



## Sistemas de puesta tierra, continuidad y protección

Sistemas de Telecomunicaciones  
Sistemas de protección contra el rayo

1



## Sistemas de puesta a tierra de Telecomunicaciones

- Puesta a tierra de telecomunicaciones es instalada en:
  - Instalaciones de entrada de Telecomunicaciones.
  - Cuartos de Equipos
  - Cuartos de Telecomunicaciones

2

## La puesta a tierra y el enlace equipotencial a tierra de las Telecomunicaciones



- Además de los objetivos de seguridad buscados en el sistema de tierra eléctrico, el sistema de tierra de telecomunicaciones busca:
  - Minimizar los efectos de los transitorios de la alimentación al proporcionar trayectorias a tierra mas cortas y de menor impedancia.
  - Proporcionar una impedancia de referencia de tierra del sistema mas baja.
  - Acoplamiento. La cercanía del cable de conexión a tierra al cable de telecomunicaciones, aumenta el acoplamiento eléctrico y magnético. Este acoplamiento cancela parcialmente los transitorios cuando llegan al equipo de comunicaciones en un extremo.

3

## Practicas en Sistemas de comunicaciones – Sistemas grandes

- Los requerimientos de conexión se indican en la norma ANSI J-STD-607-A .
- En grandes sistemas existen cuartos de equipos o múltiples gabinetes
  - Las instalaciones son mas complejas
  - El número de dispositivos y partes a conectar a tierra es mayor.
  - Se utilizan barras de conexión de telecomunicaciones para acomodar y organizar las múltiples conexiones que se presentan.

## Restricciones de la norma ANSI-J-STD-607A



- Esta norma **no proporciona requisitos** para:
  1. Puesta a tierra y enlace equipotencial específicas para todo equipo de telecomunicaciones y cableado asociado.
  2. Valores de inmunidad, corrientes transitorias y tensiones soportadas del aislamiento.
  3. Métodos de verificación y mantenimiento de las redes de puesta a tierra y equipotencialidad.
  4. Ningún método específico de mitigación de la RFI/EMI.
  5. Especificaciones de protectores primarios o secundarios, aplicaciones y su instalación.

5

## Restricciones de la norma ANSI-J-STD-607A



- Esta norma **no proporciona requisitos** para:
  1. Seguridad específica del usuario.
  2. Prácticas de puesta a tierra y enlace equipotencial de compañías de telecomunicaciones locales.
  3. Acometida del servicio eléctrico
  4. Puesta a tierra de dispositivos de protección contra las sobretensiones transitorias.
  5. Edificios con más de una acometida de servicio

6

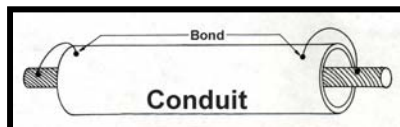
## Generalidades



- Todos los conductores de puesta a tierra y equipotencialidad del sistema deben ser de cobre y pueden ser aislados.
- Si se utilizan conductores aislados estos deben ser listados para la aplicación y su sección mínima AWG No. 6 (16 mm<sup>2</sup>) hasta 3/0 (95 mm<sup>2</sup>).
- Todo conductor debe ser etiquetado y la etiqueta instalada tan cerca como sea posible de la terminación.

7

## Conectando los conductores y al conduit (canalización)



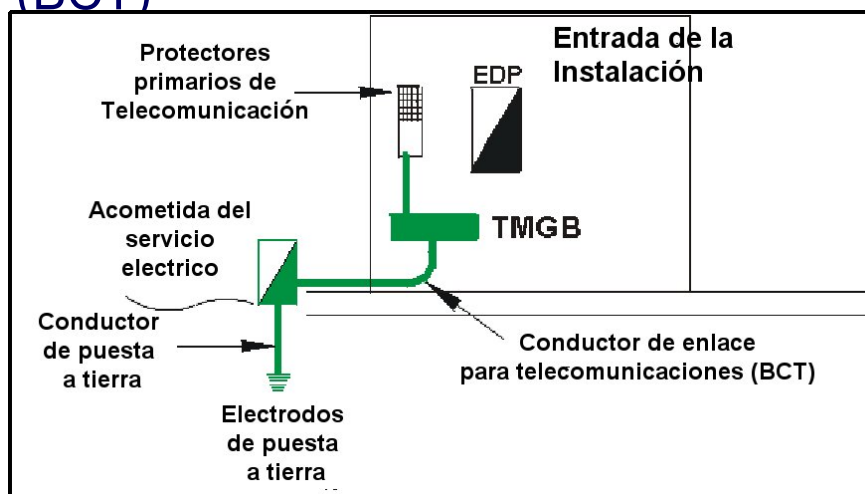
- Los conductores no deberían ser colocados dentro tuberías metálicas, pero de ser así deben ser conectados en cada extremo de la tubería con el accesorio listado apropiado.


8

## Estableciendo el enlace equipotencial a tierra de Telecomunicaciones

- El conductor de conexión o enlace equipotencial para telecomunicaciones (BCT):
  - Debe conectar la barra de tierra principal de telecomunicaciones (TMGB) a la puesta a tierra del sistema de eléctrico de alimentación.
  - Debe ser dimensionado al menos de la misma sección que el conductor principal de enlace de telecomunicaciones (TBB)
  - La sección se obtiene en el código

## Esquema del conductor de enlace para Telecomunicaciones (BCT)



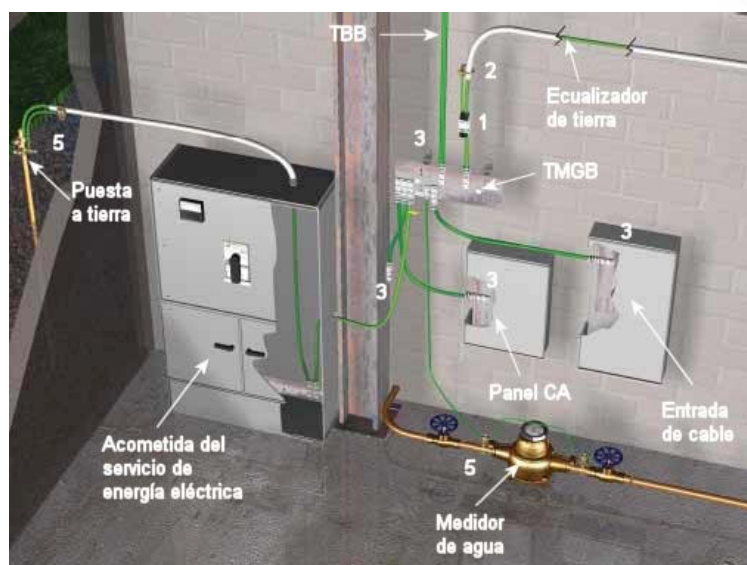


The slide features the Panduit logo on the left and the title "Grounding & Bonding" on the right. At the bottom, it includes copyright information for 2018 Panduit Corp. and a presentation credit to the University of Panduit.

Cortesía:  
5 Steps to Implementing a Grounding and Bonding System  
[https://www.youtube.com/watch?v=KR5N1\\_xGA8k](https://www.youtube.com/watch?v=KR5N1_xGA8k)

11

## Entrada de servicio de la puesta a tierra



12

## Barra de tierra principal de Telecomunicaciones (TMGB)

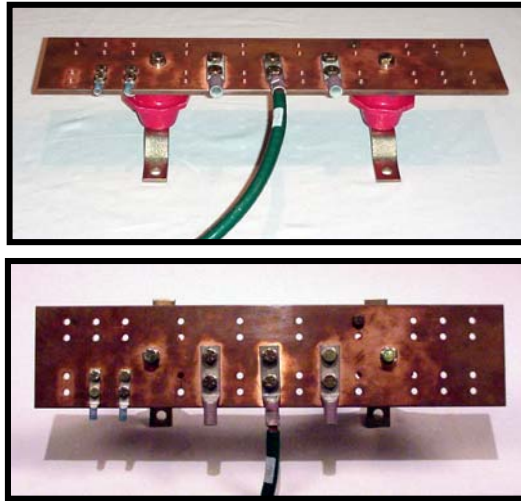
- La TMGB sirve como una extensión del sistema de electrodos de puesta a tierra del “edificio o instalación eléctrica” dedicada a la infraestructura de Telecomunicaciones.
- Todas las puestas a tierra de telecomunicaciones se originan en el TMGB

## Barra de tierra principal de Telecomunicaciones (TMGB)

- Usualmente se instala una por edificio.
- Idealmente localizada cerca a la entrada de la instalación.  
Montada en la parte superior del tablero o caja.
- Aislada del soporte mediante aisladores poliméricos (50 mm mínimo)
- Normalmente Pletina de Cu de 6 mm x 100 mm x longitud necesaria.
- Conectada a todas las canalizaciones metálicas.

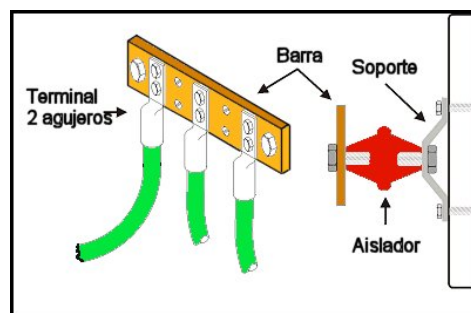


## Barra de tierra principal de Telecomunicaciones (TMGB)

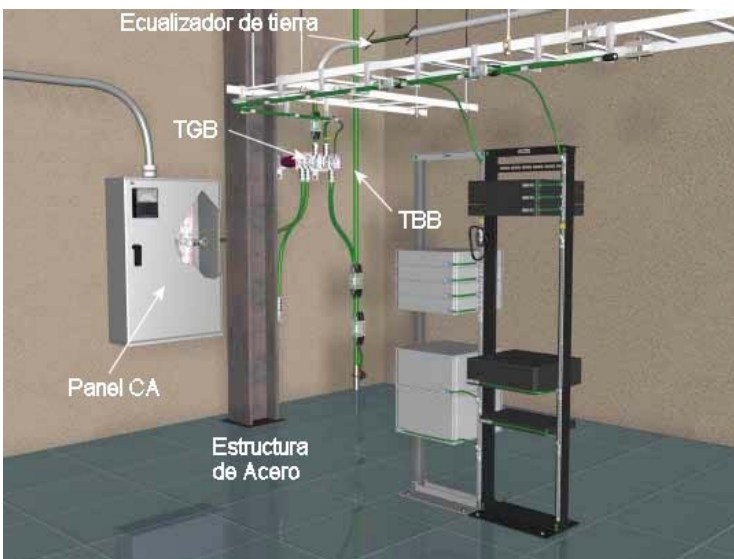


## Barra de tierra para Telecomunicaciones (TGB)

- TGB trabaja en la localización en la cual se instala, p.e. un piso.
  - Una unidad por gabinete.
  - Montada en la parte superior trasera
  - Aislada mediante aisladores poliméricos (h=50 mm min.)
  - Pletina de Cu 6 mm x 50 mm x longitud necesaria.
  - Conectada a la tierra de los equipos y a todas las canalizaciones.

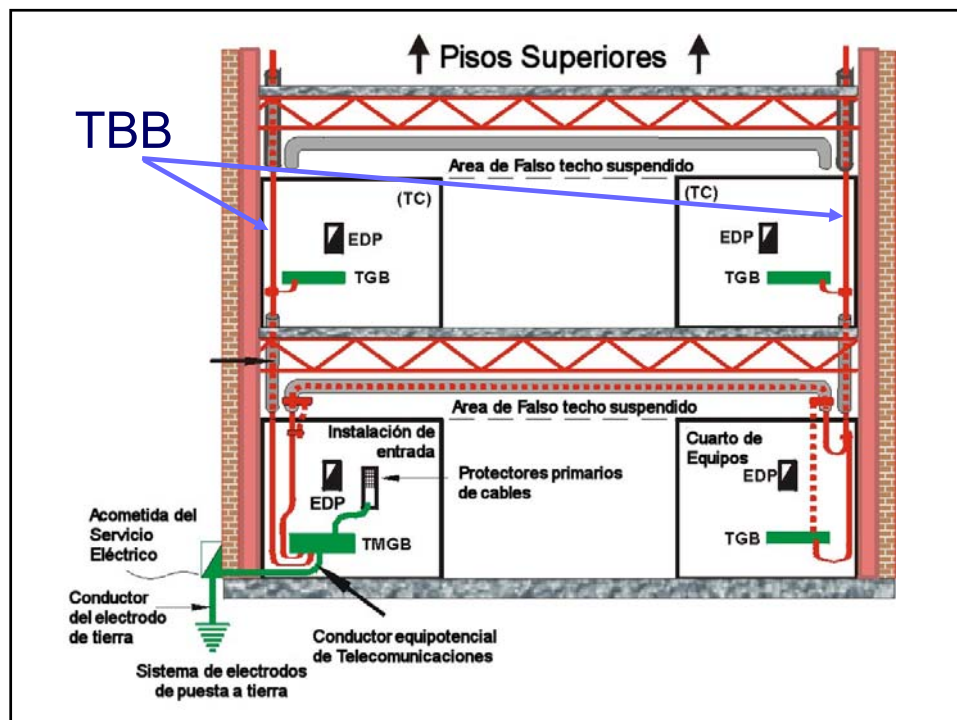


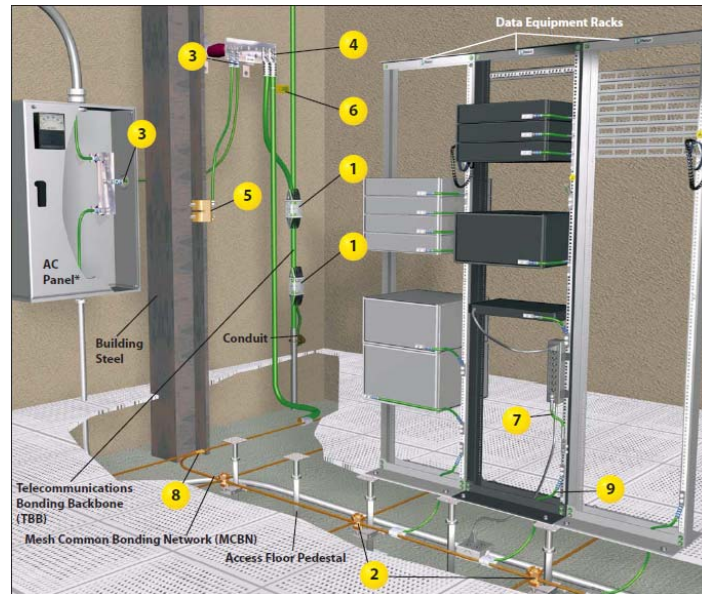




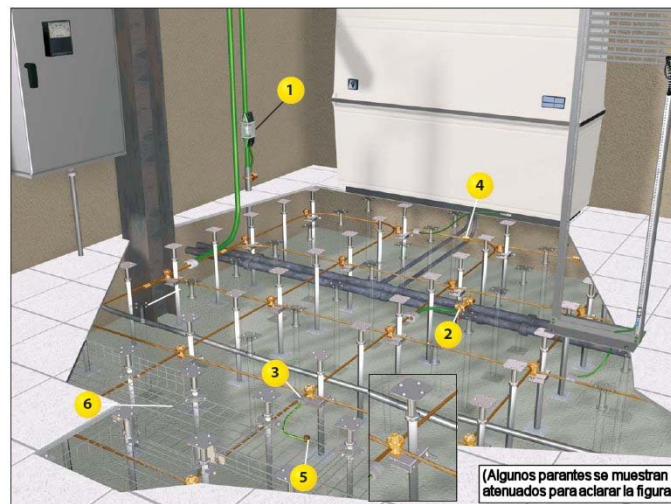
## Conductor central de enlace equipotencial de Telecomunicaciones (TBB)

- Un TBB es un conductor que:
  - Interconecta todos los TGBs al TMGB
  - Reduce o iguala las diferencias de potencial.
  - No debería ser un conductor empalmado.
- Se recomienda utilizar un conductor aislado para su protección mecánica contra la corrosión.





Cortesía :Grounding and Bonding – Infrastructure. PANDUIT



La malla de la red de enlace equipotencial (**MCBN Mesh common bonding network**) permite la conexión de todos los elementos metálicos, incluyendo puentes de racks/gabinete, canaletas de alambre, tubos de agua y unidades de aire acondicionado. Cuadrícula de 1 a 1,2 m de lado.

Cortesía :Grounding and Bonding – Infrastructure. PANDUIT

## Dimensionamiento del TBB

- El TBB debería ser dimensionado de acuerdo a su longitud.
  - Sección mínima No. 6 AWG (16 mm<sup>2</sup>).
  - Sección mayor No. 3/0(4/0) AWG (95 mm<sup>2</sup>)
- En la norma ANSI/TIA/EIA J-607-A (IEEE Standard 241-1900) se indica que el TBB debe tener 6 MCM de sección por cada metro lineal de longitud (3 mm<sup>2</sup>/m), pero la sección no debe ser mayor de No. 3/0 AWG.
- El Conductor de enlace equipotencial de telecomunicaciones (BTC) debe ser de la misma sección que el TBB según ANSI/TIA/EIA J-STD-607-A.

## Dimensionamiento del TBB según ANSI/TIA/EIA J-STD-607-A

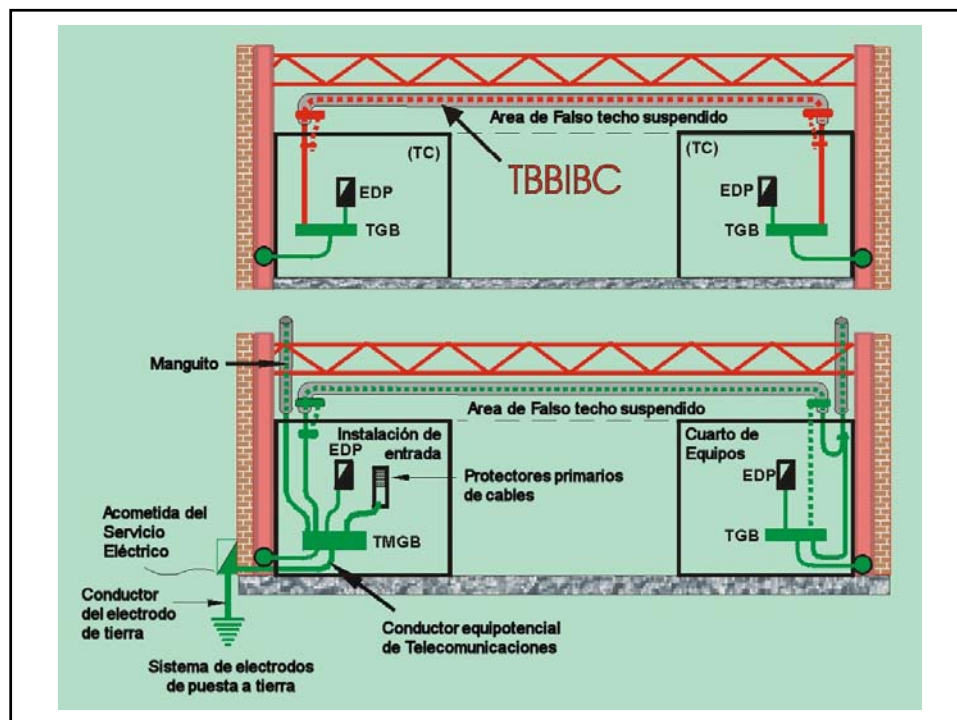


Longitud lineal del TBB (m)	Sección del TBB (AWG)	Sección del TBB (mm <sup>2</sup> )
Menor de 4	6	16
4 a 6	4	25
6 a 8	3	35
8 a 10	2	35
10 a 13	1	50
13 a 16	1/0	50
16 a 20	2/0	70
Mayor a 20	3/0 (4/0)	95

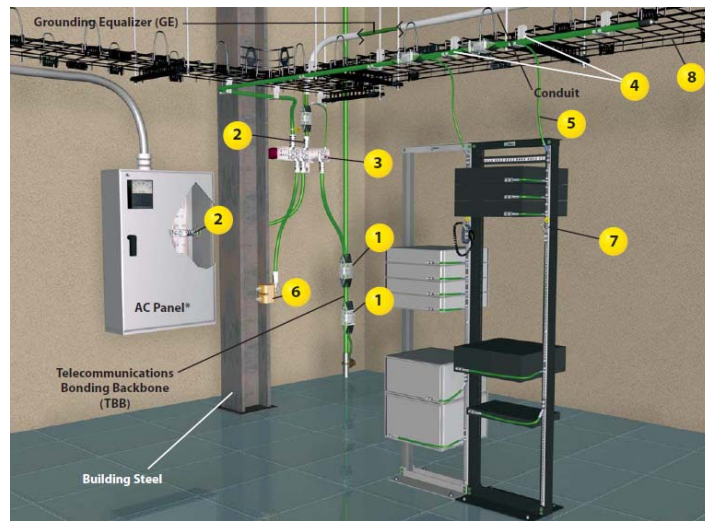
24

## Conductor de enlace equipotencial de tierra (GE Grounding equalizer)

- Denominado antes como conductor de enlace equipotencial de interconexión de las telecomunicaciones (TBBIBC)
- Los GE interconectan múltiples TBBs, igualando las diferencias de potencial entre gabinetes o armarios.
- Los GE son requeridos en edificios de varios pisos donde:
  - 2 o más TBBs verticales son instalados.
  - Instalados cada 3pisos y el último piso







\* El tablero de alimentación eléctrica (AC panel) debe ser puesto a tierra siguiendo las recomendaciones del CNE. Y su barra de tierra es conectada a la TBB

Cortesía :Grounding and Bonding – Infrastructure. PANDUIT

## Conexiones de enlace equipotencial

- La conexión de enlace equipotencial requiere de terminales de compresión o soldados exotermicamente LISTADOS con dos agujeros de conexión para:
  - TBB a barras (TMGB or TGB)
  - Conexión de los conductores de enlace equipotencial para telecomunicaciones



## Conectores para la conexión equipotencial



- Cuando se usan conexiones equipotenciales con conectores de compresión de un solo agujero listados

- Ventajas:

- Puede tener solo una conexión a tierra en el equipo.
- Costo bajo.

- Desventajas:

- Probabilidad de aflojamiento de las conexiones



## Practicas de conexión en Sistemas electrónicos y de comunicaciones



- Conectores y empalmes recomendados deberían ser:
  - Listados para el uso propuesto.
  - De cobre con revestimiento de zinc.
  - De cobre o de aleación de cobre.
- Un producto listado es un equipo incluido en una lista publicada por una organización, que es aceptado por la autoridad responsable, la cual mantiene una inspección periódica de la producción del equipo listado. Los cuales cumplen unas normas apropiadas y han sido ensayados.

## Conexión equipotencial dentro del edificio

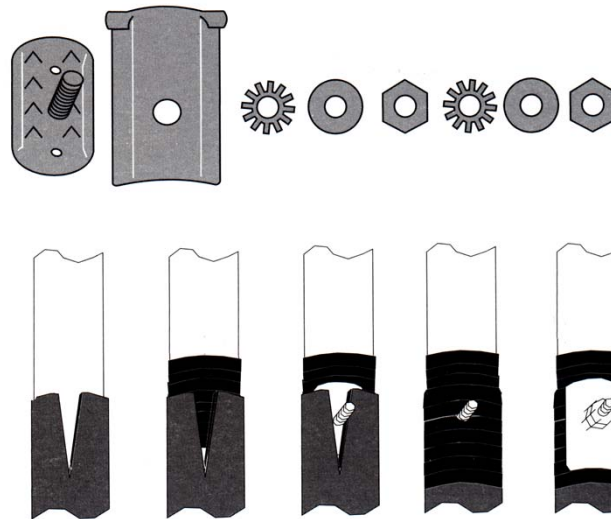
- Conectar todos los elementos metálicos que no transportan corriente, como son:
  - Racks de Equipos
  - Bandejas de cables tipo escalera
  - Conduits
  - La estructura metálica del cable.



Cortesía :Grounding and Bonding – Infrastructure. PANDUIT



## Instalación de grampas de conexión



## Cables y elementos expuestos

- Conectar a tierra y al enlace equipotencial las cubiertas de los cables expuestos y las cubiertas metálicas de todos los componentes de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.
  - Conectar a tierra tan cerca como sea posible y practico al punto de entrada.
  - Conectar al enlace equipotencial todos los elementos metálicos de la fibra óptica.



## Sistemas de protección contra el rayo

Sistemas de protección contra las  
descargas electrostáticas

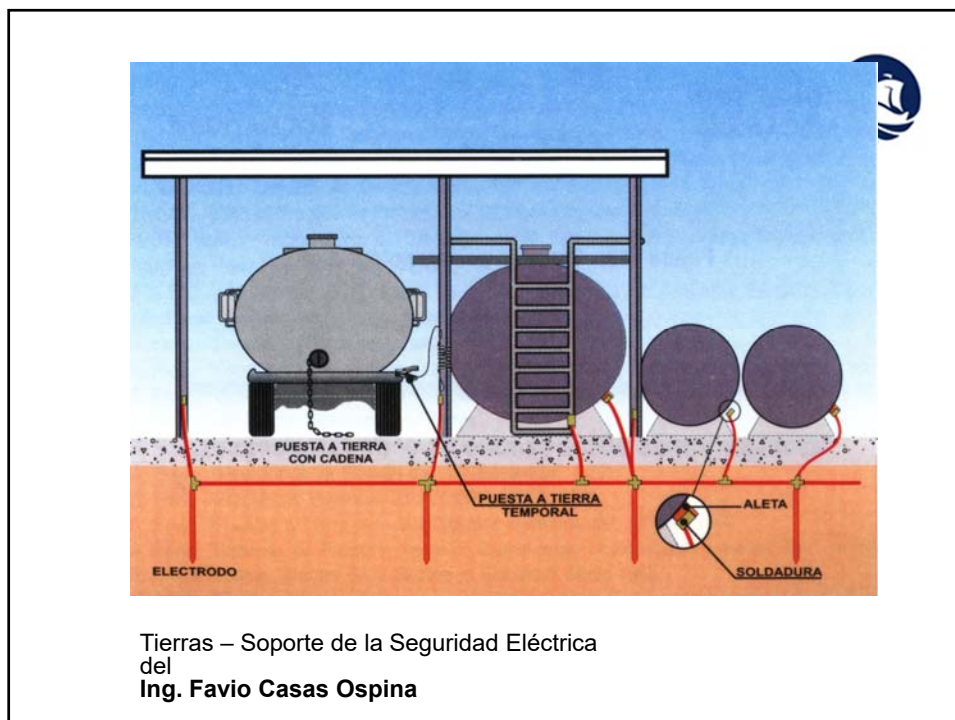
Sistemas de protección contra las  
descargas atmosféricas

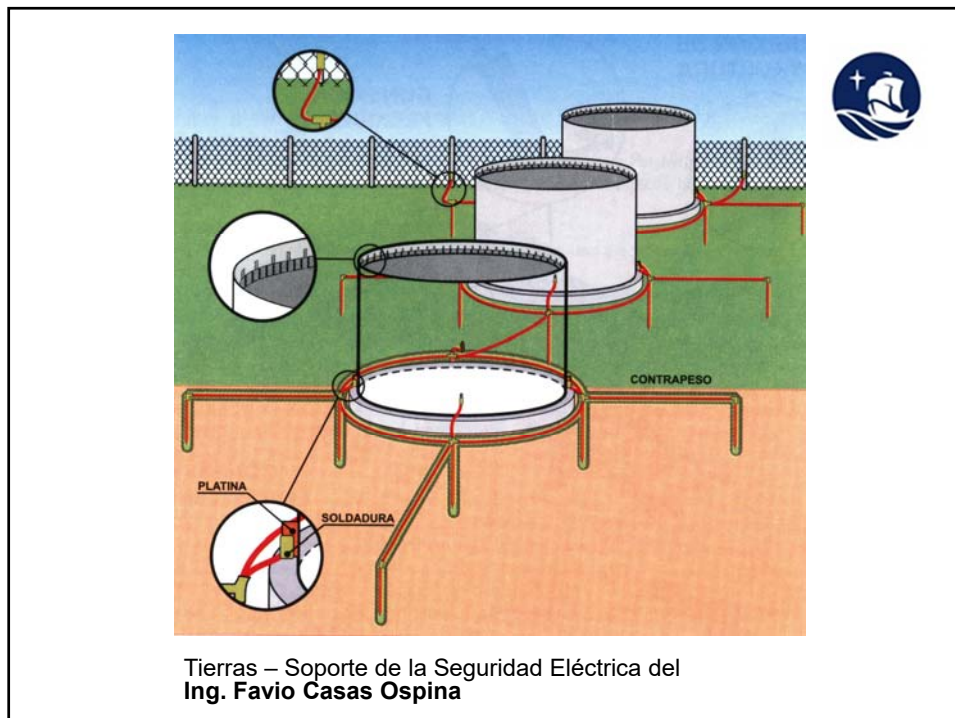
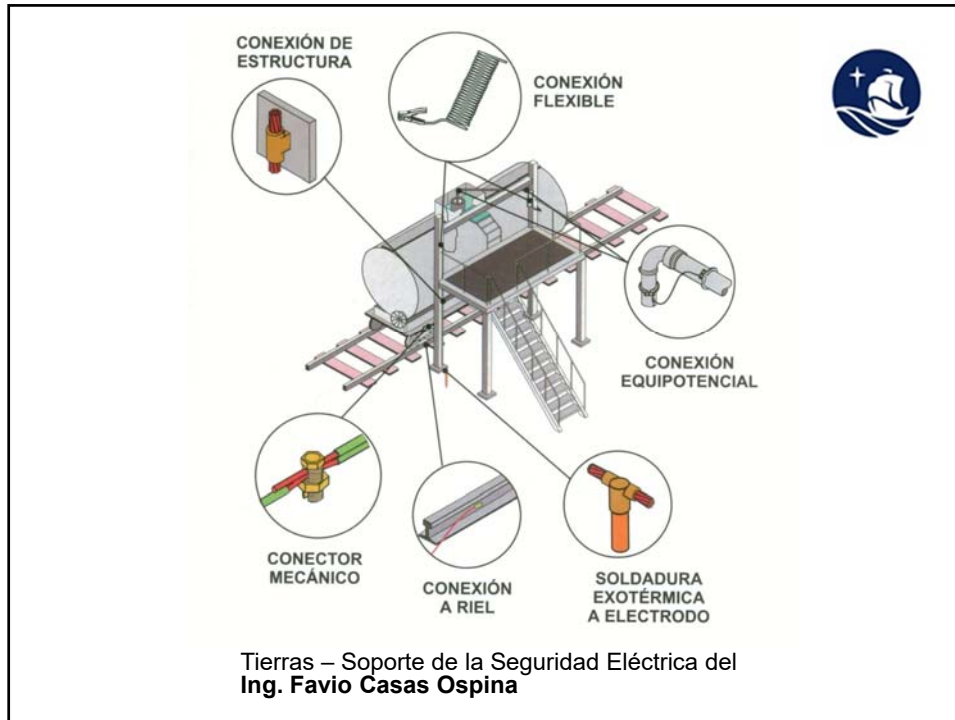
35

### Protección contra las descargas electrostáticas



- La norma NFPA 77 “Prácticas recomendadas para la electricidad estática” es la norma usada en nuestro país para prevenir este fenómeno.  
“Cualquier puesta a tierra que es usada para los circuitos de potencia o protección contra descargas atmosféricas es mas que suficiente para la protección contra las descargas estáticas”
- Las instalaciones relacionadas con la elaboración, almacenamiento y despacho de combustibles exigen disposiciones especiales de puesta a tierra; así como el uso de dispositivos especiales.





## Protección contra las descargas Atmosféricas – El Rayo



Cortesía: MINEM  
<https://youtu.be/Nd7WL--f2Ms>

41

## Esquema típico de un sistema de protección contra el rayo



## Normas de referencia para los sistemas de protección contra el rayo



- *Serie de normas IEC 62305*

### Protección contra el Rayo

1. Principios generales
2. Evaluación del riesgo
3. Daño físico a estructuras y riesgo humano
4. Sistemas eléctricos y electrónicos en estructuras

- *Norma ANSI/NFPA 780*

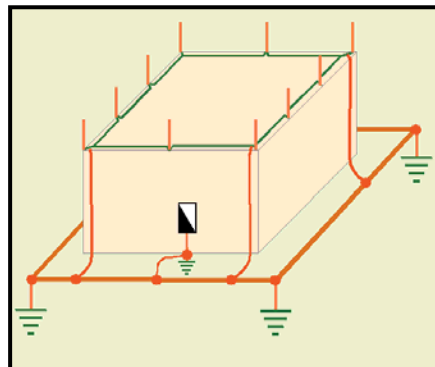
### Sistemas de protección contra descargas atmosféricas para Edificios

43

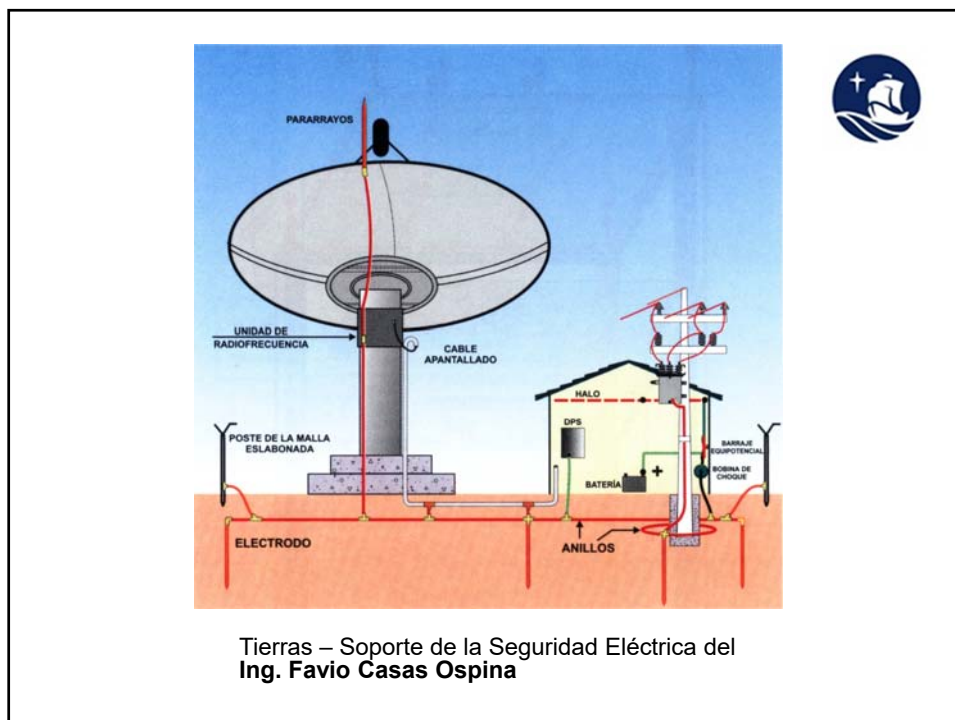
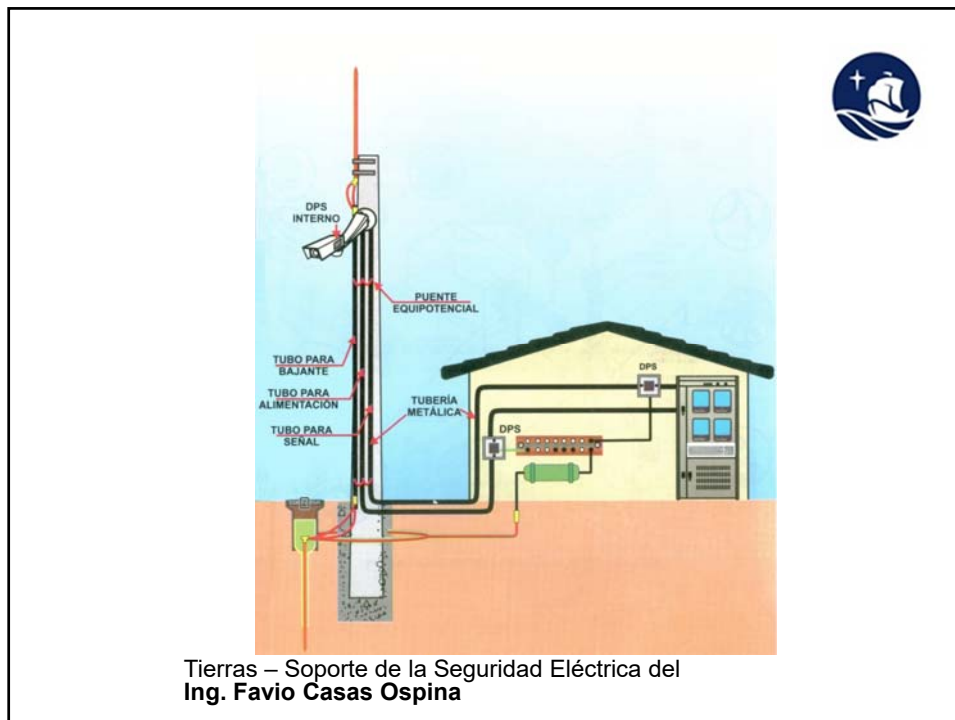
## Protección contra los rayos (descarga atmosféricas).

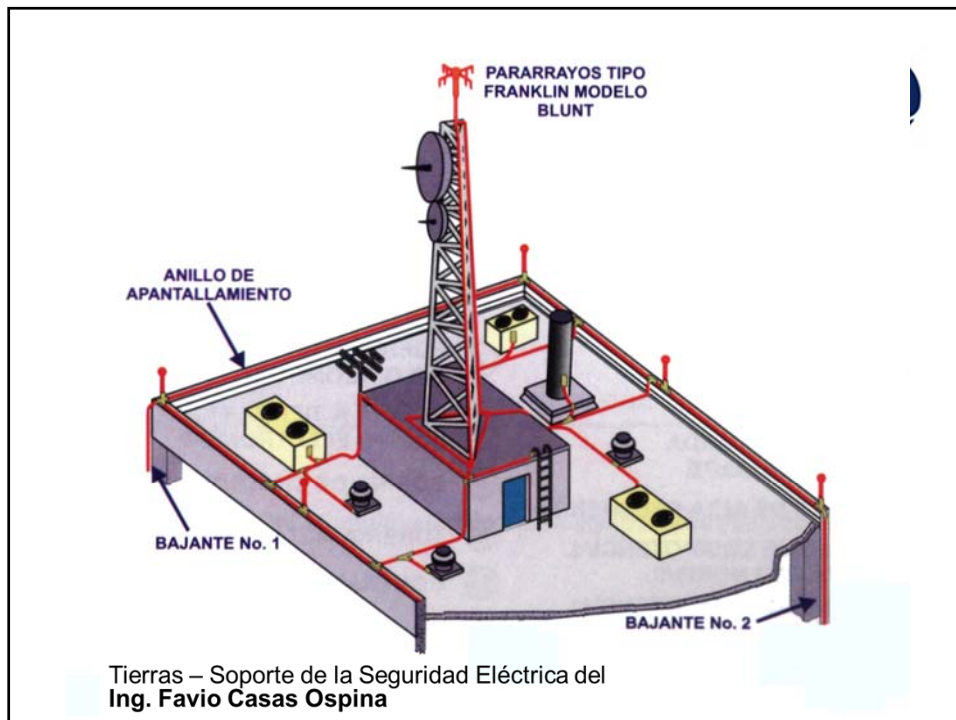
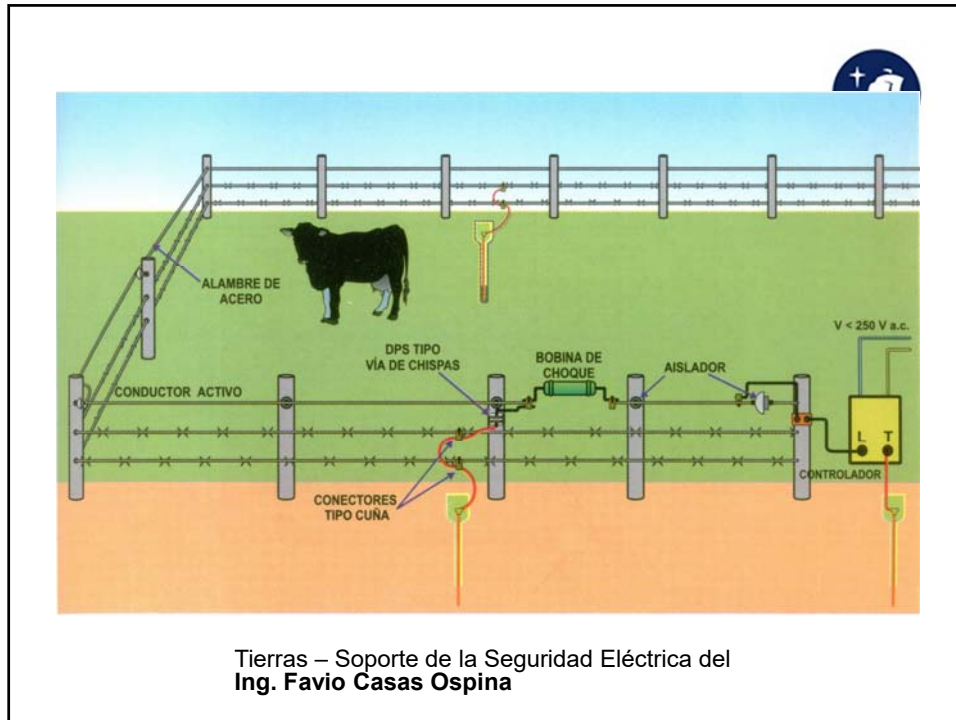


- Captadores Aereos instalados en el techo.
- Conductores de equipotencialización.
- Conductores de bajada.
- Electrodo de puesta tierra o un anillo alrededor del edificio.
- Dispositivos de protección contra las sobretensiones

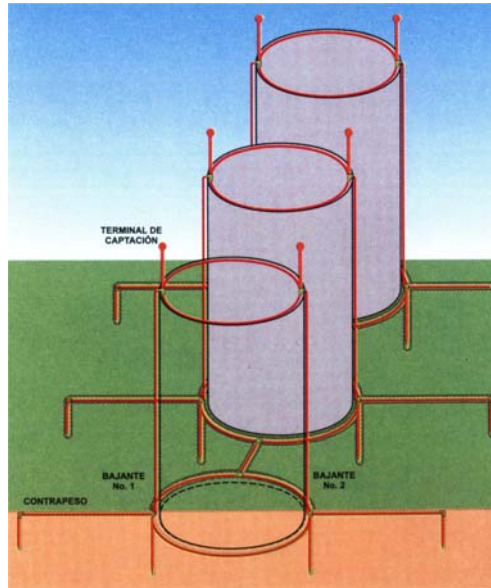






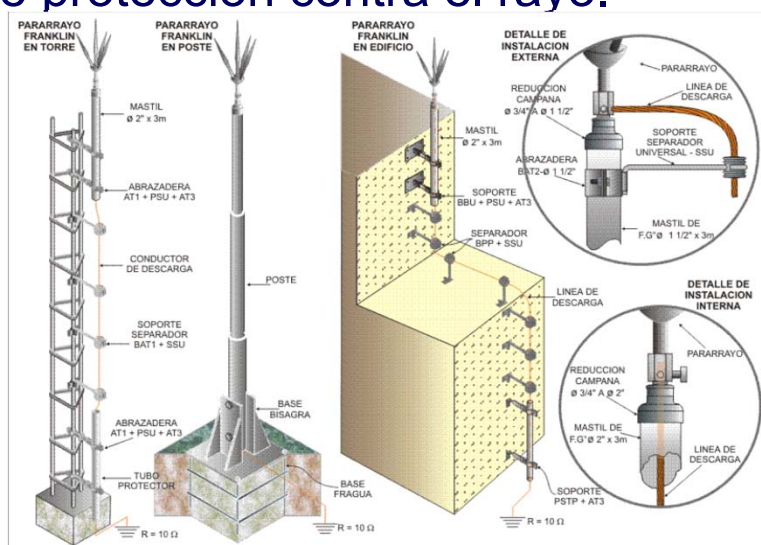






Tierras – Soporte de la Seguridad Eléctrica del  
**Ing. Favio Casas Ospina**

## Elementos típicos de un sistema de protección contra el rayo.



Cortesía: Para rayos SAC

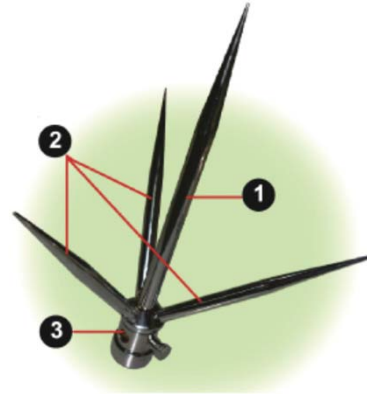
50

## Elementos del sistema de protección Captador aéreo tetrapuntal



- Características físicas

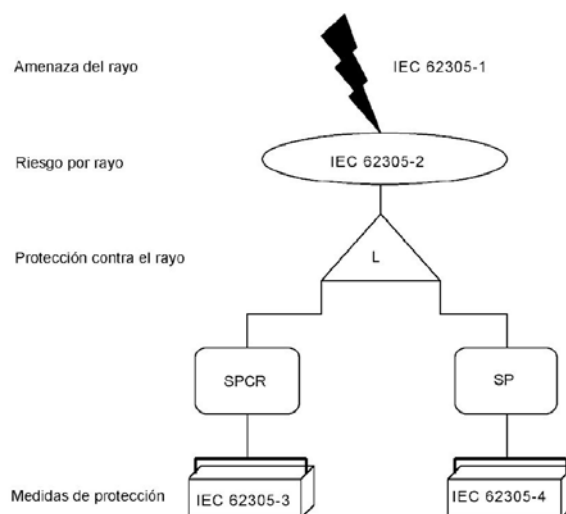
1. Asta central 27 cm.
2. Astas laterales 20 cm.
3. Base de conector 7 cm.



- Peso total 1, 5kg
- Bronce duro cromado de Ø 5/8"

51

## Normas NTP IEC 62305

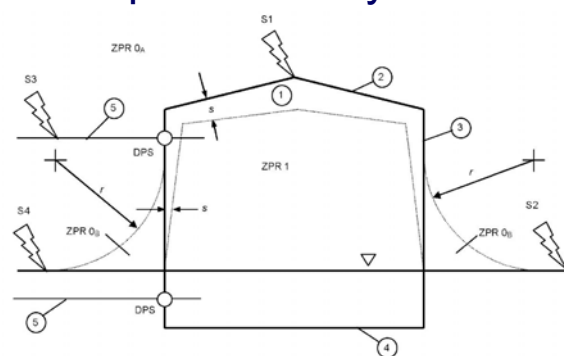


## Las Zonas de protección (ZPR)



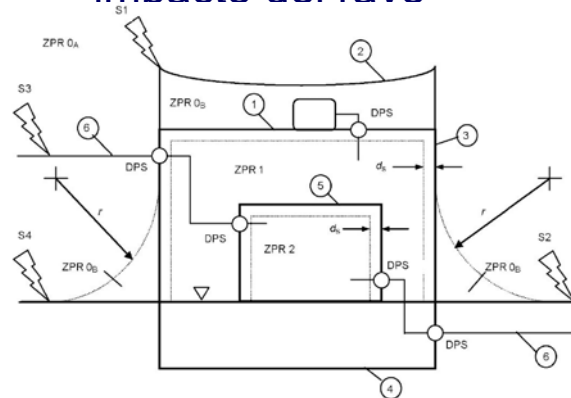
- ZPR 0A Descargas directas, corriente del rayo total, campo magnético total
- ZPR 0b Descargas no directas, corriente del rayo parcial o corriente inducida, campo magnético total
- ZPR 1 Descargas no directas, corriente del rayo limitada o corriente inducida, campo magnético atenuado
- ZPR 2 Descargas no directas, corriente del rayo parcial o corriente inducida
- Los volúmenes protegidos en el interior de las ZPR1 y ZPR2 deben respetar la distancia de seguridad “ds”

## Zonas de protección y puntos de impacto del rayo



1	Estructura	S1	Impacto sobre la estructura
2	Sistema de captadores	S2	Impacto cerca de la estructura
3	Sistema de conductores de bajada	S3	Impacto sobre una línea conectada a la
4	Sistema de toma a tierra	S4	Descarga cerca de una línea conectada a la
5	Líneas entrantes	r	Radio de la esfera rodante
		s	Distancia de separación para evitar chispas peligrosas
V	Nivel del suelo		
O	Conexión equipotencial por medio de DPS		

## Zonas de protección y puntos de impacto del rayo



1	Estructura (pantalla de ZPR 1)	S1	Impacto sobre la estructura
2	Sistema de captadores	S2	Impacto cerca de la estructura
3	Sistema de conductores de bajada	S3	Impacto sobre una línea conectada a la
4	Sistema de toma a tierra	S4	Descarga cerca de una línea conectada a la
5	Sala (pantalla de ZPR 2)	$r$	Radio de la esfera rodante
6	Líneas conectadas a la estructura	$d_s$	Distancia de seguridad contra campos

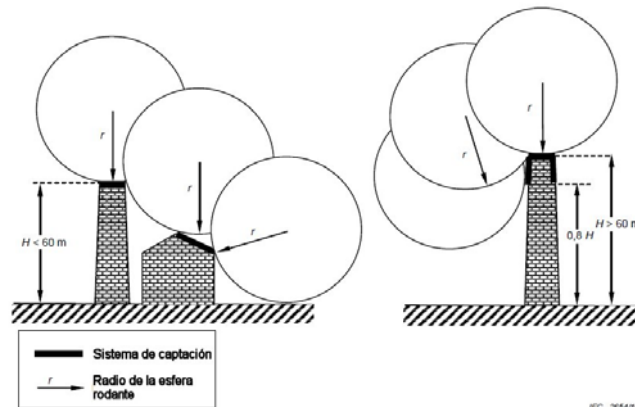
## Dimensiones para el diseño del sistema de protección



- Tabla 2 - Valores máximos del radio de la esfera rodante, del tamaño de la malla y del ángulo de protección, para cada clase de SPCR

Clase de SPCR	Método de protección		
	Radio de la esfera rodante $r$ m	Tamaño de la malla $w_m$ m	Ángulo de protección $d$
I	20	5 x 5	Véase la Figura 1 a continuación
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	

## Método de las esferas rodantes

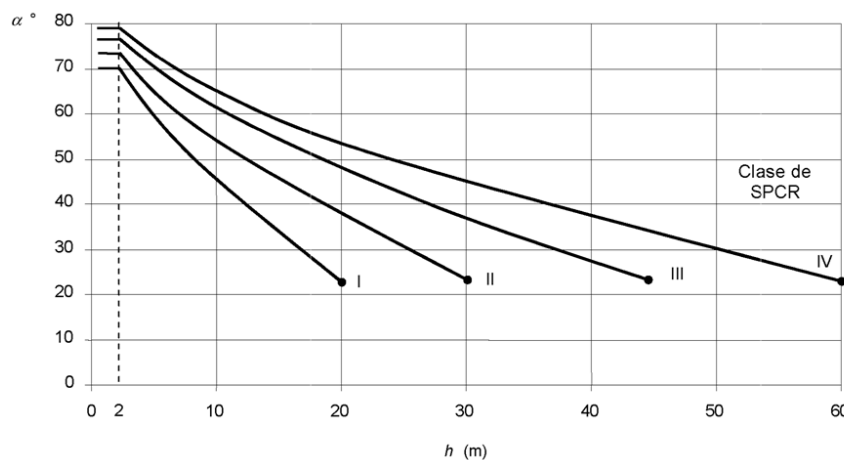


Aplicando este método, el emplazamiento del sistema de captación es adecuado si, en función de la clase del SPCR, ningún punto de la estructura protegida está en contacto con una esfera de radio  $r$ , (véase la Tabla 2), que rueda alrededor y en la parte superior de la estructura en todas las direcciones posibles. De esta manera, la esfera solamente toca el sistema de captación (véase la Figura A.6). (NTP IEC 62305-3)

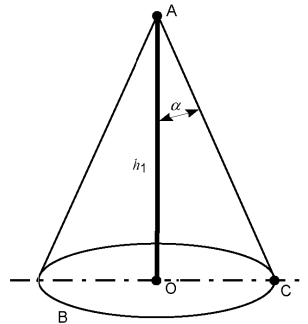
## Dimensiones para el diseño del sistema de protección



Tabla 2 (continuación) - Valores máximos del ángulo de protección, para cada clase de SPCR

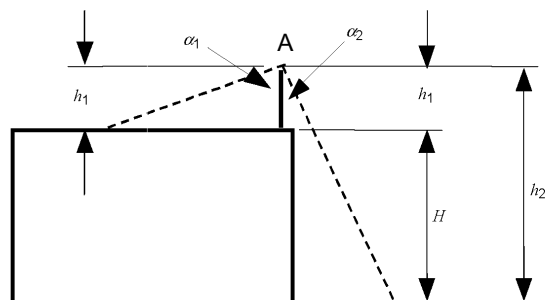


## Volumen protegido por Captador vertical



- A Punta de la varilla captadora
- B Plano de referencia
- OC Radio de la zona protegida
- $h_1$  Altura de la punta A de la varilla captadora sobre el plano de referencia de la zona protegida
- $\alpha$  Ángulo de protección según la Tabla 2

## Volumen protegido por Captador vertical



- $h_1$  Altura de la punta de la varilla captadora A

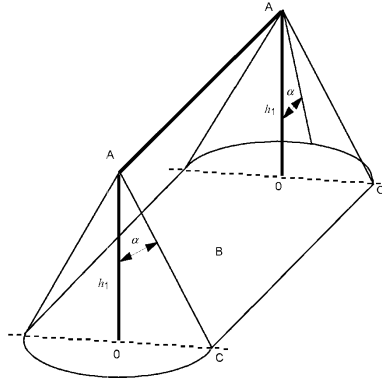
**NOTA:**

El ángulo de protección  $\alpha_1$  corresponde a la altura de la punta captadora A tomada desde la superficie del tejado a proteger.

El ángulo de protección  $\alpha_2$  corresponde a la altura  $h_2 = h_1 + H$ , siendo el terreno el plano de referencia

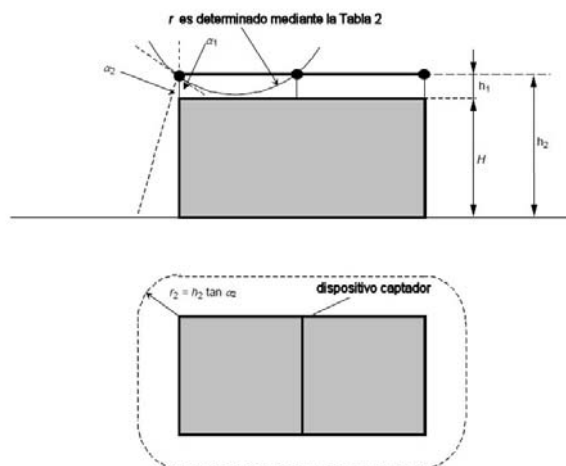
$\alpha_1$  está relacionado con la altura  $h_1$  y  $\alpha_2$  con la altura  $h_2$ .

## Volumen protegido por cable captador horizontal



- A Punta de la varilla captadora
- B Plano de referencia
- OC Radio de la zona protegida
- $h_1$  Altura de la punta A de la varilla captadora sobre el plano de referencia de la zona protegida
- $\alpha$  Ángulo de protección según la Tabla 2

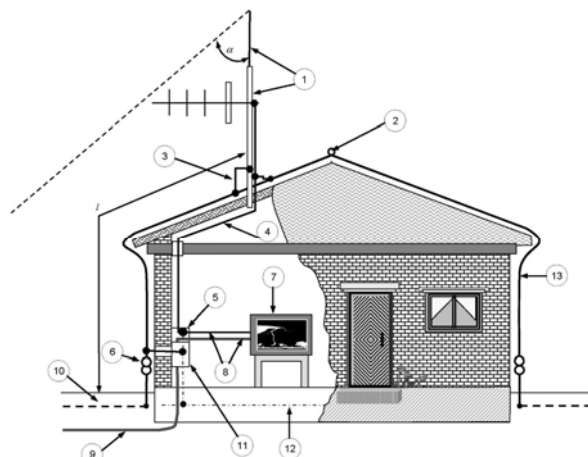
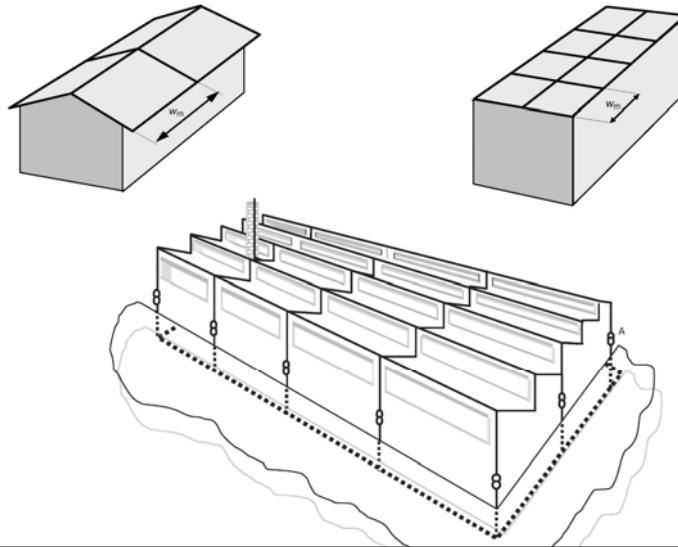
## Volumen protegido por cables aislados formando una malla



IEC 2652/10

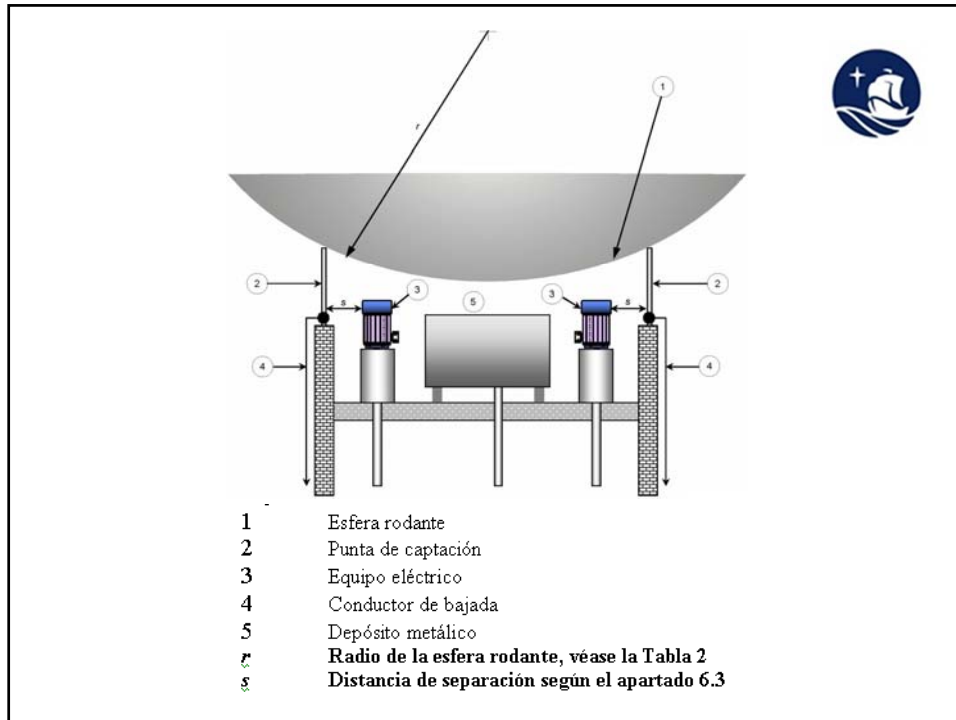
Volumen protegido según el método del ángulo de protección y el método de la esfera rodante

## Ejemplos de sistemas captadores aislados de acuerdo con el método de la malla



- 1 Mástil metálico
- 2 Conductor horizontal de captación en el caballete del tejado
- 3 Conexión entre el conductor de bajada del tejado y el mástil metálico de la antena
- 4 Cable de la antena
- 5 Pletina principal de equipotencialidad, la pantalla metálica del cable de la antena se conecta a la pletina
- 6 Junta de ensayo
- 7 TV
- 8 Caminos paralelos de los cables de la antena y de los cables de energía
- 9 Cable de energía
- 10 Sistema de puesta a tierra
- 11 Tablero principal de distribución con DPS
- 12 Electrodo de puesta a tierra en la cimentación
- 13 Conductor del SPGR
- $\alpha$  Ángulo de protección
- $l$  Longitud de la distancia de separación





## Ejemplo de instalación Sistema de protección



Captador aéreo en torre de comunicación – Ecolodge Pacaya Samiria

66

## Ejemplo de instalación Sistema de protección



Cortesía Ecolodge Pacaya Samiria - EAS

67

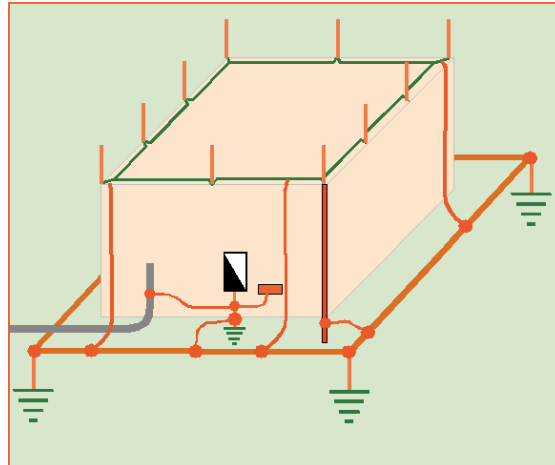
## Protección contra los rayos (descargas atmosféricas).



- La norma NFPA 780 proporciona las guías para la instalación de sistemas de protección contra descargas atmosféricas.
- Todos los sistemas de puesta a tierra deben ser conectados juntos a una distancia de 4 m de la base de la edificación.
- Se debe mantener una separación de al menos 2 m de los conductores del sistema de protección para prevenir la inducción de sobretensiones durante una descarga.

**IMPORTANTE**

Todos los sistemas deben estar enlazados o conectados a una puesta tierra común para prevenir los bucles de tierra



69

**Protección contra las Descargas atmosféricas y Sobretensiones para una Instalación de telecomunicaciones Típica**

Proteger contra Sobretensiones en las líneas de comunicaciones y datos (CSP, UTB, TLP, DLP)

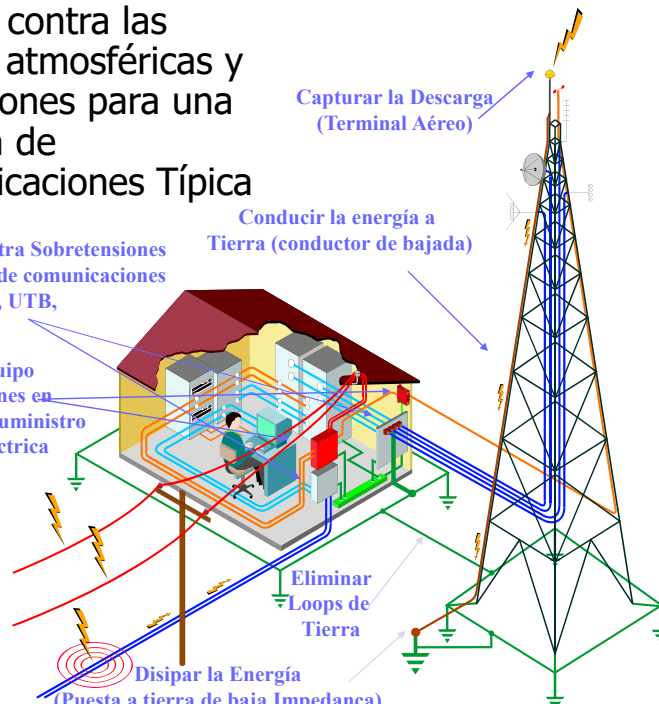
Proteger el Equipo de Sobretensiones en las Líneas de Suministro de Energía Eléctrica (EPD, TDP, MPM, SRF)

Capturar la Descarga (Terminal Aéreo)

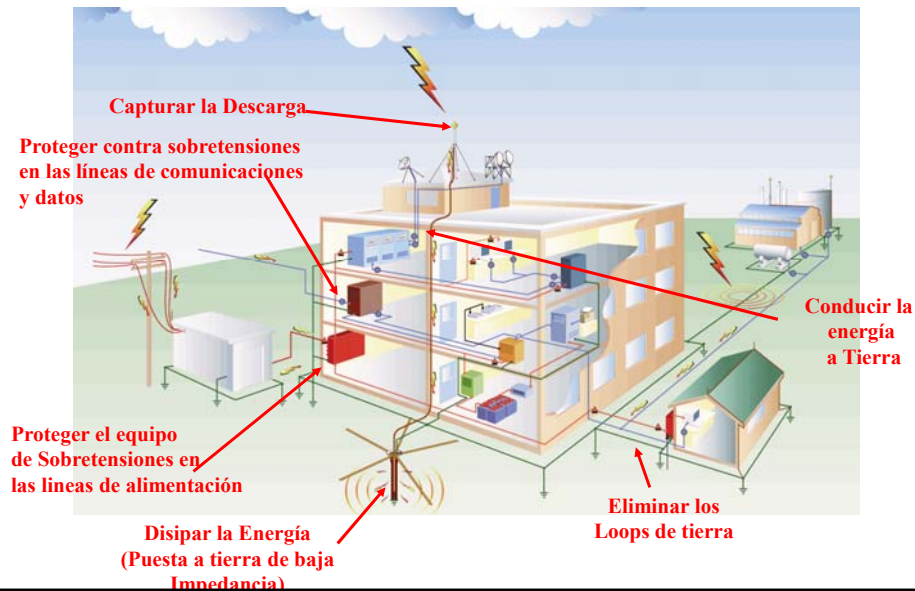
Conducir la energía a Tierra (conductor de bajada)

Eliminar Loops de Tierra

Disipar la Energía (Puesta a tierra de baja Impedancia)



### Protección contra las descargas atmosféricas y Sobretensiones en una Instalación Típica



### Agradecimientos y referencias

- Cabling Installation and Maintenance Magazine.
- Grounding and Bonding – Infrastructure. PANDUIT
- Serie de normas NTP IEC 62305
- ANSI/TIA/EIA J-607-A.
- Libro – Tierras, Soporte de la Seguridad Eléctrica del **Ing. Favio Casas Ospina**