

Sistemas de captación de descargas atmosféricas

La captación de las descargas atmosféricas es uno de los temas más descuidados en la mayoría de los proyectos electrotécnicos. A menudo requiere coordinación con el diseño de la estructura, la arquitectura del inmueble y temas relativos a la construcción del mismo y,

a su vez, requiere de alguna ingeniería para definir la mejor solución. Quizá por este motivo, sumado al desconocimiento en el área, se lo ve como un tema demasiado complejo para encarar y, muchas veces, se recurre a soluciones milagrosas y de fácil instalación en detrimento

de una ingeniería real que nos posibilite seleccionar la mejor solución acorde a las normas.

El sistema de captación

El objetivo de un sistema de captación es interceptar las descargas atmosféricas, conducir la





corriente de rayo de forma segura a través de los conductores de bajada y disipar estas corrientes por medio de un correcto sistema de puesta a tierra. Su finalidad es la protección de vidas humanas, animales e infraestructuras.

El IEC (Comité Electrotécnico Internacional) bajo la norma IEC 62305, partes 1 a 4, define de forma clara y objetiva todas las premisas para la realización de un sistema de captación de descargas atmosféricas de forma correcta.

Cómo se define el sistema de captación

- 1) Puntos de captación (captore)
 - Barras de captura (incluye to-

das las puntas metálicas por encima de nivel de techo).

- Hilos de guarda.
 - Sistema de mallado.
- 2) Posicionamiento de los captore.

Los métodos aceptados para determinar el posicionamiento de los puntos de captación son los siguientes (Ver figura 1)

- Método de la esfera rodante: puede ser utilizado en todos los casos y para cualquier tipo de infraestructura a proteger.
- Método del ángulo: este método es más intuitivo y sencillo de calcular pero su uso está limitado a edificios con alturas elevadas.

- Método de malla: se utiliza para proteger edificios con techos planos.

Principio de instalación de un sistema de captación en un edificio con techo en pendiente

- **Determinar la altura del edificio y el nivel de protección**

Determine la altura de cumbrera del edificio. Esta altura es el punto de partida para planificar todo el sistema de protección contra descargas atmosféricas. En primer lugar, se debe prever un conductor de captación a lo largo de la cumbrera del edificio, que forma de este modo la "columna vertebral" del sistema de captación. Como nuestro ejemplo consideramos que el edificio tiene una altura de 10 m (ver figura 2). La definición del nivel de protección es un punto más subjetivo. OBO utiliza las recomendaciones de la directiva VdS 2010 (ver tabla 2).

- **Determinar el radio de protección**

Con el nivel de protección definido (en este caso nivel III) y conociendo la altura de la cumbrera del edificio (en este caso 10 m) obtenemos el ángulo α de protección del sistema de captación (ver figura 3). Siguiendo el ejemplo se determina que el ángulo de protección $[\alpha^\circ]$ es de 62° . Con

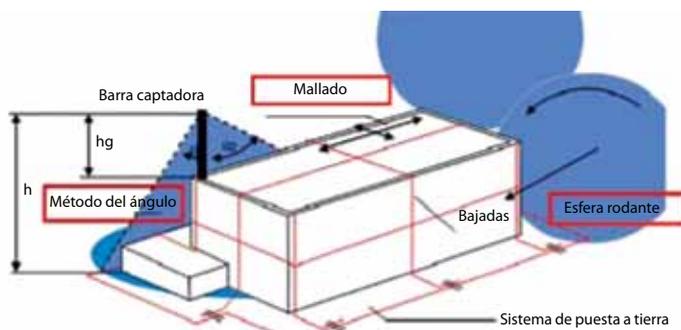


Figura 1 – Métodos para determinar el posicionamiento de los elementos de captación

MÉTODOS DE PROTECCIÓN			
Nivel de protección del sistemas de captación	Radio [m] de la esfera rodante	Reticulado de la malla [m]	Angulo de protección α°
I	20	5 x 5	Ver Fig.2
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	

Tabla 1. Valores límite de los métodos de protección en función del nivel de protección del sistema de captación

este ángulo y por trigonometría es posible establecer el radio de protección. Todas las partes del edificio que se encuentren dentro de este radio estarán protegidas (ver figura 2).

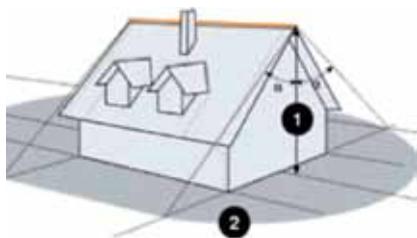


Figura 2 – (1) Altura del edificio; (2) Radio de protección.

zona de protección deberán protegerse por separado (ver Figura 4). Por ejemplo, si consideramos que la chimenea tiene un diámetro de 70 cm, determinamos la altura del punto de captación en relación a su parte superior para que todos los bordes queden protegidos.

Utilizando un captor de 1,5 m (el más corto de los disponibles en nuestra oferta) y verificando nuevamente en las curvas de la figura 3 el ángulo de protección hasta una altura de 2 m es de 76°. Con ese dato, y sabiendo el radio de protección (70 cm) y el nivel de

protección (III), podemos calcular a cuántos cm deberá estar la punta del captor por encima de la chimenea, por lo tanto:

$$R_{protección} [m] = Tg(a^\circ) \times h_{altura} [m] \Rightarrow h_{altura} = \frac{R_{protección}}{Tg(76^\circ)}$$

$$h_{altura} = \frac{0.7}{Tg(76^\circ)} = 0.18m$$

Para determinar el radio de protección, observe la longitud diagonal en cada uno de los casos. Observe que cada una de las ventanas sobre el techo tienen su propio conductor de cumbrera (ver figura 5).

Aplicación (según VdS 2010*)	Nivel de protección
Industrias químicas o áreas con riesgo de explosión.	I
Centros de Datos, aplicaciones militares o centrales nucleares.	II
Sistemas fotovoltaicos mayores a 10kW.	III
Museos, escuelas u hoteles con más de 60 camas.	III
Hospitales, iglesias, almacenes, zonas de concentración de más de 100 personas	III
Edificios administrativos, puntos de venta, oficinas y bancos de superficie superior a 2000 m2.	III
Edificios con alturas superiores a 22 mts.	III
Otras aplicaciones	IV

Tabla 2

- **Protección de los elementos del edificio fuera del ángulo de protección**

Todos los elementos del inmueble que se encontrasen fuera de la

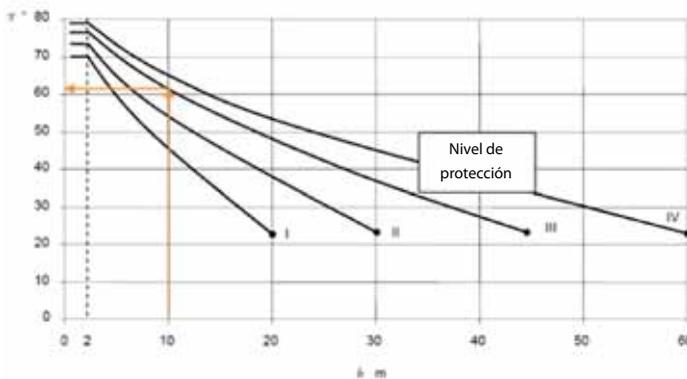


Figura 3 – Determinación del ángulo de protección en función de la altura y el nivel de protección.



Figura 4 – Protecciones suplementarias.

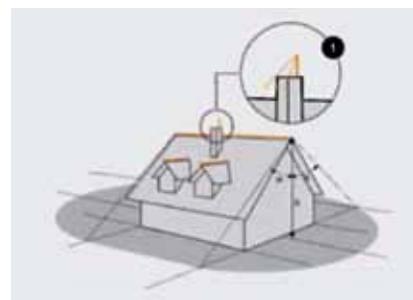


Figura 5 – (1) Longitud diagonal.



- Completar el sistema de captación

Se deben realizar las derivaciones desde el sistema de captación hacia el sistema de puesta a tierra mediante los conductores de bajada. Los extremos de la línea de cumbrera deberán sobresalir 15 cm de la estructura y tener una curva de 45° hacia arriba. De esta manera se verá ampliada la zona de protección (ver figura 6).

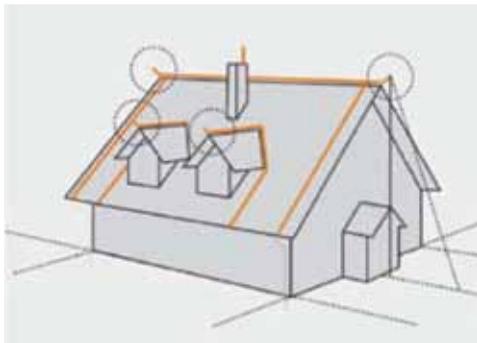


Figura 6 – Conductores de bajada.

Principio de instalación de un sistema de captación en un edificio con techo plano

- Instalación del sistema de captación

En primer lugar, se deberá instalar un conductor en el perímetro del edificio y en los principales puntos de impacto potencial, como son la cima, crestas o esquinas del mismo. Traslade la altura del edificio (que para este ejemplo

será de 10 m) al diagrama de la figura 3 y determine el ángulo de protección (ver figura 7).

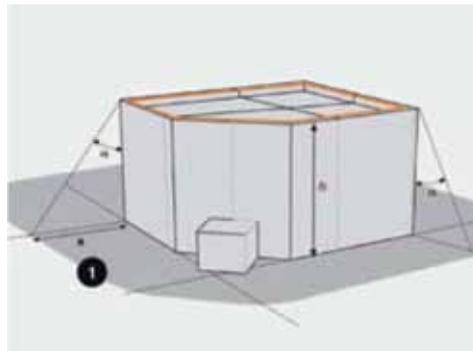


Figura 7 – (1) Radio de protección.

- Colocación de las mallas

Dependiendo del nivel de protección se aplicarán diferentes amplitudes de malla según la tabla 1.

En nuestro ejemplo el edificio tiene una protección Nivel III, por lo que la amplitud de la malla no puede ser superior a 15 x 15 m (ver figura 8).

Si la longitud total "l" es mayor a 20 m, se deberá incorporar una junta de dilatación para contrarrestar los cambios de longitud condicionados por la temperatura.

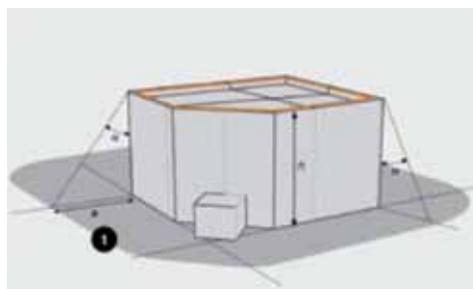


Figura 8 – Malla de protección.

- Protección contra impactos laterales

En edificios de alturas importantes, a partir de los 60 m, el riesgo de daños es importante. Por ese motivo, en estos casos se recomienda la instalación de un circuito anular de protección contra los impactos laterales.

El anillo se instala a partir del 80% de la altura total del edificio y la amplitud de la malla depende, igual que en el caso de la instalación en el techo, del nivel de protección (ver figura 9).

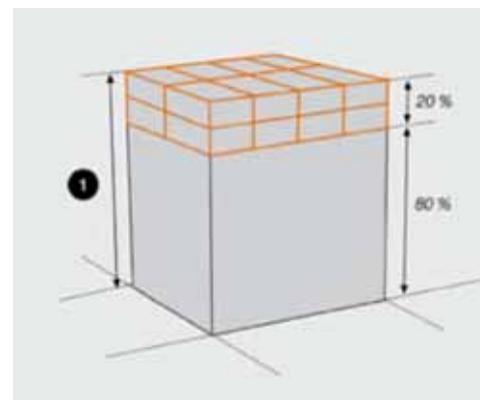


Figura 9 – Protección contra descargas laterales en la que (1) es la altura del edificio.

Protección de equipamiento y estructuras instalados sobre techos

Los edificios de techo plano cuentan con una protección básica en conformidad con la norma VDE 0185-305 (IEC 62305) según hemos visto.

Todos los elementos metálicos y, por ende, conductores que ingresen hacia el interior del edificio, deben ser objeto de una protección particular. Paneles fotovoltaicos, antenas, equipos de aire acondicionado, etc., deben protegerse por medio de alguno de los siguientes métodos:

Método del ángulo

Deben utilizarse puntas de captación cuyo radio de protección incluya toda la estructura a proteger (ver figura 10). La punta de captación deberá estar tan cerca como sea posible del elemento a proteger teniendo siempre en cuenta la distancia mínima de seguridad.

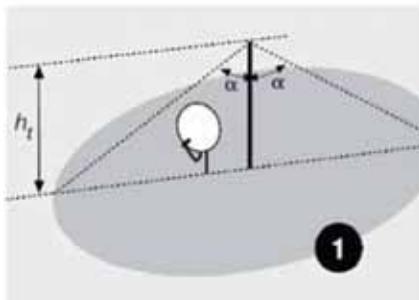


Figura 10 – Método del ángulo.

$$R_{protección} [m] = Tg(a^\circ) \times h_{altura} [m]$$

Distancia de seguridad

El captor deberá instalarse a una distancia (S) del elemento a proteger. Por medio de esta dis-



Figura 11 – S=Distancia de seguridad.

tancia se realiza de manera segura la descarga de la corriente de rayo y se evita la generación de chispas peligrosas.

Cálculo de la distancia de seguridad S:

$$s = k_1 \frac{k_c}{k_m} L(m)$$

donde:

S = distancia de seguridad.

K₁ = coeficiente relacionado con el nivel de protección (ver tabla 3).

K_c = coeficiente relacionado con el tipo de sistema de captación (ver tabla 4).

L = longitud de la punta de captación.

K_m = coeficiente relacionado con el material aislante y la distancia de separación.

Cálculo del coeficiente K_c

Si se tratara de una punta de captación aislada K_c = 1 (Para más información ver norma C.1 62305-3 IEC:2006)

Nivel de protección	K _i
I	0.08
II	0.06
III y IV	0.04

Tabla 2

Material	K _m
Aire	1
Hormigón, Ladrillo	0.5

Tabla 3



Si el sistema fuera un mallado el coeficiente se calcula de la siguiente forma:

$$k_c = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \times \sqrt{\frac{c}{h}}$$

donde:

c = distancia entre bajadas.

n = número total de bajadas.

h = altura del sistema de captación con respecto al sistema de tierra.

Método de la esfera rodante

Este método se utiliza cuando se protegen elementos sobre el techo con varias barras de captura.

En estos casos se debe tener en cuenta la profundidad de penetración de la descarga atmosférica (d) entre ellas (ver figura 12). Todo elemento que se encuentre por debajo de la esfera estará protegido.

Para calcular esta profundidad se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$p = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$



Figura 12 – Método de la esfera rodante.

Distancia (c) entre Captadores (en metros)	Profundidad de penetración, Protección contra rayos Nivel I (Esfera rodante: R=20mts)	Profundidad de penetración, Protección contra rayos Nivel II (Esfera rodante: R=30mts)	Profundidad de penetración, Protección contra rayos Nivel III (Esfera rodante: R=40mts)	Profundidad de penetración, Protección contra rayos Nivel IV (Esfera rodante: R=50mts)
2	0,03	0,02	0,01	0,01
3	0,06	0,04	0,03	0,02
4	0,1	0,07	0,04	0,04
5	0,15	0,1	0,07	0,05
10	0,64	0,42	0,28	0,21
15	1,45	0,96	0,63	0,47
20	2,68	1,72	1,13	0,84

Tabla 5 - Profundidad de penetración según el nivel de protección contra descargas atmosféricas según VDE 0185-305.

Para un cálculo rápido también puede utilizarse la tabla 5.

Métodos de instalación de protección aislada contra rayos

- 1) Distancia entre el elemento captor y el elemento a proteger, considerando la distancia de seguridad dependiendo del material de separación (aire o materiales sólidos).
- 2) Distancia entre el elemento captor y el elemento a proteger mediante el uso de barras aislantes de plástico reforzadas con fibra de vidrio para mantener la distancia de seguridad.
- 3) Utilización del conductor aislado OBO isCon® en instalaciones complejas y en zonas Ex, con capacidad de derivar corrientes de rayo de hasta 150 kA sin necesidad de distancias mínimas de seguridad.

En resumen

Todo proyecto de captación de descargas atmosféricas tiene aparejada cierta complejidad. Todas

las indicaciones descritas en este artículo son solo una introducción a este tema y deben ser objeto de un estudio más profundo.

OBO BETTERMANN se pone a su disposición, un equipo de especialistas para ayudarlo a definir sus proyectos y la instalación de los materiales en obra.

Se puede contribuir a la adopción de sistemas de captación de descargas atmosféricas más eficientes y optimizados, siempre de acuerdo con las normas internacionales.



Figura 13

Por OBO BETTERMANN