati dove la corrente che fluisce in ogni singola calata è attenuata dalla ripartizione.

### SUPPORTO A GRAVITÀ PER TPL

Supporto a gravità per il fissaggio su tetti piani di tubazione isolante TPL SP380118 (Ø25mm). Composto da collare ad alta tenuta inox, zoccolo di zavorra peso 5 kg e base antiscivolo. Realizzato in cemento e materiale plastico, non teme i raggi UV e l'invecchiamento.



### CONTASCARICHE TIPO P-LSC 1 TIPO 1+2

Contascariche da installare sulle calate dell'impianto di protezione esterno; memorizza il numero, la data e l'ora del fulmine nonché il valore della corrente. IP67



360 g **SPJ306015**

La foto mostra un impianto di protezione ad asta su palo di supporto. Il rispetto della distanza di sicurezza di 1,08 m del conduttore di calata è garantito dalla tubazione isolante (inizialmente TPE, s 1,00 m, e successivamente a scendere TPL, s 0,33 m) ancorata al condotto della struttura tramite supporti isolati a "V" SP320299/045 (s 0,45 m) e collari di fissaggio SP380168.



## ■ 6.10 L'impianto di terra

Cartello SP570000,  
elemento da prevedere  
per l'identificazione del  
dispersore di terra



L'impianto di terra è la parte di un LPS esterno atta alla conduzione ed alla dispersione a terra della corrente di fulmine; esso deve essere progettato e realizzato con cura ai fini di ridurre al minimo pericolose sovratensioni, ridurre il pericolo delle tensioni di passo ed essere adatto a tutti gli scopi. A tal fine i dispersori di impianti differenti, se presenti, devono essere ad esso connessi. Esistono due sistemi di dispersori denominati **tipo A** e **tipo B**.

Il dispersore di tipo A comprende elementi orizzontali e verticali che non realizzano un anello perimetrale chiuso. Se i vari elementi sono connessi da un dispersore ad anello, ma questo è in contatto con il suolo per meno dell'80% del perimetro, il dispersore è ancora di tipo A. Per i piccoli impianti il minimo numero degli elementi verticali è due.

I dispersori radiali vanno posati ad una profondità di almeno 0,5 metri; a maggiore profondità corrispondono minori tensioni di passo in superficie.

Il dispersore di tipo B comprende sia il dispersore ad anello esterno, in contatto con il suolo per almeno l'80% del perimetro, sia i dispersori di fondazione. Il dispersore di tipo B è da preferire quando la resistività del terreno è particolarmente elevata (terreni rocciosi), per l'equipotenzializzazione delle calate e, nota bene, **quando all'interno della struttura sono presenti impianti sensibili**.

Per i grandi impianti industriali è consigliata la realizzazione di un dispersore magliato (20 x 20 m) che connetta i dispersori di tipo B delle diverse strutture.

Un siffatto dispersore presenta una bassa impedenza, riduce quindi le differenze di potenziale tra le varie strutture apportando enormi vantaggi nella protezione contro l'impulso elettromagnetico da fulminazione.

I dispersori nel terreno, quando si usano i ferri d'armatura di fondazione, dovrebbero essere realizzati in rame o acciaio inossidabile; dispersori in acciaio zincato dovrebbero essere connessi ai ferri di fondazione mediante spinterometri, in quanto il collegamento diretto ne provoca la corrosione.

Le stesse considerazioni vanno fatte anche per le tubazioni metalliche nel terreno quando queste si connettono al sistema di terra.

L'alluminio non deve mai essere utilizzato come dispersore.

La foto mostra  
un dispersore di  
profondità ramato con  
annesso dispositivo di  
pretensionamento fune.



## Materiali per l'impianto disperdente e i collegamenti equipotenziali

Per la realizzazione dell'impianto disperdente sono di uso comune tre diverse tipologie di conduttori.

- Piatto 30 x 3 mm in acciaio zincato a fuoco.
- Tondo pieno massiccio Ø 10 mm in acciaio zincato a fuoco.
- Corda rigida da 50 mm<sup>2</sup> in rame.

Tutti questi elementi sono idonei all'impiego sia interrato e che all'interno del cemento armato, tuttavia mentre la nobiltà del rame rende la corda pressoché inattaccabile dalla corrosione e può essere posata senza particolari accorgimenti, per i conduttori in acciaio zincato è necessario prendere precauzioni nei punti di uscita dal cemento armato e sono fortemente sconsigliati nella funzione di dispersore intenzionale quando è presente anche un dispersore di fatto, rappresentato dai ferri di fondazione.



**SP565505**

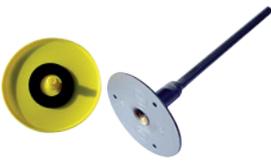


**SP565011**

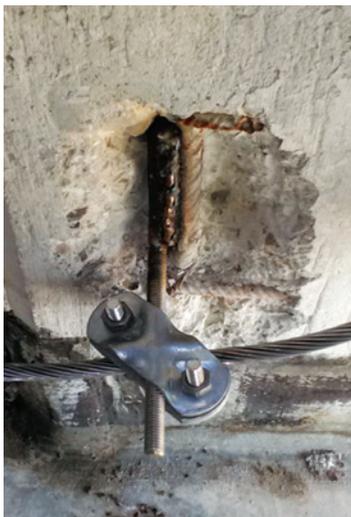


**SP565101**

	Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
	<b>CONDUTTORI PIATTI</b> Piatto in acciaio dolce zincato con dimensioni 30 x 3 mm, idoneo all'interramento	Acciaio zincato a fuoco	Matassa da 33 e 67 m 750 / m	<b>SP565011</b>
	<b>CONDUTTORE TONDO MASSICCIO IN ACC.ZN</b> Tondo in acciaio dolce zincato Ø10 mm idoneo all'interramento	Acciaio zincato a fuoco	Matasse da 100 m 630 / m	<b>SP565101</b>
	<b>CORDA DI RAME</b> Corda rigida di rame in formazione 7 x Ø 3,00 mm, sezione 50 mm <sup>2</sup>	Rame elettrolitico ricotto	Matasse da 100 m 442 / m	<b>SP565505</b>
	<b>CONNETTORI A C</b> Connettori di derivazione a C per conduttori in rame. Passante da 50 mm <sup>2</sup> – derivato da 50÷35 mm <sup>2</sup>	Rame elettrolitico ricotto	89	<b>SP551505</b>
	<b>CAPICORDA</b> Capicorda di messa a terra in rame stagnato privi del foro di spia e con colletto allungato predisposto per una doppia pressata. Sezione 50 mm <sup>2</sup> e occhio Ø 13,2 mm. Idoneo all'interramento	Rame elettrolitico ricotto e stagnato elettroliticamente	29	<b>SP550505</b>
	<b>COLLARE</b> Collare per la connessione dei conduttori di calata (tondi 8÷10 mm e piatto 30 mm) ai dispersori di profondità Ø 25 mm. Il collare in inox permette connessioni dirette con materiali diversi senza rischi di corrosione	AISI 304	320	<b>SP555256</b>
	<b>DISPERSORI</b> Dispersori di profondità Ø25 mm lunghi 1,5 m. Già dotati di innesto rapido non necessitano di manicotto di giunzione	Acciaio zincato a fuoco Acciaio ramato elettroliticamente (spessore Cu 250 µm)	5726 5735	<b>SP560251</b> <b>SP560255</b>
	<b>PUNTAZZA</b> Puntazza in ghisa per dispersori di profondità Ø 25 mm	Ghisa	70	<b>SP560261</b>
	<b>BATTITORE</b> Dispositivo da usare a protezione dei dispersori di profondità durante l'infissione. Consente un numero illimitato di infissioni.	Acciaio temperato	801	<b>SP590251</b>

	Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
	<p><b>PUNTO FISSO</b> Punto fisso di messa a terra per la connessione dei ferri di armatura dotato di filetto centrale femmina M10 e M12, se rivolto verso l'esterno realizza le calate dell'impianto parafulmine o l'equipotenzialità fra l'impianto di terra esterno e i ferri di fondazione. Rivolto verso l'interno, piano per piano, realizza il nodo equipotenziale. Per la connessione coi ferri d'armatura prevedere il morsetto SP555612</p>	AISI316	217	<b>SP560606</b>
	<p><b>MORSETTO DI CONNESSIONE</b> Morsetto universale per la connessione parallela o perpendicolare dei ferri d'armatura fra loro e/o con conduttori piatti e tondi dell'impianto disperdente (30 x 3 mm, Ø 8-25 mm). Da prevedere per la connessione del punto fisso SP560606</p>	Acc. Zn a fuoco	429	<b>SP555612</b>
	<p><b>PUNTO FISSO</b> Punto fisso di messa a terra, consigliato in considerazione delle ridotte dimensioni per la connessione ai ferri d'armatura di copponi e travi in cemento armato o per l'installazione su strutture esistenti. Elemento formato da un disco di battuta, filetto centrale maschio M12 e codolo piatto posteriore. Per la connessione ai ferri d'armatura prevedere il morsetto SP555301</p>	AISI 316	291	<b>SP560616</b>
	<p><b>MORSETTO AD INCROCIO</b> Morsetto per connessioni ad incrocio fuori e sotto terra tra conduttori piatti e tondi in acciaio zincato. Elemento da abbinare al punto fisso SP560616, per la connessione ai ferri d'armatura</p>	Acciaio zincato a fuoco e viterie in inox	241	<b>SP555301</b>
	<p><b>MORSETTO DI CONNESSIONE</b> Morsetto universale per connessioni a croce, a T e parallelo di tondi in acciaio zincato Ø 10 mm col tondino della rete elettrosaldato Ø 4-6 mm. Costituito dall'unione di due piastre concave con un solo bullone centrale, realizza una connessione rapida e sicura</p>	Acc. Zn	106	<b>SP555661</b>
	<p><b>CARTELLINO DI TERRA</b> Cartello per l'identificazione del dispersore di terra con numero e distanze. Serigrafato su sfondo blu con scritte nere e bianche. Da prevedere in abbinamento ai dispersori di terra. Dimensioni 165 x 250 mm</p>	Alluminio	54	<b>SP570000</b>
	<p><b>PIATTO</b> Conduttore piatto 30x3 mm per anelli equipotenziali. Per l'ancoraggio a parete del piatto 30 x 3 mm prevedere la staffa SP630306</p>	Rame elettrolitico	803 / m	<b>SP645005</b>
	<p><b>COLLETTORE</b> Collettore di terra ricavato da piatto di acciaio 60x5 mm.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• lunghezza 225 mm, con 4 fori 10,5 mm</li> <li>• lunghezza 305 mm, con 8 fori 10,5 mm</li> <li>• lunghezza 385 mm, con 12 fori 10,5 mm</li> </ul>                     Distanza dalla parete 65 mm. Per la connessione di conduttori tondi si consiglia l'utilizzo del cavallotto SP355666</p>	AISI 304	63 85 107	<b>SP645546</b> <b>SP645586</b> <b>SP645626</b>

	Descrizione	Materiali	Peso (g)	Art.
	<b>COLLETORE</b> Collettore di terra ricavato da piatto di rame 40x5 mm. <ul style="list-style-type: none"> <li>• lunghezza 250 mm, con 6 bulloni M10x25 mm</li> <li>• lunghezza 310 mm, con 8 bulloni M10x25 mm</li> <li>• lunghezza 430 mm, con 12 bulloni M10x25 mm</li> <li>• lunghezza 550 mm, con 16 bulloni M10x25 mm</li> </ul> Supportato da 2 isolatori distanziatori già dotati di viti e tasselli S8 per il fissaggio a parete	Piatto in rame Viterie AISI 304 Isolatori in poliestere con fibre di vetro	805 976 1334 1775	<b>SP645065</b> <b>SP645085</b> <b>SP645125</b> <b>SP645165</b>
	<b>COLLEGAMENTI ULTRAFLESSIBILI</b> Treccie piatte stagnate per collegamenti equipotenziali. <ul style="list-style-type: none"> <li>• sezione 16 mm<sup>2</sup>, lunga 200 mm, fori Ø 8 mm</li> <li>• sezione 16 mm<sup>2</sup>, lunga 250 mm, fori Ø 8 mm</li> <li>• sezione 16 mm<sup>2</sup>, lunga 320 mm, fori Ø 8 mm</li> <li>• sezione 25 mm<sup>2</sup>, lunga 250 mm, fori Ø 8 mm</li> <li>• sezione 25 mm<sup>2</sup>, lunga 300 mm, fori Ø 8 mm</li> </ul>	Trefolo di rame stagnato da 0,2 mm di diametro	44 50 54 78 84	<b>SP640185</b> <b>SP640255</b> <b>SP640305</b> <b>SP640265</b> <b>SP640315</b>
	<b>COLLARI DI EQUIPOTENZIALITÀ</b> Collari da utilizzare per le connessioni equipotenziali con tubi o masse metalliche in ingresso nella struttura. Il sistema è formato da testa di tesatura con morsetto per conduttori flessibili aventi sezioni fino a 50 mm <sup>2</sup> . Da abbinare al nastro SP440006	AISI 304	57	<b>SP640506</b>
	<b>NODI EQUIPOTENZIALI</b> Barra equipotenziale con coperchio. Accetta conduttori piatti fino a 30 x 5 mm, tondi Ø 8-10 mm e 7 conduttori flessibili fino a 16 mm <sup>2</sup>	Ottone / ABS	507	<b>SP645294</b>
	<b>INDICAZIONE DI NODO EQUIPOTENZIALE</b> Cartello per l'identificazione del collettore di terra. Elemento serigrafato su sfondo giallo con scritte nere e bianche da utilizzare in abbinamento ai collettori di terra. Dimensioni 125 x 175 mm	Alluminio	28	<b>SP670000</b>



◀ Le foto mostrano due esempi di utilizzo degli elementi naturali

## Argomento di studio

### Rifugio GRASSI, Alpi Orobie, scelta della soluzione di protezione



#### Descrizione della struttura e degli impianti

In primo luogo si è proceduto alla valutazione del rischio da fulminazione in accordo alla CEI EN 62305-2.

La struttura è ubicata al Passo del Camisolo nel comune di Valtorta (BG), in zona completamente isolata da altre strutture. Il valore di  $N_g$  è pari a 4,94 fulmini / (anno\*km<sup>2</sup>). La destinazione d'uso è "rifugio montano" e al suo interno sono presenti 25 posti letto oltre alla zona bar e alla cucina.

Il numero di persone presenti nella struttura è stato assunto pari a 40 considerando i clienti del rifugio che alloggiano e gli utenti presenti al bar, oltre al personale. Il numero d'ore annue per le quali le persone sono presenti nella zona è stato assunto pari a 8760 (ovvero per tutto l'anno).

È stato considerato tale valore in quanto il rifugio è aperto solo nei mesi estivi, ma è proprio in questa stagione che si concentra il maggior numero di fulmini a terra.

L'edificio è realizzato in sasso (struttura debole), il coperto è interamente in legno (orditura primaria, secondaria e tavolato), il manto di copertura è costituito da pannelli sandwich coibentati con poliuretano (copertura combustibile e conduttiva).

In accordo con la nota 2 in calce alla tabella C5 della norma CEI EN 62305-2 si è pertanto considerato un carico d'incendio elevato. All'interno le solette e la pavimentazione risultano anch'esse in legno.

Sul coperto sono presenti due lucernari con infisso metallico e asta di manovra metallica, tre comignoli con parte terminale metallica ed un impianto fotovoltaico costituito da pannelli fotovoltaici appoggiati sulla copertura. L'edificio è provvisto di canali di gronda e pluviali in lamiera metallica e di scuri anch'essi metallici.

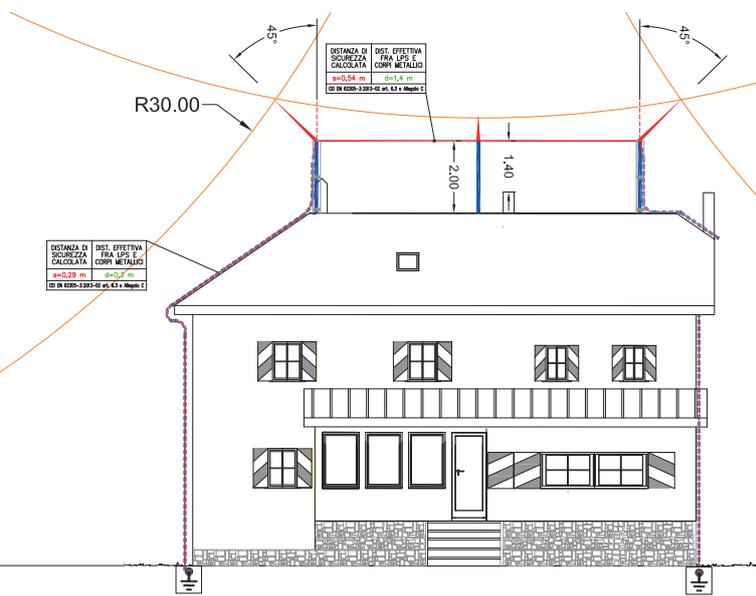
In funzione della VdR e considerata la frequenza con cui la struttura è stata soggetta in passato ad eventi di fulminazione diretta, si è assunto, in accordo con la committenza, di dotare l'edificio di un LPS di classe II ( $P_b = 0,05$ ).

## Descrizione del progetto

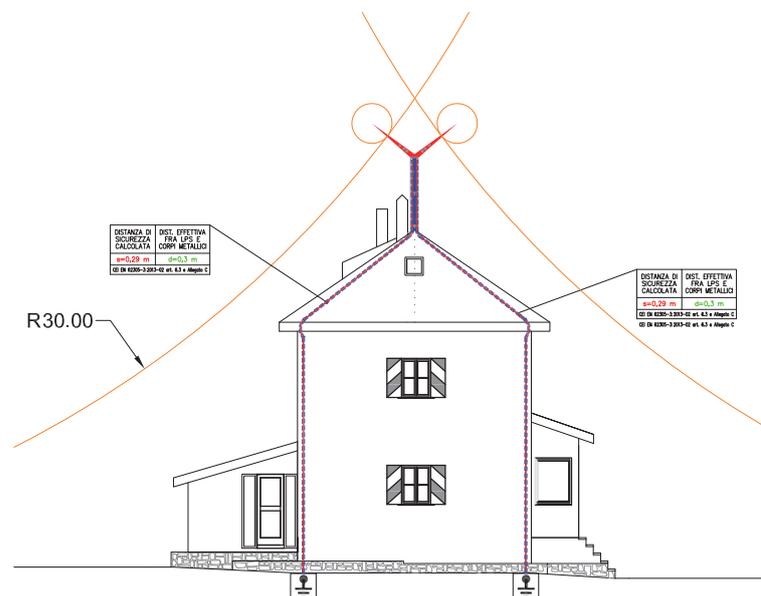
Per il dimensionamento dell'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche è stato utilizzato il metodo della sfera rotolante, presa di raggio 30 m per rispettare le richieste di un LPS di classe II. L'impianto di captazione è stato studiato per la riduzione del rischio R1 e del rischio R4, si è pertanto operato affinché non si verificano situazioni pericolose.

Considerato tutti gli elementi conduttivi in copertura e la presenza di infissi e pluviali metallici sulle pareti, si è optato per un impianto di protezione isolato, pertanto l'equipotenzializzazione tra lo LPS e la struttura avviene solo a livello del suolo. La distanza di sicurezza nel caso in esame risulta di 29 cm per le calate e di 54 cm per la fune orizzontale d'interconnessione dei captatori. Nel primo caso il rispetto si è ottenuto mediante isolamento del conduttore, mentre nel secondo mediante distanziamento.

Le scelte progettuali, effettuate in funzione della tipologia d'impianto, hanno portato ad identificare quattro captatori di lunghezza 2,5 m (asta SP300200 + elemento di rinforzo SP320150/050 + regolatore d'inclinazione SP320100/S) supportati da specifici pali ad alto isolamento alti 2,0 m, fissati sul coperto utilizzando i preesistenti basamenti. Le aste sono previste inclinate per intercettare meglio il punto d'impatto.



**PROSPETTO SUD-EST**



**PROSPETTO SUD-OVEST**

I due pali con captatori sono collegati fra loro da un tratto di fune in Aldrey SP300700 per ripartire meglio la corrente da fulmine e ridurre la distanza di sicurezza. Nella mezzeria è prevista l'installazione di un terzo palo, ma con la sola funzione di sostegno della fune. Ogni palo con captatori è collegato a due calate completamente isolate dalla struttura, realizzate con fune in Aldrey inserita in tubazione ad alto isolamento (TPL 100 kV SP380118) fino al dispersore ed ancorate alla parete dell'edificio ogni metro. La calata isolata garantisce inoltre la protezione contro le tensioni di contatto. La calata termina in pozzetto ispezionabile dove si connette alla rete di terra esistente tramite morsetto bimetallico di connessione.

## Impianto di terra

L'impianto di terra esistente è risultato essere costituito da un anello interrato di lunghezza complessiva 50 m a cui sono stati aggiunti 6 elementi radiali di lunghezza oltre i 20 m. I valori di resistenza di terra misurati variavano tra i 38 ed i 40 Ohm, al fine di ridurre tale valore e allo stesso tempo di evitare che nei periodi invernali, in presenza di terreno ghiacciato, il sistema perda ulteriormente di efficacia, è stata richiesta l'installazione di 4 dispersori verticali con interrimento minimo 2500 mm in corrispondenza di ogni calata.

## Norma CEI EN 62305-3 all.to E, punto E.5.4.1

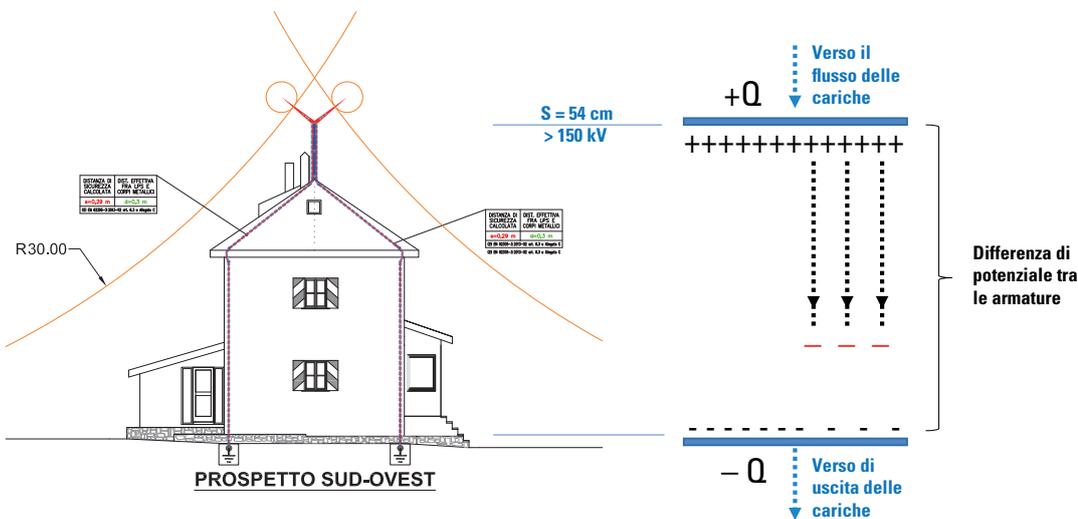
Il valore della resistenza di terra consigliato di 10  $\Omega$  è molto conservativo nei casi di strutture nelle quali è effettuata l'equipotenzializzazione diretta. Il valore della resistenza dovrebbe essere il minore

possibile in tutti i casi. Ancora più importante è l'equipotenzializzazione. Anche se un dispersore di fondazione in terreni rocciosi presenta caratteristiche di dispersione ridotte, esso assolve la funzione di equipotenzializzazione (Norma CEI EN 62305-3 all.to E, punto E.5.4.3.5)

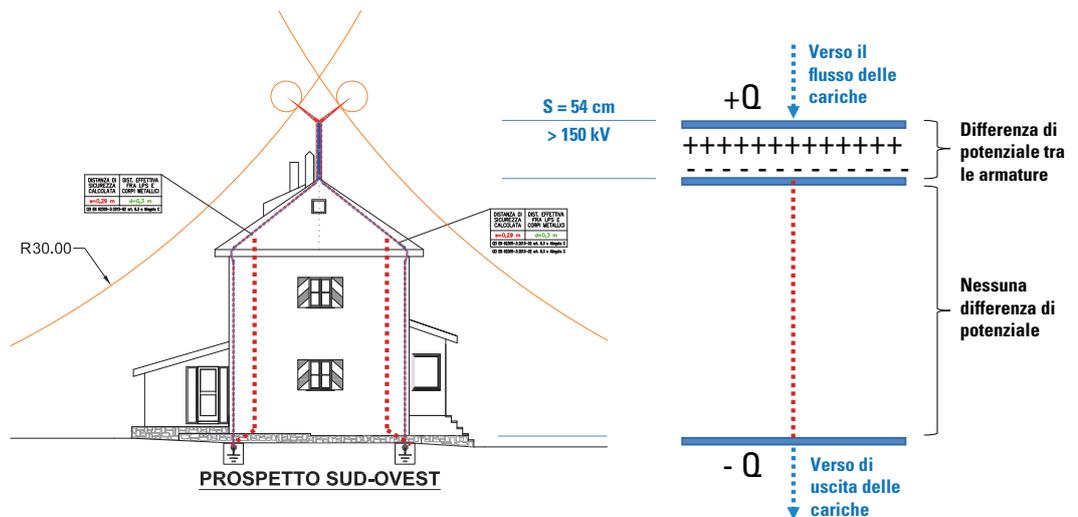
La profondità d'interramento ed il tipo di dispersore dovrebbero essere tali da minimizzare gli effetti della corrosione, dell'essiccamento o del congelamento del suolo e stabilizzare così il valore della resistenza di terra. È raccomandato di non considerare efficace il primo mezzo metro d'infissione di un picchetto verticale in condizioni di gelo.

Si è rimosso l'impianto di protezione appoggiato presente sul coperto dell'edificio, ma si sono utilizzate le calate esistenti come elementi di connessione equipotenziale del coperto metallico.

La particolare condizione costruttiva della struttura, che la rende debole e non schermante nei confronti del fulmine, ci ha portato ad attuare un ulteriore accorgimento per la protezione degli impianti interni, un accorgimento spesso usato in ambienti con pericolo d'esplosione. Il sistema di captazione isolato consente di portare la scarica dal punto d'impatto a terra, generando tuttavia una considerevole differenza di potenziale tra la copertura e la terra (una distanza di sicurezza calcolata di 54 cm indica che la ddp può arrivare a superare i 150 kV). Gli impianti interni alla struttura si vengono così a trovare tra le due facce di un enorme condensatore, con effetti elettrostatici non trascurabili.



La messa a terra del tetto attraverso conduttori non interessati dalla corrente da fulmine, utilizzando in questo caso quelli del vecchio impianto appoggiato, circoscrive il problema delle differenze di potenziale tra il punto d'impatto e la copertura, mentre tra quest'ultima e la terra tutto si porta allo stesso potenziale.



Si è voluto portare questo esempio per evidenziare i passaggi, dall'approccio critico della verifica dei rischi all'analisi degli effetti, che consentono di realizzare impianti di protezione di elevata efficacia. L'aver operato su questa realtà, sita in un ambito particolarmente severo dove le probabilità di fulminazione diretta sono molto elevate, consente inoltre alla Roncarati di testare realmente i prodotti e le soluzioni studiate.