

## ANEJO 25-PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>OBJETO.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REGLAMENTOS Y NORMAS .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE LA PROTECCIÓN .....</b>	<b>3</b>
3.1	Cálculo de la frecuencia esperada de impactos Ne.....	3
3.2	Cálculo del riesgo admisible Na.....	4
3.3	Tipo de instalación y nivel de protección .....	4
<b>4</b>	<b>SISTEMA DE INSTALACIÓN DEL DISPOSITIVO DE CEBADO .....</b>	<b>7</b>



## 1 OBJETO

Los efectos catastróficos ocasionados por las descargas atmosféricas ponen en peligro la vida de las personas y pueden generar daños graves en las instalaciones eléctricas, haciéndose necesario la instalación de sistemas de protección.

El objeto de este documento es detallar los criterios de diseño y cálculo de los sistemas activos de protección contra descargas atmosféricas relativas a la planta nodriza de Torrejón de Ardoz. Estos sistemas con dispositivo de cebado se denominan “activos” ya que poseen un dispositivo de cebado que tiene como objetivo anticiparse al rayo para mantener protegida el resto de la zona. El principio de funcionamiento es el mismo que la punta simple pero se añade un sistema de ionización adicional que consigue cubrir un radio de protección mayor.

## 2 REGLAMENTOS Y NORMAS

Serán de aplicación las últimas ediciones de las siguientes normas y reglamentos:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- UNE-EN 62305: Protección contra el rayo.
- IEC 62305. Protection against lightning.
- ED-P-01.04-02. Sistema de protección contra el rayo.

### 3 DISTRIBUCIÓN DE LA PROTECCIÓN

Los fenómenos de las sobretensiones transitorias en las instalaciones de EDARs son conocidos desde hace mucho tiempo. La tipología de la instalación, exterior y con grandes extensiones de cable, provoca que las inducciones producidas por fenómenos atmosféricos, sean muy elevadas.

Los terrenos que ocupa la EDAR, al tratarse de instalaciones aisladas, de grandes extensiones y con abundantes masas de agua y metálicas, hacen que el índice isocerámico (impactos de rayo por km<sup>2</sup> y año) adquiera un valor muy elevado y sea necesaria la instalación de Pararrayos con Dispositivo de Cebado (PDC).

Más en concreto, será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, en los términos que se establecen en el apartado 2 del Documento Básico SUA 8 del Código Técnico de la Edificación, cuando la frecuencia esperada de impactos Ne sea mayor que el riesgo admisible Na.

Ya que es necesario cubrir una zona amplia, que comprende la nueva urbanización de parcelas y la parte de la EDAR no protegida, se opta por una configuración de protección activa. Al tratarse de una superficie a proteger elevada se propone como posibilidad más eficiente la instalación de dos sistemas activos PDC en vez de un número elevado de puntas franklin.

#### 3.1 CÁLCULO DE LA FRECUENCIA ESPERADA DE IMPACTOS NE

$$Ne = Ng \cdot Ae \cdot C1 \cdot 10^{-6} \text{ no. impactos / año}$$

- Densidad de impactos sobre el terreno:  $Ng = 2.00$  no. impactos / año, Km<sup>2</sup> para el caso de la localidad de Torrejón de Ardoz
- Superficie de captura equivalente:  $Ae = 11594.5$  m<sup>2</sup>:
- Coeficiente relacionado con el entorno:  $C1 = 1$  (Situación estructura: Aislada)

El área de superficie considerada en este caso se trata de una circunferencia de radio 90 m para cubrir la zona de las parcelas desde el CGBT, la zona del edificio de control y las estaciones de bombeo y el nuevo CT.

$$\text{Por lo tanto: } Ne = 0.0232 \text{ no. impactos / año}$$

### 3.2 CÁLCULO DEL RIESGO ADMISIBLE NA

$$Na = ( 5.5 / C2 \cdot C3 \cdot C4 \cdot C5 ) \cdot 10^{-3}$$

- Coeficiente en función del tipo de construcción:  $C2 = 1$  (Estructura de hormigón - Cubierta metálica)
- Coeficiente en función del contenido del edificio:  $C3 = 1$  (Edificios sin contenidos inflamables)
- Coeficiente en función del uso del edificio:  $C4 = 1$  (Resto de edificios a edificios no ocupados o de concurrencia pública)
- Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades del edificio:  $C5 = 5$
- (Interrupción de servicio imprescindible, de impacto ambiental grave)

Por lo tanto:  $Na = 1.100e-3$

$Ne = 0.0232 > Na = 0.0011$ , por lo que se concluye que es necesario instalar un sistema de protección contra el rayo.

### 3.3 TIPO DE INSTALACIÓN Y NIVEL DE PROTECCIÓN

Cuando sea necesario disponer de una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia  $E$  determinada por la siguiente fórmula:

$$E = 1 - (Na / Ne) = 1 - (0.0011 / 0.0232) = 0.95$$

A la hora de determinar el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida, nos regimos por la siguiente tabla:

	Nivel de protección
$E \geq 0.98$	1
$0.95 \leq E < 0.98$	2
$0.80 \leq E < 0.95$	3
$0 \leq E < 0.80$	4

De lo cual se concluye que en este caso el nivel de protección es 2.

Una vez el impacto de rayo está controlado, se deberá dimensionar la protección contra sobretensiones. Para ello, se ha de hacer un análisis de los equipos que se quiere proteger, y sus posibles vías de sobretensión. En este caso, los equipos más sensibles son autómatas, variadores y elementos de campo (sondas).



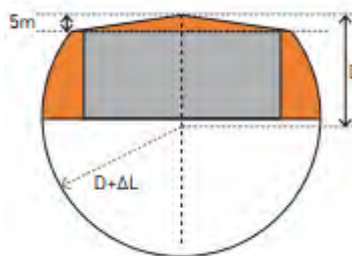
En base a estas indicaciones, se ubicarán protectores de sobretensión en todos los cuadros eléctricos: Cuadro General, en los cuadros de control de motores (CCMs), cuadro de edificio de control (oficinas). Los protectores del cuadro general son de tipo 1+2, clasificación que según norma IEC 61643, que son capaces de derivar gran cantidad de energía a tierra (impacto directo de rayo). La protección del resto de cuadros serán de tipo 2, que según la norma IEC 61643, limitan la sobretensión a unos valores suficientemente reducidos para asegura la protección de los equipos.

Asumiendo que se requiere un Sistema de Protección de clase II (debido a la importancia que tienen las instalaciones protegidas), para la protección de descargas atmosféricas se prevé la instalación de tres pararrayos. Éstos se instalarán con un mástil de 6 metros que elevará a 5 metros de altura el pararrayos PDC lo que asegura un radio de acción de 79 m para el nivel de protección I y 86 metros para el nivel de protección II. La disposición será la siguiente

- Uno situado en el techo del CGBT
- Uno situado en el techo del Centro de Control.
- Un tercero en el techo del nuevo CT.

Dichos pararrayos estarán caracterizados por un avance de cebado de 60  $\mu$ s.

Tal disposición asegura que, bajo un plano horizontal situado 5 m por debajo de la punta, el volumen protegido es el de una esfera cuyo centro se sitúa en la vertical de la punta a una distancia D y cuyo radio es:  $R = D + \Delta L$



**Ilustración 1 Esquema volumen protegido**

Siendo: R: el radio de la esfera en m que define la zona protegida

D: distancia en m en función del nivel de protección (20 m para el nivel de protección I y 30 m para el nivel de protección 2)

$\Delta L$ : distancia en m (metros) en función del tiempo del avance en el cebado  $\Delta t$  del pararrayos en  $\mu$ s (microsegundos)

Se adoptará  $\Delta L = \Delta t$ : para valores de  $\Delta t$  inferiores o iguales a 60  $\mu$ s, y  $\Delta L=60$  m para valores de  $\Delta t$  superiores.

La disposición de protección frente al rayo propuesta por el Adjudicatario deberá ser aprobada por el Director de Obra antes de realizar la instalación. Si fuese necesario ampliar el campo de protección se plantaría la ampliación vía puntas franklin aisladas.

En el plano 11.4 puede encontrarse la ubicación de los sistemas de protección contra descargas atmosféricas del conjunto EDAR y parcelas.

#### 4 SISTEMA DE INSTALACIÓN DEL DISPOSITIVO DE CEBADO

El sistema de protección contra descargas atmosféricas se basa en los efectos de dispositivos de cebado (alta concentración de cargas en éstas) y consiste en una barra metálica terminada en punta, colocada a una altura elevada respecto a la zona a proteger y conectada a tierra mediante un conductor.

El sistema de instalación del PDC tiene en cuenta los siguientes aspectos:

- Cada pararrayos debe estar unido a tierra por al menos una bajante (CTE SU-8 establece un mínimo de una bajante por instalación. UNE 21186 y N FC 17-102 recomiendan la instalación de un mínimo de dos bajantes, en este caso, deben realizarse, preferiblemente, sobre fachadas distintas). El conductor de bajada se instalará de tal forma que su recorrido sea lo más directo posible. Debe seguirse el camino más corto, evitando acodamientos bruscos o remontes.
- El trazado de los conductores de bajada debe ser elegido de forma que evite la proximidad de conducciones eléctricas y su cruce.
- Debe guardarse una distancia de seguridad\* entre el conductor de bajada y las canalizaciones exteriores de gas. (\*la distancia depende de la normativa a aplicar)
- Las fijaciones de la bajante se realizarán tomando como referencia 3 por metro. Los radios de curvatura no serán inferiores a 20 cm y se respetará la relación  $d > l/20$  en los casos indicados a continuación
- Los conductores de bajada podrán ser pletinas, trenza plana, cable trenzado o redondo, con una sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>.
- Los dispositivos PDC se situará en puntos dominantes de la EDAR, utilizando mástiles para elevarlos.
- El conductor que baja, una vez fijado a la abrazadera del PDC y con el fin de evitar deterioros por dilataciones o frotamientos, será guiado por grapas o guías.
- El conductor, en la base de la cimentación, deberá ser protegido por un tubo de polietileno.
- El conductor descendente deberá soldarse a la toma de tierra, de manera que la unión presente mínima resistencia eléctrica y máxima resistencia mecánica.
- Los conductores de bajada deben estar protegidos contra choques mecánicos mediante un tubo de protección hasta una altura superior a 2 m a partir del suelo.
- La toma de tierra del PDC por cada conductor de bajada se realizará mediante picas de cobre con alma de acero.
- Se unificará la toma de tierra con la red de tierras enterrada general de la EDAR, con el fin de evitar diferencias de potencial que podrían resultar peligrosas.