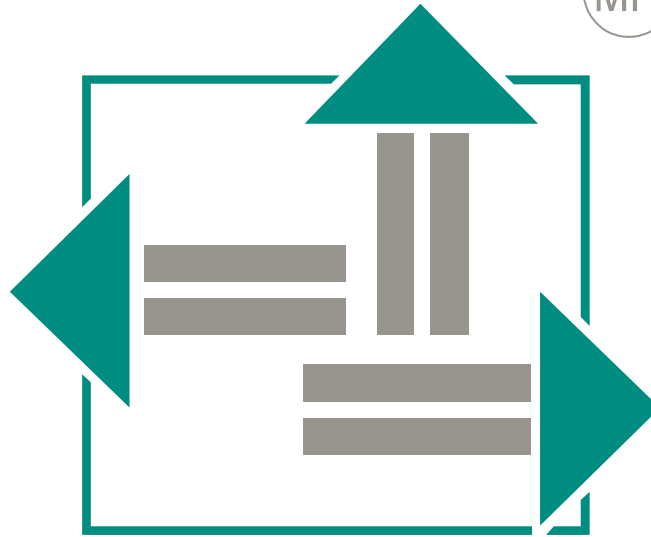


MR



NYCE

NORMA MEXICANA

NMX-I-108-NYCE-2006

**TELECOMUNICACIONES – CABLEADO - CABLEADO ESTRUCTURADO -
PUESTA A TIERRA EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES**

TELECOMMUNICATIONS – CABLING - STRUCTURED CABLING – GROUNDING AND BONDING
FOR TELECOMMUNICATIONS SYSTEM

P R E F A C I O

a) **La presente Norma Mexicana fue elaborada en el seno del Comité Técnico de Normalización Nacional de Telecomunicaciones de NYCE, participando en su elaboración y aprobación las siguientes Instituciones, Organismos y Empresas:**

- SECRETARIA DE ECONOMÍA (Dirección General de Normas).
- SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA - INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL (Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica - Unidad Profesional Azcapotzalco).
- PROCURADURÍA FEDERAL DEL CONSUMIDOR.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (Dirección General de Servicios de Computo Académico).
- P E M E X - Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones - Unidad de Servicios de Transporte de Señales.
- CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES E INFORMÁTICA.
- CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA HULERA.
- ELECTRO INDUSTRIAS ASOCIADAS, S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS RADSON, S.A. DE C.V.
- XEROX, S.A. DE C.V.
- ALCATEL-INDETEL, S.A. DE C.V.
- AMPLIAUDIO, S.A. DE C.V.
- ISATEL DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
- CEFIME, S.A. DE C.V.
- LATTICE TELECOMUNICACIONES PERSONALES, S.A. DE C.V.
- NORTEL NETWORKS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
- NYCE LABORATORIOS, S.C.
- SOLUCIONES INTEGRALES PARA OFICINA, S.A. DE C.V.
- SWEDA DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
- TECNOLÓGICO NYCE, S.C.

b) La Declaratoria de vigencia de esta Norma Mexicana, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el: **13 de abril de 2006.**



ÍNDICE DEL CONTENIDO

	Página
1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
1.1 Objetivo	1
1.2 Campo de aplicación	1
2 REFERENCIAS	1
3 DEFINICIONES	1
3.1 Acometida	1
3.2 Acoplamiento	2
3.3 Barra principal de tierra	2
3.5 Barra secundaria	2
3.6 Cable	2
3.7 Cable de tierra vertebral	2
3.8 Carga electrostática	2
3.9 Conductor con aislamiento	2
3.10 Conductor con aislamiento para puesta a tierra	2
3.11 Conductor del electrodo de puesta a tierra	2
3.12 Conductor desnudo	3
3.13 Conductor desnudo para puesta a tierra	3
3.14 Conector	3
3.15 Conexión	3
3.16 Conexión de los sistemas de puesta a tierra	3
3.17 Diferencia de potencial entre estructuras	3
3.18 Distribuidor de edificio (cuarto de equipo)	3
3.19 Distribuidor de piso (cuarto de telecomunicaciones)	3
3.20 Edificio	3
3.21 Electrodo de puesta a tierra	4
3.22 Pararrayos	4
3.23 Plano equipotencial	4

3.24	Puesta a tierra	4
3.25	Resistencia	4
3.26	Resistividad del terreno	4
3.27	Sistema de tierra	4
3.28	Soldadura exotérmica	4
3.29	Supresor de transientes (supresor de picos)	4
3.30	Telurómetro	4
3.31	Transientes	5
4	SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	5
4.1	Simbología	5
4.2	Abreviaturas	6
5	ESPECIFICACIONES	6
5.1	Resistividad del terreno	6
5.2	Electrodo de puesta a tierra	6
5.3	Tipos de electrodos	7
5.3.1	Electrodo tipo varilla	7
5.3.2	Rehilete	8
5.3.3	Electrodo profundo	8
5.3.4	Malla o red de conductores de cobre	9
5.3.5	Arreglo de electrodos	10
5.4	Características de los conductores de puesta a tierra	12
5.5	Valores de resistencia a tierra	12
5.6	Diferencia de potencial entre neutro y tierra	13
5.7	Diferencia de potencial entre sistemas o mallas de tierra	13
5.8	Registro del electrodo de puesta a tierra	13
5.9	Dispositivos de protección contra sobretensiones	13
5.10	Cable de tierra vertebral	13
5.11	Barra de tierra del cuarto de telecomunicaciones	13

5.12	Barra principal de tierra	15
5.13	Estructura de acero	16
5.14	Torre para telecomunicaciones	16
5.15	Color del conductor de puesta a tierra	19
6	MÉTODOS DE PRUEBA	19
6.1	Medición de Resistividad del terreno	19
6.1.1	Materiales	19
6.1.2	Equipo de medición	19
6.1.3	Procedimiento de cuatro electrodos	20
6.1.4	Procedimiento en campo	21
6.1.5	Resultados	23
6.2	Medición de la resistencia a tierra de un electrodo	23
6.2.1	Método de caída de tensión o del 62%	23
6.3	Medición de la diferencia de potencial entre neutro y tierra	24
6.3.1	Instrumento	24
6.3.2	Procedimiento	24
6.3.3	Resultados	25
6.4	Medición de la diferencia de potencial entre sistemas o mallas de tierra	25
6.4.1	Instrumento	25
6.4.2	Procedimiento	25
6.4.3	Resultados	25
7	BIBLIOGRAFÍA	26
8	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	27
	APÉNDICE A (INFORMATIVO) Continuidad de puesta a tierra	28

NORMA MEXICANA

NMX-I-108-NYCE-2006

TELECOMUNICACIONES – CABLEADO - CABLEADO ESTRUCTURADO - PUESTA A TIERRA EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

TELECOMMUNICATIONS – CABLING - STRUCTURED CABLING – GROUNDING AND BONDING FOR TELECOMMUNICATIONS SYSTEM



1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Objetivo

Esta Norma Mexicana establece, las especificaciones técnicas de puesta a tierra que requieren los sistemas de telecomunicaciones, así como los métodos de prueba que se requieren para la verificación de su cumplimiento, con la finalidad de prevenir daños al usuario y a los equipos que componen dichos sistemas.

1.2 Campo de aplicación

Esta Norma Mexicana es aplicable a la puesta a tierra en los sistemas de telecomunicaciones y la interconexión con los demás sistemas de puesta a tierra existentes.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de la presente Norma Mexicana, se deben consultar las siguientes Normas vigentes:

NOM-001-SEDE	Instalaciones Eléctricas (utilización)
NOM-008-SCFI	Sistema general de unidades de medida
NOM-022-STPS	Electricidad estática en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad e higiene

3 DEFINICIONES

Para los efectos de la presente norma se establecen las siguientes definiciones:

3.1 Acometida

Entrada de un edificio para cables de servicios de redes de telecomunicaciones públicas y/o privadas; comprendiendo desde el punto de entrada en la pared del edificio y continuando hasta el cuarto o espacio que contenga la terminación mecánica, equipo terminal, etc.

3.2 Acoplamiento

Relación de dos o más circuitos de tal forma que se establece una transferencia de energía equipotencial entre ellos.

Aparato o equipo compuesto por dispositivos o elementos electrónicos en los cuales la conducción se realiza principalmente por el movimiento de electrones, ya sea en el vacío o en una atmósfera gaseosa, o en un semiconductor.

3.4 Barra principal de tierra

Barra de cobre única, que sirve como punto central de conexión para los diversos sistemas de puesta a tierra.

3.5 Barra secundaria

Barra de cobre que se conecta a la barra principal de tierra, a la cual se conectan los equipos de telecomunicaciones o sistemas asociados.

3.6 Cable

Conjunto de conductores eléctricos (alambres) envueltos dentro de un material o recubrimiento aislante.

3.7 Cable de tierra vertebral

Conductor principal vertebral, utilizado para obtener la referencia entre la barra principal de tierra y la barra secundaria en una edificación. El conductor debe ser continuo hasta el último punto de la edificación, permitiendo las derivaciones hacia las barras secundarias.

3.8 Carga electrostática

Carga eléctrica de un objeto almacenada en la superficie del mismo por inducción, fricción o contacto.

3.9 Conductor con aislamiento

Conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos por la NOM-001-SEDE como aislamiento eléctrico.

3.10 Conductor con aislamiento para puesta a tierra

Conductor que se utiliza para conectar a tierra los equipos electrónicos brindando un nivel de referencia a cero potencial. Este conductor se utiliza para aterrizar equipo electrónico o digital

3.11 Conductor del electrodo de puesta a tierra

Conductor multifilar desnudo usado para interconectar los electrodos de puesta a tierra.

3.12 Conductor desnudo

Conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.

3.13 Conductor desnudo para puesta a tierra

Conductor que se utiliza para conectar a tierra los equipos eléctricos y que prevé la seguridad del personal. Este conductor se utiliza para aterrizar las cubiertas metálicas de los equipos, las canalizaciones metálicas, los bastidores y todas las partes metálicas del sistema eléctrico.

3.14 Conector

Dispositivo mecánico utilizado para conectar diversos elementos de un sistema, como electrodo(s), barra(s) de tierra, cables de equipos, paneles, bastidores, estructuras, etc.

3.15 Conexión

Unión efectiva de los elementos metálicos para formar una trayectoria eléctrica, la cual debe garantizar la continuidad y la capacidad de conducción. Las conexiones pueden ser mecánicas, por compresión o permanentes.

3.16 Conexión de los sistemas de puesta a tierra

Unión de todos los sistemas de puesta a tierra de un edificio a través de una barra de cobre a la que llegan todos los conductores de los diferentes sistemas para equipotenciar los valores. En un mismo predio la conexión de los sistemas de puesta a tierra se realiza en un registro subterráneo a través de una barra de cobre a la que se conectan los diferentes sistemas.

3.17 Diferencia de potencial entre estructuras

Tensión eléctrica que se origina cuando dos o más estructuras metálicas no están referenciadas al mismo punto de tierra.

3.18 Distribuidor de edificio (cuarto de equipo)

Cuarto dedicado para alojar distribuidores y equipo de telecomunicaciones o equipo relacionado con los mismos.

3.19 Distribuidor de piso (cuarto de telecomunicaciones)

Distribuidor que se utiliza para realizar la conexión cruzada entre el cableado horizontal y otro subsistema de cableado o la interconexión entre el cableado horizontal y el equipo.

3.20 Edificio

Construcción o porción de esta que está diseñada para el uso de oficinas y comercios.

3.21 Electrodo de puesta a tierra

Conductor que está en contacto con la tierra física, se utiliza para mantener un potencial de referencia en los conductores conectados a él.

3.22 Pararrayos

Dispositivo de protección contra descargas atmosféricas para edificios o estructuras.

3.23 Plano equipotencial

Superficie o sistema conductor que se utiliza como punto común de referencia para los potenciales eléctricos de un circuito o sistema.

3.24 Puesta a tierra

Acción y efecto de conectar a tierra elementos metálicos que normalmente no conducen corriente de un circuito o de un equipo.

3.25 Resistencia

Es la característica de los materiales de oponerse al paso de la corriente eléctrica.

3.26 Resistividad del terreno

Propiedad específica del terreno de oponerse a la circulación de la corriente eléctrica, la cual varía en función de la composición propia del mismo.

3.27 Sistema de tierra

Conjunto de conductores, electrodo(s), conectores y barras que se conectan entre sí y con el terreno natural.

3.28 Soldadura exotérmica

Conexión permanente que permite la unión de conductores y partes metálicas por medio de una reacción de calor controlado, resultando un solo cuerpo de conexión.

3.29 Supresor de transientes (supresor de picos)

Dispositivo de protección para limitar las elevaciones transitorias de tensión mediante la desviación o limitación de las mismas.

3.30 Telurómetro

Dispositivo que se utiliza para medir la resistividad del terreno y la resistencia de los sistemas puestos a tierra.

3.31 Transientes

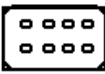







Disturbios submúltiplos de la frecuencia en la forma de onda, que se presenta como una pronunciada discontinuidad de la misma. Puede ser de polaridad aditiva o sustractiva de la forma de onda nominal.




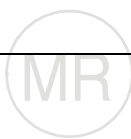
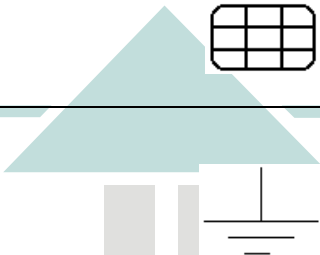
4 SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

4.1 Simbología

Los símbolos empleados en la puesta a tierra de los sistemas de telecomunicaciones son los que se establecen en la tabla 1 como mínimo, asimismo las unidades de medida que se utilizan deben ser las establecidas en la NOM-008-SCFI.

TABLA 1.- Simbología

Descripción	Símbolo
barra de cobre para tierra	
neutro	
conductor del sistema de tierra	
conductor de corriente alterna	
conductor de corriente directa	
conexión con derivación	
cruce de líneas (con conexión)	
cruce de líneas (sin conexión)	

electrodo de tierra tipo varilla	
unión equipotencial	
malla de cobre	 
puesta a tierra	

4.2 Abreviaturas

Las abreviaturas empleadas en esta norma son:

AWG	Medida americana de cable (American Wire Gauge)
c.a.	corriente alterna
c.c.	corriente continua
RF	radiofrecuencia

5 ESPECIFICACIONES

En el presente capítulo se consideran los elementos que se utilizan en la puesta a tierra en los sistemas de telecomunicaciones, así como la medición de la resistividad del terreno, la malla (en su caso), los electrodos de tierra, los conductores involucrados, las trayectorias y los valores correspondientes de la resistencia a tierra. Por lo tanto, toda esa información, así como la disposición de la instalación del sistema de puesta a tierra debe estar contenida en los planos correspondientes, e incluir como mínimo los símbolos contenidos en la tabla 1.

5.1 Resistividad del terreno

Para la implementación de un sistema de puesta a tierra primero se debe medir la resistividad del terreno, de ello depende el arreglo y disposición del (o los) electrodo(s) de tierra. De acuerdo con el método de prueba establecido en 6.1.

5.2 Electrodo de puesta a tierra

Es un elemento conductor que está en contacto con el terreno natural, enterrado a una profundidad mínima de 50 cm como medida de seguridad, independientemente de los

valores requeridos; se utiliza para mantener un potencial de referencia en los conductores conectados a él.

No deben utilizarse como electrodos de puesta a tierra, tuberías metálicas destinadas al transporte de hidrocarburos, aire comprimido, agua o similares, de acuerdo con lo establecido en el artículo 250 de la NOM-001-SEDE.

5.3 Tipos de electrodos

El tipo de electrodo y/o arreglo a utilizar depende de las mediciones realizadas al terreno así como los usos y necesidades del mismo. Lo importante es que el arreglo de electrodo(s) dé el valor de resistencia a tierra requerido. Es necesario que se realice una medición anual como mínimo para verificar los valores de resistencia a tierra con equipos calibrados.

5.3.1 Electrodo tipo varilla

La varilla debe ser de acero inoxidable o de acero con recubrimiento de cobre. Uno de los dos extremos de la varilla debe tener forma de punta. El acero debe ser estirado en frío y el recubrimiento debe aplicarse mediante proceso electrofítico.

Las dimensiones mínimas requeridas de la varilla de acero inoxidable deben ser; diámetro de 16 mm y longitud de 3 m.

Las dimensiones mínimas requeridas de la varilla con recubrimiento de cobre deben ser; recubrimiento de 0,25 mm, diámetro de 16 mm y longitud de 3 m.

En la parte superior, dentro de los primeros 300 mm, las varillas deben tener grabado de manera indeleble el nombre o marca del fabricante, la longitud y el diámetro, como se indica en la figura 1.

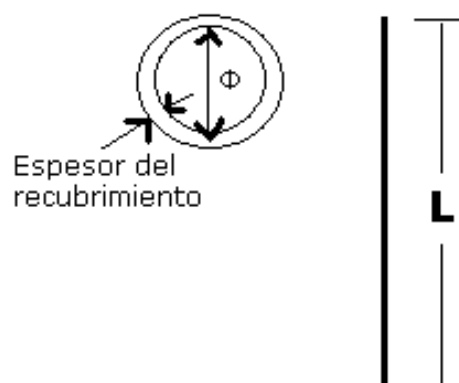


FIGURA 1.- Electrodo tipo varilla

5.3.2 Rehilete

Formado por 2 placas de cobre en forma de cruz, con longitud mínima de 50 cm y 20 cm de ancho, soldadas con cobre a cordón continuo como se muestra en la figura 2.

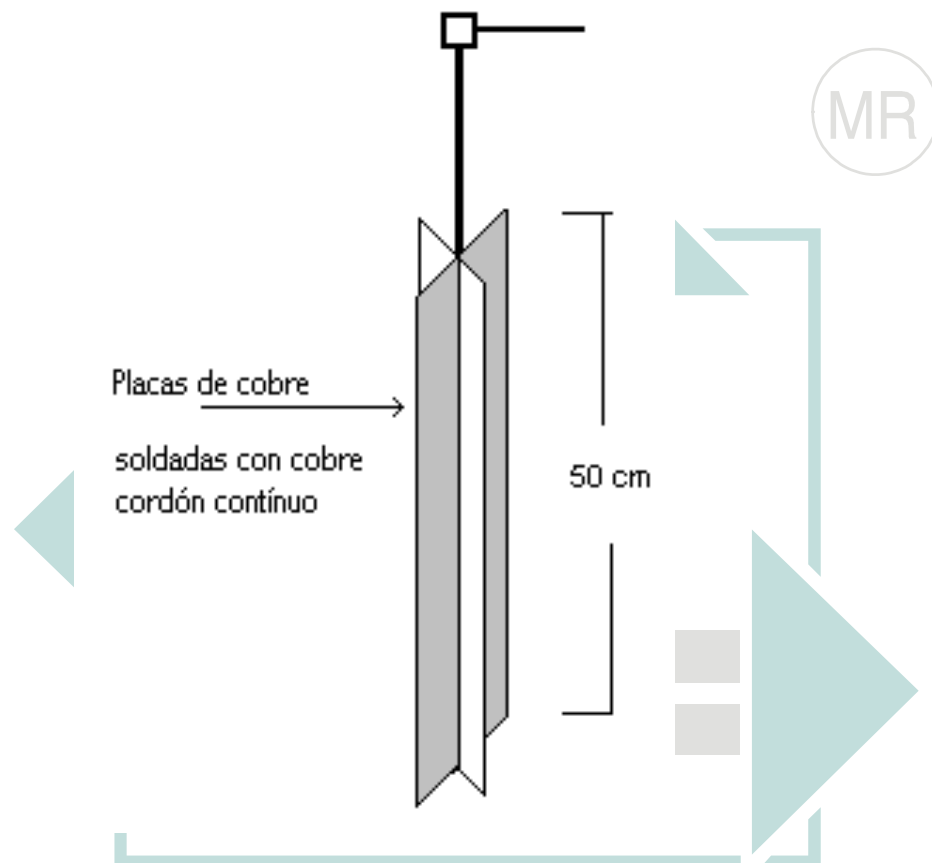


FIGURA 2.- Rehilete de placas de cobre

5.3.3 Electrodo profundo

Esta formado por un conductor desnudo de puesta a tierra de baja impedancia, de sección transversal $67,4 \text{ mm}^2$ (calibre 2/0 AWG) como mínimo, en cuyo extremo se une a una varilla de acero con recubrimiento de cobre con soldadura exotérmica o soldada con cobre a cordón continuo como se muestra en la figura 3. Se instala en perforaciones verticales profundas en zonas de roca volcánica hasta encontrar capas de baja resistividad.

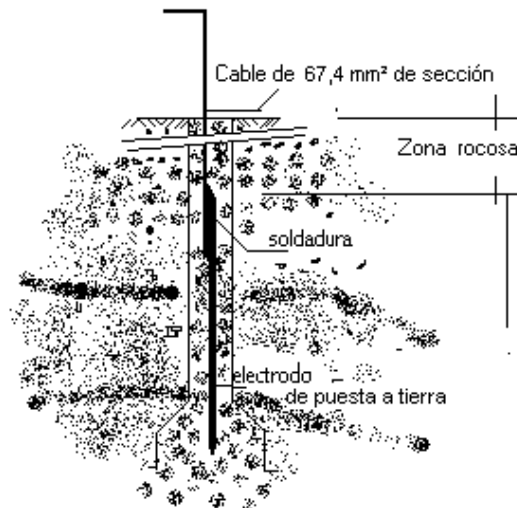


FIGURA 3.- Electrodo profundo

5.3.4 Malla o red de conductores de cobre.

Son conductores desnudos de puesta a tierra conectados entre sí con soldadura exotérmica, que deben estar enterrados a una profundidad mínima de 50 cm. La malla debe estar preformada por una retícula como se muestra en las figuras 4 y 5.

El calibre del conductor así como las dimensiones de la malla se especifican de acuerdo a las necesidades del terreno.

El perímetro de la malla de tierra debe estar formada por un sólo conductor (continuo) y los ángulos externos de cambio de dirección del perímetro deben tener un radio de curvatura 10 veces el diámetro del conductor como mínimo.

Los cruces de los conductores de la malla deben ser unidos con soldadura exotérmica.

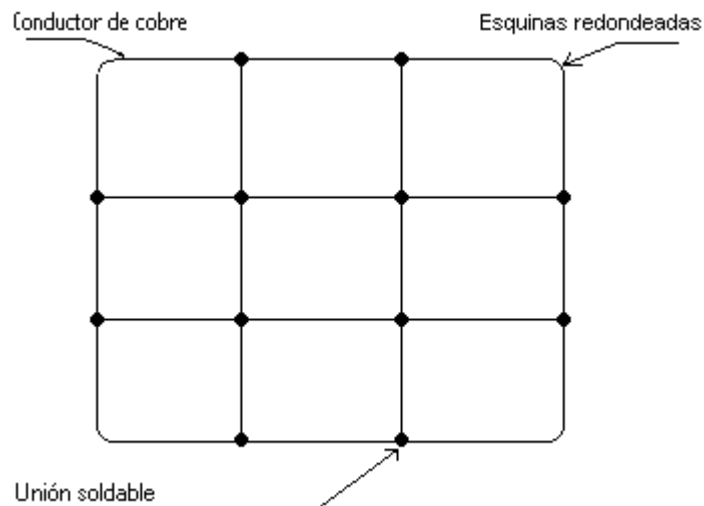


FIGURA 4.- Malla 1:1

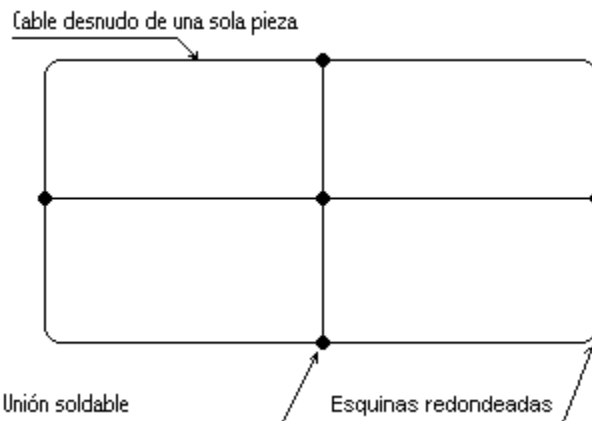


FIGURA 5.- Malla 2:1

5.3.5 Arreglo de electrodos

Es la conexión de los diferentes tipos de electrodos, como se muestra en la figura 6 y 7.

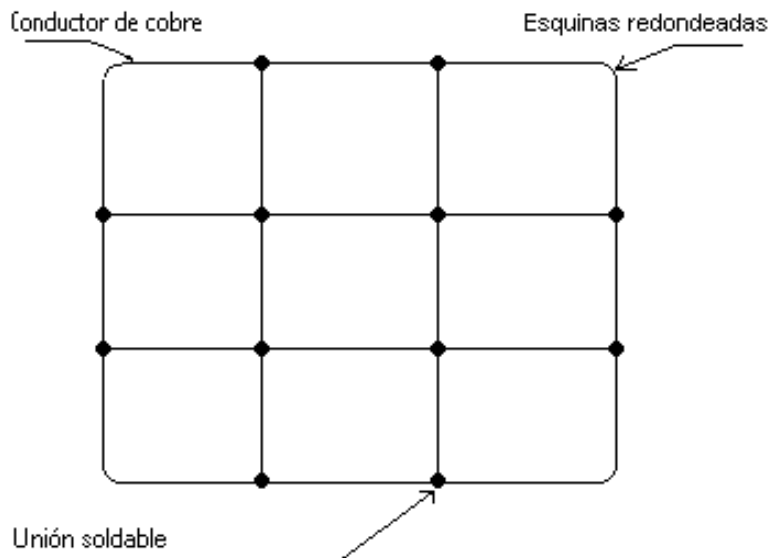


FIGURA 6.- Malla

La separación mínima de instalación entre los electrodos de puesta a tierra debe ser la longitud del electrodo mismo y máximo el doble de su longitud como se muestra en la figura 7.

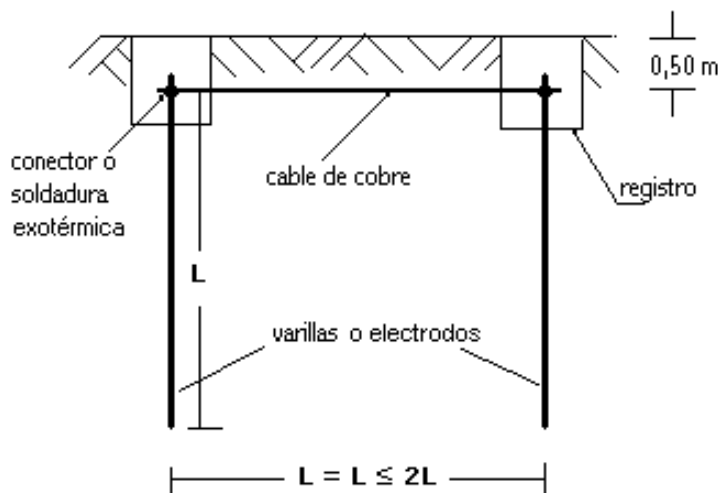


FIGURA 7.- Intervalo de instalación entre electrodos

5.4 Características de los conductores de puesta a tierra

Los conductores utilizados en los sistemas de puesta a tierra para sistemas de telecomunicaciones deben cumplir con la NOM-001-SEDE. 250, inciso d, 310-12 (b) y 400-23, asimismo las dimensiones del conductor principal del sistema de puesta a tierra de telecomunicaciones debe cumplir con lo establecido en la tabla 2.

TABLA 2.- Dimensiones del conductor principal del sistema de puesta a tierra de telecomunicaciones

Dimensiones del conductor en relación con la longitud del mismo	
longitud lineal m	calibre (AWG)
menor a 4	6
4 - 6	4
6 - 8	3
8 - 10	2
10 - 13	1
13 - 16	1/0
16 - 20	2/0
Mayor a 20	3/0

5.5 Valores de resistencia a tierra

La resistencia a tierra que deben cumplir los sistemas de puesta a tierra de un edificio depende de los sistemas, es decir, para equipos electrónicos y de tecnologías de la información la resistencia máxima a tierra debe ser de 5 Ω , para equipos electromecánicos la resistencia máxima a tierra debe ser de 25 Ω , de acuerdo con el artículo 921-25 de la norma NOM-001-SEDE; para el sistema de pararrayos la resistencia máxima a tierra debe ser de 10 Ω , de acuerdo con la norma NOM-022-STPS (el resumen de valores se establece en la tabla 3). Es importante aclarar que los tres sistemas de puesta a tierra que pueden existir en un edificio se deben interconectar en un punto para evitar la diferencia de potencial que existe entre ellos, a esta interconexión se le denomina resistencia equipotencial y su valor será la resistencia equivalente de las resistencias interconectadas, este valor es inferior al de la resistencia de menor valor de los sistemas. Los métodos para la medición de los valores de resistencia a tierra de los sistemas se describen en 6.2

TABLA 3.- Valores de resistencia de puesta a tierra

Instalación	Resistencia en ohms (Ω)
Equipo electrónico y de tecnologías de la información	≤ 5
Equipo electromecánico	≤ 25
Pararrayos	≤ 10

NOTA: Los fabricantes del equipo establecido en la tabla 3, pueden requerir un valor menor de resistencia a tierra, de acuerdo al diseño y operación del mismo.

5.6 Diferencia de potencial entre neutro y tierra

La diferencia de potencial máxima permitida entre el neutro y la tierra en el punto de conexión del equipo de telecomunicaciones debe ser de 1,5 V rcm de c.a., y tener un circuito independiente de alimentación para cada equipo. De acuerdo con el método de prueba 6.3.

5.7 Diferencia de potencial entre sistemas o mallas de tierra

Cuando exista más de un sistema de tierra en un terreno (dentro de una instalación), éstos sistemas de tierra deben estar interconectados entre sí, es decir, que la diferencia de potencial entre ellos debe ser igual a cero volts. Para lograr lo anterior, se deben unir los dos o más sistemas de tierra con dos cables en diferentes puntos y ser del mismo calibre que el conductor de la malla de mayor sección transversal, y verificarlo de acuerdo con el método de prueba 6.4.

5.8 Registro del electrodo de puesta a tierra

Para la ubicación, revisión y mantenimiento del estado físico del electrodo de puesta a tierra se debe construir un registro por cada uno.

5.9 Dispositivos de protección contra sobretensiones

Se deben instalar supresores de transientes en cada una de las fases, en el neutro y tierra, del tablero de distribución eléctrica principal de c.a., y en los tableros secundarios que alimenten a equipos de telecomunicaciones.

Se deben instalar supresores de transientes de descargas atmosféricas en la línea de transmisión de RF del equipo, en los cables de telecomunicaciones y líneas telefónicas.

5.10 Cable de tierra vertebral

Se debe instalar un cable de una sola pieza desde la barra principal de tierra hasta el último piso de la edificación de que se trate. El radio de cobertura del cable vertebral debe ser máximo de 30 m.

5.11 Barra de tierra del cuarto de telecomunicaciones

En cada piso de una edificación se debe instalar una barra secundaria de tierra, la cual debe incluir sus aislamientos respectivos y herrajes de soporte desde donde se deben aterrizar todas aquellas carcazas, bastidores, gabinetes metálicos y equipos auxiliares que se utilicen para los servicios de telecomunicaciones en el mismo piso.

La barra secundaria de tierra debe ser de cobre, con o sin perforaciones y con las siguientes dimensiones; 6 mm de espesor, 50 mm de ancho, y de longitud variable (véase figuras 8 y 9). Se recomienda seguir la distribución de conexiones en la barra de acuerdo a la figura 10.

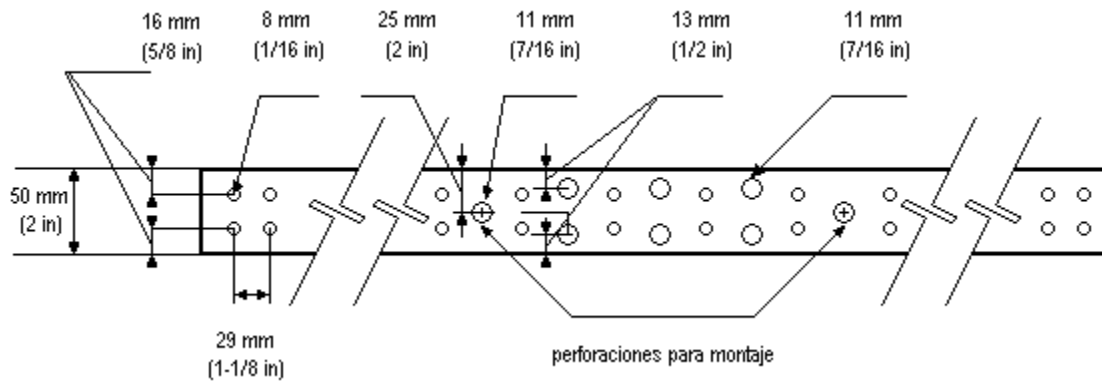


FIGURA 8.- Barra secundaria con perforaciones

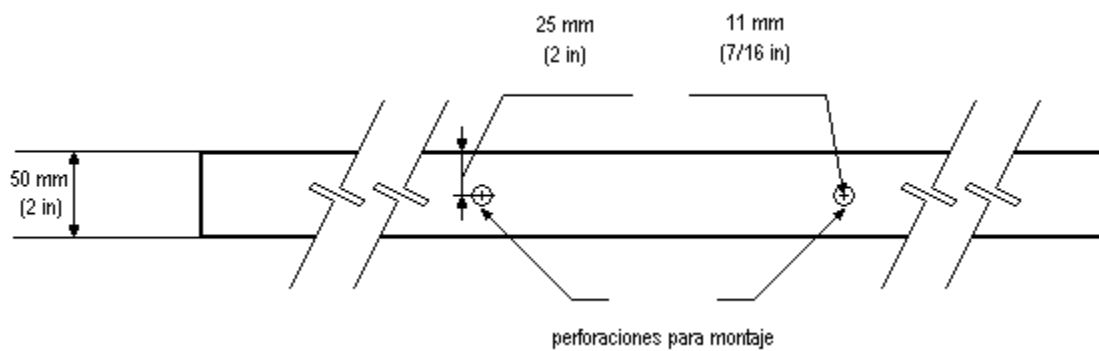


FIGURA 9.- Barra secundaria sin perforaciones

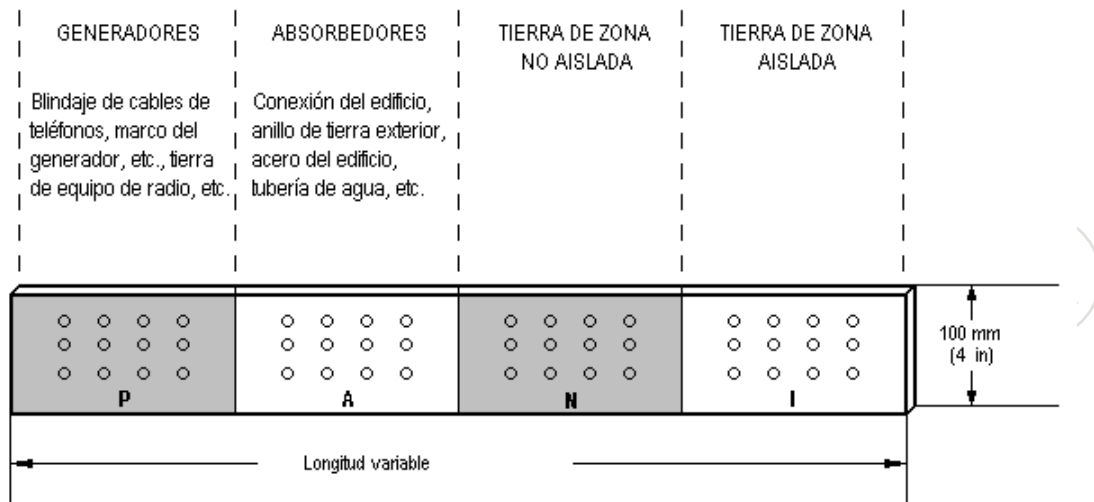


FIGURA 10.- Barra de zonas

5.12 Barra principal de tierra

Generalmente se ubica en el cuarto de acometida o en el cuarto de equipo, debe incluir sus aislamientos respectivos y herrajes de soporte desde donde se deben aterrizar todas aquellas carcasas, bastidores, postes metálicos del piso falso, gabinetes metálicos y equipos auxiliares que se utilicen para los servicios de telecomunicaciones en el edificio.

Esta barra debe ser de cobre, con o sin perforaciones y con las siguientes dimensiones; 6 mm de espesor, 100 mm de ancho, y de longitud variable (véase figuras 11 y 12). Se recomienda seguir la distribución de conexiones en la barra de acuerdo a la figura 10.

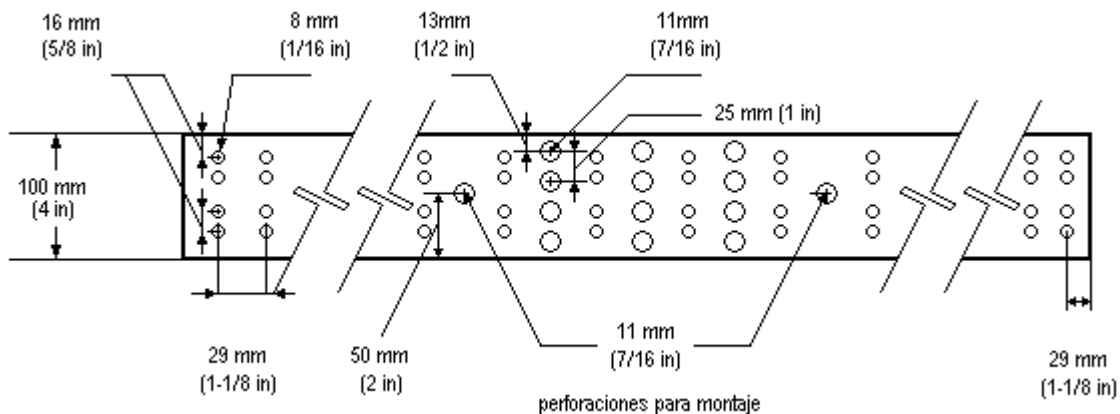


FIGURA 11.- Barra principal con perforaciones

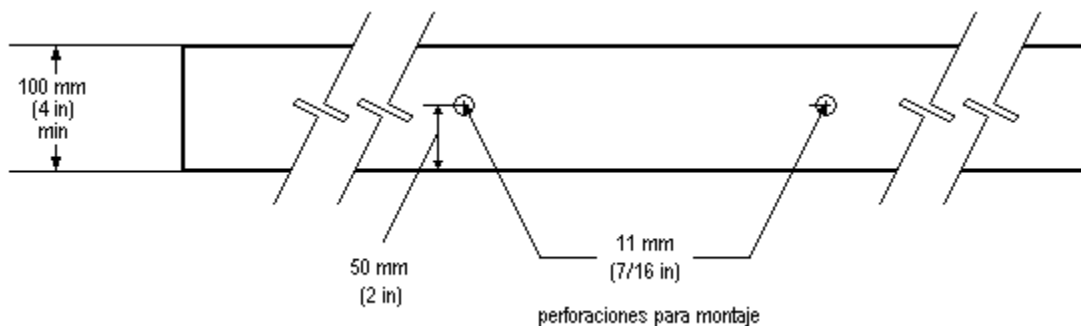


FIGURA 12.- Barra principal sin perforaciones

En una instalación de edificios comerciales se debe contar con un esquema de conexiones a tierra como el de la figura 13.

5.13 Estructura de acero

En los casos en donde por las condiciones arquitectónicas las edificaciones lleven estructura metálica de acero, ésta debe conectarse a la red de tierra con un conector soldable a la misma, como se muestra en la figura 14.

5.14 Torre para telecomunicaciones

Pueden ser estructuras autoportadas o con retenidas. En la estructura autoportada instalada en la superficie del terreno, la malla de tierra se debe instalar a una profundidad mínima de 50 cm y separada 1 m como mínimo de la base de cimentación de la torre.

En el caso de que la instalación sea en el techo de un edificio, en el extremo superior de la torre se coloca una punta del sistema de pararrayos y se aterriza con un conductor de cobre el cual está sujeto a la estructura de la torre.

Se debe conectar mecánicamente a tierra una de las piernas de la torre mediante un conector de terminación (tipo zapata) como se muestra en la figura 15, cuidando de eliminar la pintura de la torre para obtener un buen contacto.

DIAGRAMA DE TIERRA

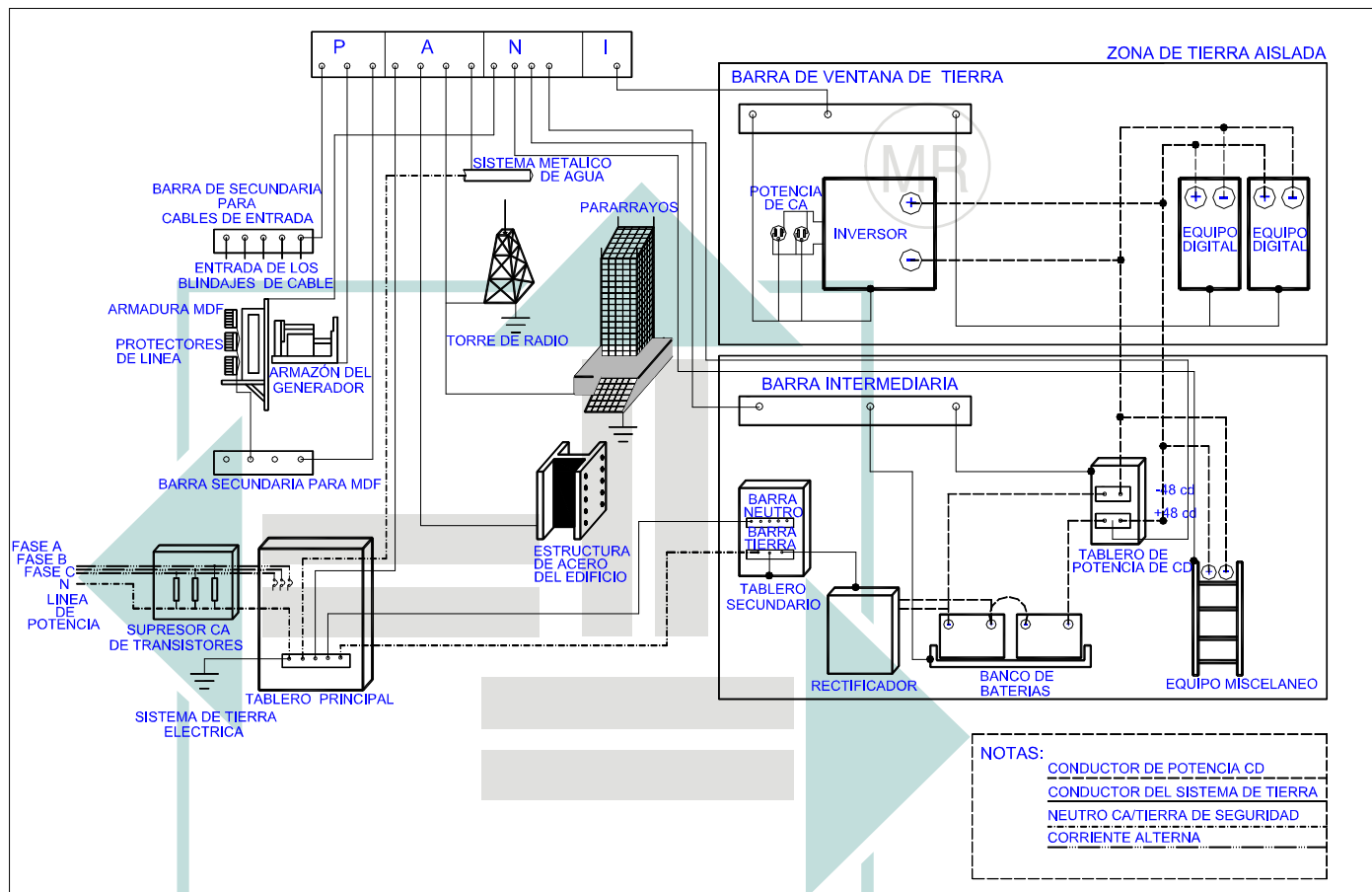


FIGURA 13.- Diagrama de conexiones a tierra.

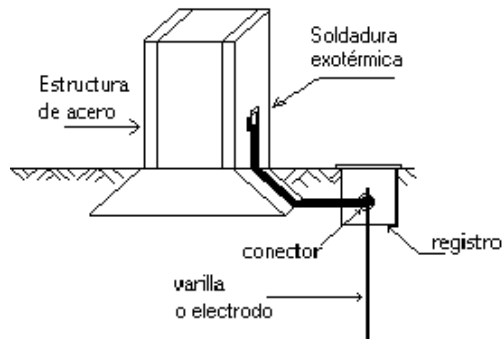


FIGURA 14.- Conexión a estructura de acero

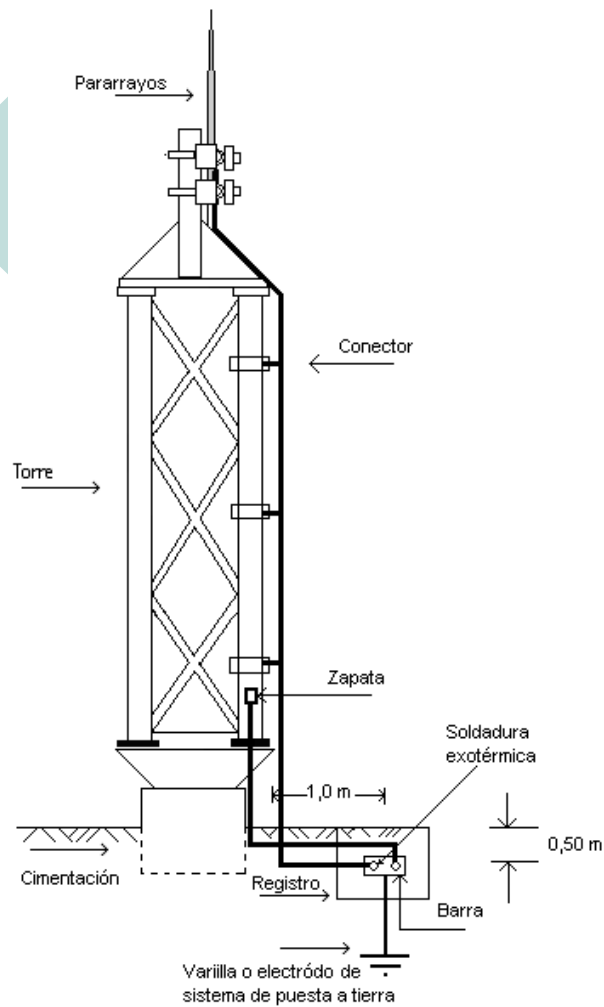


FIGURA 15.- Conexión de torre a tierra

En caso de ser una torre con retenidas, a excepción de las antenas de radiodifusión y de radioaficionado (véase la figura 16), cada una de éstas se debe conectar al sistema de tierra utilizando cable de cobre.

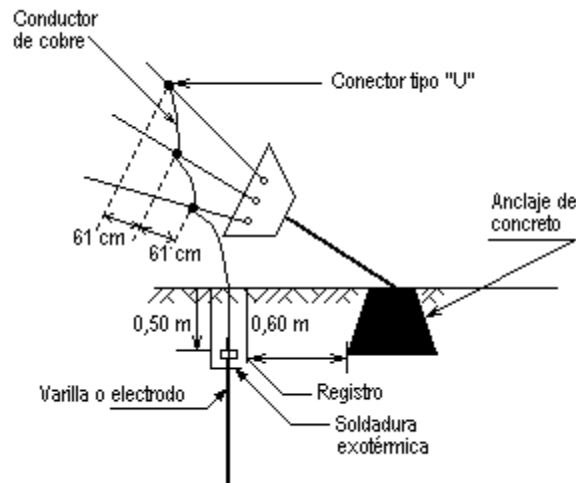


FIGURA 16.- Aterrizaje de retenidas de la torre

5.15 Color del conductor de puesta a tierra

El color del revestimiento del conductor forrado de puesta a tierra debe ser verde o verde con franja amarilla, de acuerdo al artículo 400-B de la NOM-001-SEDE.

6 MÉTODOS DE PRUEBA

6.1 Medición de Resistividad del terreno

La resistividad " ρ " del terreno se debe medir por el procedimiento siguiente:

6.1.1 Materiales

- Cinta métrica (flexómetro) con escala en cm.

6.1.2 Equipo de medición

- 1 Telurómetro (medidor de resistencia de tierra) analógico o digital con las siguientes características: escala mínima de 0Ω a 10Ω , selector de escala X1, X10, X100, tres o cuatro bornes para la conexión de los cables forrados con los siguientes identificadores C1, P1, P2 y C2. Que debe incluir 4 varillas metálicas entre 9 mm y 16 mm de diámetro y de longitud entre 20 cm y 50 cm, 4 tramos de cable flexible de cobre aislado de 600 V,

de 2,082 mm² de sección transversal (14 AWG) de longitud variable con conectores mecánicos de grapa o caimán para sujetar el cable con las varillas.

6.1.3 Procedimiento de cuatro electrodos

Para medir la resistividad del terreno, se debe utilizar el método de 4 electrodos y efectuar la configuración como se muestra en la figura 17.

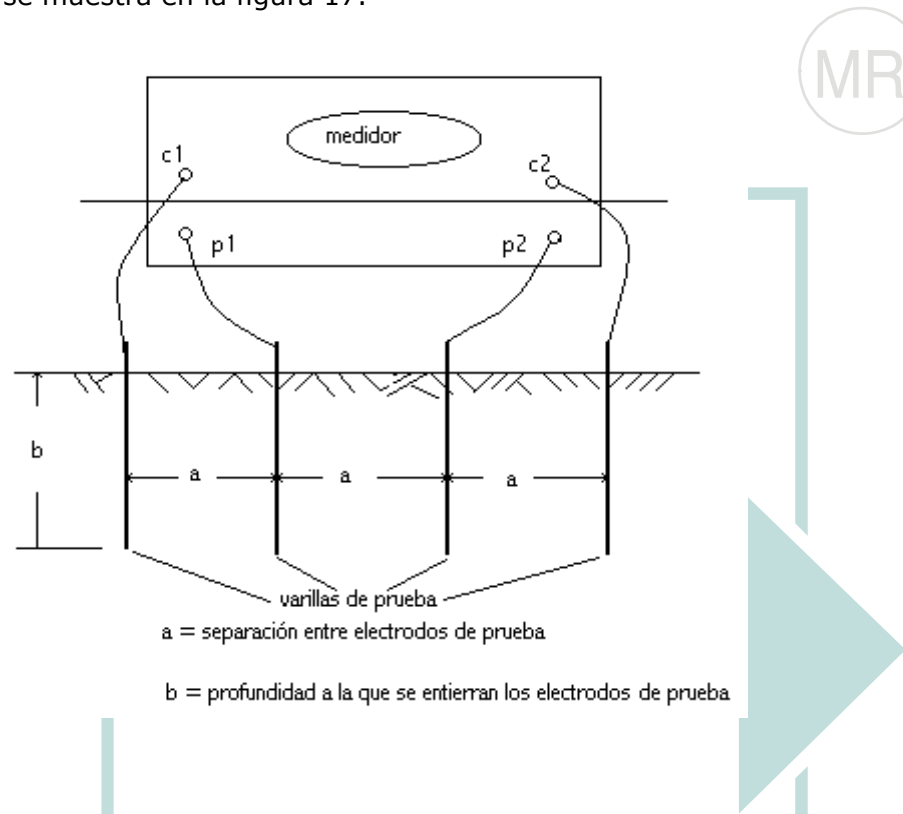


FIGURA 17.- Medición de resistividad del terreno con 4 electrodos

6.1.3.1 Enterrar 4 varillas en el suelo a una profundidad de 20 cm a 30 cm, dispuestas en línea recta, con una separación uniforme entre ellas. Se debe procurar que las varillas queden perpendicular al terreno y no debe de haber huecos alrededor de las varillas.

6.1.3.2 Las terminales de corriente del instrumento C_1 y C_2 se conectan a través de los cables a las varillas de los extremos. Las terminales de potencial P_1 y P_2 se conectan a las varillas intermedias como se indica en la figura 17.

6.1.3.3 Se energiza el Telurómetro y se toman las lecturas respectivas de resistencia en Ω , de acuerdo con las instrucciones de operación del equipo de medición.

6.1.3.4 Se calcula la resistividad mediante la fórmula:

$$\rho = 2\pi a R$$

donde:

R = resistencia medida en ohms (Ω)
a = separación entre electrodos en metros
 ρ = resistividad del suelo, en $\Omega.m$.
 $\pi = 3,1416$

Se mide hasta una profundidad igual a la separación entre electrodos.

La fórmula anterior, es valida solo si la distancia entre electrodos "a" es mayor que la profundidad "b" a la que se entierran las varillas (aproximado "a = 10b"). En caso que "a = b" se debe usar la formula:

$$P = \frac{4\pi a R}{n}$$

Donde "n" tiene un valor entre 1 y 2, dependiendo de la relación "a" y "b" como se indica a continuación:

cuando:

a = b	n = 1,187
a = 2b	n = 1,5198
a = 4b	n = 1,8188

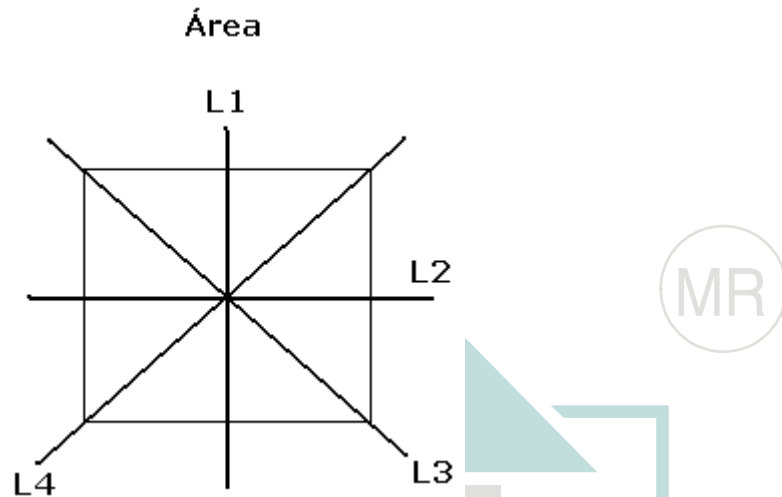
Si "b" es menor que "a" entonces se emplea la formula siguiente:

$$\rho = 2\pi a R$$

6.1.4 Procedimiento en campo

En el área donde se desea medir la resistividad, se trazan 2 líneas de prueba, una de ellas orientada norte-sur magnético (L_1 y L_2 ó L_3 y L_4) como se indica en la figura 18. Para efectuar la medición, se deben elegir los ejes L_1 y L_2 ó L_3 y L_4 (depende de las condiciones del terreno).

En el caso de requerir mayor exactitud en el valor promedio de la resistividad del terreno a medir, se incluyen las cuatro líneas de prueba.



Donde:

L1, L2, L3 y L4 son líneas de prueba.

FIGURA 18.- Esquema de medición de campo

Medir la resistencia (R) en cada línea de prueba, comenzando en el centro de la línea y variando cada vez la separación entre electrodos de prueba, como se indica en la figura 19.

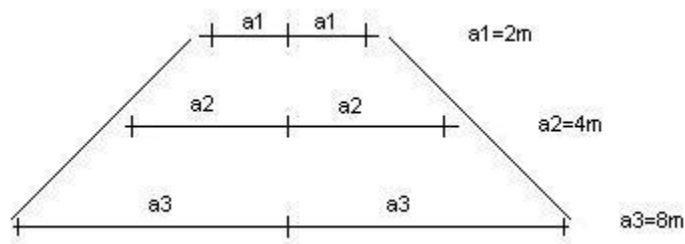


FIGURA 19.- Esquema de medición de la resistencia (R)

El número de mediciones se limita hasta " $a \approx 0,5L$ ". Por ejemplo, si $L = 40\text{ m}$ la " a " máxima = 20 m , es necesario realizar 4 mediciones, aumentando 5 m cada vez.

Repetir el punto anterior para cada línea de prueba.

Calcular la resistividad con la fórmula:

$$\rho = \pi a R$$

6.1.5 Resultados

Registrar los resultados obtenidos, conforme a la tabla 4.

TABLA 4.- Resultados de la medición

Separación entre varillas	Línea de prueba			
	L1	L2	L3	L4
a ₁	ρ ₁₁	ρ ₂₁	ρ ₃₁	ρ ₄₁
a ₂	ρ ₁₂	ρ ₂₂	ρ ₃₂	ρ ₄₂
a ₃	ρ ₁₃	ρ ₂₃	ρ ₃₃	ρ ₄₃
a ₄	ρ ₁₄	ρ ₂₄	ρ ₃₄	ρ ₄₄
a _n	ρ _{1n}	ρ _{2n}	ρ _{3n}	ρ _{4n}

6.2 Medición de la resistencia a tierra de un electrodo

6.2.1 Método de caída de tensión o del 62%.

6.2.1.1 Materiales

- Cinta métrica con escala en cm.

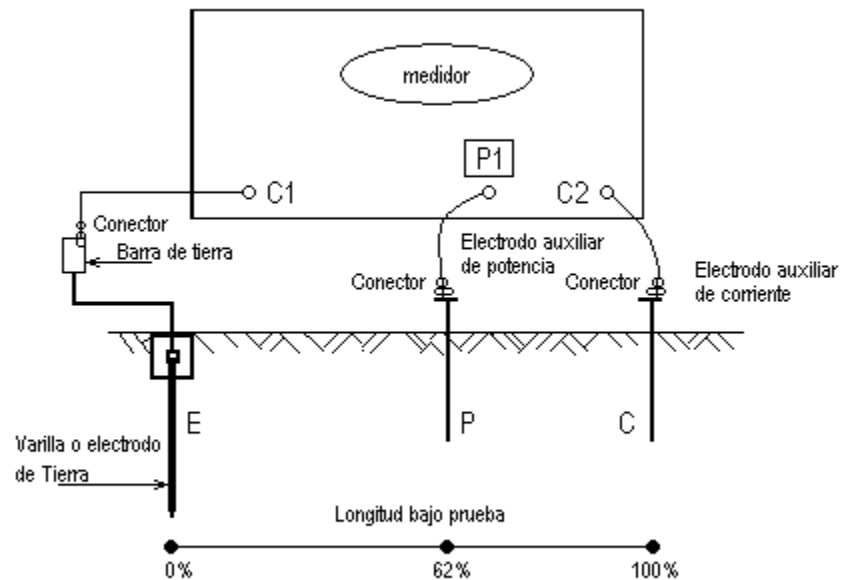
6.2.1.2 Equipo de medición

- 1 Telurómetro (medidor de resistencia de tierra) analógico o digital con las siguientes características: escala mínima de 0 Ω a 10 Ω, selector de escala X1, X10, X100, tres bornes para la conexión de los cables forrados con los siguientes indentificadores C1, C2 y P1 . Que debe incluir como accesorios: 2 varillas metálicas, 3 tramos de cable flexible de cobre aislado, con conectores mecánicos de grapa o caimán para sujetar el cable con las varillas.

6.2.1.3 Procedimiento

El método de caída de tensión o del 62% se aplica colocando dos electrodos auxiliares del equipo en línea recta y radial al electrodo o sistema bajo prueba, realizándose a partir del perímetro del sistema como se muestra en la figura 20.

Desconectar la toma de tierra (barra de tierra primaria) del sistema o red de telecomunicaciones, antes de efectuar la prueba.



NOTA: La longitud bajo prueba depende de las especificaciones del equipo de medición.

FIGURA 20.- Método de caída de tensión o del 62%

6.2.1.4 Resultados

La lectura obtenida en esta prueba debe cumplir con lo establecido en 5.5.

6.3 Medición de la diferencia de potencial entre neutro y tierra

6.3.1 Instrumento

- 1 voltmetro o multímetro (diferentes escalas incluyendo de 0 volts a 10 volts c. a.).

6.3.2 Procedimiento

Para medir la diferencia de potencial de una fuente de alimentación se debe utilizar el voltmetro. Se conecta una punta de prueba de éste al borne de tierra y la otra al borne del neutro, considerando que todo el sistema eléctrico cumpla con lo especificado en el artículo 250 de la NOM-001-SEDE.

El punto de medición debe ser el más próximo a donde se encuentra el equipo de telecomunicaciones o dispositivos asociados.

Efectuar la medición y registrar la lectura.

6.3.3 Resultados

Las lecturas obtenidas en esta prueba deben cumplir con lo establecido en 5.6.

6.4 Medición de la diferencia de potencial entre sistemas o mallas de tierra

6.4.1 Instrumento

- 1 vóltmetro o multímetro (diferentes escalas incluyendo de 0 volts a 10 volts c. a.).

6.4.2 Procedimiento

Desconectar la toma de tierra (barra de tierra principal) del sistema o malla, antes de efectuar la prueba.

Para medir la diferencia de potencial entre dos sistemas o mallas, se debe utilizar el vóltmetro. Se conecta una punta de prueba de éste al borne de tierra de la malla A y la otra al borne de tierra de la malla B, como se muestra en la figura 21, se debe desconectar el acoplamiento existente entre estas.

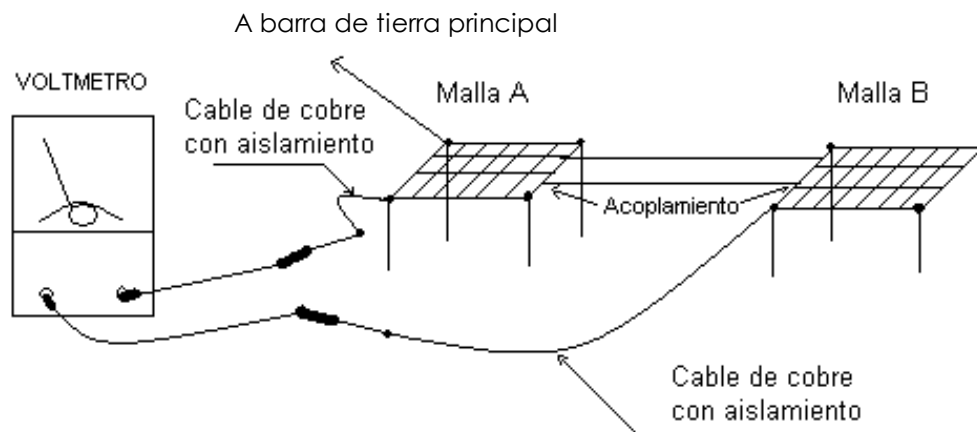


FIGURA 21.- Medición de dos sistemas o mallas de tierra

Efectuar la medición y registrar la lectura.

6.4.3 Resultados

Las lecturas obtenidas en esta prueba deben cumplir con lo establecido en 5.7.

7 BIBLIOGRAFÍA

Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-1999 "Electricidad estática en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene"

Normas y especificaciones del sistema de tierra para la planta de Teléfonos de México, S.A. de C.V. Edición 1995, México.

Normatividad para los sistemas de tierras físicas de PEMEX telecomunicaciones SSTZM-TF-001-1996. México.

Libro "Sistemas de puesta a tierra", autor Alfredo Juárez Torres. Edición 2001, México.

Libro "Soluciones prácticas para la puesta a tierra de sistemas eléctricos de distribución", autor Pablo Díaz. Editorial Mc Graw-Hill. Edición 2001, México.

Norma para la instalación de sistemas de protección de rayos (relámpagos) NFPA 780: Standar for the Installation of Lightning Protection Systems, 1997 Edition.

Recomendaciones y prácticas para aterrizaje de equipo eléctrico y electrónico.
IEEEStd 1100-1999. EUA
IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment.

Principios generales, Guía A y Guía B de Protección de estructuras contra rayos (1990, 1993, 1998, respectivamente)

IEC 61024-1 (1990-04) Protection of structures against lightning – Part 1: General principles.

IEC 61024-1 (1993-09) Protection of structures against lightning – Part 1: General principles-Section 1: Guide A: Selection of protection levels for lightning protection systems

IEC 61024-1-2 (1998-05) Protection of structures against lightning – Part 1-2: General principles-Guide B-Design, installation, maintenance and inspection of lightning protection systems.

Configuración de continuidad eléctrica y puesta a tierra dentro de los edificios de telecomunicaciones Recomendación UIT-T K.27 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones – Telecomunicaciones, Ginebra 1996
Bonding configurations and earthing inside a telecommunication building

Folleto técnico de Erico "TGB & TMGB GROUND BUSBARS"

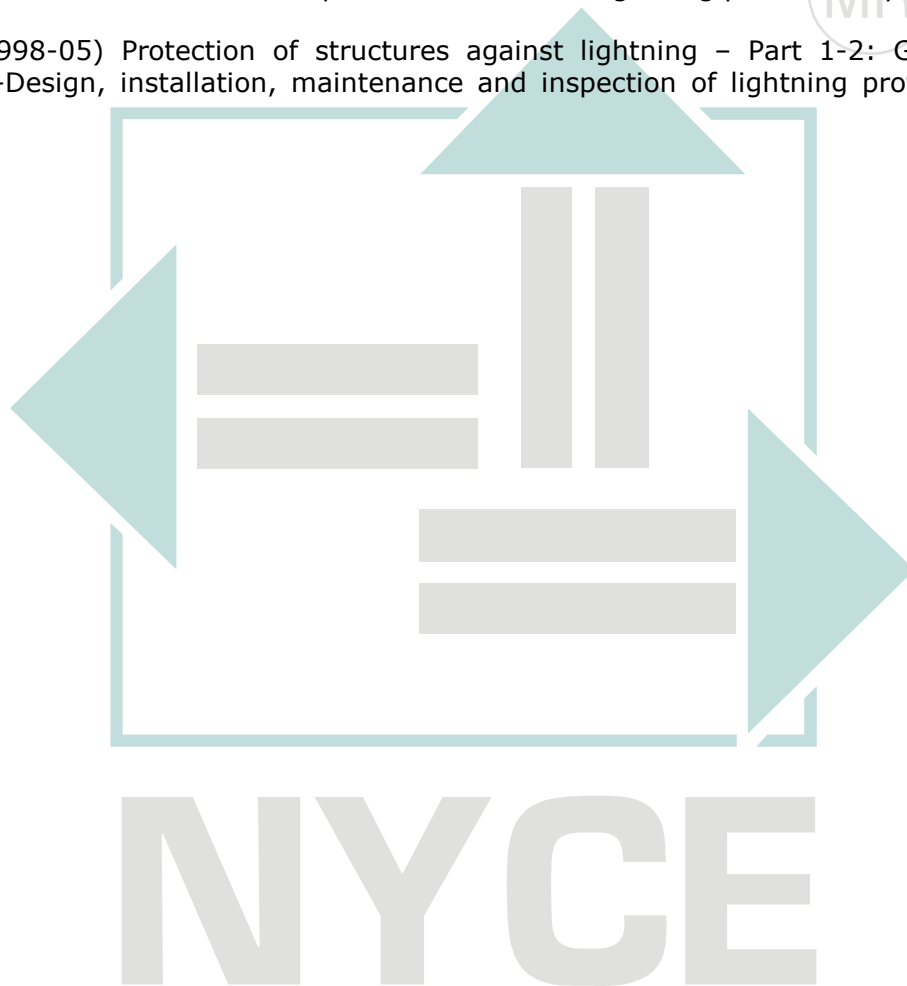
8 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma concuerda parcialmente con las siguientes Normas Internacionales:

IEC 61024-1 (1990-04) Protection of structures against lightning – Part 1: General principles.

IEC 61024-1-1 (1993-09) Protection of structures against lightning – Part 1: General principles-Section 1: Guide A: Selection of protection levels for lightning protection systems

IEC 61024-1-2 (1998-05) Protection of structures against lightning – Part 1-2: General principles-Guide B-Design, installation, maintenance and inspection of lightning protection systems.



APÉNDICE A
(Informativo)

CONTINUIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA

En un edificio de telecomunicaciones la red de continuidad eléctrica de puesta a tierra adopta la forma de un sistema único al que se conectan todos los equipos involucrados. Por lo tanto una buena configuración de continuidad eléctrica de puesta a tierra permite proteger adecuadamente la seguridad de las personas en primera instancia y el costo de inversión de los equipos.

Se presentan a continuación los siguientes dibujos: A.1 con la red de continuidad eléctrica de puesta a tierra. A.2 Puesta a tierra de caseta y torre, A.3 puesta a tierra de pasamuro.

Asimismo se presenta la tabla A1 que es un formato de medición y evaluación de los sistemas de tierra.



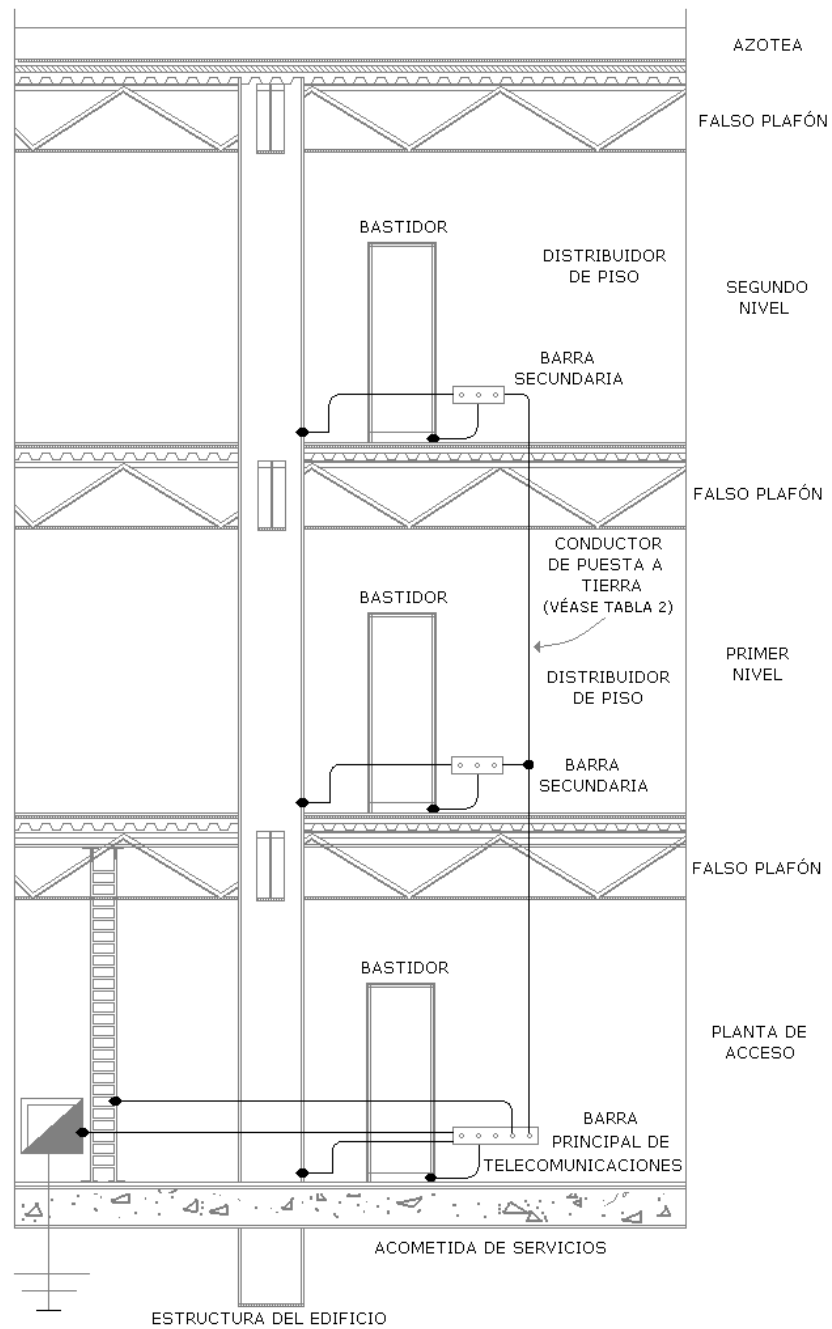


FIGURA A1.- Red de continuidad eléctrica de puesta a tierra

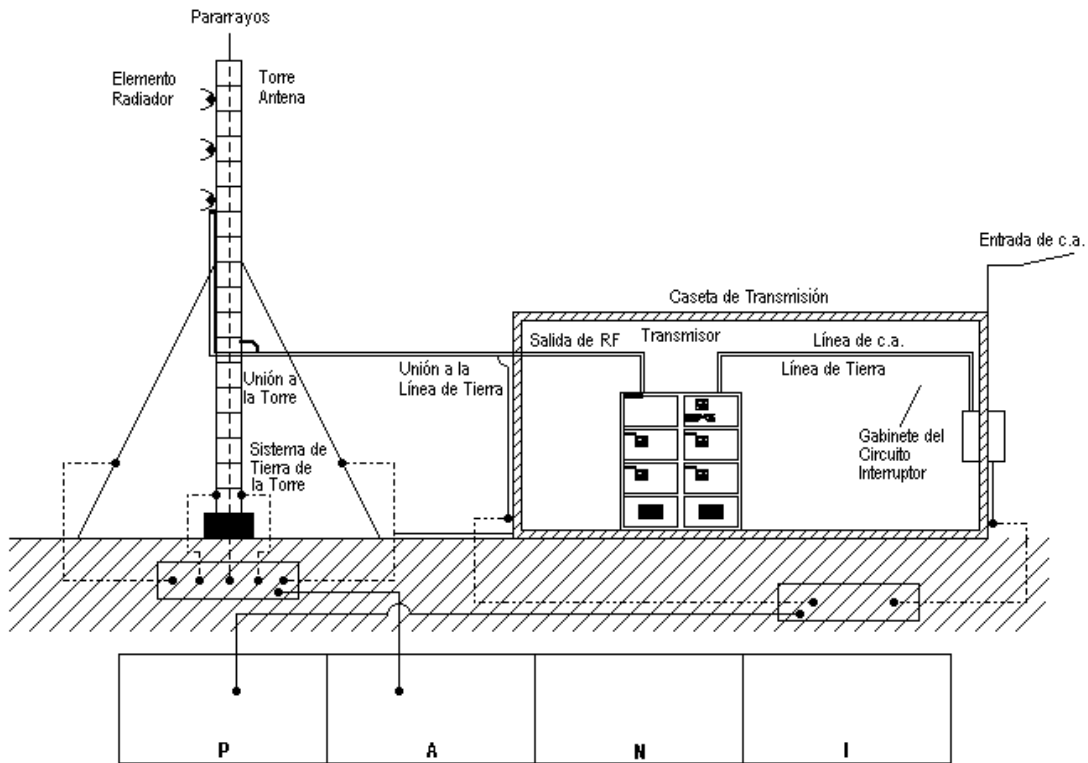


FIGURA A 2.- Puesta a tierra de caseta y torre

NYCE

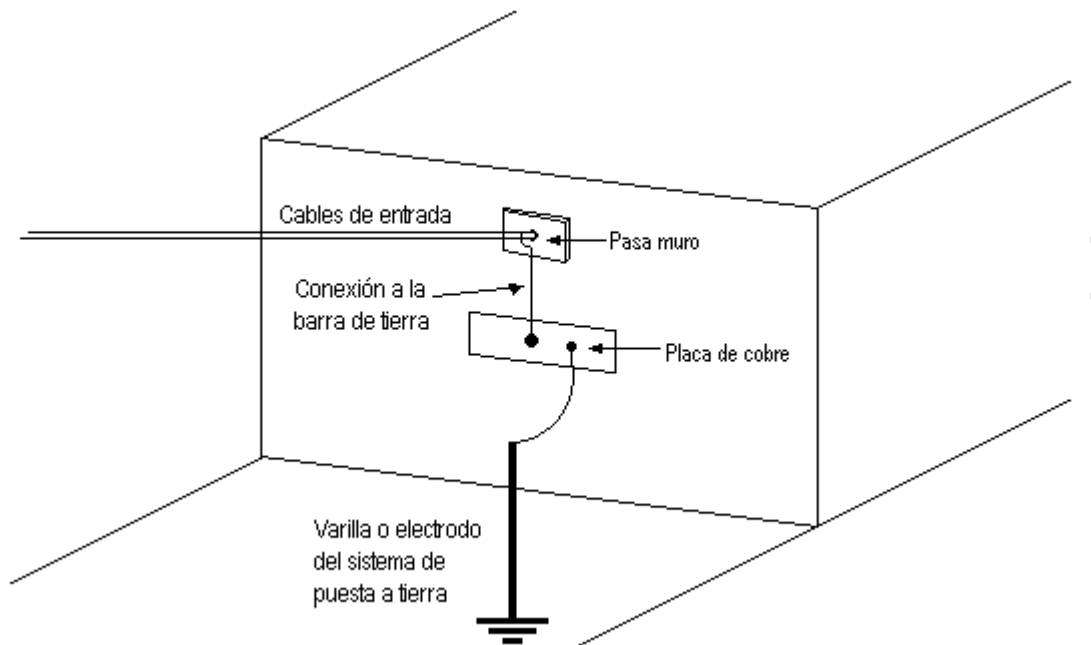


FIGURA A 3.- Puesta a tierra de pasa muro

NYCE

TABLA A.1.- FORMATO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TIERRA

DATOS DEL SITIO:		QUIEN REALIZA LA MEDICIÓN:	EQUIPO UTILIZADO:	FECHA DE MEDICIÓN:
Lugar:	_____	Nombre: _____	Marca: _____	Condiciones de clima Nieve: <input type="checkbox"/> Lluvia: <input type="checkbox"/> Seco: <input type="checkbox"/>
Sitio:	_____	Modelo: _____	Modelo: _____	
	_____	Serie: _____	Serie: _____	
		Firma: _____	Fecha calibración: _____	
RED		Telecom: <input type="checkbox"/>	Pararrayos: <input type="checkbox"/>	Eléctrica: <input type="checkbox"/>
UBICACIÓN DE LA MALLA INTERNA DE TIERRA:				
SISTEMA DE TIERRA	CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN		Tipo del Electrodo:	
			Tipo Coperweld <input type="checkbox"/>	Químico: <input type="checkbox"/>
			Varilla Cu <input type="checkbox"/>	Otro: <input type="checkbox"/>
			Diámetro Varilla: _____	
			Conductor de Malla:	
			Desnudo: <input type="checkbox"/>	Aislado: <input type="checkbox"/> Calibre: <input type="checkbox"/>
			Conductor de Puesta a Tierra:	
		Desnudo: <input type="checkbox"/>	Aislado: <input type="checkbox"/> Calibre: <input type="checkbox"/>	
		Longitud: _____		
		Conexión:		
		Mecánica: <input type="checkbox"/>	Soldada: <input type="checkbox"/>	
		Radial: <input type="checkbox"/>	Delta: <input type="checkbox"/> Malla: <input type="checkbox"/>	
		Distancia entre electrodos: _____		
		Conexión entre electrodos: _____		
		Mecánica: <input type="checkbox"/>	Soldada: <input type="checkbox"/>	
TIPO				
MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A TIERRA				
POR LOS MÉTODOS DE LA NORMA				
DATOS DE LA MEDICIÓN				
Distancia (m)	Resistencia (Ω)	Resistividad de terreno:		
10 m	_____	Valor de resistencia de la red: _____		
20 m	_____			
30 m	_____			
40 m	_____			
50 m	_____			
¿Se encuentra dentro de los límites permisibles?:				
		Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES:			Dispositivos de protección:	
			Fusibles:	
			Supresores de sobrevoltaje:	
			Termomagnéticos:	
			RF	
			Filtros	

NOTA: En la parte trasera de esta hoja hacer un esquema de la instalación