

SIPF® è  
un marchio registrato della

**RONCARATI**

SERVIZI ELETTRICI INDUSTRIALI

 **SIPF**®

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



# l'Azienda

relatori

**RONCARATI SRL** SERVIZI ELETTRO INDUSTRIALI

[www.roncarati.eu](http://www.roncarati.eu)

40138 Bologna - Via dell'Elettricista 18  
Tel / Fax 051 8492741

Resp.Tecn. **Leonardo Roncarati**

cell. **348 266 76 18**

e-mail [leonardo@roncarati.eu](mailto:leonardo@roncarati.eu)

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



**Manuela Marzadori**  
Ingegnere

Viale G. Salvemini 11/5  
40132 - Bologna

Cell. +39 333 3402689

E-mail: [mmarzadori@gmail.com](mailto:mmarzadori@gmail.com)  
Pec: [manuela.marzadori@ingpec.eu](mailto:manuela.marzadori@ingpec.eu)  
Skype: [mmarzadori1](https://www.skype.com/people/mmarzadori1)

C.F. MRZMNL76H65A944M - P.I. 03513381206

# l'Azienda

chi siamo



**prodotto  
in Bologna**

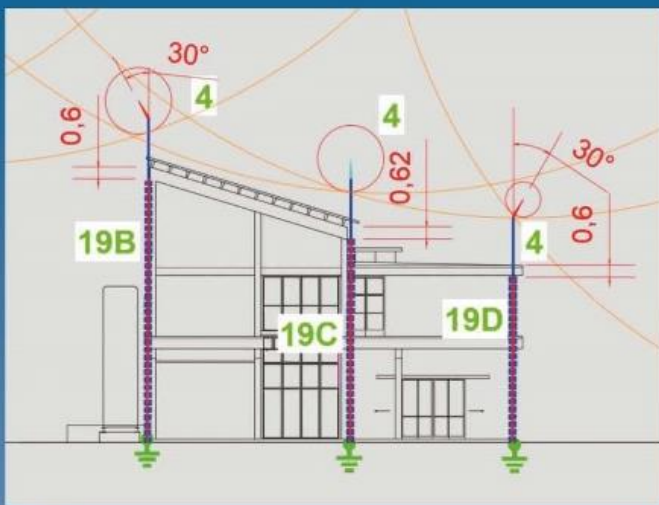
Siamo una azienda di Bologna specializzata nella protezione contro i fulmini e le sovratensioni.

Siamo fermamente convinti che perseguire l'eccellenza attraverso la conoscenza, la ricerca, l'innovazione e la qualità, dalla progettazione ai materiali, è l'unica condizione che consente di realizzare efficaci soluzioni di protezione e di acquisire sempre maggiori considerazioni dal mercato.

Supporto alla Progettazione  
Progettiamo per il Progettista

Produzione di fondamenti per la  
protezione dalle scariche  
atmosferiche

Dispositivi di protezione  
dalle sovratensioni

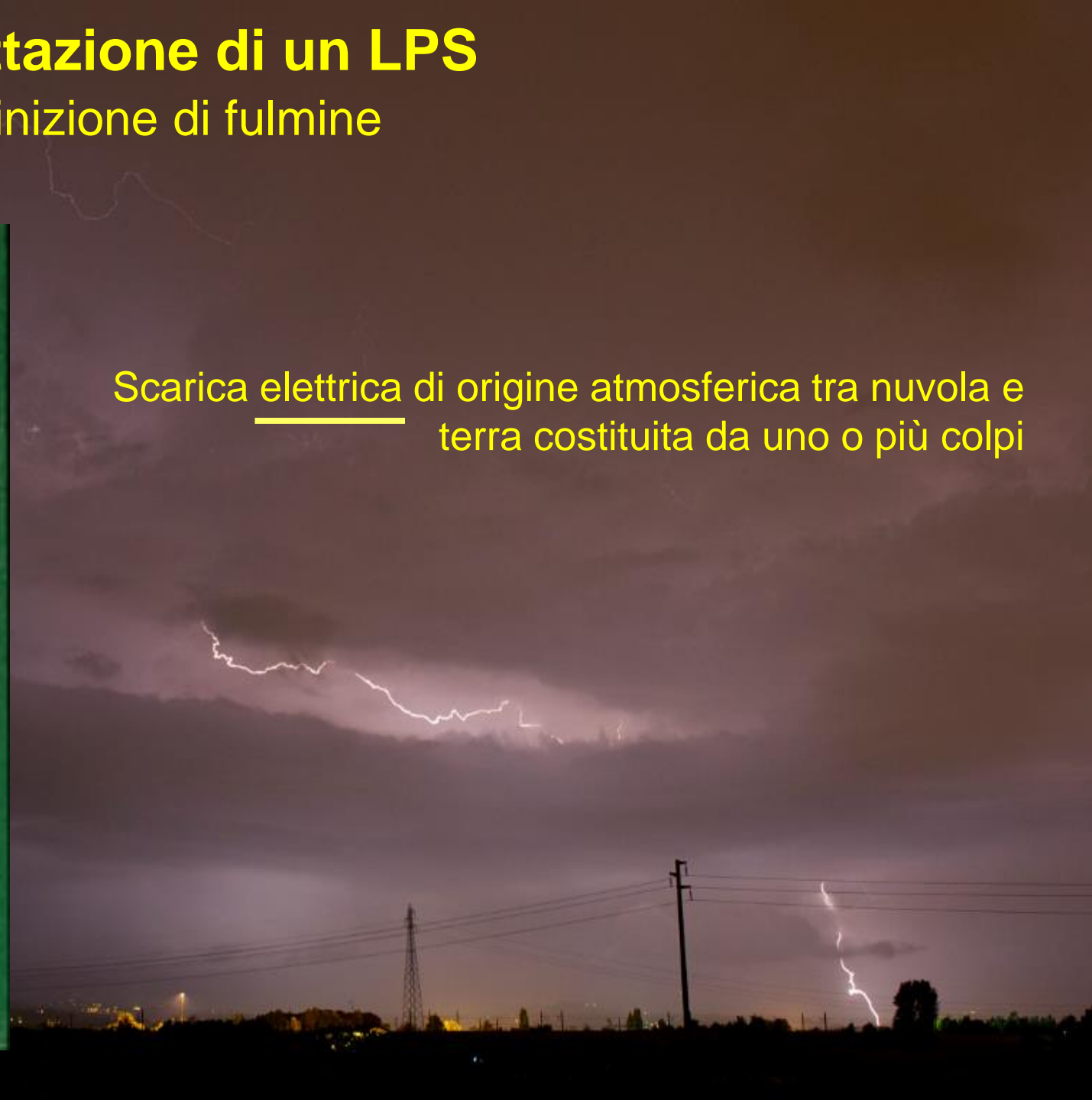


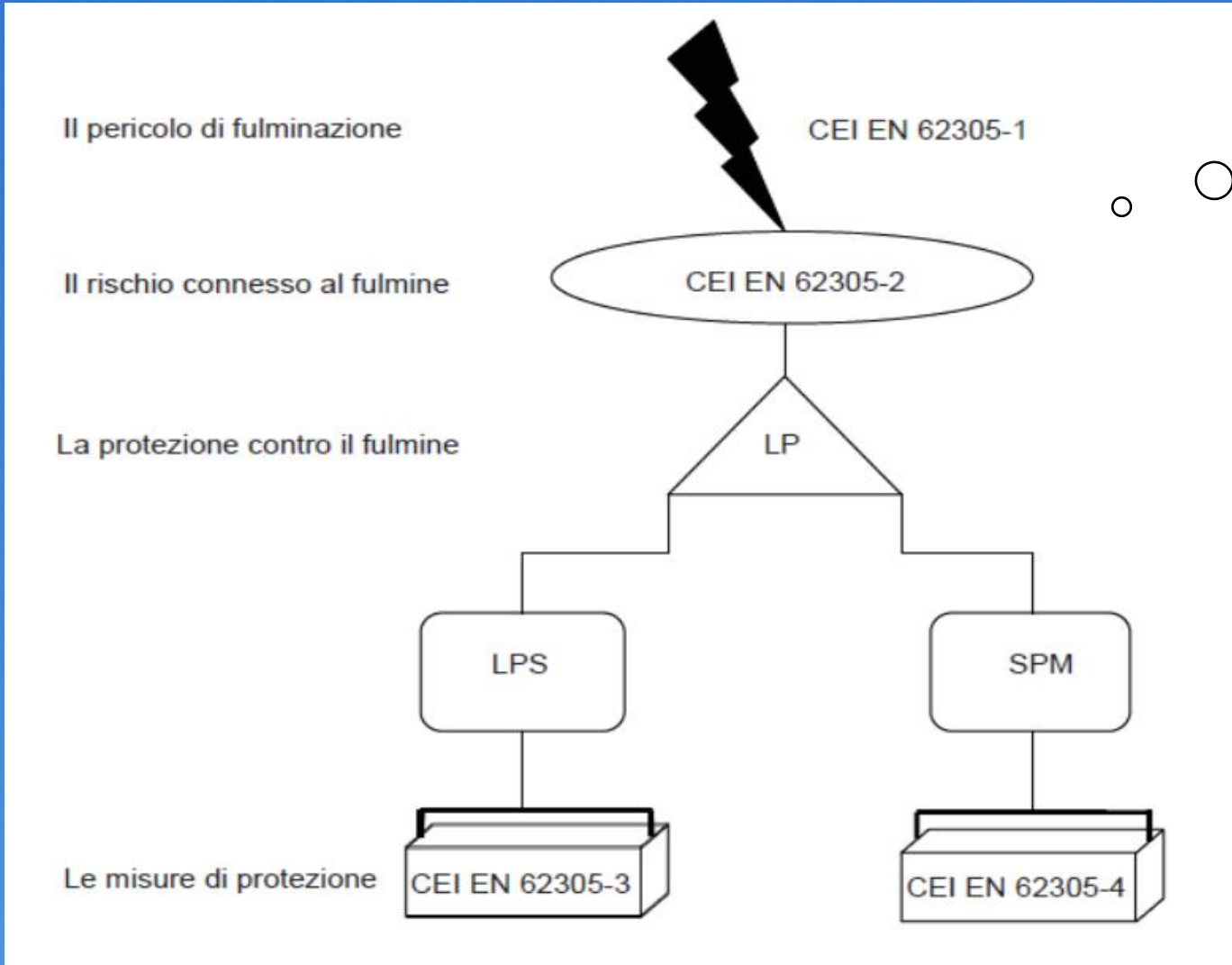
# Progettazione di un LPS

## definizione di fulmine



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





Il edizione: 2013  
Le valutazioni fatte prima  
del 2013 vanno rifatte

CEI 81-29: Linee guida per  
l'applicazione delle norme CEI  
EN 62305

CEI 81-2: Guida per la verifica  
delle misure di protezione  
contro i fulmini

TIPO DI DANNO	VALORI TIPICI DELLE PERDITE			TIPO DI STRUTTURA $R_x = N_x \times P_x \times L_x$
	% media di vittime	IEC 62305-2	CEI 81-10-2	
D1 Danno ad esseri viventi	$L_T$ - per elettrocuzione	$10^{-2}$	$10^{-2}$	Tutti i tipi
D2 Danno materiale	$L_F$ - per danno materiale	$10^{-1}$	$10^{-2}$	Rischio di esplosione
		$10^{-1}$	$10^{-2}$	Ospedali, alberghi, abitazioni, scuole
		$5 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-3}$	Pubblico spettacolo, chiese, musei
		$2 \times 10^{-2}$	$2 \times 10^{-3}$	Industriale, commerciale
		$10^{-2}$	$10^{-3}$	Altro
D3 Guasto di impianti interni	$L_O$ - per guasto impianti interni	$10^{-1}$	$10^{-2}$	Rischio di esplosione
		$10^{-2}$	$10^{-3}$	Blocchi operatori e rianimazione
		$10^{-3}$	$10^{-4}$	Altre parti di ospedali

**Nota del comitato italiano I** valori riportati in Tab. C.2, diversi da quelli proposti dall'IEC, sono stati assegnati dal CEI.

NOTA 2 ALLA Tab. C2 della norma CEI 81-10 parte 2: nel caso di struttura con rischio esplosione, i valori di  $L_F$  ed  $L_O$  possono richiedere una valutazione più accurata, tenendo conto del tipo di struttura, del rischio di esplosione, del concetto di zona di area pericolosa e delle misure atte a ridurre il rischio.

Numero di eventi pericolosi  $N_M$  dovuto a fulmini in prossimità della struttura

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

↓

$$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6}$$

$A_M$  = area che si estende fino a una distanza di ~~500~~ m dal perimetro della struttura.

**350 m**



# La valutazione del Rischio

## Chi la può redigere?

P.to 1.3.12 CEI 81-2\* :

*«La valutazione del rischio dovuto al fulmine è eseguita da uno specialista competente ed esperto nelle misure di protezione contro il fulmine, in collaborazione con il committente.»*

*«NOTA: nell'ambito di applicazione del D.Lgs. 81/08, la revisione della valutazione del rischio è richiesta dall'articolo 29 comma 3 ed il suo contenuto deve tener conto di quanto espresso nell'articolo 28 comma 3 del decreto stesso.»*

(\*) "Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini"



**LUOGO DI LAVORO**  
D.Lgs. 81/08



**ATTIVITA' SOGGETTA AL  
CONTROLLO DEI VIGILI  
DEL FUOCO**  
D.M. 03/08/2015  
RTV



**PRESENZA DI AREE  
ATEX**  
D.Lgs. 81/08  
Norme CEI EN 60079

**VALUTAZIONE DEL  
RISCHIO DA SCARICHE  
ATMOSFERICHE**  
CEI EN 62305-2 Ed. 2013

### D.Lgs 81/08 – Luoghi di lavoro

- Art. 84 – Protezione dai fulmini

*«Il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini realizzati secondo le norme tecniche.»*

- Art. 15 Misure generali di tutela

*c) l'eliminazione dei rischi e, ove ciò non sia possibile, la loro riduzione al minimo in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico;*





### D.P.R. 151/2011 – Attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco

S.10.6.4 del D.M. 03.08.2015 - Codice di prevenzione incendi

«1. Per tutte le attività deve essere eseguita una valutazione del rischio dovuto ai fulmini.

2. Sulla base dei risultati della valutazione di tale rischio, gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche devono essere realizzati nel rispetto delle relative norme tecniche.»



### Attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco – R. T. V.

- Edifici storici destinati a contenere biblioteche ed archivi (D.P.R. 418 del 30/06/1995)
- Edifici storici destinati a contenere musei, gallerie, esposizioni e mostre (D.P.R. 569 del 20/05/1992)
- Depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e depositi di biogas (D.M. 03/02/2016)
- Impianti di distribuzione stradale di G.P.L. (D.P.R. 340 del 24/10/2003)
- Impianti di distribuzione di gas naturale per autotrazione (D.M. 28/06/2002)
- Impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione (D.M. 23/10/2018)
- Depositi di G.P.L. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 m<sup>3</sup> e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5.000 kg (D.M. 13/10/94)
- Norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali e per il trasporto degli oli stessi (D.M. 31/07/34)



### In presenza di aree Atex.....

- Art. 85 – comma 1 – D.Lgs. 81/08

*Il datore di lavoro provvede affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dai pericoli determinati dall'innesco elettrico di atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza o sviluppo di gas, vapori, nebbie infiammabili o polveri combustibili infiammabili, o in caso di fabbricazione, manipolazione o deposito di materiali esplosivi.*

- D.Lgs. 85 del 19/05/2016\*

*Indica tra le sorgenti d'innesco di un'atmosfera esplosiva scintille, archi elettrici, temperature superficiali elevate, onde elettromagnetiche, tutti fenomeni che possono manifestarsi al passaggio della corrente da fulmine.*

(\* ) Attuazione della direttiva 2014/34/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.



### In presenza di aree Atex.....

- Linee guida INAIL\*

*Annoverano tra le sorgenti di innesco le scariche atmosferiche, in quanto considerate sorgenti efficaci poiché sono in grado di fornire all'atmosfera esplosiva un'energia sufficiente a provocare l'accensione.*

- CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) \*\*

*Indica di prendere provvedimenti per ridurre ad un livello sicuro gli effetti dovuti al fulmine nel corso della progettazione delle installazioni elettriche, rimandando alla norma IEC 62305.*

(\*) "Il rischio di esplosione, misure di protezione ed implementazione delle Direttive ATEX 94/9/CE e 99/92/CE"  
Edizione 2013

(\*\*) "Atmosfere esplosive Parte 14: Progettazione, scelta ed installazione degli impianti elettrici"

# Progettazione di un LPS

## effetti del fulmine

Effetti attesi all'interno di una struttura debole ( $P_B=1$ )



- incendio
- esplosione
- spostamento d'aria
- sforzi elettrodinamici
- sovratensioni impulsive
- tensioni di passo e contatto

Effetti attesi all'interno di una struttura forte ( $P_B=0$ )



- Nessun effetto

Ogni struttura reagisce in maniera diversa al fulmine e gli effetti possono essere irrisonori o devastanti!

Di ciò dobbiamo esserne coscienti fin dalla verifica dei rischi



# Progettazione di un LPS

## identificazione della struttura

Effetti attesi all'interno di una struttura forte ( $P_B=0$ )



STRUTTURA FORTE

# Progettazione di un LPS

## identificazione della struttura

Effetti attesi all'interno di una struttura debole ( $P_B=1$ )



STRUTTURA DEBOLE

Il castello fu colpito da un fulmine nel 1696 e la struttura subì seri danni.

# Progettazione di un LPS

## fenomeno del punto caldo

I componenti metallici delle strutture possono essere utilizzati come elementi naturali di captazione ... ma attenzione al fenomeno del punto caldo.

*Spessore minimo delle lastre e delle tubazioni metalliche usate come captatori*

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

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

# Progettazione di un LPS

## fenomeno del punto caldo

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

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

SOSTANZA		T °C DI ACCENSIONE
SOLIDI	LEGNO	220 ÷ 250
	CARTA	230
	SCHIUME POLIURETANICHE	400
LIQUIDI	ACETONE	535
	BENZINA	270
	GASOLIO	220
	KEROSENE	260
GAS	ACETILENE	305
	IDROGENO	560
	BUTANO	365

CLASSE DI TEMP.	MAX. T (°C) SUPERFICIALE DEI PRODOTTI ATEX	T (°C) DI ACCENSIONE DELLA SOSTANZA INFIAMMABILE
T1	450 °C	> 450 °C
T2	300 °C	> 300 °C
T3	200 °C	> 200 °C
T4	135 °C	> 135 °C
T5	100 °C	> 100 °C
T6	85 °C	> 85 °C

# Progettazione di un LPS

## errori d'installazione

Un impianto a maglia appoggiata su copertura conduttiva non è in grado d'intercettare il fulmine, se esistono problemi per il punto caldo sono necessari elementi di captazione ad asta, ovvero in grado di anticipare il punto d'impatto. Se non esistono problemi di punto caldo, allora la copertura può essere considerata un elemento naturale



# Progettazione di un LPS

## fenomeno del punto caldo

Attenzione al carico d'incendio! Le indicazioni della tabella C5 (CEI EN 62305-2) esplicitano che indipendentemente dal contenuto, il carico d'incendio deve essere preso "elevato" se la copertura è in materiale combustibile (legno, pannelli sandwich contenenti poliuretano, ecc ...)

Carico  
d'incendio

Tabella C.5 – Coefficiente di riduzione  $r_f$  in funzione del rischio d'incendio o di esplosione della struttura










Rischio	Entità del rischio	$r_f$
Esplosione	Zone 0, 20 ed esplosivi solidi	1
	Zone 1, 21	$10^{-1}$
	Zone 2, 22	$10^{-3}$
Incendio	Elevato	$10^{-1}$
	Ordinario	$10^{-2}$
	Ridotto	$10^{-3}$
Esplosione o incendio	Nulla	0

NOTA 5 Strutture realizzate con materiali combustibili, strutture con coperture realizzate con materiale combustibile o strutture con carico specifico d'incendio maggiore di  $800 \text{ MJ/m}^2$  sono considerate a rischio d'incendio elevato.



# Progettazione di un LPS

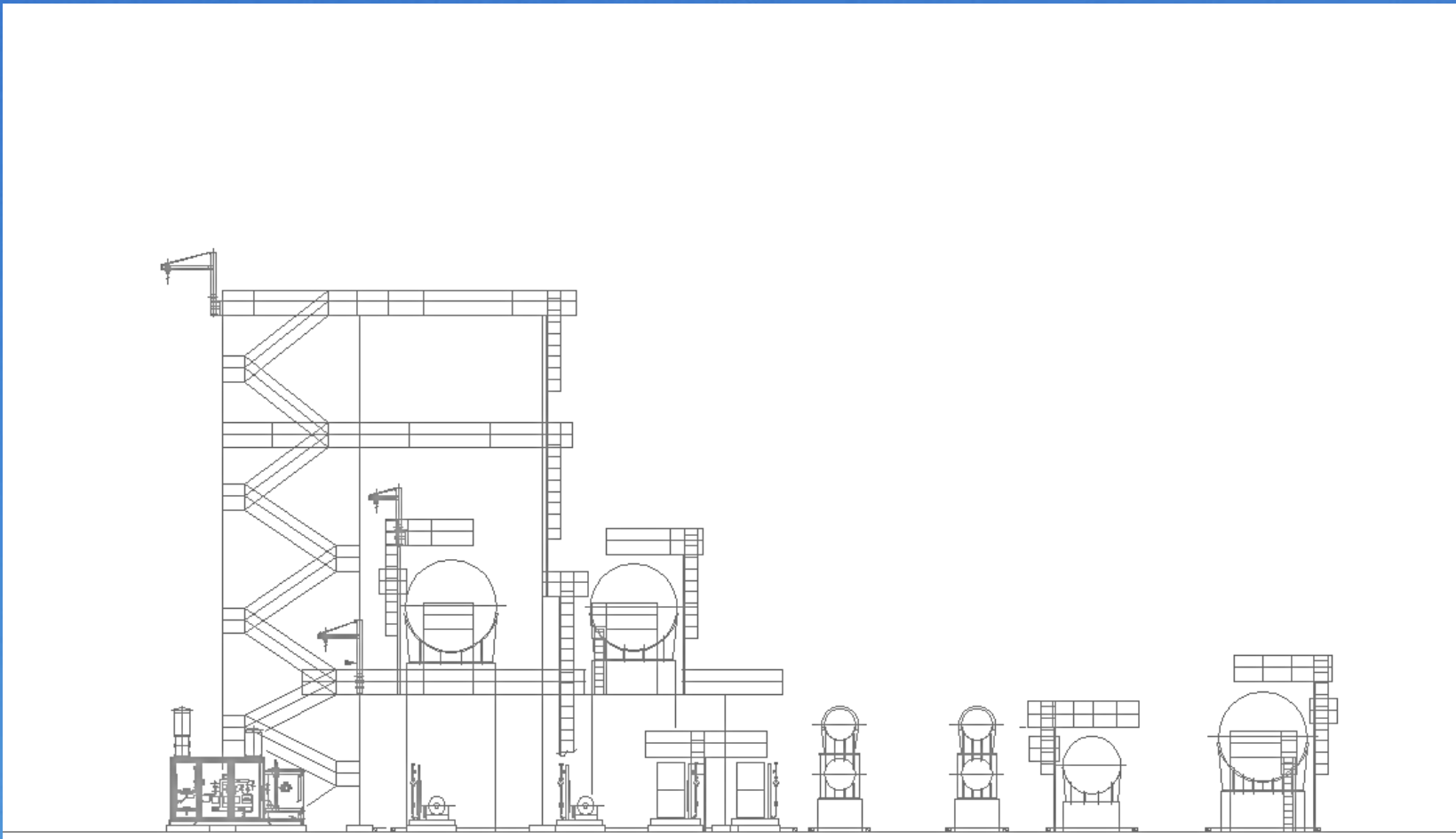
## scelta del tipo di impianto

CARATTERISTICHE TETTO	TIPO IMPIANTO	ESEMPIO
	<p>L'impianto è semplice: basta rispettare i bordi, i colmi, le sporgenze ed il lato di magliatura in funzione del livello di protezione richiesto</p>	
	<p>Il sistema di captazione è semplice come il precedente ma deve essere distanziato di almeno 10 cm dalla copertura</p>	
	<p>Occorre verificare lo spessore della lamiera ma probabilmente essa può essere utilizzata come elemento naturale di captazione</p>	
 	<p>Il sistema di captazione deve tenere conto del punto caldo sulla lamiera della copertura. Quando non è accettabile il punto d'impatto sulla lamiera, essendo questa conduttrice come gli elementi di captazione, deve essere innalzato il punto d'impatto, unica soluzione che consente di intercettare il fulmine prima che impatti sulla copertura. In seguito si può poi valutare se la copertura può essere o meno utilizzata per condurre la corrente da fulmine alle calate, ma permane tassativo dimensionare il sistema col metodo della sfera rotolante, presa di raggio in funzione del livello di protezione indicato dalla verifica dei rischi.</p>	

# Progettazione di un LPS

## identificazione della struttura

Effetti attesi all'interno di una struttura forte ( $P_B=0$ )



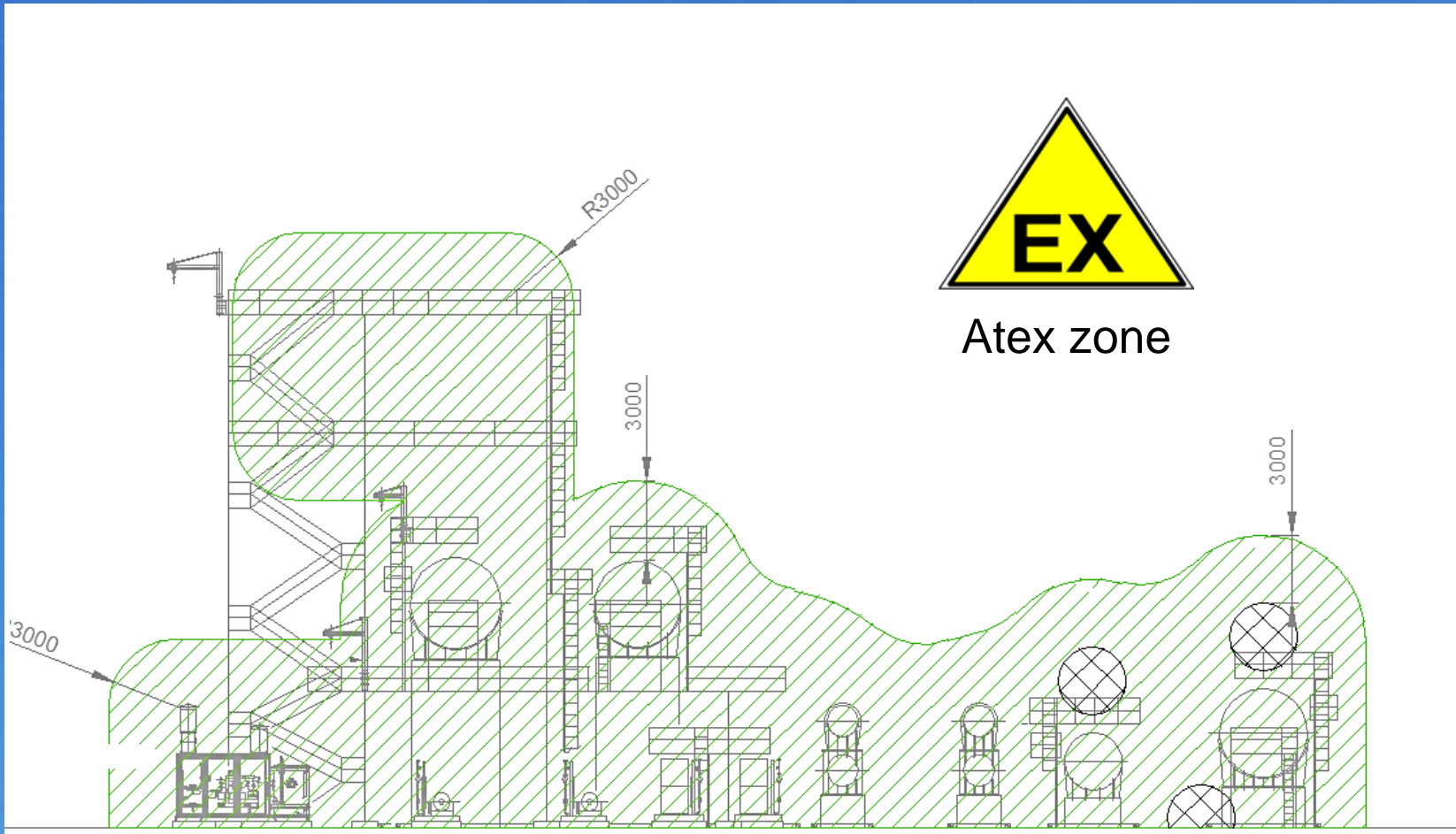
STRUTTURA FORTE



# Progettazione di un LPS

## identificazione della struttura

Effetti attesi all'interno di una struttura debole ( $P_B=1$ )



Atex zone



# La valutazione del Rischio in presenza di aree Atex

Norma CEI EN 62305, punto 6.1, nota 1

Le scariche che si verificano nelle strutture con pericolo di esplosione sono sempre scariche pericolose

Energia minima d'innesco di gas e vapori infiammabili:

**0,01 ÷ 1,5 mJ**

(un interruttore elettrico che si chiude emette circa 100 mJ)

Energia minima d'innesco di polveri infiammabili:

**10 ÷ 150 mJ**

(l'elettricità statica accumulata da una persona  
può raggiungere i 135 mJ)



# La valutazione del Rischio in presenza di aree Atex

- Nota 9, p.to C.3, Norma CEI EN 62305-2:

*«Non si considera il rischio esplosione se è soddisfatta almeno una delle seguenti condizioni:*

- A. *tempo di presenza della sostanza esplosiva < 0,1 ore /anno;*
- B. *volume dell'atmosfera esplosiva è trascurabile secondo la EN 60079-10 e la EN 60079-10-2;*
- C. *la zona non può essere colpita direttamente dal fulmine e sono impedito scariche pericolose nella zona stessa.»*



# La valutazione del Rischio in presenza di aree Atex

La condizione «c» è stata così chiarita dal CEI:

*La condizione «c» si ritiene comunque soddisfatta se la zona pericolosa si trova all'interno di struttura:*

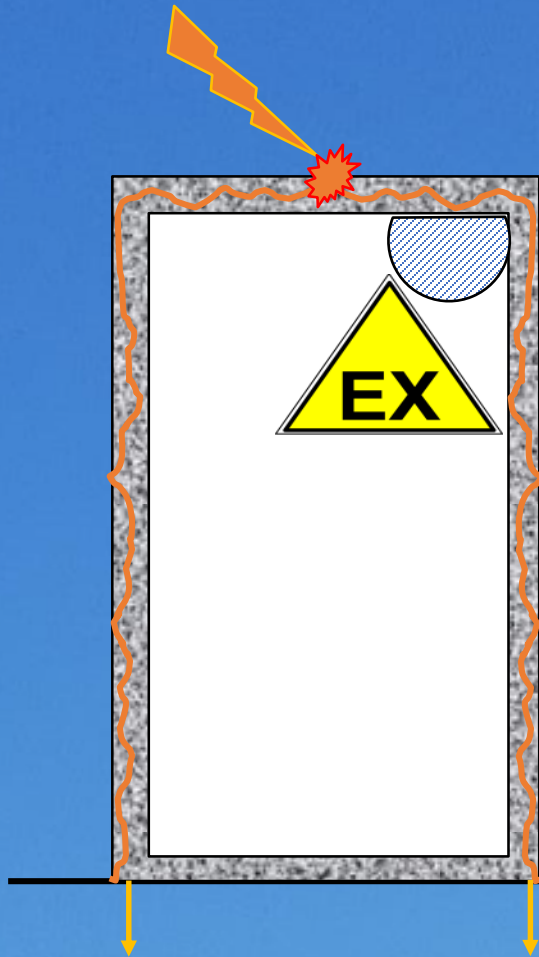
- *protetta con LPS;*
- *con struttura portante metallica;*
- *in cemento armato con ferri d'armatura continui;*
- *in cemento armato gettato in opera;*

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



# La valutazione del Rischio in presenza di aree Atex

Edificio in c.a. gettato in opera  
ferri elettricamente continui

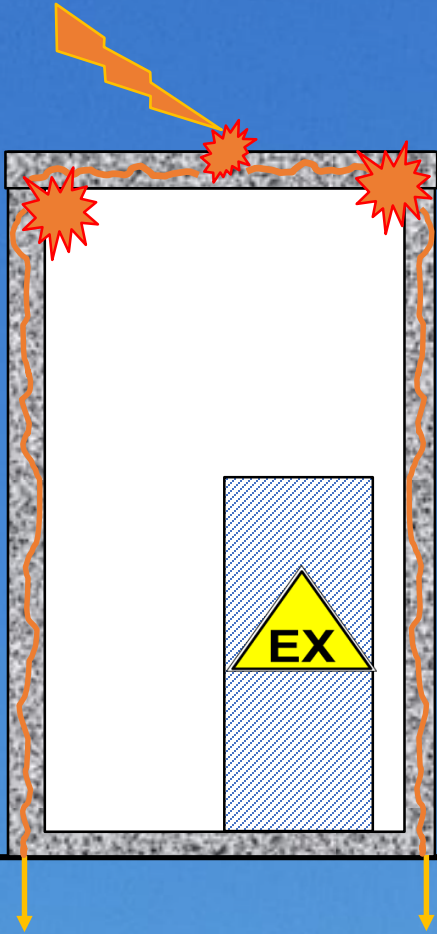


Edificio in c.a. prefabbricato  
ferri non elettricamente continui

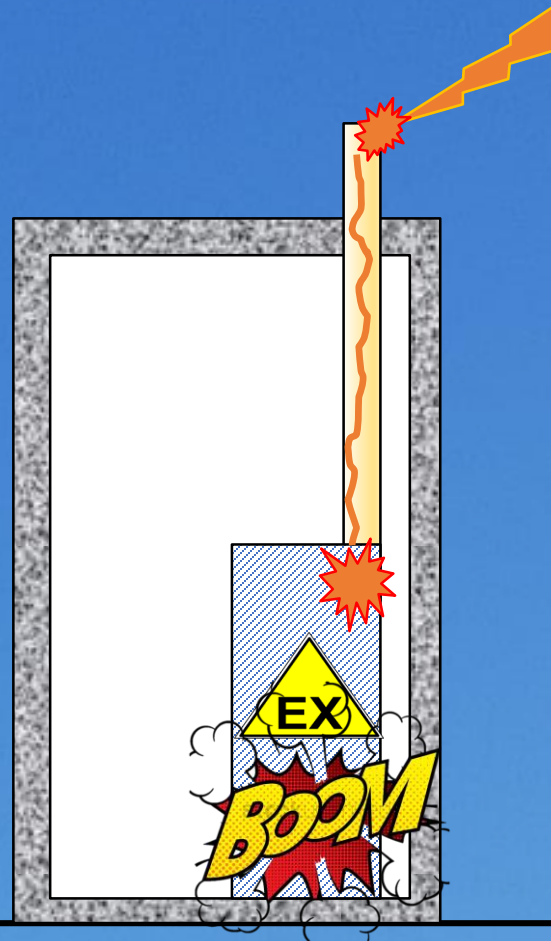


# La valutazione del Rischio in presenza di aree ATEX

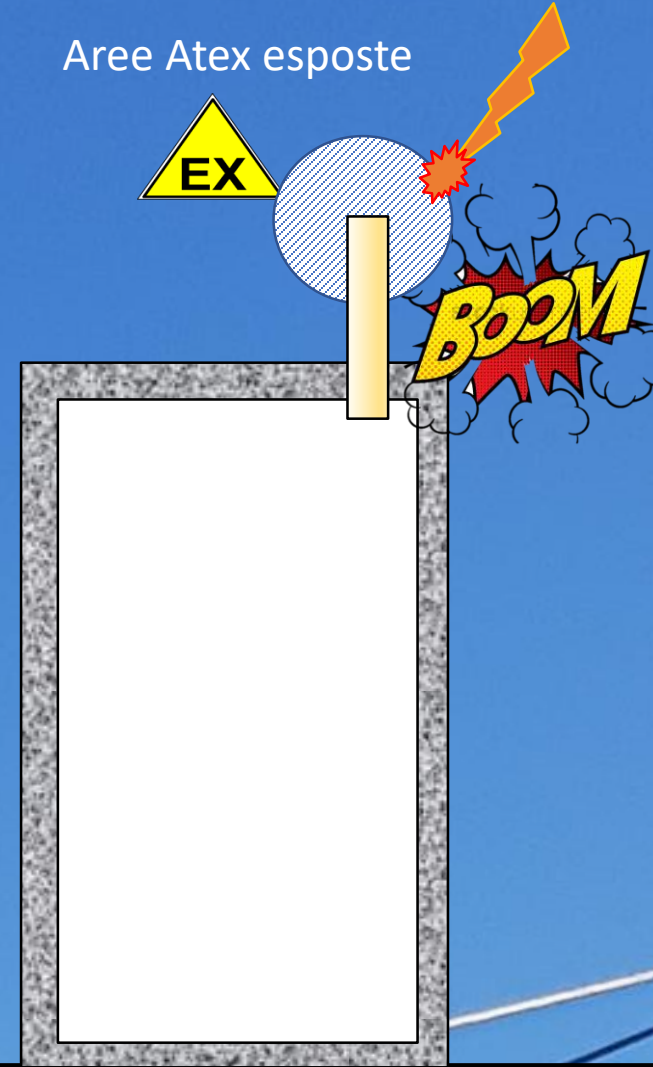
Edificio in c.a. prefabbricato  
ferri non elettricamente continui



Camino metallico in  
collegamento con l'interno



Aree ATEX esposte



## ZONE ATEX E IMPIANTO LPS

LE ZONE ATEX NON  
POSSONO ESSERE  
ATTRAVERSATE DAL  
FULMINE

**ATTENZIONE**

LE ZONE ATEX NON  
DEVONO SUBIRE GLI  
EFFETTI DEL FULMINE

- . Temperature (MATERIALI – PUNTO CALDO)
- . Energia di innesco (CONTINUITA' ELETTRICA)
- . Captare il fulmine 1 m al di fuori delle zone Atex

# Progettazione di un LPS

## scopo

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

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

E' COSTITUITO DA:

- Elementi di captazione
- Elementi di calata
- Elementi di dispersione



# Progettazione di un LPS

prima è meglio ...

## P.to 4.2 – CEI EN 62305-3

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

Caratteristiche della struttura	Classe dell'LPS	Efficienza di protezione
Struttura protetta con LPS	IV	80%
	III	90%
	II	95%
	I	98%
Captazione + ferri d'armatura		99%
Copertura metallica + ferri d'armatura		99,9%

# Progettazione di un LPS metodi di dimensionamento

P.to 5.5.5 – Norma CEI EN 62305-3

- METODO SELLA SFERA ROTOLANTE: adatto in ogni caso
- METODO DELLA MAGLIA: adatto alla protezione di superfici piane
- METODO DELL'ANGOLO DI PROTEZIONE: adatto per edifici di forma semplice, con limiti di altezza

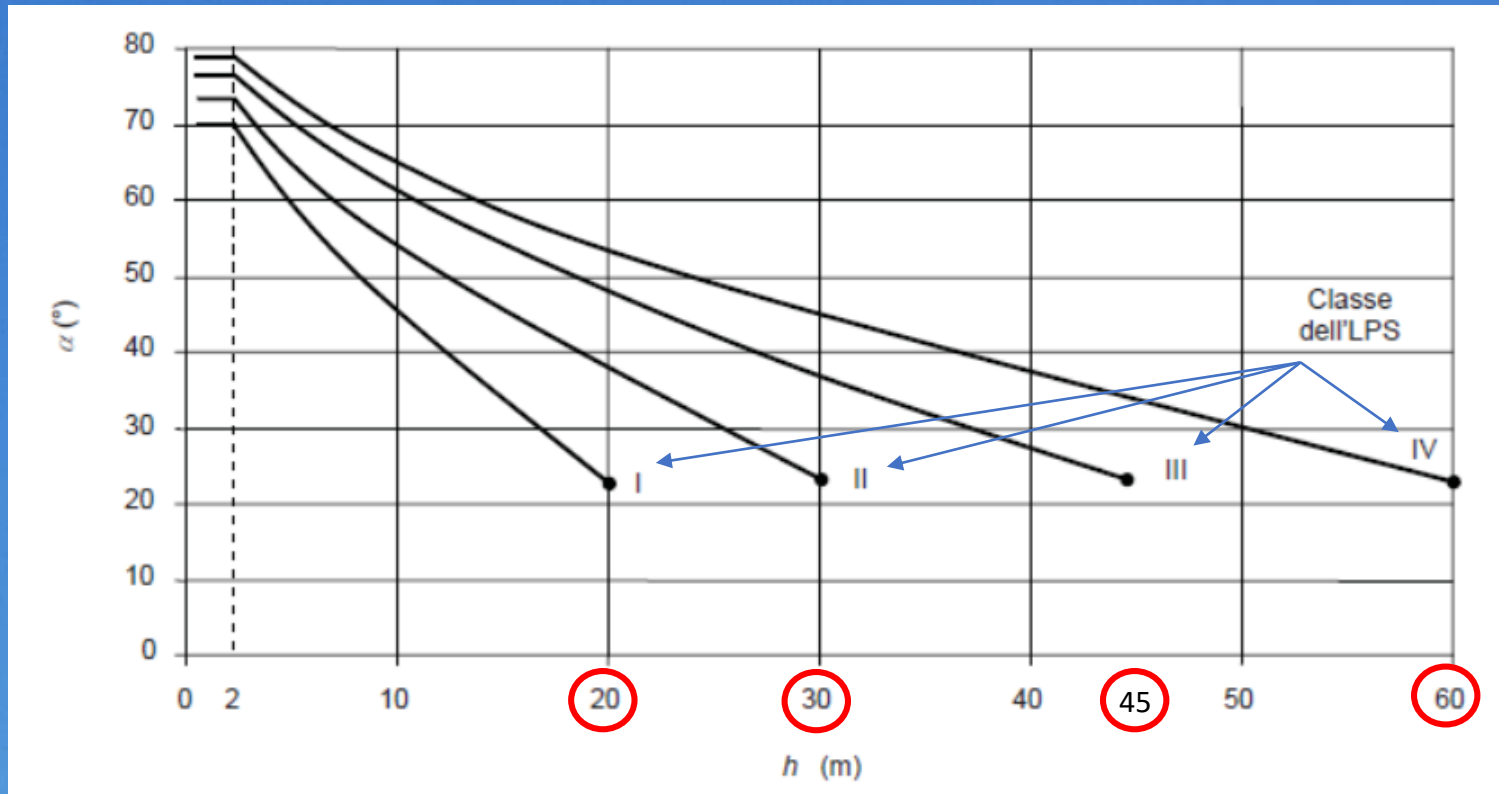
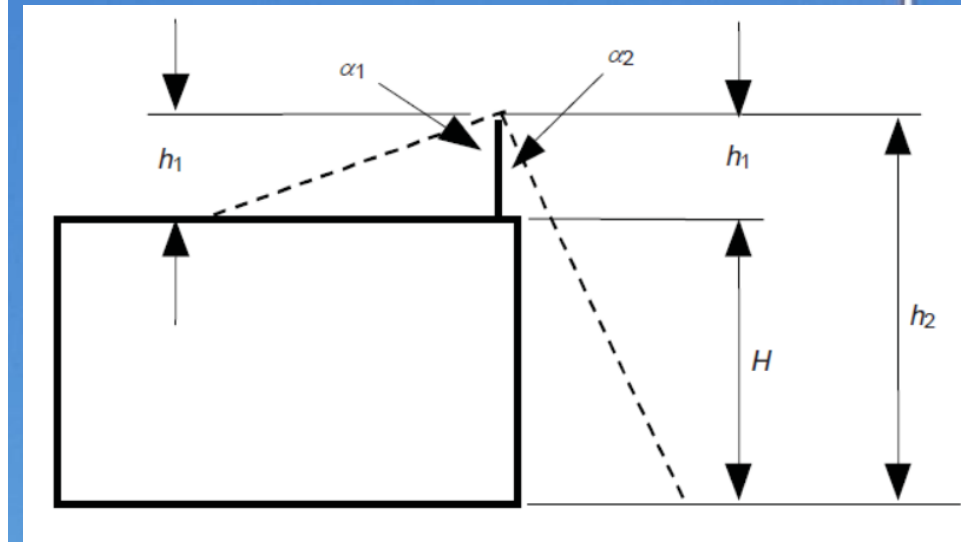


Tabella 2 – CEI EN 62305-3



# Progettazione di un LPS metodi di dimensionamento

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

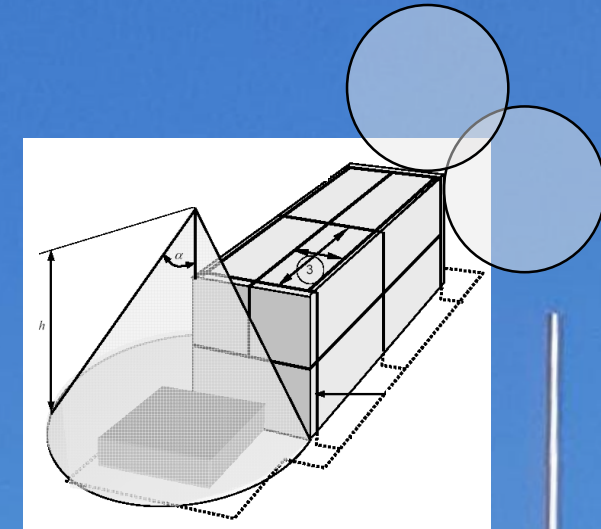
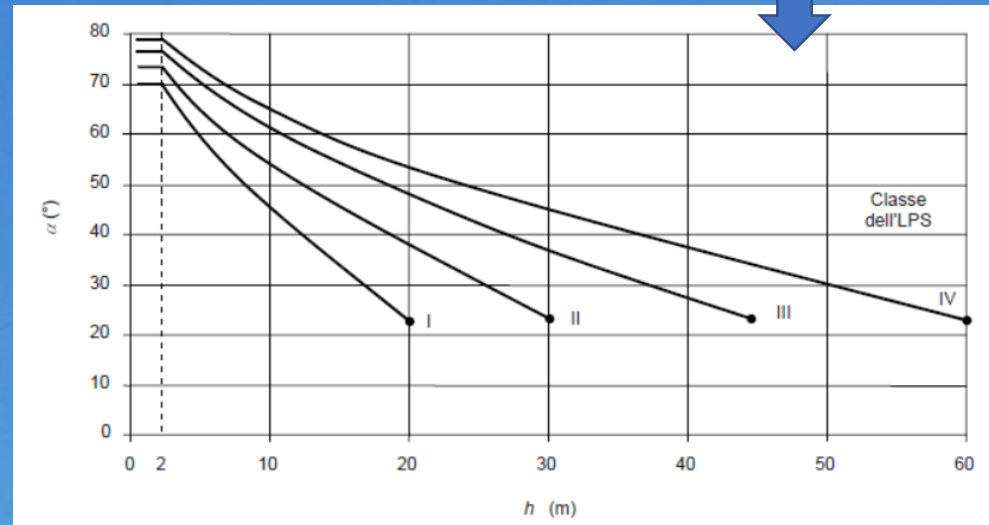


Tabella 2 – CEI EN 62305-3

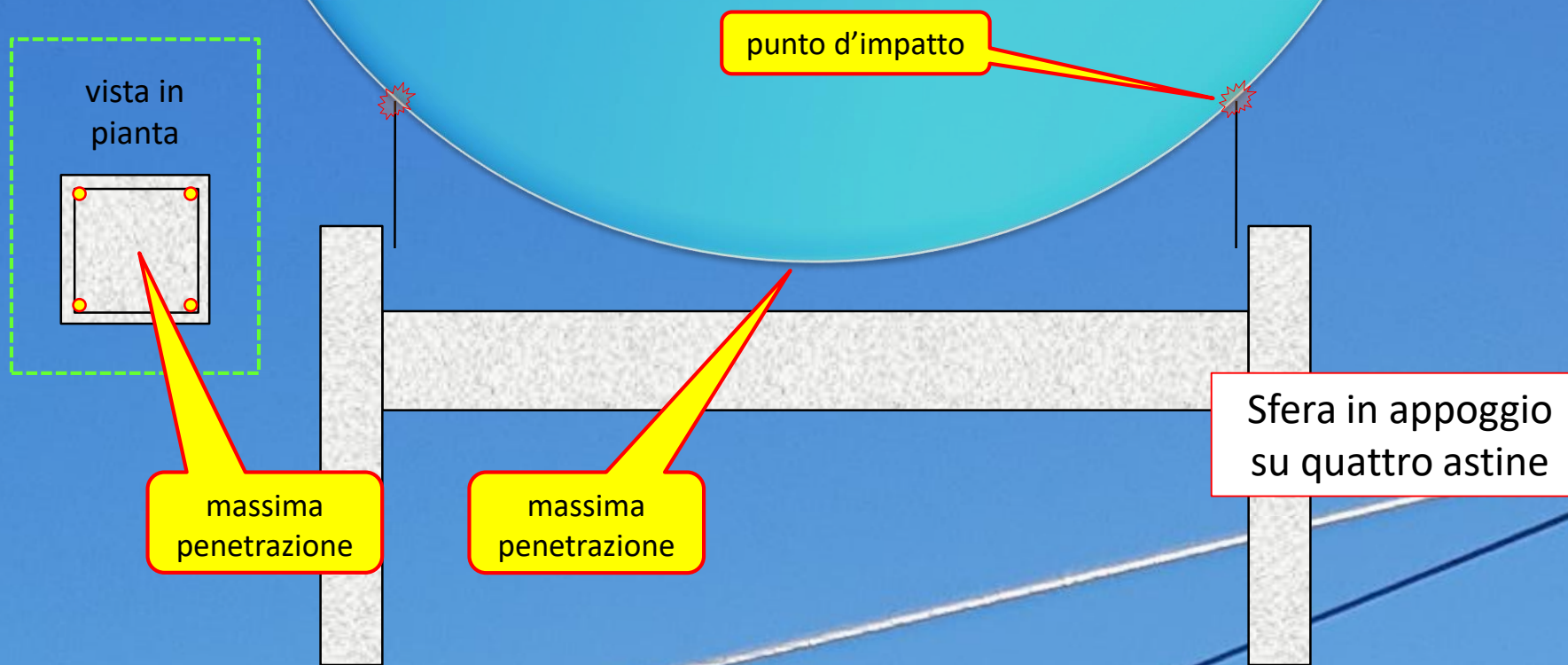
**Valori massimi** dei parametri di dimensionamento dell'LPS in funzione della classe di protezione



# Progettazione di un LPS metodi di dimensionamento

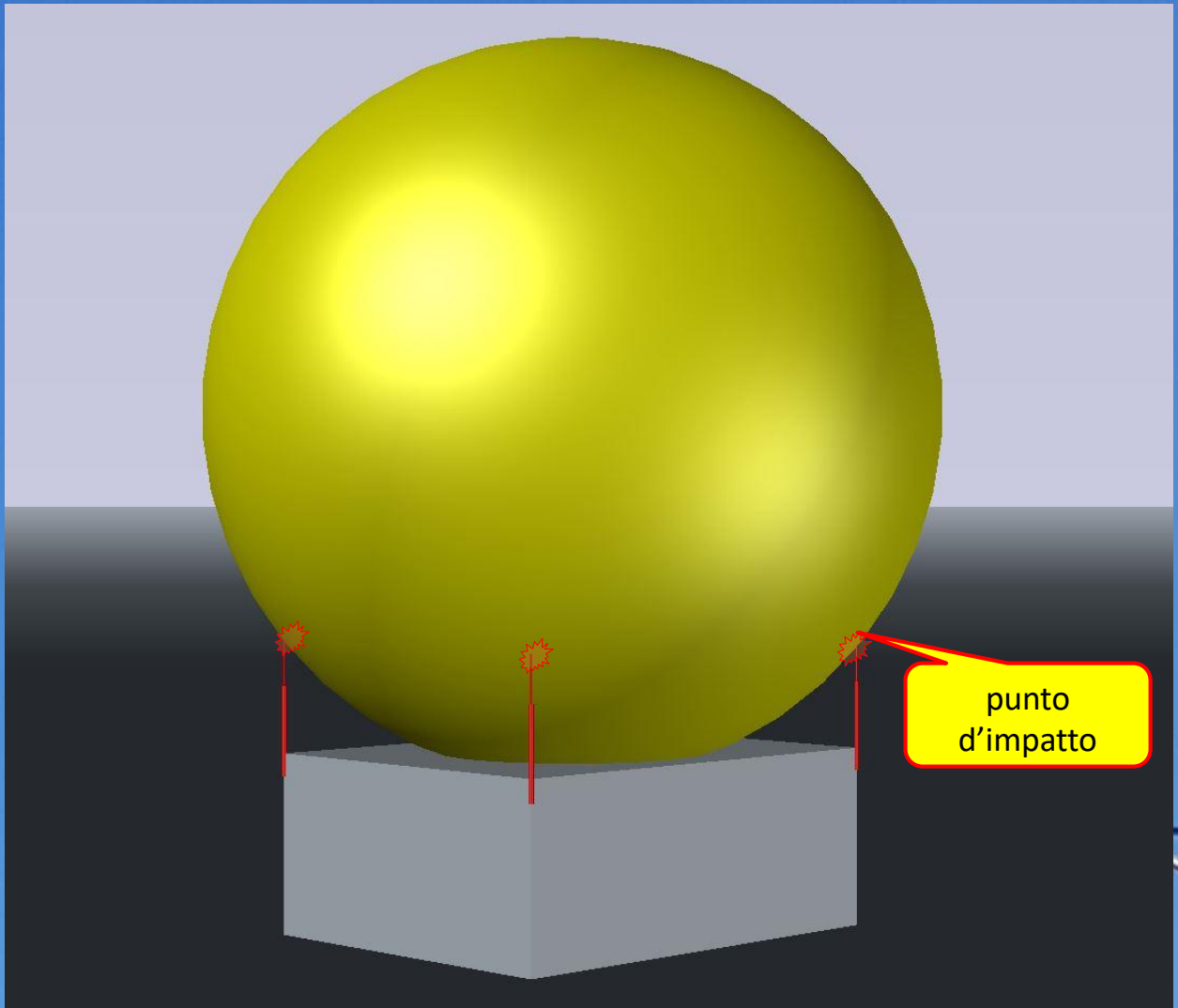
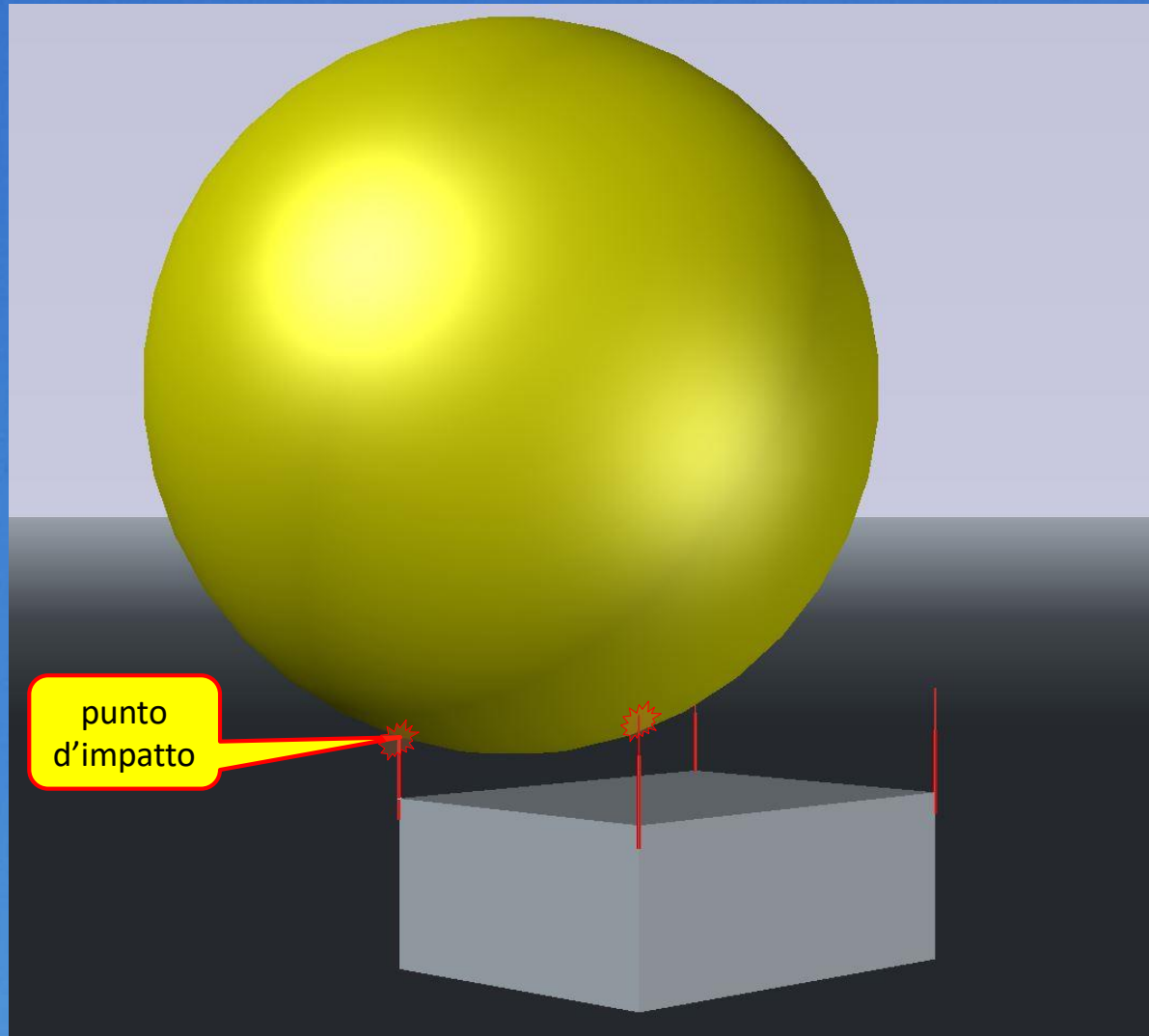
## errori di dimensionamento

Nella vista in prospettiva è errato posizionare la sfera sulle punte delle prime due aste, bisogna considerare che essa scenderà ulteriormente in quanto si appoggerà anche sulle due aste successive. È sempre necessario identificare la condizione peggiore che è quella intermedia fra le aste.



# Progettazione di un LPS

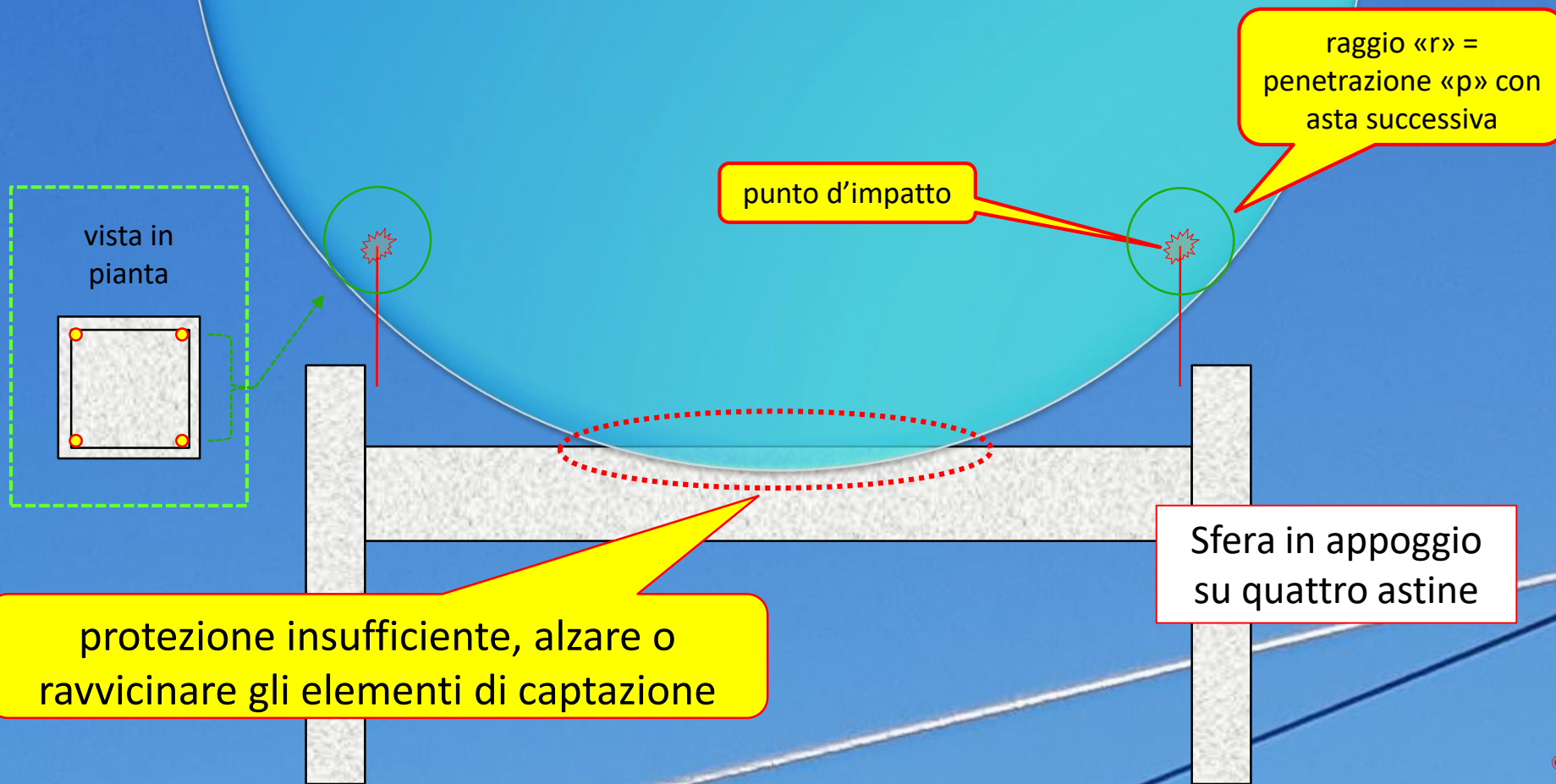
## metodi di dimensionamento



# Progettazione di un LPS metodi di dimensionamento

## dimensionamento corretto

Nella vista in prospettiva l'efficacia delle aste dovrà essere peggiorata del valore di penetrazione che la sfera ha in funzione della distanza con le aste successive



# Progettazione di un LPS

## metodo della sfera rotolante in presenza di zone Atex

- P.to D.5.1 – Norma CEI EN 62305-3

«Tutte le parti dell’LPS esterno (captatori e calate) devono, se possibile, essere distanziate di almeno 1 m dalle zone di pericolo. Se questo non è possibile, i conduttori che passano nella zona pericolosa dovrebbero preferibilmente essere privi di connessioni o avere connessioni idonee per zone con pericolo di esplosione.

Devono essere impediti allentamenti accidentali delle connessioni nelle aree pericolose.»

# Progettazione di un LPS

## LPS appoggiato o isolato

### ▪ P.to 5.1.2 – CEI EN 62305-3

L'uso di un LPS esterno isolato dovrebbe essere previsto nei seguenti casi:

- strutture con copertura combustibile ( $d > 10$  cm)
- strutture con pareti combustibili
- presenza di aree con pericolo di esplosione e d'incendio
- quando la suscettibilità del contenuto richiede la riduzione del campo elettromagnetico irradiato associato alle correnti di fulmine nelle calate



# Progettazione di un LPS

## distanza di sicurezza

L'isolamento elettrico tra i captatori o le calate da una parte, ed i corpi metallici interni, gli impianti elettrici, di telecomunicazione e di segnale dall'altra, può essere ottenuto:

- per distanziamento: calcolo distanza di sicurezza «s»
- per interposizione di materiale isolante.

### ■ Nota al P.to 5.2.6 – CEI EN 62305-3

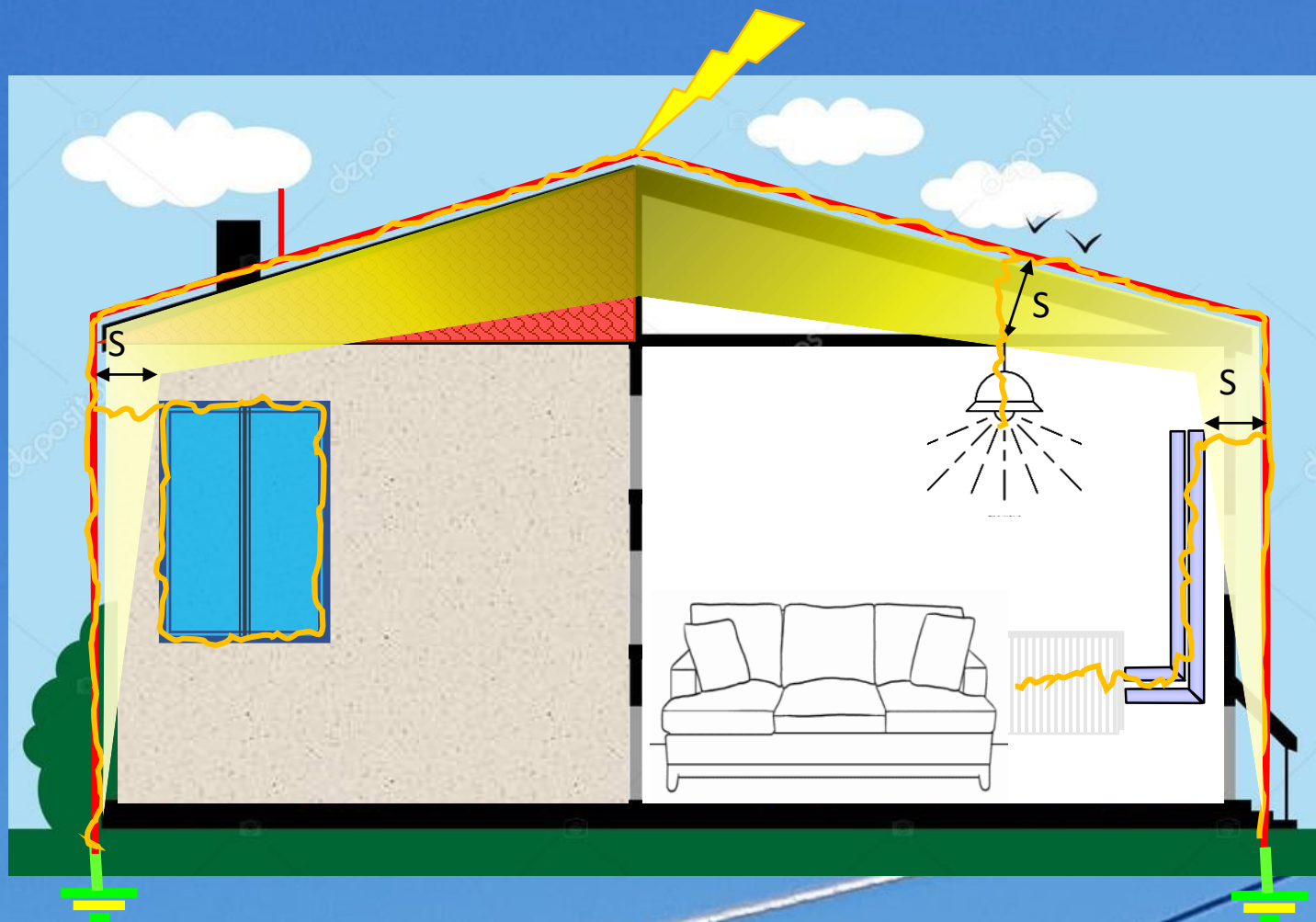
*«Condizioni ambientali (inquinamento) possono ridurre la tensione di tenuta in aria; ciò dovrebbe essere tenuto in considerazione nella valutazione della necessaria distanza tra il sistema di captatori e la struttura.»*

# Progettazione di un LPS

## distanza di sicurezza

### La distanza di sicurezza «s»:

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



# Progettazione di un LPS

## distanza di sicurezza

La distanza di sicurezza «s»: è dovuta alla caduta di tensione nel percorso più breve tra il punto in cui si intende verificare la distanza di sicurezza ed il dispersore o la connessione equipotenziale più vicina.

Dipende :

- dalla classe dell'LPS ( $k_i$ )
- dal materiale isolante ( $k_m$ )
- dalla corrente di fulmine che circola nel captatore e nella calata ( $k_c$ )
- dalla lunghezza (m) lungo il captatore e lungo la calata fra il punto in cui si intende verificare la distanza di sicurezza e la più vicina connessione equipotenziale fra le parti interessate (l)

«S» può essere mantenuta per distanziamento in aria o per interposizione di materiale isolante.

$$s = \frac{K_i}{K_m} * k_c * l$$

«Kc» si può calcolare in diversi modi in base alla geometria dell'LPS.

# Progettazione di un LPS

## struttura che non necessita di protezione

### IL CONCETTO DI «AUTOPROTEZIONE»

*Il fatto che la struttura non necessiti di protezione non significa che essa non possa venire colpita da un fulmine e che, a seguito di tale evento, non si verifichi la morte di persone o non vi siano danni alla struttura e agli impianti. Il fatto che la struttura non necessiti di protezione significa che il rischio di perdita di vite umane, a seguito di fulminazione, è inferiore al valore di rischio ritenuto tollerabile dalla normativa.*

Tipo di perdita		$R_T$ (1/anno)
L <sub>1</sub>	Perdita di vite umane o danni permanenti	10 <sup>-5</sup>
L <sub>2</sub>	Perdita di servizio pubblico	10 <sup>-3</sup>
L <sub>3</sub>	Perdita di patrimonio culturale insostituibile	10 <sup>-4</sup>

#### INTRODUZIONE ALLA NORMA CEI 62305-2:

**«Quando si desidera evitare comunque possibili rischi, la decisione di adottare misure di protezione contro il fulmine può essere presa indipendentemente dal risultato di qualsivoglia valutazione del rischio.»**

# Progettazione di un LPS

## frequenza di danno

N.RO EVENTI PERICOLOSI

LA RESPONSABILITA' DI FISSARE IL VALORE DI «F»  
RIMANE IN CAPO AL **PROPRIETARIO O GESTORE** IN BASE

A:

- CARATTERISTICHE DELL'ATTIVITA' SVOLTA (SERVIZIO PUBBLICO, ECC...)
- VITA ATTESA DELLA STRUTTURA
- ORGANIZZAZIONE DELLA MANUTENZIONE, RIPARAZIONE E COSTI ASSOCIATI

FREQUENZA DI DANNO

dal fulmine - frequenza di danno verificata.

$$F_T = N_T \times P_T < 0,1^*$$

(\* ) Norma CEI 81-29 «Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305»



# Progettazione di un LPS

## scelta dei materiali

**Tabella D.3 – Valutazione delle sovratemperature di conduttori con diverse sezioni in funzione di  $W/R$**

Sezione mm <sup>2</sup>	Material											
	Alluminio			Acciaio dolce			Rame			Acciaio inossidabile <sup>(a)</sup>		
	$W/R$ MJ/Ω			$W/R$ MJ/Ω			$W/R$ MJ/Ω			$W/R$ MJ/Ω		
	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	–	1 120	–	–	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

(a) Austenitico non magnetico

SOSTANZA		T °C DI ACCENSIONE
SOLIDI	LEGNO	220 ÷ 250
	CARTA	230
	SCHIUME POLIURETANICHE	400
LIQUIDI	ACETONE	535
	BENZINA	270
	GASOLIO	220
	KEROSENE	260
GAS	ACETILENE	305
	IDROGENO	560
	BUTANO	365

CLASSE DI TEMP.	MAX. T (°C) SUPERFICIALE DEI PRODOTTI ATEX	T (°C) DI ACCENSIONE DELLA SOSTANZA INFIAMMABILE
T1	450 °C	> 450 °C
T2	300 °C	> 300 °C
T3	200 °C	> 200 °C
T4	135 °C	> 135 °C
T5	100 °C	> 100 °C
T6	85 °C	> 85 °C

Estratto da CEI EN 62305

# Esempio d'installazione

innovazione nei materiali

Impianto petrolifero con aree Atex esposte,  
intercettazione esterna con captazione ad  
aste su pali PPIr rinforzati con calata  
integrata, struttura in c.a.v. utilizzata come  
elemento naturale di calata

**Tempa Rossa - Potenza**



# L'evoluzione tecnologica

## Aste di captazione con intercettazione esterna



**L'intercettazione può essere universale utilizzando il regolatore di inclinazione SP320100/S**

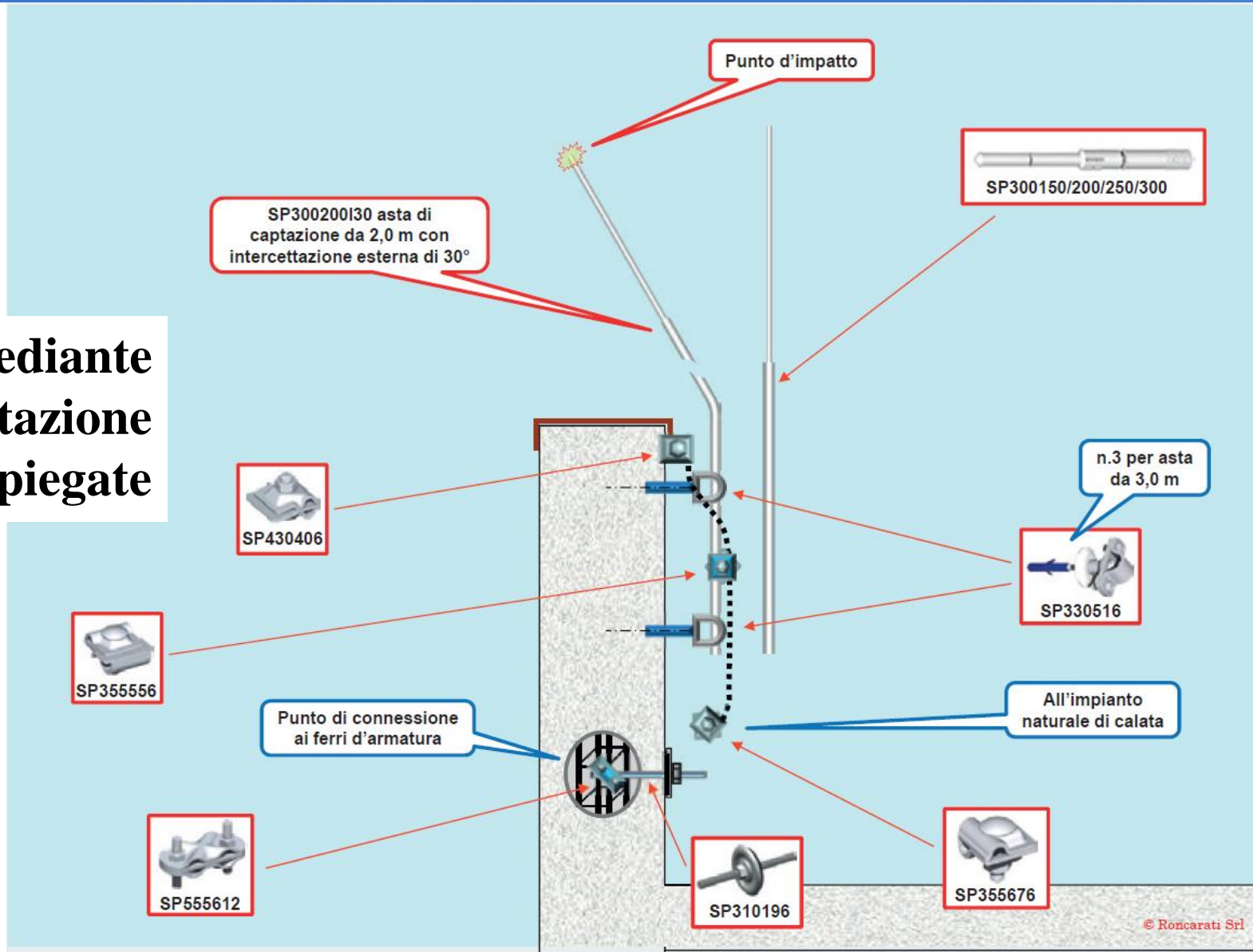
◀ Impianto con aste di captazione perimetrali isolate ed inclinate per la protezione del bordo e dell'impianto solare termico (impianto in fase di realizzazione, mancano la fune perimetrale e le funi trasversali).



# L'evoluzione tecnologica

## Aste di captazione con intercettazione esterna

**Fissa a 30° mediante  
astine di captazione  
appositamente piegate**



# L'evoluzione tecnologica Tubazione isolante

Affinché la corrente da fulmine rimanga sul percorso stabilito, è necessario rispettare la distanza di sicurezza. Tale rispetto si può ottenere per distanziamento, o per interposizione di specifici materiali isolanti.

**Tenuta all'impulso 100 kV**

**Tubazione isolata**

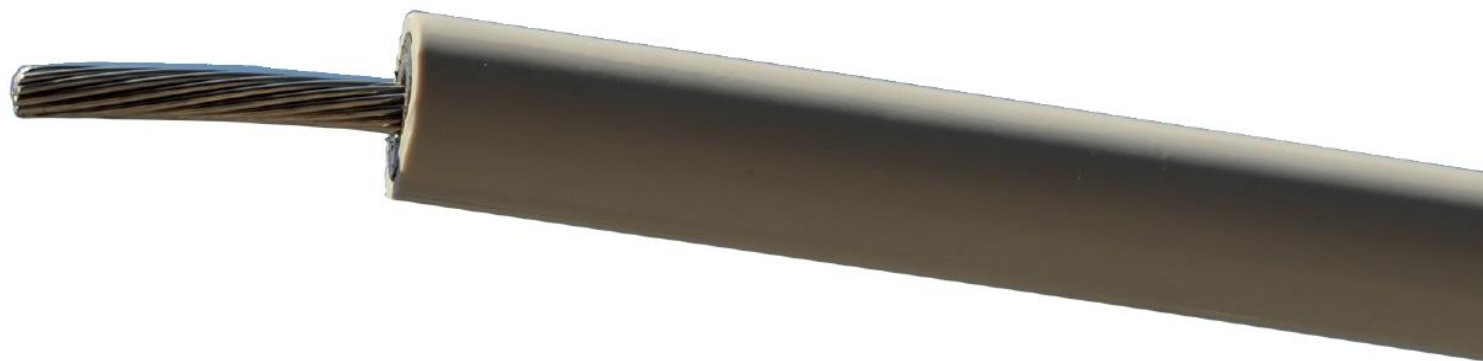
**TPL – Tubazione in PE/SIL leggera**



**Tenuta all'impulso 300 kV**

**Tubazione isolata**

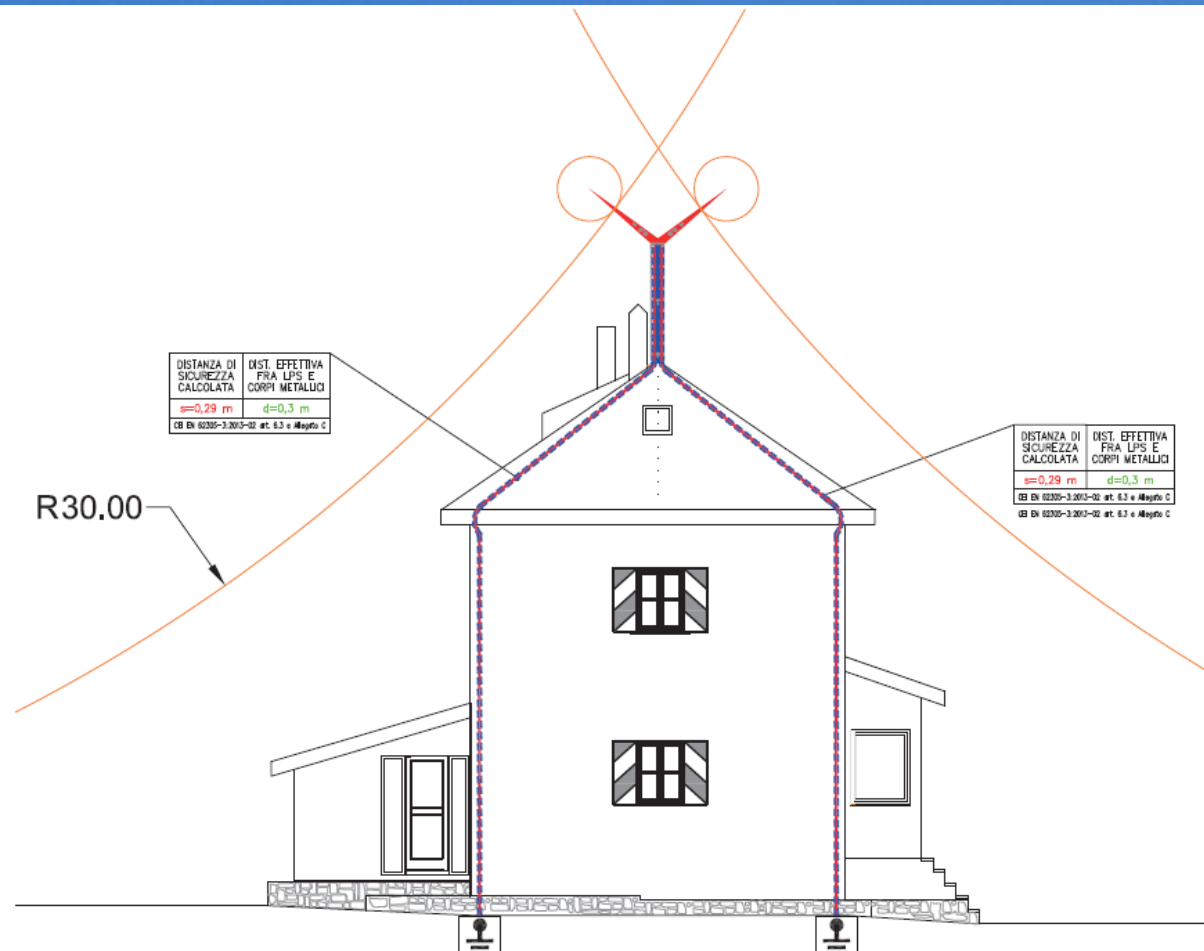
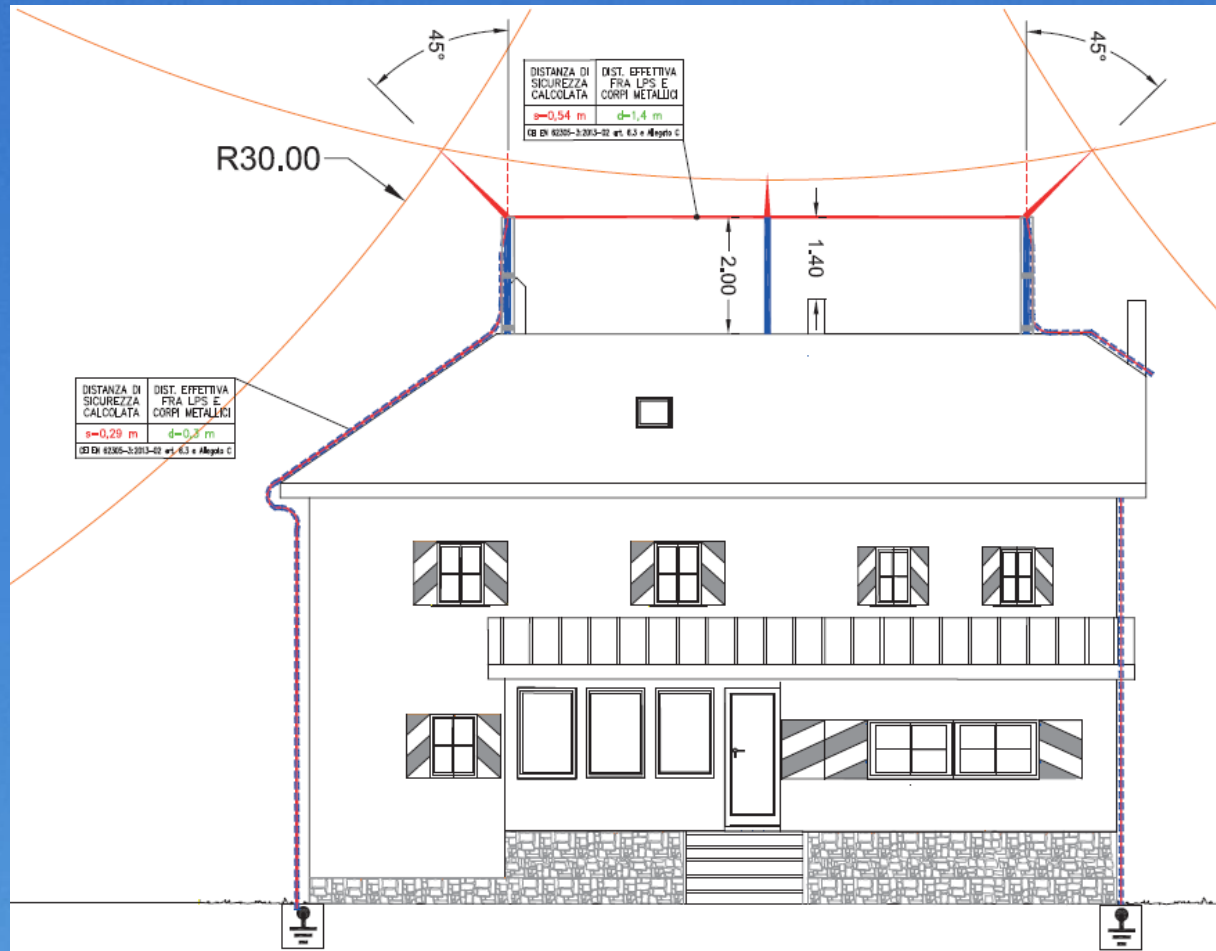
**TPE - Tubazione in PE/SIL ad elevato isolamento**



# L'evoluzione tecnologica

## Annullamento dell'effetto capacitivo

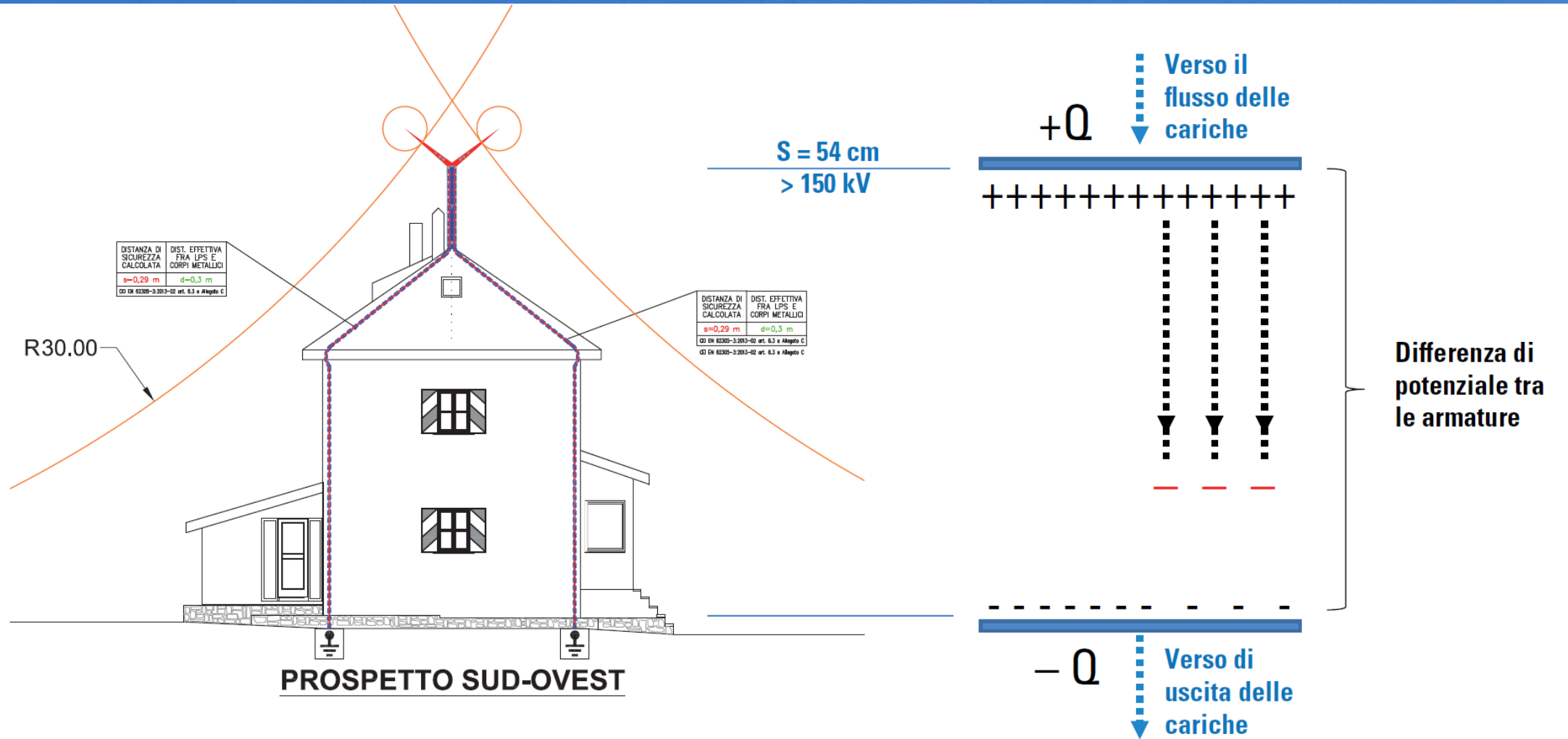
Il passaggio della corrente da fulmine sui conduttori dell'impianto di captazione genera fortissime cadute di tensione. Il sistema di captazione isolato consente di portare la scarica dal punto d'impatto a terra, generando tuttavia una considerevole differenza di potenziale tra la copertura e la terra.



# L'evoluzione tecnologica

## Annullamento dell'effetto capacitivo

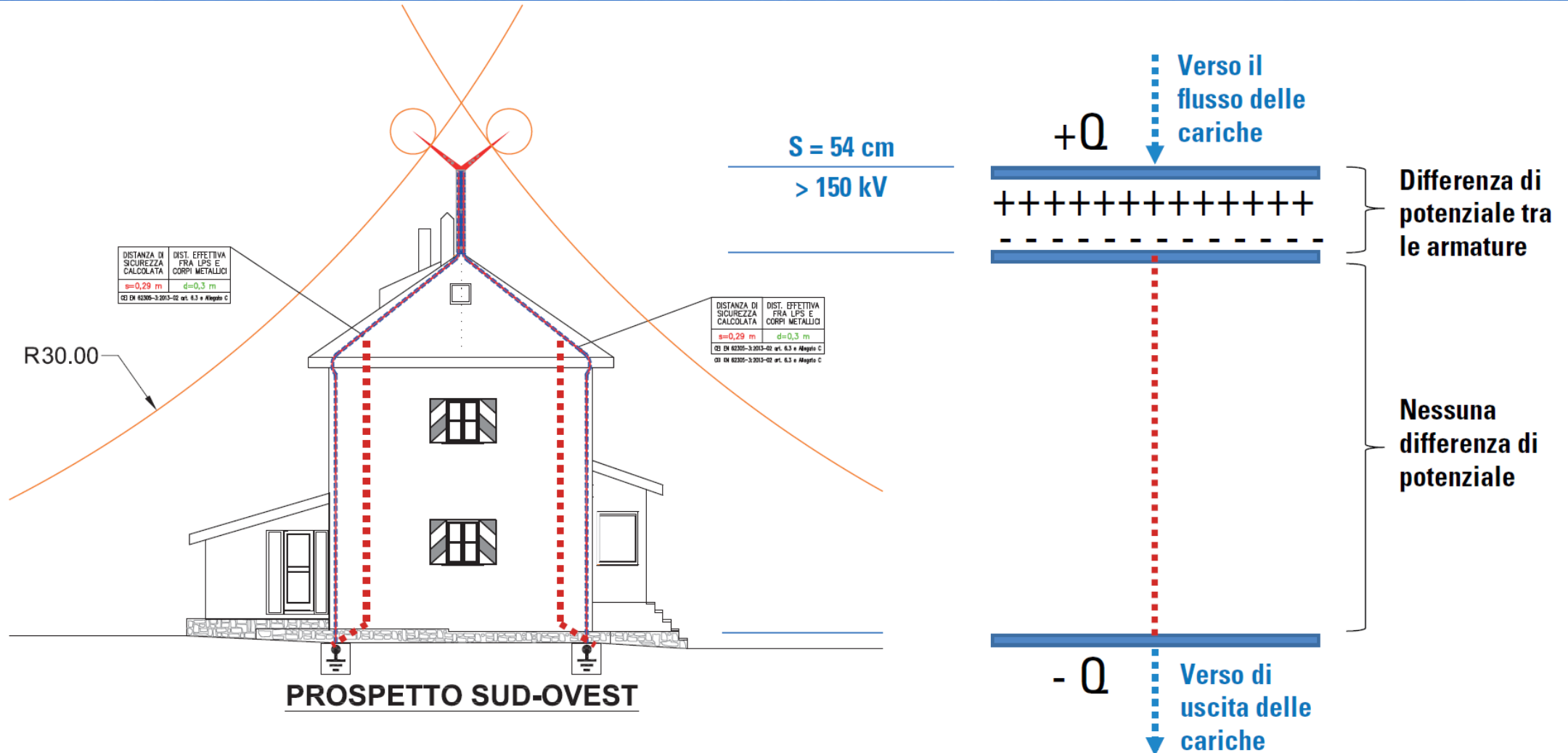
... una distanza di sicurezza di 54 cm equivale a circa 150 kV impulsivi, gli impianti interni alla struttura si vengono così a trovare tra le due facce di un condensatore, con effetti elettrostatici non trascurabili.



# L'evoluzione tecnologica

## Annullamento dell'effetto capacitivo

La messa a terra del tetto, se metallico, con conduttori non interessati dalla corrente da fulmine, circoscrive la differenza di potenziale tra il punto d'impatto e la copertura, annullando quello tra quest'ultima e la terra.



# LPS INTERNO

## limitatori SIPF®

Serie **SPM**, **SPZ** e **SPC** per impianti in media tensione



Serie **SPM**  
per reti di  
distribuzione  
fino a 36 kV



Serie **SPZ** per  
impianti di  
cogenerazione



Serie **SPC**  
per impianti  
di trazione  
elettrica  
in corrente  
continua

Serie **SPJ HMS** e **VMS**, **HYS**, **VYS**, **KT** e **SQ** per impianti in bassa e bassissima tensione

Serie **SPJ HMS** e **SPJ VMS**, per impianti di energia in bassa tensione 230/400V

serie **SPJ** powered by J.Pröpster  
*Made in Germany*



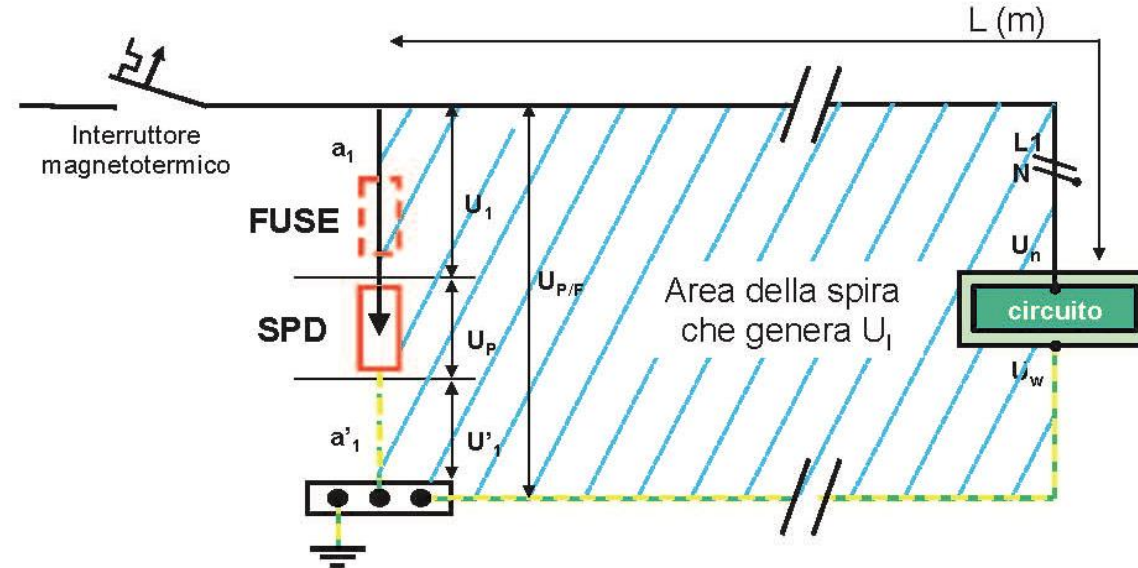
Limitatori di sovratensione di elevata sensibilità  
per la protezione dalle scariche dirette ed indirette

Serie **SPJ HYS** e **SPJ VYS**, per la protezione del lato CC degli impianti fotovoltaici, soggetti sia a scariche dirette che indirette.



# Progettazione di un LPS

## verifica della distanza di protezione



- a1:** Conduttore di collegamento SPD/impianto – sezione uguale alla sezione di linea con un minimo di  $4 \text{ mm}^2$  e un massimo di  $35 \text{ mm}^2$ .
- a'1:** Conduttore di collegamento SPD/terra – sezioni minime di  $16 \text{ mm}^2$  per SPD in classe di prova I e 6 per SPD in classe di prova II.
- Fuse:** Fusibile di backup – necessario quando la protezione di sovracorrente di linea è  $> 63 \text{ A}$ .
- Un:** Tensione nominale dell'impianto.
- Uw:** Tenuta all'impulso dell'apparecchiatura da proteggere.
- Up:** Livello di protezione dello scaricatore.
- U1+U'1:** Caduta di tensione induttiva sui conduttori di collegamento del SPD - si consiglia di mantenere la lunghezza complessiva ( $a1+a'1$ )  $< 50 \text{ cm}$ .

- Upf:** Livello di protezione effettivo – Upf è generato dalla somma del livello di protezione dello scaricatore con la caduta di tensione induttiva sui conduttori di connessione ( $Upf = Up + U1 + U'1 = Up + \Delta U$ ). Upf peggiora all'aumentare della distanza dell'apparecchiatura rispetto al punto d'installazione del SPD.
- Ui:** Tensione indotta – essa si manifesta nel circuito fra SPD ed apparecchiatura da proteggere in occasione di fulminazione diretta della struttura (sorgente di danno S1) o in prossimità della stessa (sorgente di danno S2) e, sommandosi ad Upf, riduce l'efficacia del sistema di protezione
- L:** Distanza di protezione – essa è funzione di tutti i parametri sopra elencati, si rimanda ai grafici successivi per la sua determinazione.

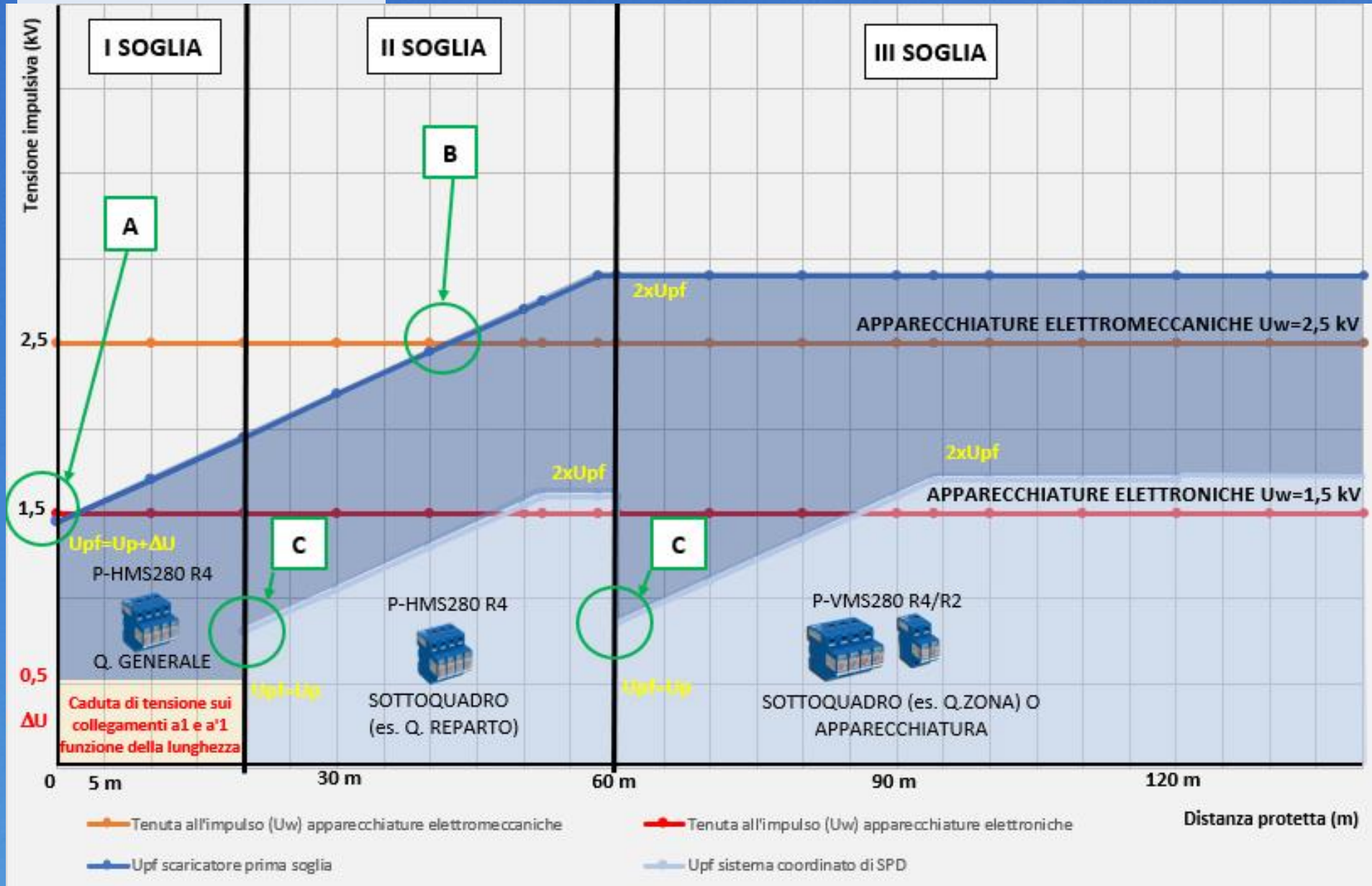
è necessario garantire che lo scaricatore scelto protegga le apparecchiature





# Progettazione di un LPS

## verifica della distanza di protezione

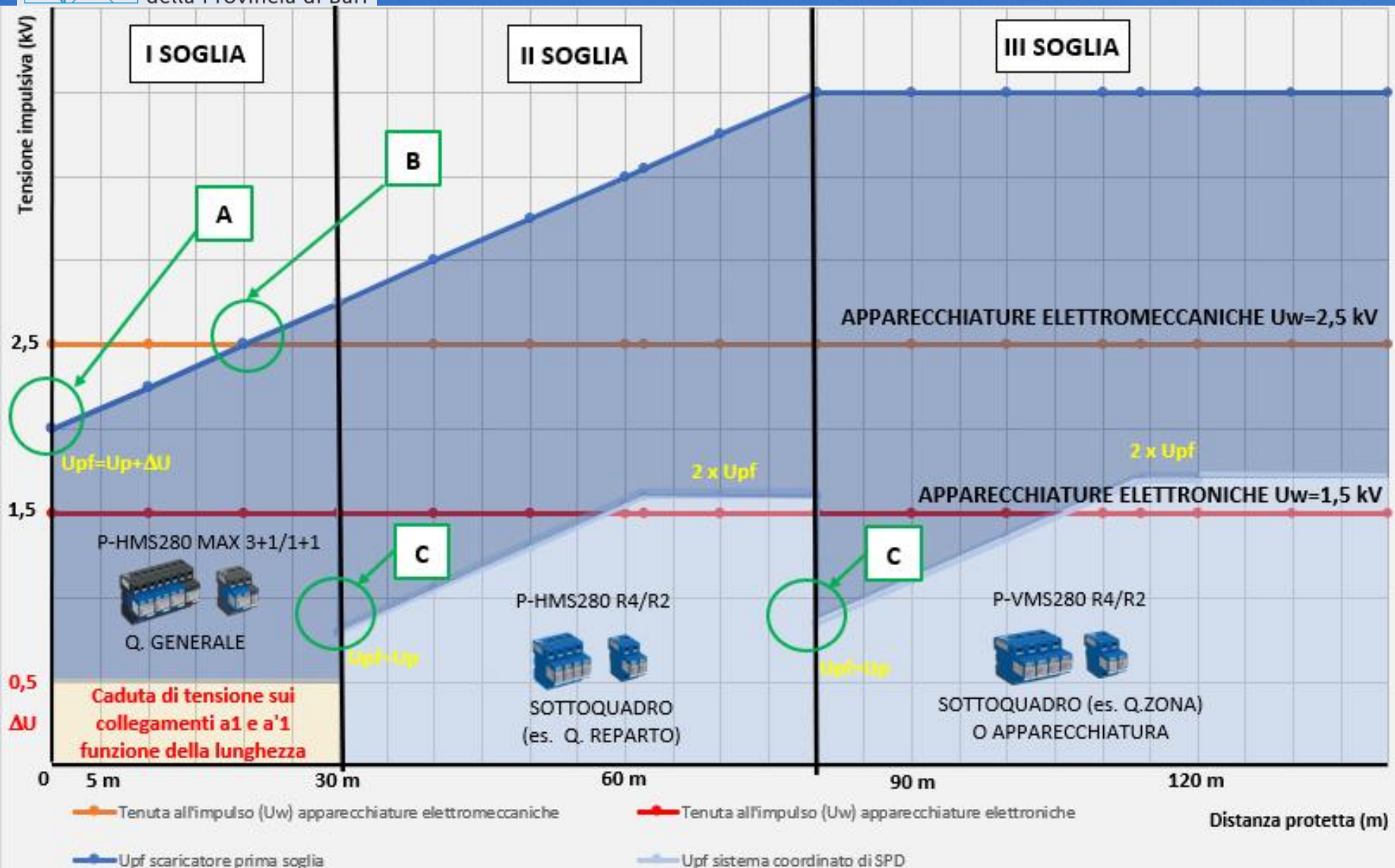


distanza di protezione con un sistema coordinato di SPD in un impianto TN-S (struttura schermante  $U_i=0$ )



# Progettazione di un LPS

## verifica della distanza di protezione



distanza di protezione con un sistema coordinato di SPD in un impianto TT (struttura schermante  $U_i=0$ )



# L'evoluzione e l'esperienza

2019

2013



2016



2017



2018



MANUALE TECNICO: UNO STRUMENTO DI LAVORO PER IL PROGETTISTA!



# Progettazione di un LPS

i punti cardine

Particolari coerenti con l'installazione

Identificazione dei punti d'impatto

L'efficacia di un sistema di protezione non può prescindere dall'analisi dei seguenti punti:

Dimensionamento del LPS effettuato col metodo della sfera rotolante mettendo in evidenza la reale penetrazione

Verifica progressiva del rispetto della distanza di sicurezza (s)

1. Conoscere i **punti d'impatto**
2. Verificare il punto d'impatto in funzione della **conduttività o meno della copertura**
3. Valutare il punto caldo in funzione della **combustibilità o meno della copertura**
4. Valutare il rispetto dell'area di non captazione in ambienti con **atmosfera esplosive**
5. Annullare gli effetti capacitivi ed elettrostatici in ambienti con **atmosfera esplosive**
6. Verifica della **sovratemperatura** nei conduttori percorsi dalla corrente da fulmine
7. Rispetto della **distanza di sicurezza (s)** dagli elementi di captazione fino a terra
8. Corretto dimensionamento del sistema disperdente e dei collegamenti equipotenziali
9. Verifica delle tensioni di passo e contatto
10. Corretto coordinamento degli SPD sui servizi entranti e sugli impianti interni
11. Verifica della **distanza protetta** degli SPD in funzione della corrente presunta e delle apparecchiature presenti
12. Verifica della sicurezza ai contatti indiretti nell'installazione degli SPD