

SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL

PROYECTO de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-1999, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad e higiene.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

JOSE I. VILLANUEVA LAGAR, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, con fundamento en los artículos 512 de la Ley Federal del Trabajo; 4o. del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo; 1o., 38 fracciones III y IV, 40 fracción VII, 44 primer y tercer párrafos, 47 fracción I y 51 primer párrafo de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; y en el Acuerdo por el que se establecen la organización y reglas de operación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2006, me permito ordenar la publicación en ese órgano informativo del Gobierno Federal del Proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-1999, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad e higiene, para quedar como PROY-NOM-022-STPS-2004, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad, aprobado por dicho Comité el 25 de mayo de 2004 en su quinta sesión ordinaria.

El presente Proyecto se publica a efecto de que los interesados dentro de los 60 días naturales siguientes a la fecha de publicación, presenten comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, en sus oficinas, sitas en Valencia número 36, 2o. piso, colonia Insurgentes Mixcoac, Delegación Benito Juárez, código postal 03920, teléfono 30003200, extensión 3247, fax 55 63 92 42, correo electrónico: dgsst@stps.gob.mx.

Durante el plazo mencionado en el párrafo anterior, la Manifestación de Impacto Regulatorio que sirvió de base para la elaboración del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana estará a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité.

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los treinta y un días del mes de enero de dos mil ocho.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, **José I. Villanueva Lagar**.- Rúbrica.

PREFACIO

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, dentro del marco legal y de sus atribuciones de normalización, ha elaborado el Proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-1999, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad e higiene, para quedar como PROY-NOM-022-STPS-2004, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad, para mejorar y facilitar su aplicación y con ello contribuir en la disminución y prevención de los riesgos de trabajo derivados por la presencia de la electricidad estática en los procesos o por las descargas atmosféricas, además de fortalecer el marco normativo en materia de seguridad y salud en el trabajo.

El proyecto de modificación actualiza los términos que se emplean en el contenido de la norma vigente y que son utilizados de manera común en el campo de la electricidad; describe el procedimiento para evaluar la resistencia de la red de puesta a tierra y precisa los factores que deben observarse para seleccionar el sistema de pararrayos, con el fin de evitar daños al centro de trabajo como consecuencia de las posibles descargas atmosféricas.

Por último, el proyecto incluye el procedimiento para la evaluación de la conformidad que se debe aplicar para evaluar el grado de cumplimiento con la norma, lo que da certeza jurídica a los particulares en los procesos de inspección y verificación en los centros de trabajo.

En la elaboración del proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana vigente, participaron representantes de las dependencias, organismos, instituciones y empresas que a continuación se indican:

Por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo y la Dirección General de Inspección Federal del Trabajo.

Asociación Nacional de la Industria Química, A.C.
Aterrizajes Electro Estáticos, S.A.
Cámara Nacional de la Industria de la Cerveza y la Malta.
Comisión Federal de Electricidad.
Erico de México, S.A. de C.V.
Cámara Minera de México.
Instituto de Investigaciones Eléctricas.
Parres, S.A. de C.V.

INDICE

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Obligaciones del patrón
6. Obligaciones de los trabajadores
7. Condiciones de seguridad
8. Pararrayos
9. Resistencia de la red de puesta a tierra
10. Unidades de verificación y laboratorios de prueba
11. Procedimiento para la evaluación de la conformidad
 - Apéndice A Dictamen emitido por una unidad de verificación
 - Apéndice B Contenido mínimo de los informes de los laboratorios de prueba
12. Vigilancia
13. Bibliografía
14. Concordancia con normas internacionales
 - Guía de referencia I. Ejemplo para medir la continuidad de los conductores de un sistema de pararrayos
 - Guía de referencia II. Ejemplos de las instalaciones que deben conectarse a tierra
 - Guía de referencia III. Sistema de protección contra descargas atmosféricas

1. Objetivo

Establecer las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para prevenir los riesgos por electricidad estática.

2. Campo de aplicación

La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o explosivas, y en aquellos, que por la naturaleza de sus procesos empleen materiales, sustancias o equipos que sean capaces de almacenar o generar cargas eléctricas estáticas, o que por su ubicación, características físicas del inmueble y ubicación geográfica, se encuentren en riesgo de recibir descargas atmosféricas.

3. Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma, deben consultarse las siguientes normas oficiales mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-017-STPS-2001, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (Utilización), artículos 250, 500-505, 515, 516 y 921.

4. Definiciones

Para efectos de esta Norma se establecen las definiciones siguientes:

4.1 Autoridad del trabajo; autoridad laboral: las unidades administrativas competentes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, que realicen funciones de inspección en materia de seguridad e higiene en el trabajo, y las correspondientes de las entidades federativas y del Distrito Federal, que actúen en auxilio de aquéllas.

4.2 Carga eléctrica: es una propiedad de la materia que se manifiesta por la pérdida o ganancia de electrones.

4.3 Conexión a tierra; puesta a tierra: es la acción y efecto de unir eléctricamente elementos de un equipo o circuito a un electrodo o a una red de puesta a tierra.

4.4 Descarga eléctrica: es el flujo de corriente generada entre dos cuerpos con diferencia de potencial cuando se rompe el dieléctrico del aire entre ambos.

4.5 Descarga eléctrica atmosférica: es la transferencia de cargas eléctricas entre nube y nube, y nube a tierra.

4.6 Electricidad estática: son cargas eléctricas que se almacenan en los cuerpos.

4.7 Densidad del rayo a tierra: es el número de rayos que inciden a tierra por kilómetro cuadrado por año, en una región específica.

4.8 Pararrayos; terminal aérea: son elementos metálicos cuya función es recibir la descarga atmosférica y ofrecer un punto de incidencia y un camino controlado para la conducción y disipación posterior de la corriente del rayo a tierra, con el fin de evitar la incidencia directa a una parte vulnerable de la estructura a protegerse.

4.9 Puenteo; unión: es la interconexión eléctrica, entre sí, de dos o más elementos metálicos por medio de un conductor de baja resistencia.

4.10 Resistividad del suelo: es la resistencia aparente que un cubo de terreno de un metro por lado (Ohm-m), ofrece al paso de la corriente.

4.11 Red de puesta a tierra: es un conjunto de conductores, electrodos, accesorios y otros elementos metálicos enterrados que interconectados entre sí, tienen por objeto drenar a tierra las corrientes de rayo y las generadas por las cargas eléctricas estáticas.

4.12 Sistema de puesta a tierra: es el conjunto de conductores y conexiones que unen eléctricamente a la red de puesta a tierra con la terminal aérea o con la maquinaria, equipo o instalaciones susceptibles de cargarse con electricidad estática.

4.13 Sistema de puesta a tierra con terminales aéreas: es el conjunto de elementos conectados, que incluyen desde la terminal aérea hasta la red de puesta a tierra.

5. Obligaciones del patrón

5.1 Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando así lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a poseer o elaborar.

5.2 Establecer las condiciones de seguridad para controlar la generación y acumulación de las cargas eléctricas estáticas, y para prevenir los posibles efectos de las descargas atmosféricas, de conformidad con lo establecido en el capítulo 7. Las condiciones de seguridad que el patrón establezca dependerán de cada centro de trabajo y estarán en función de: las necesidades de los procesos productivos y procedimientos de trabajo; las del medio ambiente laboral y de sus instalaciones, y las que se requieran para eliminar la electricidad estática generada por los propios trabajadores.

5.3 Instalar sistemas de puesta a tierra, equipos o dispositivos para controlar la acumulación de cargas eléctricas estáticas en instalaciones o procesos, según se requiera. Los dispositivos pueden ser eliminadores de alto voltaje, dispositivos con conexión a tierra, barras estáticas electrónicas, materiales conductivos en las bandas transportadoras o cepillos metálicos conectados a tierra, en función a los tipos de procesos e instalaciones con que se cuente. Cuando exista el riesgo de que descargas atmosféricas incidan en las instalaciones o áreas del centro de trabajo, se deben instalar sistemas de pararrayos, principalmente en donde se cuente con sustancias peligrosas.

5.4 Capacitar y adiestrar a los trabajadores que estén en riesgo de exposición con elementos susceptibles de ser cargados electrostáticamente o de acumular electricidad estática, en la aplicación de medidas preventivas para controlar la generación y acumulación de electricidad estática, en la verificación de las condiciones de seguridad implementadas para el funcionamiento de los sistemas de puesta a tierra y, en su caso, en las condiciones de seguridad implementadas para el funcionamiento de los pararrayos. De la capacitación y adiestramiento que los trabajadores reciban, el patrón debe conservar copia de los programas de capacitación a los trabajadores, constancias de habilidades laborales, diplomas, reconocimientos de cursos u otros documentos equivalentes.

5.5 Informar a todos los trabajadores y a la Comisión de Seguridad e Higiene -de manera visual, verbal y/o escrita- de los riesgos que representa el contacto con la electricidad estática, y capacitarlos para evitar dichos riesgos. La información puede ser mediante: la difusión de carteles en lugares de tránsito frecuente de los trabajadores; el diseño, elaboración y difusión de trípticos; la proyección de películas o videos; la elaboración de guías de información, o mediante cualquier otro mecanismo que cumpla este objetivo.

5.6 Medir y registrar al menos cada doce meses los valores de resistencia de la red de puesta a tierra, de conformidad con el método establecido en el capítulo 9. Estas mediciones y registros también se deben ejecutar cuando en el inmueble se realicen modificaciones que afecten las condiciones de operación del sistema de puesta a tierra o el sistema de pararrayos. Los valores de los registros deben cumplir con lo siguiente:

- a) La resistencia para sistemas de pararrayos deben estar comprendidos entre 0 y 25 ohms;
- b) La resistencia de la red de puesta a tierra debe tener un valor no mayor a 10 ohms, y
- c) La continuidad eléctrica en los puntos de conexión a tierra en el equipo que pueda generar o almacenar electricidad estática. En la guía de referencia i, se indican de manera ilustrativa los puntos a inspeccionar y la forma de evaluar la continuidad eléctrica de las conexiones.

6. Obligaciones de los trabajadores

6.1 Participar en la capacitación y adiestramiento que el patrón les proporcione en la materia.

6.2 Notificar al patrón cualquier situación anormal que detecten en los sistemas de puesta a tierra y pararrayos que no puedan subsanar por sí mismos.

7. Condiciones de seguridad

7.1 Para establecer las condiciones de seguridad, se debe tomar en cuenta:

- a) La naturaleza del trabajo (se refiere a: las etapas del proceso, los equipos, el tiempo de proceso, la presión de trabajo, la fricción, la velocidad, y a los tipos de procedimientos de trabajo, entre otras características);
- b) Las características fisicoquímicas de las sustancias (como son: temperatura, punto de inflamación, explosividad, viscosidad, conductividad específica de la sustancia, densidad, entre otras), que se manejen, almacenen o transporten;
- c) Las características del ambiente en lo que se refiere a humedad relativa, temperatura y densidad del rayo a tierra en la zona, y
- d) Las características de los materiales de construcción de la maquinaria, equipo e inmueble.

7.2 El control de la generación o acumulación de electricidad estática puede hacerse instalando: sistemas de puesta a tierra, equipos (eliminadores de alto voltaje), dispositivos con conexión a tierra (barra estática electrónica, material conductivo en la banda, cepillos conectados a tierra; o mediante la aplicación de tratamientos a bandas, entre otros), sistemas de pararrayos, y pisos antiestáticos o conductivos o, en su caso, mantener la humedad relativa entre 60 y 70%.

7.3 En las áreas de trabajo cerradas donde la humedad relativa sea un factor de acumulación de electricidad estática, ésta debe mantenerse entre el 60 y 70%. La humedad relativa debe medirse y registrarse al menos cada doce meses. Esta disposición no aplica para aquellos casos en que por la naturaleza de las sustancias la humedad del aire representa un riesgo, en cuyo caso el control de la acumulación de la electricidad estática se debe realizar por otros medios.

7.4 En las áreas de trabajo donde exista la presencia de electricidad estática, se deben colocar materiales antiestáticos o conductivos, o dispositivos para drenar a tierra las corrientes que se hayan acumulado en el cuerpo del trabajador.

7.5 Las instalaciones metálicas que no estén destinadas a conducir energía eléctrica, tales como cercas perimetrales, estructuras metálicas, tanques metálicos, maquinaria, tuberías (excepto las de gas) y equipo ubicados en zonas en donde se manejen, almacenen o transporten sustancias inflamables o explosivas, deben conectarse a tierra.

7.6 Las zonas donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o explosivas, deben estar protegidas con sistemas de pararrayos.

7.7 Deben estar protegidos por sistemas de pararrayos los locales y edificios que por la naturaleza del servicio que prestan y la densidad de rayos a tierra de la región donde se localicen requieran de esta protección.

8. Pararrayos

8.1 Los centros de trabajo en donde se manejen, transporten o almacenen materiales inflamables o explosivos en cantidades o condiciones tales que sean susceptibles de recibir descargas atmosféricas, deben estar dotados con un sistema de pararrayos, el cual será independiente de los sistemas de puesta a tierra para motores o estática y del sistema eléctrico en general.

8.2 Queda prohibido utilizar pararrayos que estén fabricados o funcionen a base de materiales radiactivos.

8.3 Los factores que se deben considerar para seleccionar un sistema de pararrayos y prevenir los daños por efecto de las descargas atmosféricas, son:

- a) Densidad del rayo a tierra de la región (ver figura 2 de la guía de referencia III);
- b) Arreglo general del centro de trabajo (planta, cortes y elevaciones), y
- c) Características fisicoquímicas de las sustancias inflamables o explosivas que se almacenen, manejen o transporten en el centro de trabajo.

9. Resistencia de la red de puesta a tierra

9.1 Método de caída de tensión.

9.2 Instrumentos.

- a) Medidor de resistencia a tierra para medir la resistencia de la red de puesta a tierra, con una frecuencia entre 100 y 108hz, y
- b) Ohmetro, multímetro o medidor de resistencia a tierra, para medir la continuidad de las conexiones a tierra.

9.3 Procedimiento para evaluar la resistencia de la red de puesta a tierra.

- a) Ajustar el instrumento de medición (medidor de resistencia a tierra) a cero;
- b) La aplicación de este método, consiste en hacer circular una corriente entre dos electrodos: uno llamado c_1 (que corresponde a la red de puesta a tierra) y un segundo electrodo auxiliar c_2 ; mismo que se introduce al terreno a una distancia de 20 metros. Para realizar la primera medición se introduce en el terreno un tercer electrodo auxiliar denominado p_1 ; a un metro de distancia entre electrodo bajo prueba c_1 y el electrodo auxiliar c_2 . El segundo punto de medición se debe realizar desplazando el electrodo auxiliar p_1 de manera radial a 3 metros de la primera medición y en dirección al electrodo auxiliar c_2 , los siguientes puntos de medición se desplazarán cada 3 metros hasta complementar 19 metros;
- c) Con los valores registrados se debe elaborar una gráfica similar a la que se ilustra en la parte inferior de la figura 9.1;
- d) El valor de la resistencia de la red de puesta a tierra es el que se obtiene en la intersección del eje de resistencia con la parte paralela de la gráfica al eje de las distancias;
- e) Si la curva no presenta un tramo paralelo quiere decir que la distancia entre los electrodos no es suficiente, por lo que se debe alejar la red de puesta a tierra, y
- f) Los valores de la resistencia que se obtengan en esta prueba deben estar comprendidos entre 0 y 25 ohms, para sistemas de pararrayos, y para la resistencia de la red de puesta a tierra debe tener un valor no mayor a 10 ohms.

9.4 Resultados

9.4.1 Datos del centro de trabajo donde se realiza la medición:

- a) Nombre o razón social del centro de trabajo;
- b) Domicilio del centro de trabajo;
- c) Fecha de realización de la medición, y
- d) Nombre y firma de la persona que realizó la medición.

9.4.2 Datos de los instrumentos de medición:

- a) Nombre genérico del instrumento utilizado;
- b) Características del equipo de medición utilizado (modelo, número de serie, etc.), y
- c) Fecha de emisión del certificado de calibración del instrumento utilizado.

9.4.3 Valores de las mediciones:

- a) Valores de resistencia de la red de puesta a tierra;
- b) Valores de continuidad eléctrica de los puntos de conexión del sistema, y
- c) Altura del pararrayos, su ubicación y ángulo de protección.

REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL METODO DE MEDICION Y PROYECCION GRAFICA DEL COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA DE LA RED DE PUESTA A TIERRA

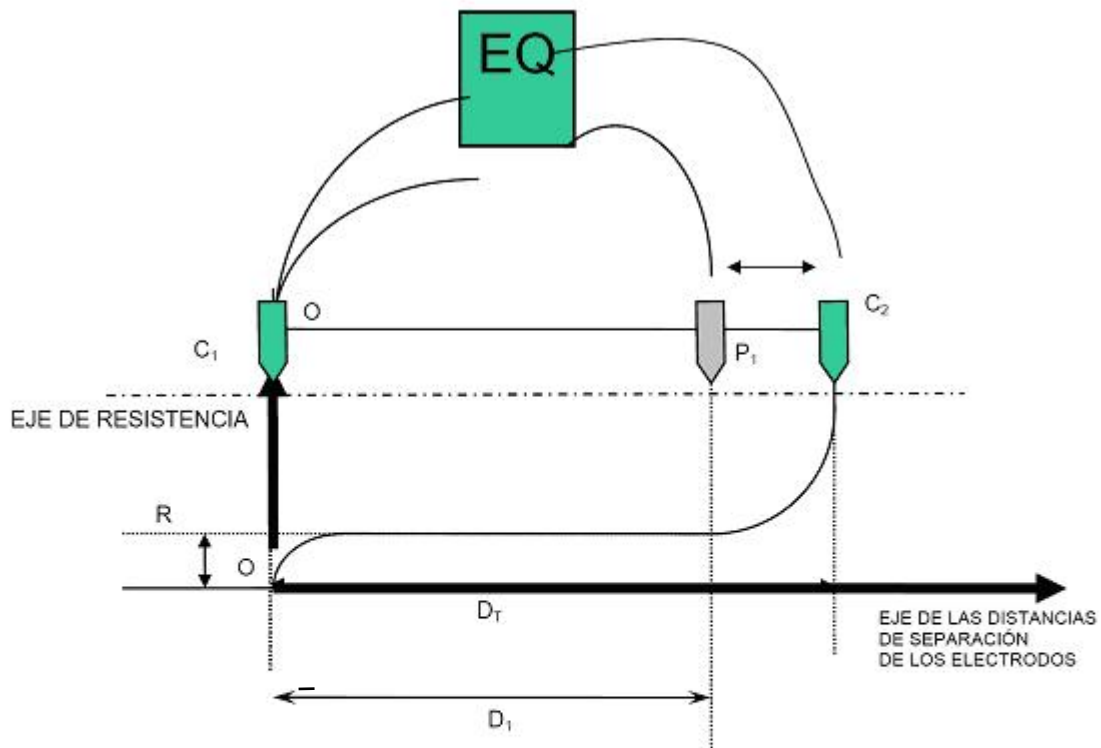


FIGURA 9.1

- EQ: equipo de medición.
 C₁: electrodo de prueba.
 C₂: electrodo auxiliar.
 P₁: electrodo auxiliar.
 R: resistencia de la red de puesta tierra.
 D_T: distancia máxima de separación de los electrodos.
 D₁: es el 62% de la distancia donde es probable que se localice el valor buscado.

10. Unidades de verificación y laboratorios de prueba

10.1 El patrón tendrá la opción de contratar una unidad de verificación y laboratorios de prueba acreditados y aprobados, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su reglamento, para verificar y evaluar el grado de cumplimiento con la presente Norma según corresponda.

10.2 Las unidades de verificación deben verificar el grado de cumplimiento de los apartados 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 8.1, 8.2, 8.3, 9.1, 9.2, 9.3 y 9.4.

10.3 Los laboratorios de prueba sólo podrán evaluar lo establecido en el capítulo 9 y en los apartados 5.6, y 7.3 de la presente Norma. Para determinar la humedad relativa se debe aplicar lo que corresponda de la NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condición de seguridad e higiene.

10.4 Las unidades de verificación deben entregar al patrón el dictamen de verificación favorable cuando se hayan cubierto los requerimientos de la presente NOM.

10.5 La vigencia del dictamen de verificación emitido por la unidad de verificación será de dos años, mientras se mantengan las condiciones bajo las cuales se emitió, y si demuestra que al sistema de puesta a tierra se le ha dado el mantenimiento correspondiente.

10.6 La vigencia del informe emitido por el laboratorio de prueba será de dos años.

11. Procedimiento para la evaluación de la conformidad**11.1 Generalidades**

11.1.1 Este procedimiento de evaluación de la conformidad aplica tanto para las visitas de inspección desarrolladas por la autoridad laboral, como para las visitas de verificación que realicen las unidades de verificación, o las evaluaciones que realicen los laboratorios de prueba.

11.1.2 La evaluación de la conformidad de la presente Norma podrá ser realizada, a petición de parte interesada, por las unidades de verificación y laboratorios de prueba acreditados por la entidad de acreditación y aprobados por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

11.1.3 Para obtener el directorio de las unidades de verificación y laboratorio de prueba que están acreditados ante la dependencia y pueden extender el dictamen de conformidad con esta Norma Oficial Mexicana, podrán ingresar a la página de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, vía Internet, en la dirección: www.stps.gob.mx.

11.1.4 El interesado que obtuvo la evaluación de la conformidad con esta Norma a través de una unidad de verificación o de un laboratorio de pruebas, según corresponda, debe conservar el dictamen de verificación o el informe de resultados durante dos años, y debe estar a disposición de la autoridad del trabajo cuando ésta lo solicite.

11.2 Los aspectos a verificar durante la evaluación de la conformidad que son aplicables mediante la constatación física, documental, o por interrogatorio a los trabajadores que estén expuestos a la electricidad estática, son:

Disposición	Tipo de comprobación	Aspecto a verificar	Criterio de aceptación
5.2	Física y documental.	Verificar que existan evidencias físicas de las condiciones de seguridad para controlar la generación y acumulación de las cargas eléctricas estáticas, de conformidad con el capítulo 7 y prevenir los efectos de las descargas atmosféricas.	Cumple cuando el patrón demuestre que existan evidencias físicas, según aplique, de las medidas preventivas que haya utilizado el patrón para controlar la generación y acumulación de las cargas eléctricas estáticas en función del: - proceso de trabajo; - medio ambiente laboral y sus instalaciones; - trabajador.
5.3	Física.	Verificar que existan evidencias físicas de la instalación de: - sistemas de puesta a tierra. - equipos o dispositivos para controlar la acumulación de cargas eléctricas estáticas en instalaciones y procesos para proteger al personal; y - en su caso, sistemas de pararrayos para proteger al centro de trabajo de descargas atmosféricas.	Cumple cuando el patrón demuestre que existen evidencias físicas de: - conexiones de puesta a tierra, y - red de puesta a tierra; - eliminadores de alto voltaje, barra estática electrónica, material conductivo en las bandas, cepillos conectados a tierra, aplicación de tratamientos a bandas, u otros - sistemas de pararrayos.
5.4	Documental	Verificar que existan evidencias de que se ha capacitado y adiestrado a los trabajadores que estén en riesgo de exposición con elementos cargados con electricidad estática en:	Cumple cuando el patrón presenta evidencias escritas tales como: - programas de capacitación. - constancias de habilidades laborales.

Disposición	Tipo de comprobación	Aspecto a verificar	Criterio de aceptación
		1. el funcionamiento y aplicación de las medidas preventivas utilizadas para controlar la electricidad estática; 2. la verificación de los sistemas de puesta a tierra, y 3. en su caso, en los sistemas de pararrayos.	➤ diplomas. ➤ reconocimientos de cursos impartidos por personal acreditado en la materia que nos ocupa.
5.5	Documental, constatación ocular y/o comprobación a través de interrogatorio.	Verificar que se haya informado y capacitado a: 1. todos los trabajadores expuestos, y 2. la Comisión de Seguridad e Higiene. De manera: visual, verbal y escrita acerca de los riesgos que se pueden presentar por la electricidad estática, y las condiciones de seguridad y medio ambiente de trabajo que deben prevalecer en el área de trabajo o en su actividad a desarrollar.	Cumple cuando el patrón presenta cualquiera de las evidencias (visual o escrita), tales como carteles, trípticos, folletos, guías u otros documentos, acerca de los riesgos que se pueden presentar por la electricidad estática. Los trabajadores podrán ser interrogados para que expresen si han sido capacitados en los temas enunciados en esta disposición.
5.6	Documental.	Verificar que se haya medido y registrado, al menos cada doce meses o cuando en el inmueble se realicen modificaciones que afecten las condiciones de operación del sistema de puesta a tierra o pararrayos: 1. los valores de la resistencia de la red de puesta a tierra y que los resultados obtenidos cumplan los valores del inciso "f" de la disposición 9.3, y 2. la continuidad eléctrica en los puntos de conexión a tierra de toda la trayectoria del equipo a la red de puesta a tierra.	Cumple el patrón cuando presenta los resultados de la medición de las resistencias y éstos se encuentran dentro de los rangos establecidos en la norma como seguros, y de la continuidad eléctrica de los puntos de conexión a tierra.
7.1	Física o documental.	Verificar que en la adopción de medidas preventivas de seguridad se haya considerado lo establecido en 7.1.	Cumple cuando el patrón demuestre que existan evidencias físicas o documentales, según aplique, de las medidas preventivas que haya adoptado para controlar la generación y acumulación de las cargas eléctricas, en función de las necesidades de protección, de acuerdo a lo establecido en 7.1.

Disposición	Tipo de comprobación	Aspecto a verificar	Criterio de aceptación
7.2	Física.	Verificar que existan controles para prevenir y controlar la generación o acumulación de electricidad estática en el centro de trabajo.	Cumple el patrón cuando se hayan instalando, dependiendo de las medidas de protección que el patrón haya determinado sistemas de puesta a tierra, equipos (eliminadores de alto voltaje), dispositivos con conexión a tierra (barra estática electrónica, material conductor en las bandas; cepillos conectados a tierra, o mediante la aplicación de tratamientos a bandas, entre otros), sistemas de pararrayos, y pisos antiestáticos o conductivos o, en su caso, manteniendo la humedad relativa entre 60 y 70%. Nota: se pueden emplear otros mecanismos de control que cumplan con el objetivo de abatir los riesgos por la acumulación de electricidad estática.
7.3	Física o documental.	Verificar que en las áreas de trabajo cerradas donde la humedad relativa sea un factor de acumulación de electricidad estática, la humedad relativa esté entre 60 y 70%.	Cumple el patrón cuando: ➤ cuenta con los registros de medición de la humedad relativa en las áreas cerradas; ➤ realiza las mediciones al menos cada doce meses, y ➤ conserva dichos valores entre 60 y 70%. Cuando por la naturaleza de las sustancias la humedad del aire representa un riesgo, se debe evidenciar que se cuenta con otro medio de control.
7.4	Física.	Verificar que se coloquen materiales antiestáticos o conductivos, o dispositivos para drenar a tierra las corrientes que se hayan acumulado en el cuerpo del trabajador donde exista la presencia de electricidad estática.	Cumple el patrón cuando existan evidencias físicas de materiales antiestáticos o conductivos, o dispositivos para drenar a tierra la acumulación de las cargas eléctricas estáticas acumuladas en el cuerpo del trabajador.
7.5	Física.	Verificar que las instalaciones metálicas que no estén destinadas a conducir energía eléctrica se conecten a tierra en zonas en donde se manejen, almacenen o transporten sustancias inflamables o explosivas.	Cumple el patrón cuando en las zonas donde se manejen, almacenen o transporten sustancias inflamables o explosivas, existe evidencia de conexiones de puesta a tierra en: ➤ cercas perimetrales; ➤ estructuras metálicas; ➤ tanques metálicos; ➤ maquinaria; ➤ tuberías (excepto las de gas), o

Disposición	Tipo de comprobación	Aspecto a verificar	Criterio de aceptación
			➤ en cualquier otra instalación, equipo o maquinaria que sea metálica y que no esté destinada a la conducción de la energía eléctrica.
7.6	Física.	Verificar que se hayan instalado sistemas de pararrayos en las zonas donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o explosivas.	Cumple el patrón cuando ha instalado sistemas de pararrayos en las zonas donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o explosivas.
7.7	Física.	Verificar que se hayan instalado sistemas de pararrayos, en locales y edificios que por la naturaleza del servicio que prestan y la densidad del rayo a tierra de la región donde se localicen requieran de esta protección.	Cumple el patrón cuando ha instalado sistemas de pararrayos en los locales y edificios que por la naturaleza del servicio que prestan y la densidad de rayos a tierra de la región donde se localicen requieran de esta protección.
8.1	Física y documental.	Verificar que el sistema de pararrayos es independiente de los sistemas de puesta a tierra para motores o estática y del sistema eléctrico en general.	Cumple el patrón cuando presente el plano de instalación del sistema de pararrayos, donde se demuestre que es independiente de los sistemas de puesta a tierra para motores o estática y sistema eléctrico en general, y se constate físicamente.
8.2	Física y documental.	Verificar que no se instalen pararrayos que funcionen a base de materiales radiactivos.	Cumple el patrón cuando evidencie física y documentalmente que los sistemas de pararrayos instalados, no funcionan a base de materiales radiactivos.
8.3	Documental.	Verificar que en la selección del pararrayos se hayan considerado los factores enunciados en la disposición 8.3.	Cumple el patrón cuando se presentan evidencias documentadas que se han instalado sistemas de pararrayos conforme a lo enunciado en 8.3.
9.1	Documental.	Verificar que se utilice el método de caída de tensión establecido en el capítulo 9.	El patrón cumple cuando evidencie documentalmente que utilizó el método de caída de tensión establecido en el capítulo 9. En caso de utilizar un método alternativo debe presentar evidencia de que la STPS, se lo ha aprobado conforme al artículo 8 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

Disposición	Tipo de comprobación	Aspecto a verificar	Criterio de aceptación
9.2 y 9.3	Documental.	Verificar que se han empleado los instrumentos de medición y el procedimiento para evaluar la resistencia de red de puesta a tierra y para medir la continuidad eléctrica de acuerdo a lo establecido en el capítulo 9.	El patrón cumple cuando evidencia documentalmente que aplicó el procedimiento descrito en el capítulo 9 para evaluar la resistencia de red de puesta a tierra y para medir la continuidad eléctrica, o presenta el informe de resultados de un laboratorio de pruebas acreditado y aprobado en la presente norma, que cumpla con lo siguiente: a. que se ha evaluado el sistema de puesta a tierra conforme se establece en el capítulo 9; b. que cuente con los registros de los valores de resistencia de la red de puesta a tierra; c. que cuente con las gráficas correspondientes de la resistencia de la red de puesta a tierra; d. que se haya realizado: la prueba de continuidad eléctrica en los puntos de conexión de puesta a tierra en el equipo; e. que las mediciones de la resistencia de la red de puesta a tierra y de la continuidad eléctrica se realicen cada doce meses, y f. que cuente con planos con vista de planta donde se indiquen los puntos evaluados.
9.4	Documental.	Verificar que los resultados se presentan de acuerdo a lo establecido en la disposición 9.4.	El patrón cumple cuando evidencia documentalmente que los resultados incluyen los datos establecidos en 9.4, o presenta el informe de resultados de un laboratorio de pruebas acreditado y aprobado en la presente norma.

Nota: Las evidencias documentales pueden presentarse impresas o en archivo electrónico.

11.3 De la documentación.

11.3.1 Los dictámenes de verificación que emita la unidad de verificación serán reconocidos por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

11.3.2 El dictamen de verificación que emita la unidad de verificación debe indicar si el centro de trabajo cumple o no con lo que establece esta Norma y debe estar conforme se indica en el apéndice A.

APENDICE A**Dictamen emitido por la unidad de verificación**

Los dictámenes de las unidades de verificación deben contener al menos:

A.1 Datos de la empresa:

- a) No. del dictamen;
- b) Fecha de inicio;
- c) Fecha de conclusión;
- d) Nombre o razón social de la empresa;
- e) Giro del centro de trabajo;
- f) Domicilio:
 - 1) Calle y número;
 - 2) Colonia o Población;
 - 3) Municipio o Población;
 - 4) Ciudad o Estado;
 - 5) Código Postal;
- g) Teléfono y Fax, y
- h) Correo electrónico.

A.2 Datos del representante de la empresa:

- a) Nombre;
- b) Teléfono y Fax, y
- c) Correo electrónico.

A.3 Datos de la unidad de verificación:

- a) Nombre y firma del titular;
- b) Número de aprobación como unidad de verificación;
- c) Domicilio:
 - 1) Calle y número;
 - 2) Colonia o Población;
 - 3) Municipio o Población;
 - 4) Ciudad o Estado;
 - 5) Código Postal;
- d) Teléfono y Fax, y
- e) Correo electrónico.

APENDICE B**Contenido mínimo de los informes de los laboratorios de prueba**

Los informes de resultados de los laboratorios de pruebas deben contener al menos:

B.1 Datos de la empresa:

- a) Nombre o razón social de la empresa;
- b) Giro del centro de trabajo;
- c) Domicilio:
 - 1) Calle y número;
 - 2) Colonia o población;
 - 3) Municipio o población;
 - 4) Ciudad o estado;
 - 5) Código Postal;
- d) Teléfono y fax, y
- e) Correo electrónico.

B.2 Datos del representante de la empresa:

- a) Nombre;
- b) Teléfono y Fax, y
- c) Correo electrónico.

B.3. Datos del laboratorio de prueba:

- a) Nombre, denominación o razón social;
- b) Número de aprobación como laboratorio de prueba;
- c) Nombre y firma del representante legal;
- d) Lugar y fecha de la firma;

- e) Domicilio:
 - 1) Calle y número;
 - 2) Colonia o población;
 - 3) Municipio o población;
 - 4) Ciudad o estado;
 - 5) Código Postal;
- f) Teléfono y fax, y
- g) Correo electrónico.

B.4 Informe de resultados:

- a) Plano con corte de vista de planta donde indique puntos evaluados o medidos;
- b) Valores de caída de tensión registrados;
- c) Gráficas de los puntos evaluados;
- d) Valor de la resistencia de tierra;
- e) Valor de la resistividad (si es el caso);
- f) Características del equipo de medición;
- g) Certificado de calibración;
- h) Conclusiones de la evaluación;
- i) Contenido del estudio, de acuerdo a lo establecido en el apartado 9.3;
- j) La temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo y el porcentaje de humedad relativa encontrados según sea el caso;
- k) Resultado de medición;
- l) Fecha de inicio;
- m) Fecha de conclusión.

12. Vigilancia

La vigilancia en el cumplimiento de la presente Norma corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

13. Bibliografía

- a) Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículo 123, Apartado "A", fracción XV.
- b) Ley Federal del Trabajo, artículos 512 y 527.
- c) Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, Título Segundo, Capítulo Cuarto, artículos 48, 50 y 51, Capítulo Sexto, artículo 57; publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de enero de 1997, México.
- d) Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992, México.
- e) Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999, México.
- f) Anteproyecto de Norma Mexicana NMX "Sistema de Protección contra Descargas Atmosféricas".
- g) Protección contra descargas atmosféricas-IEC 61024-1-2
- h) Recomendaciones prácticas de electricidad estática, NFPA 77, año 2000.
- i) IEEE-Estándar 80-2000.
- j) IEEE Estándar 81 -1989.
- k) IEEE Estándar-1100 y 141. (Tierras para sistemas industriales).

14. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

NOTA: La Norma definitiva contendrá tres artículos transitorios en los siguientes términos:

PRIMERO.- La presente Norma entrará en vigor a los sesenta días siguientes a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Durante el lapso señalado en el artículo anterior, los patrones cumplirán con la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-1999, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene, o bien realizarán las adaptaciones para observar las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana y, en este último caso, las autoridades del trabajo proporcionarán, a petición de los patrones interesados, asesoría y orientación para instrumentar su cumplimiento, sin que los patrones se hagan acreedores a sanciones por el incumplimiento de la Norma en vigor.

TERCERO.- A partir de la fecha en que entre en vigor la presente Norma quedará sin efectos la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-1999, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de mayo de 1999.

GUIA DE REFERENCIA I

Ejemplo para medir la continuidad eléctrica de los conductores de un sistema de pararrayos

El contenido de esta guía es un complemento para la mejor comprensión de esta Norma, y no es de cumplimiento obligatorio.

Esta guía indica de manera ilustrativa los puntos que deben inspeccionarse y explica cómo medir la continuidad eléctrica de las conexiones. Este ejemplo no es limitativo.

- I.1 Para medir la continuidad eléctrica en las conexiones.
 - a) Se hace el ajuste a cero del instrumento de medición, y
 - b) Se colocan las terminales del instrumento de medición, de tal manera que en ambos extremos de la conexión se realice la evaluación (ver figura I.1). Si existe continuidad eléctrica, el instrumento de medición tendrá un movimiento hacia cero, en caso contrario (no continuidad) la aguja no tendrá movimiento o indicará infinito.
- I.2 Para la revisión de las puntas del pararrayos, se debe vigilar que éstas se encuentren afiladas.
- I.3 Durante la revisión de las conexiones y cableado, se debe vigilar que estén libres de óxido, pintura y grasa, que sean de material conductor y no presenten daños mecánicos, y que mantengan la continuidad eléctrica.

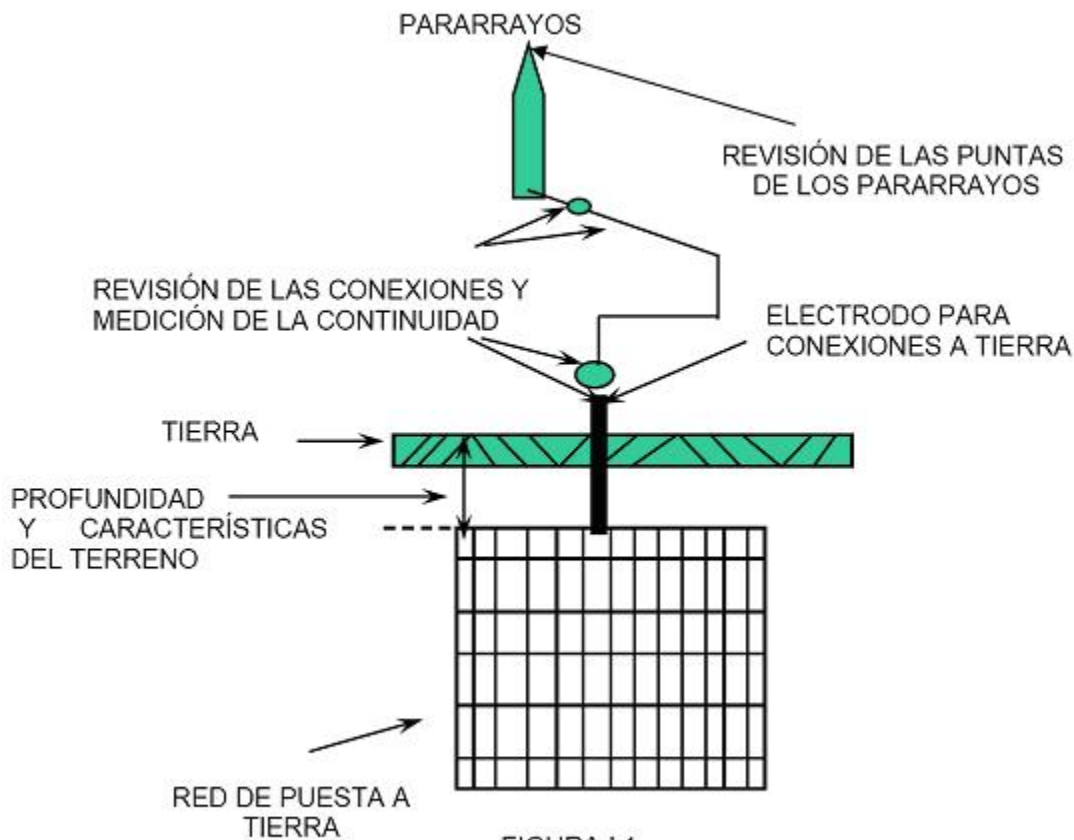


FIGURA I.1

GUIA DE REFERENCIA II**Ejemplos de instalaciones donde se presenta la acumulación o generación de electricidad estática o que pueden recibir una descarga atmosférica**

El contenido de esta guía es un complemento para la mejor comprensión de esta Norma y no es de cumplimiento obligatorio.

En esta guía, se mencionan algunos ejemplos que permiten al personal interesado orientarse acerca de las instalaciones, equipos o procesos de trasvase que pueden ser susceptibles de acumular, generar electricidad estática o recibir una descarga atmosférica:

- a) La partes sueltas metálicas del equipo ligadas al armazón estructural del edificio;
- b) Equipos como sopladores, bombas, vibradores, secadoras, motores, entre otros;
- c) Las tuberías metálicas aéreas donde se transporten sustancias inflamables o explosivas, así como sus accesorios;
- d) Las instalaciones habilitadas para pintar o barnizar por pulverización, así como los objetos metálicos que han de ser pintados o barnizados y las paredes metálicas de las cabinas, cubículos y recipientes, y el sistema de aspiración, y
- e) Equipos utilizados en procesos de trasvase de sustancias inflamables y explosivas.

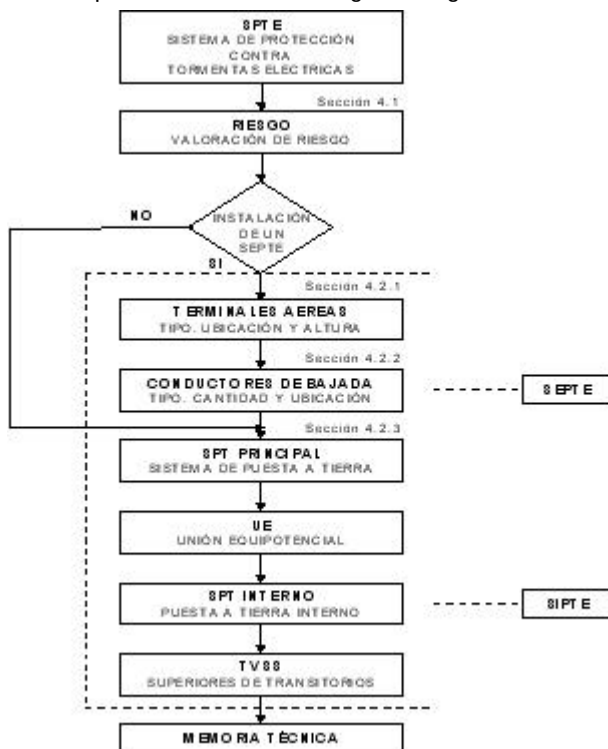
Para obtener mayor información de tipos, materiales y accesorios de puesta a tierra, se recomienda consultar la NOM-001-SEDE-2005.

GUIA DE REFERENCIA III**Sistema de protección contra descargas atmosféricas**

El contenido de esta guía es un complemento para la mejor comprensión de esta Norma y no es de carácter obligatorio.

El sistema de protección contra tormentas eléctricas SPTE, está formado por un sistema externo de protección SEPTE y un sistema interno de protección SIPTE. El diagrama de flujo presentado en la figura 1, muestra el procedimiento que se debe seguir en el diseño de un SPTE.

El SPTE puede estar formado exclusivamente por el SIPTE cuando los resultados obtenidos en la valoración de riesgo indiquen que la instalación del SEPTE puede omitirse. El contenido de la memoria técnica se desarrolla siguiendo los pasos indicados en la siguiente figura.

**FIGURA 1**

1.0 Valoración de riesgo

La valoración de riesgo, es una forma razonable para estimar la probabilidad de incidencia de un rayo directo sobre una estructura, tomando en cuenta la complejidad del fenómeno del rayo.

El diseño de un sistema de protección SPTE debe incluir la valoración de riesgo de la estructura contra la incidencia de un rayo directo y, esta valoración debe realizarse antes de definir las características y ubicación de los elementos constitutivos del sistema externo SEPTE como se indica en la figura anterior. Los resultados de la valoración de riesgo determinan la necesidad de instalar el sistema externo de protección SEPTE.

Excepción 1: Para instalaciones con riesgo de fuego o explosión, la instalación de un SPTE es obligatorio.

1.1 Frecuencia de rayos directos a una estructura

La frecuencia media anual de rayos directos a una estructura (N_0), puede calcularse mediante la ecuación siguiente:

$$N_0 = N_g \times A_e \times 10^{-6} \quad (1)$$

Donde:

N_0 es la frecuencia media anual de rayos directos a una estructura;

N_g es el promedio anual de la densidad de rayos a tierra, en $\text{km}^2 \times \text{año}$; véase figura III.1, y

A_e es el área equivalente de captura de la estructura, en m^2 .

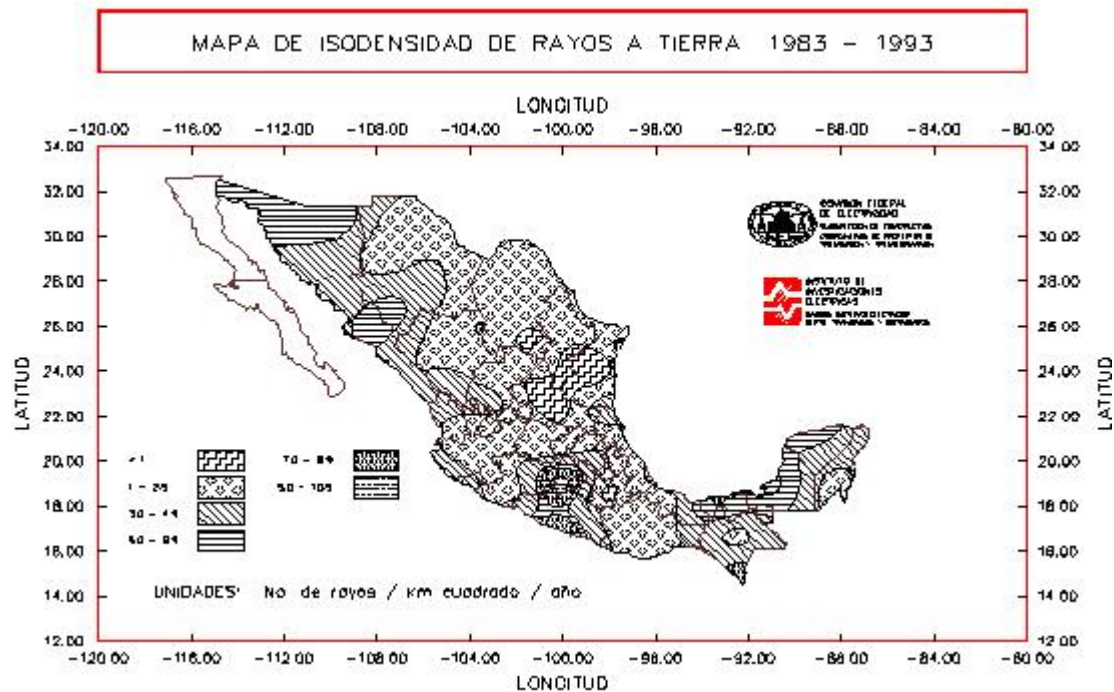


FIGURA 2. Mapa promedio anual de densidad de rayos a tierra

1.2 Frecuencia media anual permitida de rayos directos a una estructura.

Esta frecuencia, denotada como N_d , es el riesgo permitido de incidencia de un rayo directo a una estructura de acuerdo al tipo de estructura, uso y contenido, definidos en la tabla 1.

NOTA: Una frecuencia media anual permitida de 1 rayo cada 10 años, tiene un riesgo mayor para las estructuras que una frecuencia de 1 rayo cada 20, 50 o 100 años. A mayor intervalo de años, es menor el riesgo de rayo directo sobre la instalación, edificio o estructura.

TABLA 1. Frecuencia media anual permitida de rayos directos sobre estructuras comunes

Estructuras comunes	Efectos de las tormentas eléctricas	Frecuencia (Nd)
Residencia	Daño a instalación eléctrica, equipo y daños materiales a la estructura. Daño limitado a objetos expuestos en el punto de terminación del rayo o sobre su trayectoria a tierra.	0,1
Granja	Riesgo principal de incendio y de potenciales de paso. Riesgo secundario derivado de la pérdida de suministro eléctrico provocando posibles desperfectos por falla de controles de ventilación y de suministro de alimentos para animales.	0,05
Tanques de agua elevados: metálicos. Concreto con elementos metálicos salientes.	Daño limitado a objetos expuestos en el punto de terminación del rayo o sobre su trayectoria a tierra, así como posibles daños al equipo de control de flujo de agua.	0,05
Edificios de servicios tales como: Aseguradoras, centros comerciales, aeropuertos, puertos marítimos, centros de espectáculos, escuelas, estacionamientos, centros deportivos, estaciones de autobuses, estaciones de trenes, estaciones de tren ligero o metropolitano.	Daño a las instalaciones eléctricas y pánico. Falla de dispositivos de control, por ejemplo alarmas. Pérdida de enlaces de comunicación, falla de computadoras y pérdida de información.	0,02
Hospital Asilo Reclusorio	Falla de equipo de terapia intensiva. Daño a las instalaciones eléctricas y pánico. Falla de dispositivos de control, por ejemplo alarmas. Pérdida de enlaces de comunicación, falla de computadoras y pérdida de información.	0,02
Industria tales como: Máquinas herramientas, ensambladoras, textil, papelería, manufactura, almacenamiento no inflamable, fábrica de conductores, fábrica de electrodomésticos, armado de equipo de cómputo, muebles, artefactos eléctricos, curtidurías, agrícola, cementeras, caleras, laboratorios y plantas bioquímicas, potabilizadoras.	Efectos diversos dependientes del contenido, variando desde menor hasta inaceptable y pérdida de producción.	0,02
Museos y sitios arqueológicos	Pérdida de vestigios culturales irremplazables	0,02
Telecomunicaciones Véase nota	Interrupciones inaceptables, pérdidas por daños a la electrónica, altos costos de reparación y pérdidas por falta de continuidad de servicio.	0,02
NOTAS: 1) Para cualquier estructura común debe evaluarse el nivel de riesgo en función de su localización, densidad, altura y área equivalente de captura, para decidir la protección. 2) Para estructuras en zonas con densidad de rayos a tierra mayor a 2, y si el techo de la construcción es de material inflamable (madera o paja), se debe instalar un SEPTE y éste debe ser aislado.		

1.3 Área equivalente de captura

Las áreas equivalentes de captura se clasifican y se calculan de la forma siguiente:

a) Para una estructura aislada ubicada en terreno plano, con techo plano y de dos aguas;

$$A_e = ab + 6h(a + b) + 9\pi h^2 \quad (\text{figura 1a}) \quad (2)$$

b) Para una estructura aislada ubicada en terreno plano, con techo en dos aguas;

$$A_e = ab + 6hb + 9\pi h^2 \quad (\text{figura 1b}) \quad (3)$$

Donde:

A_e es el área equivalente de captura, en m^2 ;

a es la longitud de uno de los lados de la estructura, en m;

b es la longitud del otro lado de la estructura en m, y

h es la altura de la estructura en m.

c) Para una estructura aislada ubicada en terreno irregular, véanse figuras 2a, 2b, 2c y 2d.

$$A_e = ab + 6h_e(a + b) + 9\pi h_e^2 \quad (4)$$

Donde:

A_e es el área equivalente de captura, en m^2 ;

a es la longitud de uno de los lados de la estructura, en m;

b es la longitud del otro lado de la estructura, en m, y

h_e es la altura equivalente de la estructura en el terreno irregular, en m.

d) Para una estructura con objetos vecinos (3a, 3b)

Los objetos vecinos influyen de manera significativa sobre el área equivalente cuando las distancias entre ellos y la estructura son menores que $3(h + h_s)$. En este caso, si las áreas equivalentes de la estructura y de los objetos vecinos se traslapan, el área equivalente A_e se calcula mediante el área resultante en la intersección de las líneas perpendiculares a la línea de trazado entre el objeto a protegerse y el objeto vecino a una distancia equivalente definida por la siguiente relación (véase figuras 3a y 3b), para cada uno de los objetos vecinos:

$$X_s = \frac{d + 3(h_s - h)}{2} \quad (4-5)$$

Donde:

X_s es la distancia equivalente, en m;

h_s es la altura del objeto vecino, en m;

h es la altura de la estructura bajo consideración, en m, y

d es la distancia horizontal entre la estructura y el objeto vecino, en m. Véase figura 3b.

TABLA 2. Nivel de protección

Estructuras comunes	Efectos de las tormentas eléctricas	Nivel de protección recomendado
Residencia	Daño limitado a objetos expuestos en el punto de incidencia del rayo o sobre su trayectoria a tierra.	III o IV
Granja	Riesgo principal de incendio y de potenciales de paso. Riesgo secundario derivado de la pérdida de suministro eléctrico provocando posibles desperfectos por falla de controles de ventilación y de suministro de alimentos a los animales.	II o III
Tanques de agua elevados: metálicos Concreto con elementos metálicos salientes.	Daño limitado a objetos expuestos en el punto de incidencia del rayo o sobre su trayectoria a tierra, así como posibles daños al equipo de control de flujo de agua.	III
Edificios de servicios tales como: Aseguradoras, centros comerciales, aeropuertos, puertos marítimos, centros de espectáculos, escuelas, estacionamientos, centros deportivos, estaciones de autobuses, estaciones de trenes, estaciones de tren ligero o metropolitano.	Daño a las instalaciones eléctricas, y pánico. Falla de dispositivos de control, por ejemplo alarmas. Pérdida de enlaces de comunicación, falla de computadoras y pérdida de información.	II
Hospital Asilos Reclusorio	Falla de equipo de terapia intensiva. Daño a las instalaciones eléctricas y pánico. Falla de dispositivos de control, por ejemplo alarmas. Pérdida de enlaces de comunicación, falla de computadoras y pérdida de información.	II
Industria, tales como: Máquinas herramientas, ensambladoras, textil, papelería, manufactura, almacenamiento no inflamable, fábrica de conductores, fábrica de electrodomésticos, armado de equipo de cómputo, muebles, artefactos eléctricos, curtidurías, agrícola, cementeras, caleras, laboratorios y plantas bioquímicas, potabilizadoras.	Efectos diversos dependientes del contenido, variando desde menor hasta inaceptable y pérdida de producción.	I o II
Museos y sitios arqueológicos	Pérdida de vestigios culturales irremplazables	II
Telecomunicaciones	Interrupciones inaceptables, pérdidas por daños a la electrónica, altos costos de reparación y pérdidas económicas por falta de continuidad en el servicio.	I
NOTA: El nivel de protección I es el de mayor protección y el nivel de protección IV es el de menor protección.		

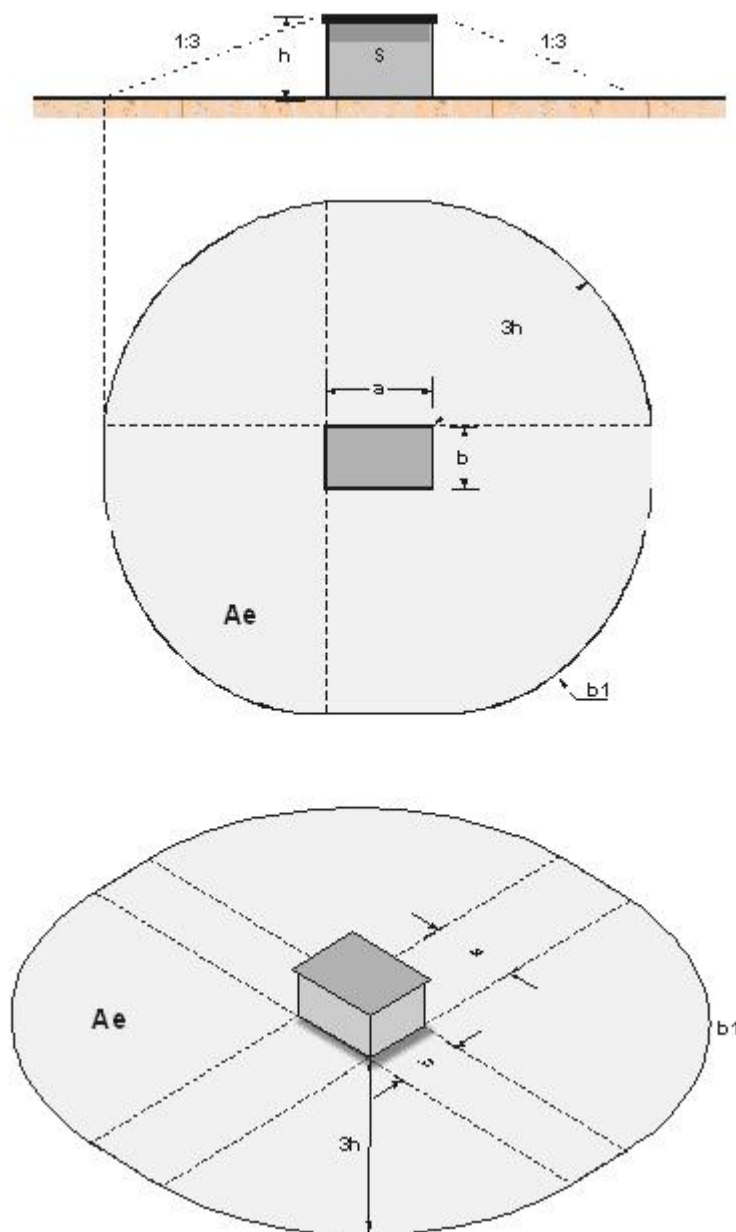


FIGURA 1a.- Area de captura equivalente para una estructura con techo plano y en terreno plano.

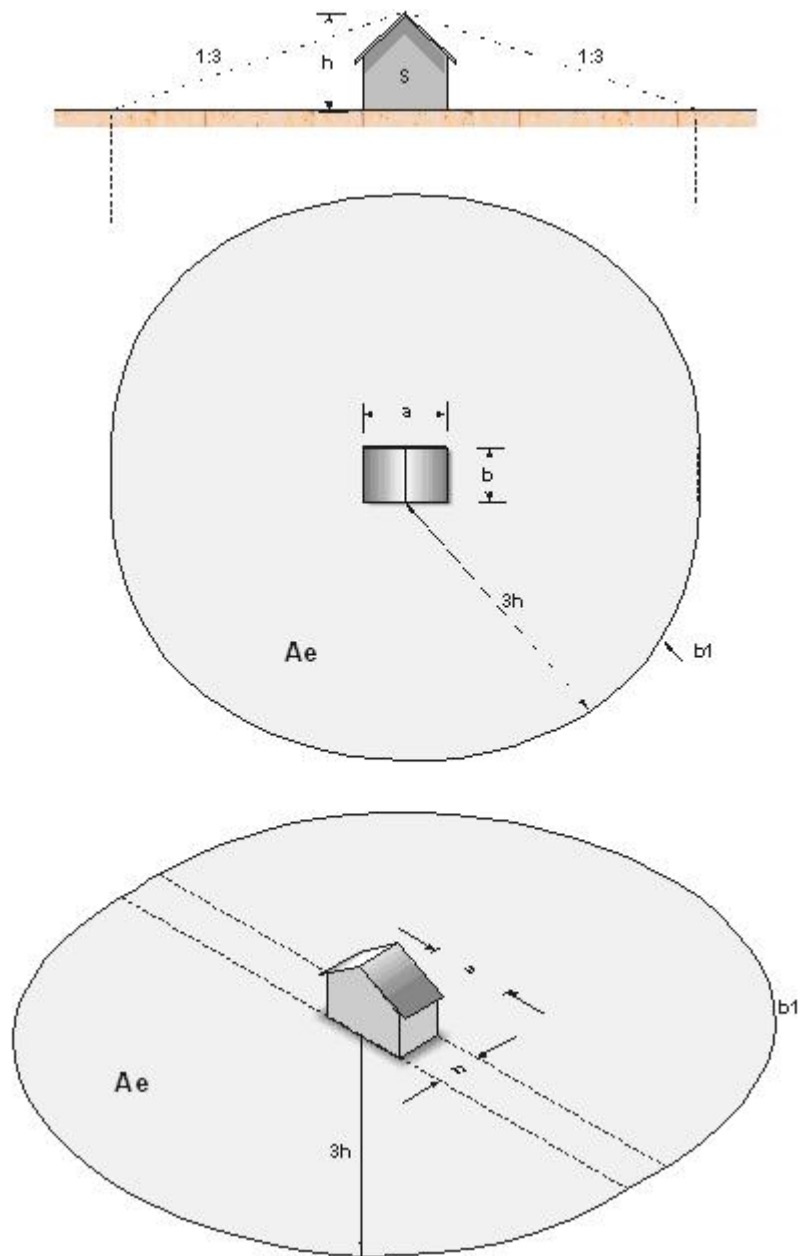


FIGURA 1b.- Area de captura equivalente para una estructura con techo de dos aguas y en terreno plano.

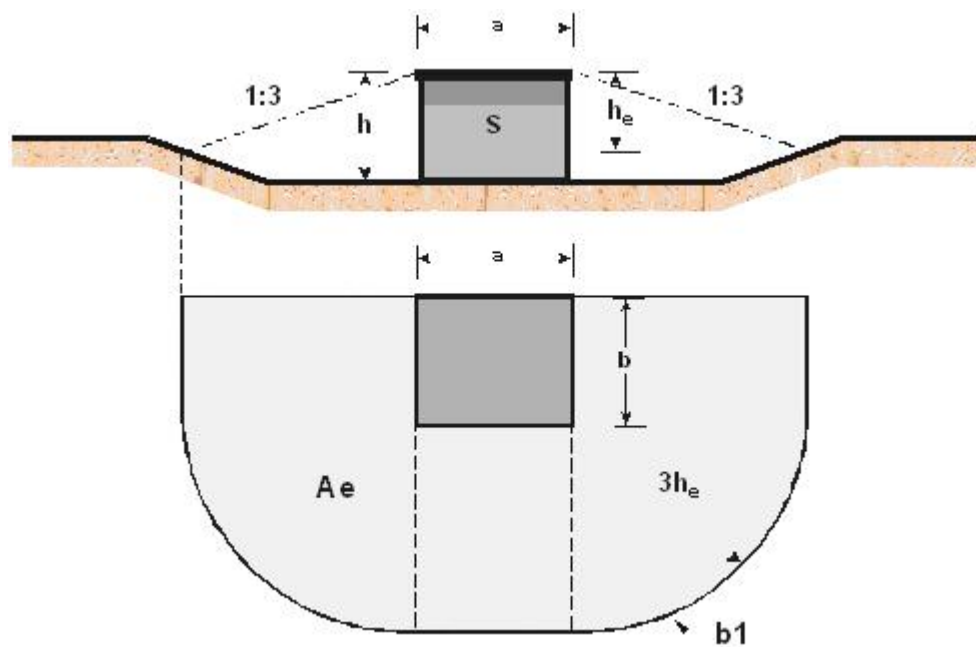


FIGURA 2a.- Area de captura equivalente para una estructura en terreno irregular.

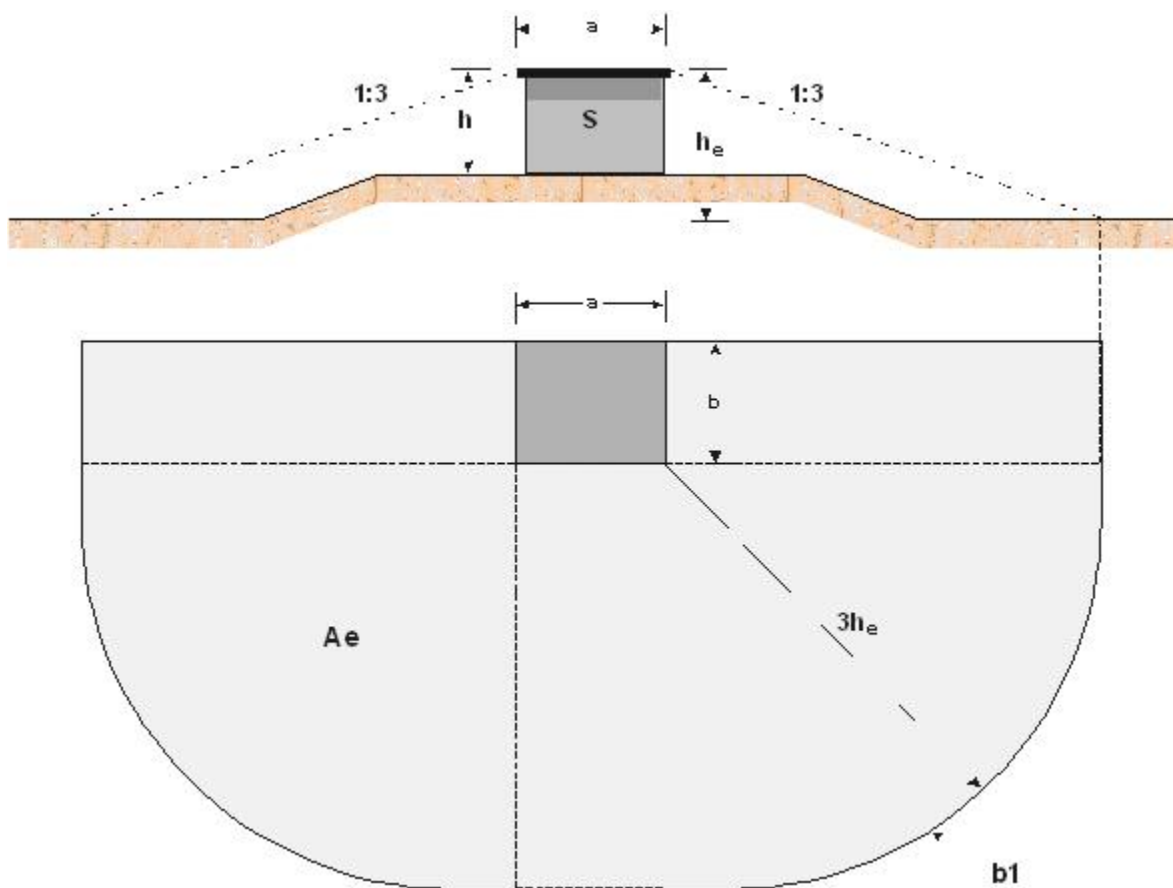


FIGURA 2b.- Area de captura equivalente para una estructura en terreno irregular.

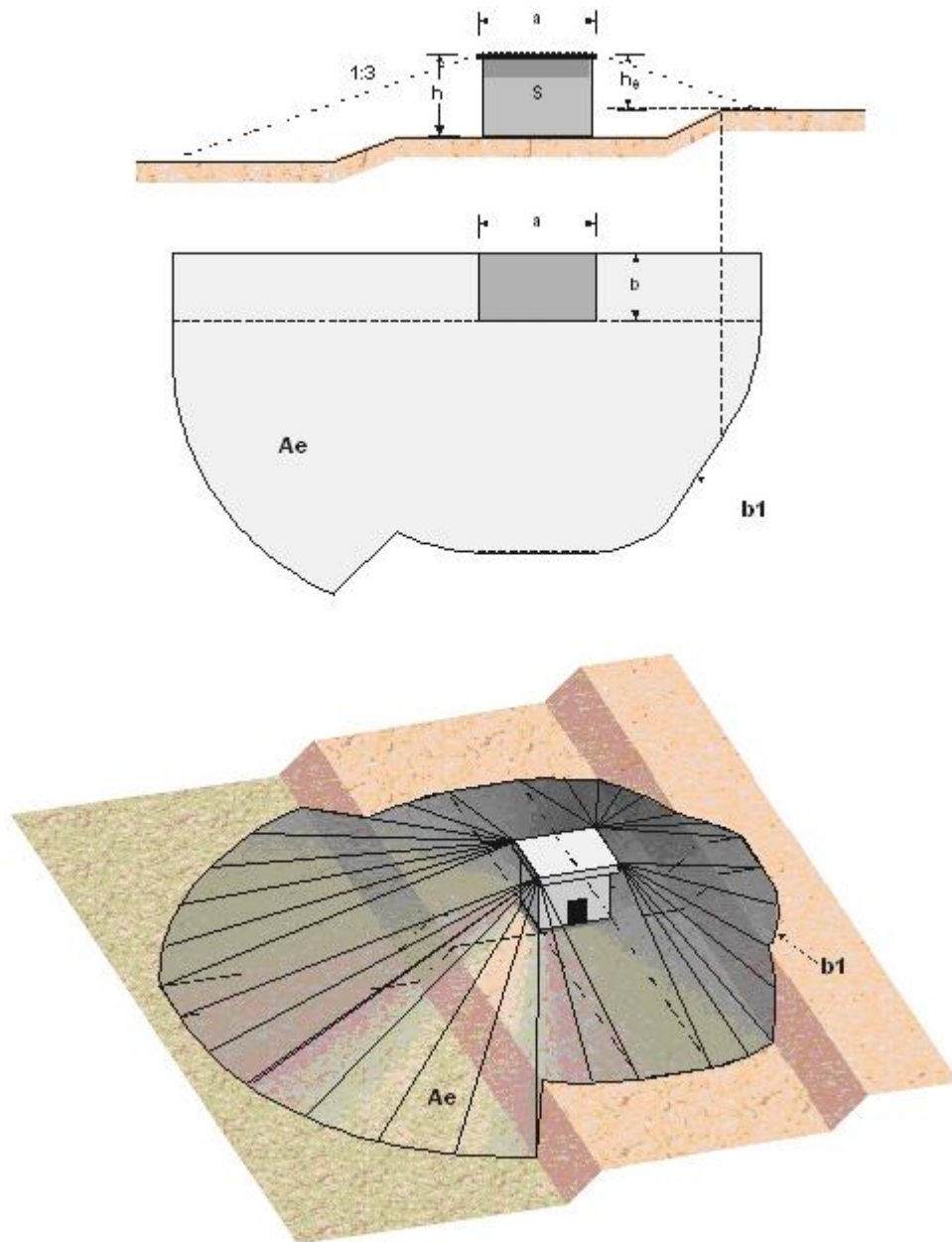


FIGURA 2c.- Area de captura equivalente para una estructura en terreno irregular.

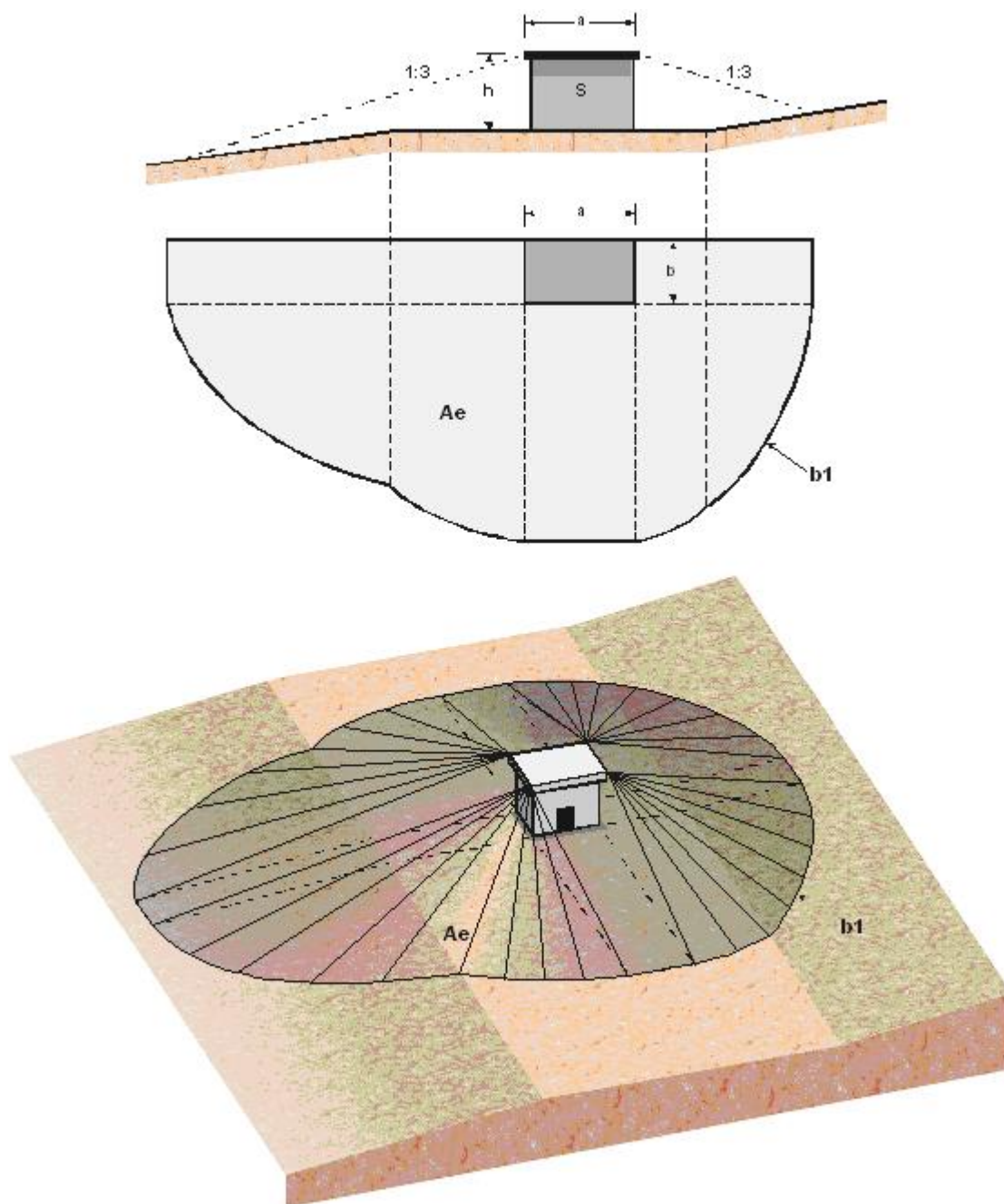


FIGURA 2d.- Area de captura equivalente para una estructura en terreno irregular.

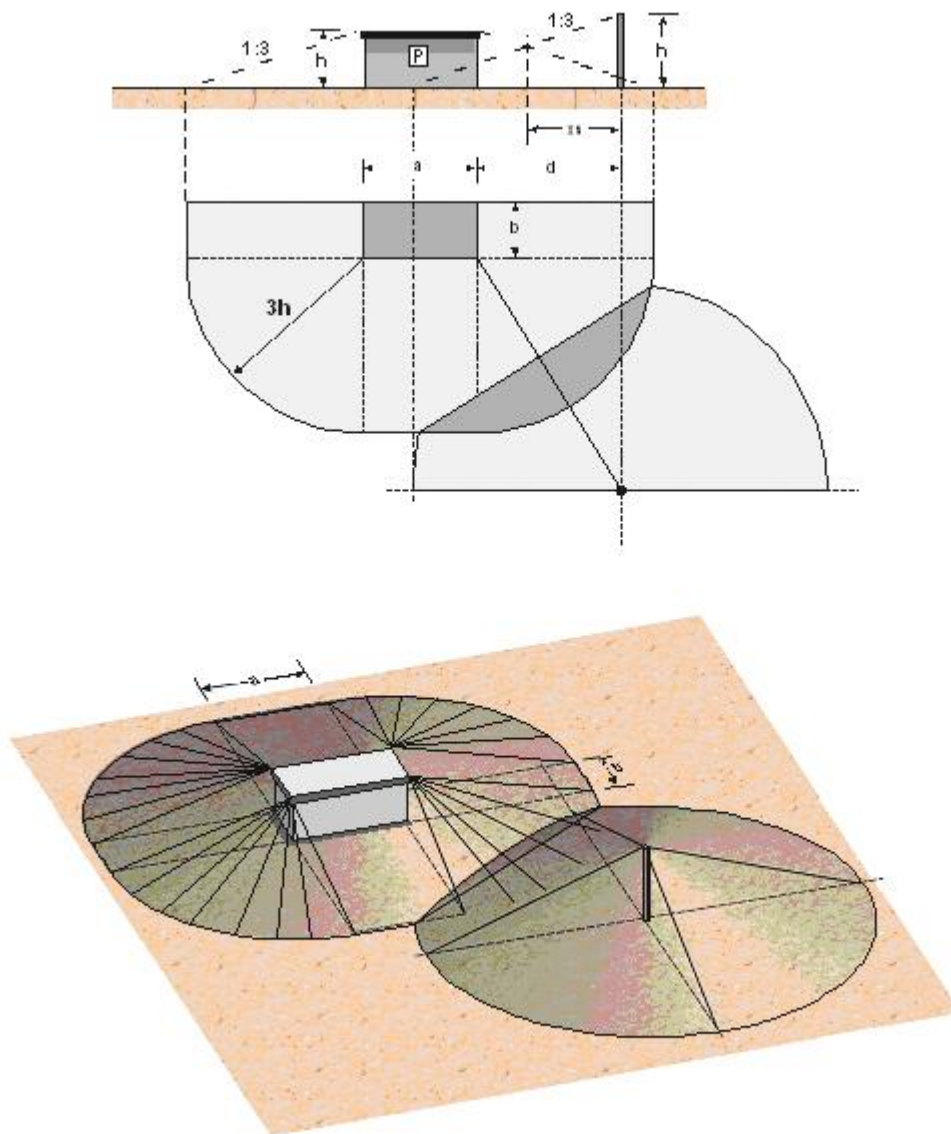


FIGURA 3a.- Area de captura equivalente para una estructura con objetos vecinos.

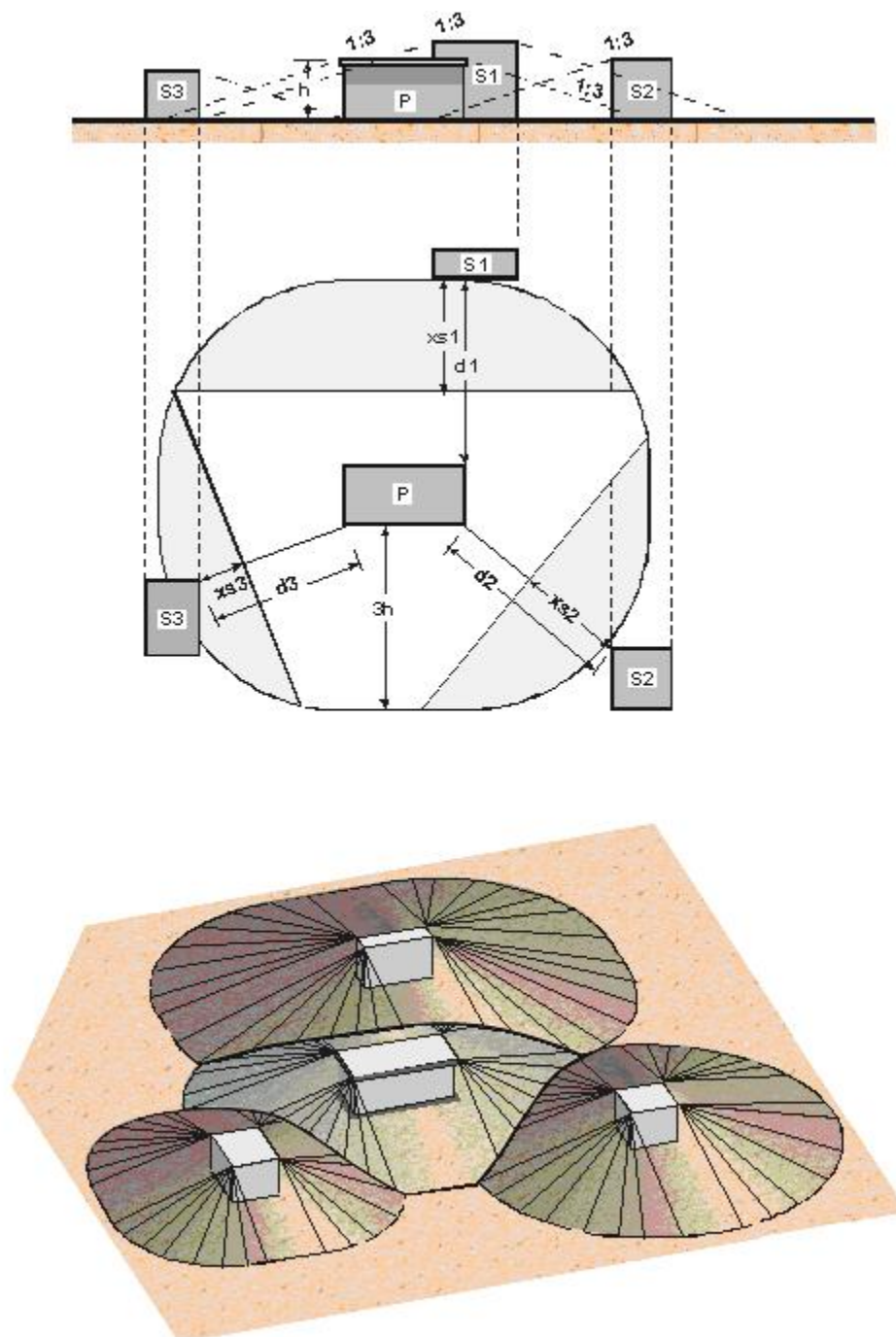


FIGURA 3b.- Area de captura equivalente para una estructura con objetos vecinos.

1.4 Evaluación de la necesidad de protección

Una vez estimado el valor N_0 debe compararse con el valor de la frecuencia media anual permitida N_d (tabla 1) para evaluar la necesidad de protección.

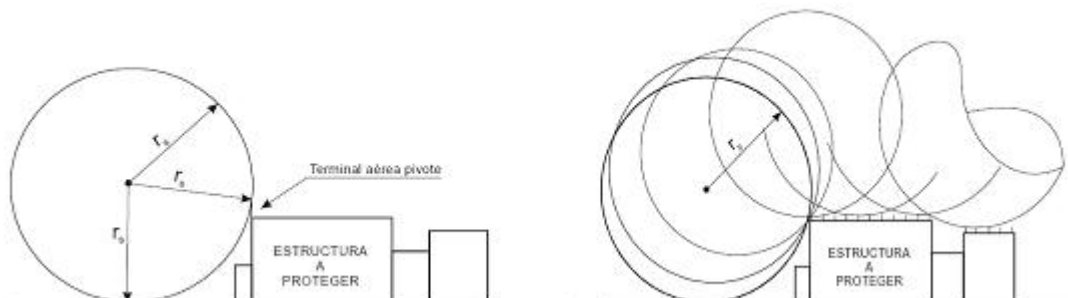
a) Si N_0 (estimado) es $\leq N_d$ (tabla 1, valor permitido), el SEPTE no se requiere.

La decisión de instalar un SEPTE aun con esta evaluación, corresponde al usuario.

b) Si N_0 (estimado) es $> N_d$ (tabla 1, valor permitido) debe instalarse un SEPTE.

La selección del nivel de protección a utilizarse en el diseño para la ubicación y altura de las terminales aéreas, dependerá del tipo y uso de la estructura conforme a lo indicado en la tabla 2.

1.5 Método de la esfera rodante para definir el número de terminales aéreas a partir de un nivel de protección.



El radio de la esfera rodante r_s se indica en la tabla 3. Este radio se selecciona de acuerdo con el nivel de protección recomendado (tabla 2).

FIGURA 4.- Aplicación del método de la esfera rodante para definir la altura y posición de las terminales aéreas de intercepción de rayo.

TABLA 3.- Altura de las terminales aéreas verticales de acuerdo al nivel de protección para el método de la esfera rodante

Nivel de protección	Radio de la esfera rodante r_s y su correspondiente valor de corriente de rayo I	Altura de la terminal aérea a partir del plano a proteger (h)
	r_s (m) , I (kA)	m
I	20(m) , 3(kA)	≤ 20 m
II	30(m) , 6(kA)	≤ 30 m
III	45(m) , 10(kA)	≤ 45 m
IV	60(m) , 16(kA)	≤ 60 m
NOTA: La corriente I (kA) es calculada de acuerdo al Apéndice A, para el radio r_s (m) correspondiente. Esta corriente representa el valor mínimo al cual el nivel de protección ofrece una protección eficiente.		

Independientemente de que se instale o no un sistema externo SEPTE, el sistema de protección SPTE debe ser integral, por lo que debe considerarse también, en cualquier caso, la aplicación del sistema interno SIPTE, especialmente si dentro de la estructura existe equipo electrónico sensible, para mitigar los efectos de los transitorios provocados por los efectos de rayo indirecto y los efectos de inducción por rayo, sobre el equipo electrónico sensible.

