

14.2. CAMPO MAGNÉTICO.

Es una alteración del espacio que hace que en las cargas eléctricas en movimiento (corrientes) se genere una fuerza proporcional a su velocidad y a su carga. También se le conoce como magnetostático debido a que su intensidad en un punto no depende del tiempo. En teoría, se debería hablar siempre de intensidad de campo magnético, pero en la práctica se toma la densidad de flujo magnético, que se representa con la letra B y mide en teslas (el gauss ya no se toma como unidad oficial), la cual tiene la siguiente equivalencia: $N/(A.m) = 1 \text{ V.s/m}^2 = 1 \text{ Wb/m}^2 = 10\,000 \text{ gauss}$.

14.3. VALORES LÍMITES DE EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

Para el caso de las instalaciones objeto de este reglamento, las personas que por sus actividades están expuestas a campos electromagnéticos o el público en general, no debe ser sometido a campos que superen los valores establecidos en la tabla 14.1.

Tipo de exposición	Intensidad de campo eléctrico (kV/m)	Densidad de flujo magnético (μT)
Exposición ocupacional en un día de trabajo de ocho horas	8,3	1000
Exposición del público en general hasta ocho horas continuas	4,16	200

Tabla 14.1. Valores límites de exposición a campos electromagnéticos

Nota: la población expuesta ocupacionalmente consiste de adultos que generalmente están expuestos a campos electromagnéticos bajo condiciones conocidas y que son entrenados para estar conscientes de los riesgos potencial y para tomar las protecciones adecuadas. En contraste, el público en general comprende individuos de todas las edades y de estados de salud variables, y puede incluir grupos o individuos particularmente susceptibles. En muchos casos no están conscientes de su exposición a los CEM."

14.4. CÁLCULO Y MEDICIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

Los diseños de líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 kV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, deben incluir un análisis del campo electromagnético en los lugares donde se vaya a tener la presencia de personas.

Los diseños de edificaciones aledañas a las zonas de servidumbre, deben incluir memorias de cálculo de campos electromagnéticos que se puedan presentar en cada piso. Para este efecto, el propietario u o la línea o subestación debe entregar al diseñador o al propietario del proyecto los máximos valores de voltaje y corriente. La medición siempre debe hacerse a un metro de altura del piso donde esté ubicada la persona (lugar de trabajo) o domicilio.

En el caso de líneas de transmisión el campo electromagnético se debe medir en la zona de servidumbre en sentido transversal al eje de la misma; el valor de exposición al público en general se tomará como el mayor que se registre en el límite exterior de la zona de servidumbre.

Para redes de distribución y uso final, el valor de exposición al público debe medirse a partir de las zonas de seguridad, donde se tenga la posibilidad de permanencia prolongada de personas (hasta 8 horas) o de amplia circulación del público.

Para lugares de trabajo se debe medir en el lugar asignado por la empresa para cumplir el horario h: trabajador.

El equipo con el que se realicen las mediciones debe poseer un certificado de calibración vigente y sometidos a un control metrológico. Para la medición se pueden usar los métodos de la IEEE 644 o 1243.

PARÁGRAFO 1o. <Parágrafo adicionado por el artículo 2 de la Resolución 40492 de 2015. El nuevo es el siguiente:> El campo eléctrico se debe calcular en zonas de servidumbre de líneas de transmisión tensión igual o mayor a 110 kV, y solo se debe medir como mecanismo de comprobación en lugares fachadas de edificaciones a la altura de los conductores más cercanos a la fachada que se encuentre frontera de la servidumbre.

Notas de Vigencia

- Parágrafo adicionado por el artículo 2 de la Resolución 40492 de 2015, 'por la cual se aclaran y se corrigen unos errores en el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), establecido mediante Resolución número [90708](#) de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 49.4 de abril de 2015.

PARÁGRAFO 2o. <Parágrafo adicionado por el artículo 2 de la Resolución 40492 de 2015. El nuevo es el siguiente:> La densidad de flujo magnético se debe calcular para corrientes mayores a 1000 A medirse sobre bandejas portacables, buses de barras y otros cables prearmados que transporten esta corriente y estén ubicados hasta 30 cm de lugares de trabajo o de permanencia de personas. Igual debe medir en líneas de transmisión que superen estas corrientes a distancias hasta 1,5 m del conductor máximos acercamientos de público en general y a 30 cm para personas que laboran en la línea. En caso de que se debe aceptar la permanencia de personas en distancias menores a las antes señaladas.

Notas de Vigencia

- Parágrafo adicionado por el artículo 2 de la Resolución 40492 de 2015, 'por la cual se aclaran y se corrigen unos errores en el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), establecido mediante Resolución número [90708](#) de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 49.4 de abril de 2015.

ARTÍCULO 15. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. Toda instalación eléctrica que le aplique el Reglamento, excepto donde se indique expresamente lo contrario, tiene que disponer de un sistema de puesta a tierra (SPT), para evitar que personas en contacto con la misma, tanto en el interior como en el exterior, estén sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad humana cuando se presente una falla.

La exigencia de puestas a tierra para instalaciones eléctricas cubre el sistema eléctrico como tal y los equipos y estructuras metálicas que ante una sobretensión temporal, puedan desencadenar una falla permanente a frecuencia industrial, entre la estructura puesta a tierra y la red.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son: la seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética.

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- a. Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.

- b. Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- c. Servir de referencia común al sistema eléctrico.
- d. Conducir y disipar con suficiente capacidad las corrientes de falla, electrostática y de rayo.
- e. Transmitir señales de RF en onda media y larga.
- f. Realizar una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.

Se debe tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humano máxima energía eléctrica que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto o transfe el valor de resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente. Sin embargo, un bajo valor de la resi puesta a tierra es siempre deseable para disminuir la máxima elevación de potencial o GPR (ground rise).

15.1. REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

El sistema de puesta a tierra debe cumplir los siguientes requisitos:

- a. Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas, no podrán ser inclui parte de los conductores del sistema de puesta a tierra. Este requisito no excluye el hecho de que se conectar a tierra, en muchos casos.
- b. Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación del una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general.
- c. Las conexiones que van bajo el nivel del suelo (puesta a tierra), deben ser realizadas con soldadu exotérmica o conector certificado para enterramiento directo conforme a la norma IEEE 837 o la nc 2206.
- d. Para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red equipot cumplan con el presente reglamento, se deben dejar puntos de conexión accesibles e inspeccionable momento de la medición. Cuando para este efecto se construyan cajas de inspección, sus dimensior internas deben ser mínimo de 30 cm x 30 cm, o de 30 cm de diámetro si es circular y su tapa debe s removible, no aplica a los electrodos de líneas de transporte.

Para evitar el sobrecalentamiento de conductores, en sistemas trifásicos de instalaciones de uso fina cargas no lineales, los conductores de neutro deben ser dimensionados por lo menos al 173% de la c de fase según los lineamientos de las normas la IEEE 519 o IEEE1100. Igualmente, se debe aceptar dimensionamiento del conductor de neutro como se indica en la norma IEC 60364-5-52 (artículos 5 anexo E), cuando se conocen con precisión las corrientes armónicas de tercer orden, que efectivam circulen por el neutro. En todo caso en el diseño se debe hacer mención expresa de la norma utiliza

- e. Cuando por requerimientos de un edificio existan varias puestas a tierra, todas ellas deben estar interconectadas eléctricamente, según criterio adoptado de IEC-61000-5-2, tal como aparece en la f

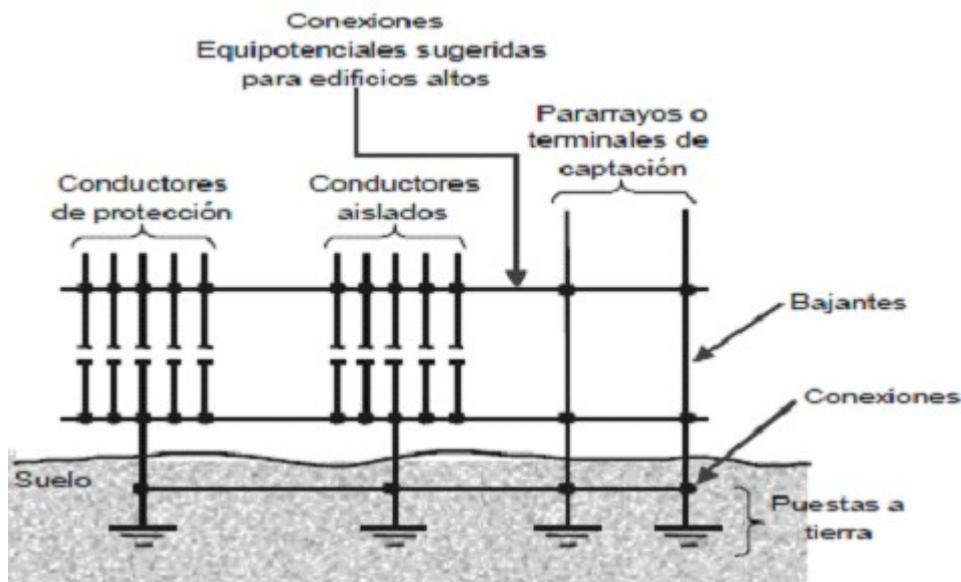
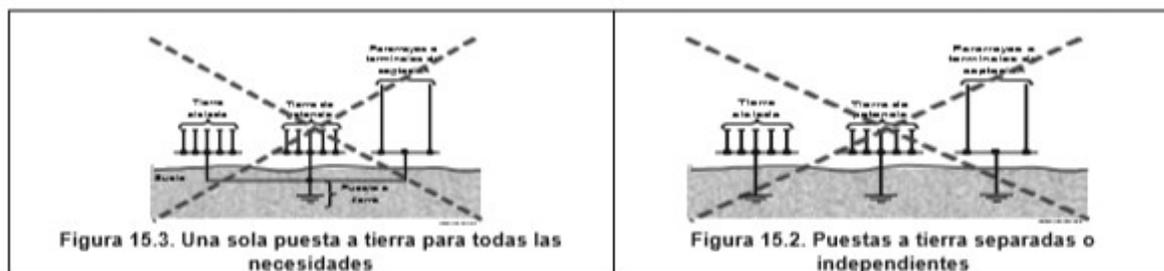


Figura 15.1 Sistemas con puestas a tierra dedicadas e interconectadas

La anterior figura deja claro que se deben interconectar todas las puestas a tierra de un edificio, es decir, aquellas partes del sistema de puesta a tierra que están bajo el nivel del terreno y diseñadas para cada aplicación particular, tales como: fallas a tierra de baja frecuencia, evacuación de electrostática, protección contra rayos o protección catódica. Esta interconexión puede hacerse por encima o por debajo del terreno.

f. Para un mismo edificio, quedan expresamente prohibidos los sistemas de puesta a tierra que aparecen en las figuras 15.2 y 15.3, según criterio adoptado de la IEC 61000-5-2, el cual está establecido igualmente en la NTC 2050 y en la IEC 60364.



g. No se deben superar los valores dados en la tabla 15.1, que corresponden a la máxima tensión de contacto aplicada al ser humano (con una resistencia equivalente de 10000Ω), la cual está dada en función de la distancia de despeje de la falla a tierra, de la resistividad del suelo y de la corriente de falla. Estos son los valores máximos de soportabilidad del ser humano a la circulación de corriente y consideran la resistencia e impedancia promedio netas del cuerpo humano entre mano y pie, sin que se presenten perforaciones y sin el efecto de las resistencias externas adicionalmente involucradas entre la persona y la estructura a tierra o entre la persona y la superficie del terreno natural.

Para el cálculo se tuvieron en cuenta los criterios establecidos en la IEEE 80, tomando como base la ecuación, para un ser humano de 50 kilos.

$$\text{Máxima tensión de contacto} = \frac{116}{\sqrt{t}} [V, c.a.]$$

La columna dos aplica a sitios con acceso al público en general y fue obtenida a partir de la norma 60479 y tomando la curva C1 de la figura 9.1 de este reglamento (probabilidad de fibrilación del 5% columna tres aplica para instalaciones de media, alta y extra alta tensión, donde se tenga la presencia personal que conoce el riesgo y está dotado de elementos de protección personal.

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (rms ca) según IEC para 95% de la población. (Público en general)	Máxima tensión de contacto admisible (rms ca) según IEC para personas de 50 kg. (Ocupación)
Mayor a dos segundos	50 voltios	82 voltios
Un segundo	55 voltios	116 voltios
700 milisegundos	70 voltios	138 voltios
500 milisegundos	80 voltios	164 voltios
400 milisegundos	130 voltios	183 voltios
300 milisegundos	200 voltios	211 voltios
200 milisegundos	270 voltios	259 voltios
150 milisegundos	300 voltios	299 voltios
100 milisegundos	320 voltios	366 voltios
50 milisegundos	345 voltios	518 voltios

Tabla 15.1. Máxima tensión de contacto admisible para un ser humano

15.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

El diseñador de sistemas de puesta a tierra para centrales de generación, líneas de transmisión de alta tensión o subestaciones, debe comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo, y por la práctica de la ingeniería actual, que los valores máximos de las tensiones de paso y de contacto puedan estar sometidos los seres humanos, no superen los umbrales de soportabilidad.

Dichos cálculos deben tomar como base una resistencia del cuerpo de 1000Ω y cada pie como una 200 cm^2 aplicando una fuerza de 250 N.

El procedimiento básico sugerido es el siguiente:

- Investigar las características del suelo, especialmente la resistividad.
- Determinar la corriente máxima de falla a tierra, que debe ser entregada por el operador de red, e alta tensión para cada caso particular.
- Determinar el tiempo máximo de despeje de la falla para efectos de simulación.
- Investigar el tipo de carga.
- Calcular de forma preliminar la resistencia de puesta a tierra.
- Calcular de forma preliminar las tensiones de paso, contacto y transferidas en la instalación.
- Evaluar el valor de las tensiones de paso, contacto y transferidas calculadas con respecto a la soportabilidad.

del ser humano.

h. Investigar las posibles tensiones transferidas al exterior, debidas a tuberías, mallas, conductores o blindaje de cables, circuitos de señalización, además del estudio de las formas de mitigación.

i. Ajustar y corregir el diseño inicial hasta que se cumpla los requerimientos de seguridad.

j. Presentar un diseño definitivo.

En instalaciones de uso final con subestación tipo poste, el diseño de la puesta a tierra puede simplificar pero deben tenerse en cuenta los parámetros de resistividad del terreno, corrientes de falla que se presenten y los tipos de cargas a instalar. En todo caso se deben controlar las tensiones de paso y contacto.

15.3. MATERIALES DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA.

Los materiales para sistemas de puesta a tierra deben ser certificados y cumplir los siguientes requisitos:

15.3.1. ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA.

Para efectos del presente reglamento, los electrodos de puesta a tierra, deben cumplir los requisitos:

a. La puesta a tierra debe estar constituida por uno o varios de los siguientes tipos de electrodos: varillas, tubos, placas, flejes, alambres o cables desnudos.

b. No se permite el uso de aluminio en los electrodos de las puestas a tierra.

c. Los productores de electrodos de puesta a tierra deben garantizar que la resistencia a la corrosión del electrodo, sea de mínimo 15 años contados a partir de la fecha de instalación. Para certificar este requisito debe utilizarse el método de la inmersión en cámara salina durante 1000 horas o usando muestras de acero al carbono en solución ácida, preparadas en laboratorio o en electrolitos de solución ácida con débil concentración, que permitan simular los suelos más corrosivos donde se prevea instalar los electrodos de acuerdo con la norma NTC 2206 o la ASTM G 1. Para electrodos en cables de acero galvanizado, no es suficiente el ensayo de corrosión en cámara salina, adicionalmente se debe probar con muestras del suelo similar a donde se pretenda instalar.

d. El recubrimiento exigido en la tabla 15.2, en ningún punto debe ser inferior a los valores indicados.

e. Debe probarse la adherencia y doblado del electrodo con recubrimiento, conforme a lo establecido en la norma NTC 2206 o equivalente.

f. El electrodo tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2,4 m de longitud.

g. Los electrodos deben cumplir las dimensiones y valores de la tabla 15.2, los cuales son adaptados de las normas IEC 62305-3, IEC 60364, BS 7430, AS 1768, UL 467, UNESA 6501F, NTC 4552, NTC 2206, NTC 2050, ASTM F 1136 y DIN ISO 10683.

TIPO DE ELECTRODO	MATERIALES	DIMENSIONES MINIMAS		
		Diámetro mm	Área mm ²	Espesor mm
Varilla	Cobre	12,7		
Aleaciones de cobre		12.7		
Acero inoxidable		15		
Acero galvanizado en caliente		16		
Acero con recubrimiento electrodepositado de cobre		14		
Acero con recubrimiento total en cobre		15		2
Tubo	Cobre	20	2	
Acero inoxidable		25	2	
Acero galvanizado en caliente		25	2	
Fleje o cinta sólida	Cobre	50		2
Acero inoxidable		100		3
Cobre cincado		50		2
Cable trenzado	Cobre o cobre estañado	1,8 para cada hilo	50	
Acero galvanizado en caliente		1,8 para cada hilo	70	
Alambre redondo	Cobre	8	50	
Acero galvanizado		10	78,5	70
Acero inoxidable		10		
Acero recubierto de cobre		10		
Placa sólida	Cobre	250000		1,5
Acero inoxidable		360000		6

Tabla 15.2. Requisitos para electrodos de puesta a tierra.

h. Marcación: el electrodo tipo varilla, debe estar identificado con la razón social o marca registrada del fabricante y sus dimensiones; esto debe hacerse dentro los primeros 30 cm medidos desde la parte superior.

a. Para la instalación de los electrodos se deben considerar los siguientes requisitos:

El productor debe informar al usuario si existe algún procedimiento específico para su instalación y conservación.

La unión entre el electrodo y el conductor a tierra, debe hacerse con soldadura exotérmica o con un certificado para enterramiento directo.

Cada electrodo debe quedar enterrado en su totalidad.

El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la puesta a tierra debe ser ac parte superior del electrodo enterrado debe quedar a mínimo 15 cm de la superficie. Este ítem no ap electrodos enterrados en las bases de estructuras de líneas de transmisión ni a los instalados horizo

El electrodo puede ser instalado en forma vertical, con una inclinación de 45° o de forma horizontal (de profundidad), siempre que garantice el cumplimiento de su objetivo, conforme al numeral 3 del del de la sección 250-83 de la NTC 2050.

15.3.2. CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA O CONDUCTOR A TIERRA

Es el conductor que une el electrodo o malla de la puesta a tierra con el barraje principal de puesta a tierra. Para baja tensión, se debe seleccionar con la tabla 250-94 de la NTC 2050 o con la siguiente ecuación de la IEC 60364-5-54.

$$A = \frac{I\sqrt{t}}{K} \text{ (mm}^2\text{)}$$

Para el conductor del electrodo de puesta a tierra o conductor a tierra, además del cobre, se pueden otros materiales conductores o aleación de ellos, siempre que se garantice su protección contra la co durante la vida útil de la puesta a tierra y la resistencia del conductor no comprometa la efectividad puesta a tierra.

El conductor a tierra para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, debe ser seleccionado con la siguiente ecuación, la cual fue adoptada de la norma ANSI/IEEE 80.

$$A_{\text{mm}^2} = \frac{IK_f\sqrt{t_c}}{1,9737}$$

En donde:

A_{mm^2} es la sección del conductor en mm^2 .

I es la corriente de falla a tierra, suministrada por el OR (rms en kA).

K_f es la constante de la tabla 15.3, para diferentes materiales y valores de T_m (T_m es la temperatura o el límite de temperatura del conductor a una temperatura ambiente de 40 °C).

t_c es el tiempo de despeje de la falla a tierra.

Material	Conductividad (%)	T _m (°C)
Cobre blando	100	1083
Cobre duro cuando se utiliza soldadura exotérmica	97	1084
Cobre duro cuando se utiliza conector mecánico	97	250
Alambre de acero recubierto de cobre	40	1084
Alambre de acero recubierto de cobre	30	1084
Varilla de acero recubierta de cobre	20	1084
Aluminio grado EC	61	657
Aleación de aluminio 5005	53,5	652
Aleación de aluminio 6201	52,5	654
Alambre de acero recubierto de aluminio	20,3	657
Acero 1020	10,8	1510
Varilla de acero recubierta en acero inoxidable	9,8	1400
Varilla de acero con baño de cinc (galvanizado)	8,5	419
Acero inoxidable 304	2,4	1400

Nota 1: de acuerdo con las disposiciones del presente reglamento no se debe utilizar aluminio enter

Nota 2: se permite el uso de cables de acero galvanizado en sistemas de puestas a tierra en líneas de transmisión, redes de distribución e instalaciones de uso final, para lo cual se podrán utilizar los pa de la varilla de acero recubierta en cinc.

Nota 3: se permite el uso de conductores con distinta geometría (platinas en L o en T) y de otros ma que demuestren su resistencia mecánica y a la corrosión, probados a 1000 horas de cámara salina.

Nota 4: el recubrimiento en cobre de la varilla de acero, no debe ser menor a 0,25 mm.

15.3.3. CONDUCTOR DE PROTECCIÓN O DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS.

El conductor de protección, también llamado conductor de puesta a tierra de equipos, debe cumplir siguientes requisitos:

- El conductor para baja tensión, debe seleccionarse con la tabla 250-95 de la NTC 2050.
- El conductor para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, debe seleccionarse de forma ta temperatura no supere la del aislamiento de los conductores activos alojados en la misma canalizac se establece en el capítulo 9 de la IEEE 242.
- Los conductores del sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalmen, deben quedar mecánica y eléctricamente seguros mediante sol conectores certificados para tal uso.
- El conductor de puesta a tierra de equipos, debe acompañar los conductores activos durante todo recorrido y por la misma canalización.
- Los conductores de los cableados de puesta a tierra que por disposición de la instalación se requi

deben ser de aislamiento color verde, verde con rayas amarillas o identificados con marcas verdes en puntos de inspección y extremos.

15.4. VALORES DE REFERENCIA DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.

Un buen diseño de puesta a tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente máxima elevación de potencial, pueden tomarse como referencia los valores máximos de la tabla 15.4 adoptados de las normas técnicas IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80, NTC 2050 y NTC 4552. El cumplimiento de estos valores, no exonera al diseñador y constructor de garantizar que las tensiones de contacto y transferidas aplicadas al ser humano en caso de una falla a tierra, no superen las máximas permitidas.

Aplicación	Valores máximos de resistencia de puesta a tierra
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión	1 Ω
Subestaciones de media tensión	10 Ω
Protección contra rayos	10 Ω
Punto neutro de acometida en baja tensión	25 Ω
Redes para equipos electrónicos o sensibles	10 Ω

Tabla 15.4. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

Cuando existan altos valores de resistividad del terreno, elevadas corrientes de falla a tierra o prolongados tiempos de despeje de las mismas, se deben tomar las siguientes medidas para no exponer a las personas a tensiones por encima de los umbrales de soportabilidad del ser humano:

- Hacer inaccesibles zonas donde se prevea la superación de los umbrales de soportabilidad para ser humano.
- Instalar pisos o pavimentos de gran aislamiento.
- Aislar todos los dispositivos que puedan ser sujetados por una persona.
- Establecer conexiones equipotenciales en las zonas críticas.
- Aislar el conductor del electrodo de puesta a tierra a su entrada en el terreno.
- Disponer de señalización en las zonas críticas donde puedan trabajar profesionales competentes, que cuenten con las instrucciones sobre el tipo de riesgo y estén dotados de los elementos de protección personal con aislamiento adecuado.

15.5. Mediciones para sistemas de puesta a tierra.

15.5.1. Medición de resistividad aparente.

Existen diversas técnicas para medir la resistividad aparente del terreno. Para efectos del presente se

se puede aplicar el método tetraelectródico de Wenner, que es el más utilizado para aplicaciones eléctricas que se muestra en la figura 15.4. Se pueden usar otros métodos debidamente reconocidos y documentados de acuerdo con las normas y prácticas de la ingeniería.

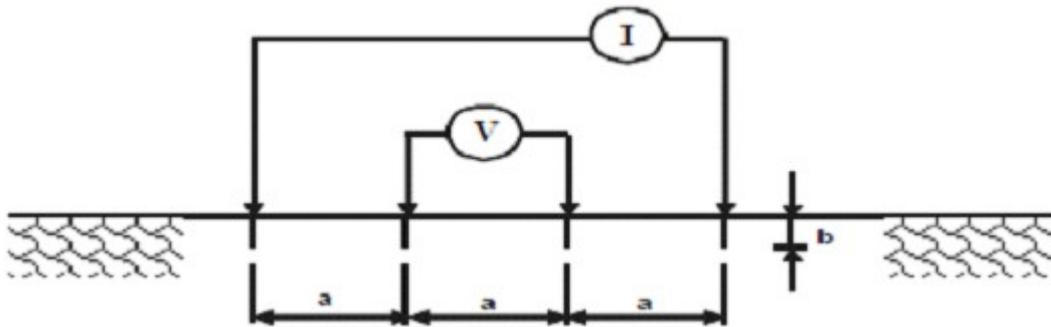


Figura 15.4. Esquema de medición de resistividad aparente

La ecuación exacta para el cálculo es:

$$\rho = \frac{4\pi a R}{\left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right)}$$

Donde

ρ es la resistividad aparente del suelo en ohmios metro

a es la distancia entre electrodos adyacentes en metros

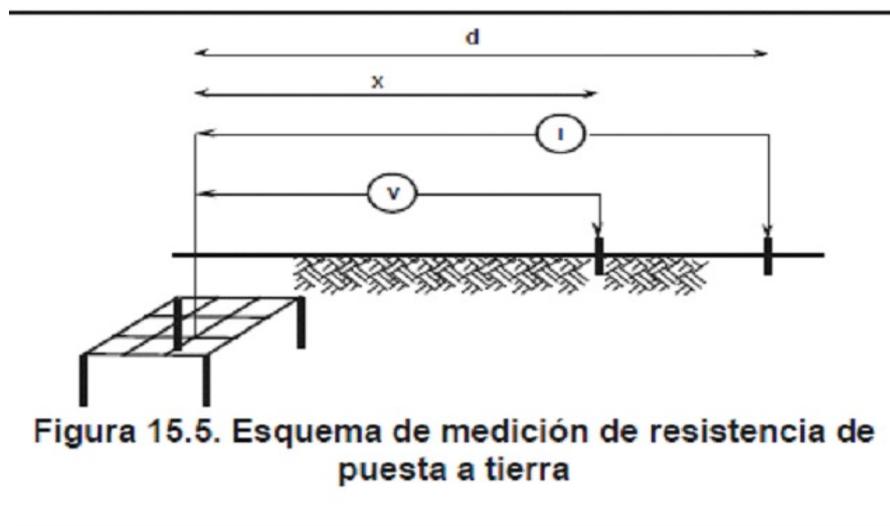
b es la profundidad de enterramiento de los electrodos en metros

R es la resistencia eléctrica medida en ohmios, dada por V/I

Cuando b es muy pequeño comparado con a, se tiene la siguiente expresión: $\rho = 2\pi a R$

15.5.2. MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.

La resistencia de puesta a tierra debe ser medida antes de la puesta en funcionamiento de un sistema como parte de la rutina de mantenimiento o excepcionalmente como parte de la verificación de un sistema de puesta a tierra. Para su medición se puede aplicar el método de caída de potencial, cuya disposición de montaje se muestra en la figura 15.5.



En donde,

d es la distancia de ubicación del electrodo auxiliar de corriente, la cual debe ser 6,5 veces la mayor dimensión de la puesta a tierra a medir, para lograr una precisión del 95% (según IEEE 81).

x es la distancia del electrodo auxiliar de tensión. La resistencia de puesta a tierra en ohmios, se calcula como V/I .

El valor de resistencia de puesta a tierra que se debe tomar al aplicar este método, es cuando la distancia del electrodo auxiliar de tensión se encuentra al 61,8 % de la distancia del electrodo auxiliar de corriente, siempre que el terreno sea uniforme. Igualmente, se podrán utilizar otros métodos debidamente recomendados en las normas y prácticas de la ingeniería.

En líneas de transmisión con cable de guarda, la medición debe hacerse desacoplando el cable de guarda usando un telurómetro de alta frecuencia (25 kHz).

15.5.3. MEDICIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO.

<Inciso modificado por el artículo 5 de la Resolución 90795 de 2014. El nuevo texto es el siguiente: Las tensiones de paso y contacto que se calculen en la fase de diseño, deben medirse antes de la puesta a tierra de subestaciones de alta y extra alta tensión, así como en las estructuras de las líneas de transmisión de tensiones mayores o iguales a 110 kV, localizadas en zonas urbanas o que estén localizadas a menos de 50 metros de escuelas o viviendas de zonas rurales; para verificar que se encuentren dentro de los límites admisionables, la medición deben seguirse los siguientes criterios adoptados de la IEEE-81.2 o los de una norma técnica que se le aplique, tal como la IEC 61936-1:

Notas de Vigencia

- Inciso modificado por el artículo 5 de la Resolución 90795 de 2014, 'por la cual se aclara y se corrigen algunos errores en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), establecido mediante Resolución número [90708](#) de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 49.227 de 29 de julio de 2014.

Legislación Anterior

Texto original de la Resolución 90708 de 2013:

<INCISO 1> Las tensiones de paso y contacto que se calculen en la fase de diseño, deben medirse de la puesta en servicio de subestaciones de alta y extra alta tensión, así como en las estructuras de transmisión de tensiones mayores o iguales a 220 kV, localizadas en zonas urbanas o que estén a menos de 20 m de escuelas o viviendas; para verificar que se encuentren dentro de los límites admitidos.

En la medición deben seguirse los siguientes criterios adoptados de la IEEE-81.2 o los de una norma técnica que le aplique, tal como la IEC 61936-1.

- a. Las mediciones se deben hacer preferiblemente en la periferia de la instalación de la puesta a tierra emplearán fuentes de alimentación de potencia o generador de impulsos, adecuados para simular la forma que la corriente inyectada sea suficientemente alta, a fin de evitar que las medidas queden falladas como consecuencia de corrientes espurias o parásitas circulantes por el terreno.
- b. Para subestaciones, deben medirse hasta un metro por fuera del encerramiento y en el caso de torres o postes a un metro de la estructura.
- c. Se debe procurar que la corriente inyectada sea del 1% de la corriente para la cual ha sido dimensionada la instalación y no inferior a 50 A.
- d. Los electrodos de medida para simulación de los pies, deben tener cada uno una superficie de 200 cm² ejercer sobre el suelo una fuerza de 250 N.
- e. Los cálculos para determinar las tensiones máximas posibles, se harán asumiendo que existe proporcionalidad.
- f. Se aceptan otros métodos de medición siempre y cuando estén avalados por normas técnicas internacionales, regionales, de reconocimiento internacional o NTC; en tales casos, quien utilice dicho método dejará constancia escrita del método utilizado y la norma aplicada.

PARÁGRAFO. <Parágrafo adicionado por el artículo 3 de la Resolución 40492 de 2015. El nuevo texto es el siguiente:> En subestaciones de media tensión se deben medir las tensiones de paso y contacto al borde de la malla de cerramiento, si las corrientes de falla son superiores a 10 kA o si la medida de resistencia a tierra resulta dos o más veces el valor considerado en el diseño. En caso de que se superen los valores establecidos en la Tabla 15.1 del Anexo General se deberán tomar las medidas pertinentes de conformidad con este Reglamento

Notas de Vigencia

- Parágrafo adicionado por el artículo 3 de la Resolución 40492 de 2015, 'por la cual se aclaran y se corrigen unos errores en el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), establecido mediante Resolución número [90708](#) de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 49.4 de abril de 2015.

15.6. MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA.

Los componentes del sistema de puesta a tierra tienden a perder su efectividad después de unos años por corrosión, fallas eléctricas, daños mecánicos e impactos de rayos. Los trabajos de inspección y mantenimiento deben garantizar una continua actualización del SPT para el cumplimiento del RETIE.

inspección muestra que se requieren reparaciones, estas deben ser realizadas sin retraso y no ser por hasta el próximo ciclo de mantenimiento.

La inspección debe hacerse por un especialista en el tema, el cual debe entregar registros de lo observado. La dicha inspección incluye la verificación de la documentación técnica, reportes visuales, pruebas y mediciones. Todo SPT debe ser inspeccionado de acuerdo con la tabla 15.5.

Nivel de tensión de la instalación	Inspección visual (años)	Inspección visual y mediciones (años)	Sistemas críticos inspección visual y mediciones (años)
Baja	1	5	1
Media	3	6	1
Alta y extra alta	2	4	1

Tabla 15.5. Máximo período entre mantenimientos de un SPT

(1) Los sistemas críticos deben ser definidos por cada empresa o usuario.

Los intervalos de la anterior tabla pueden variar, según condiciones climáticas locales, fallas que comprometan la integridad del SPT, normas de seguridad industrial, exigencias de compañías de seguros, procedimientos o regulaciones técnicas de empresa.

15.6.1. Pruebas: las pruebas que deben realizarse como parte de inspección son:

- a. Realizar ensayos de equipotencialidad.
- b. Medir resistencia de puesta a tierra. Los resultados deben quedar consignados en los reportes de inspección.
- c. Medir corrientes espurias o de modo común.

15.6.2. Registros: la inspección del SPT debe documentar y evidenciar mediante registros, como mínimo la siguiente información:

- a. Condiciones generales de los conductores del sistema.
- b. Nivel de corrosión.
- c. Estado de las uniones de los conductores y componentes.
- d. Valores de resistencia.
- e. Desviaciones de los requisitos respecto del RETIE.
- f. Documentar todos los cambios frente a la última inspección.
- g. Resultados de las pruebas realizadas.
- h. Registro fotográfico.
- i. Rediseño o propuesta de mejoras del SPT si se requieren.

15.7. PUESTAS A TIERRA TEMPORALES.

El objeto de un equipo de puesta a tierra temporal es limitar la corriente que puede pasar por el cuerpo humano.

15.7.1. REQUISITOS DE PRODUCTO.

El equipo de puesta a tierra temporal debe cumplir las siguientes especificaciones mínimas, adaptadas a las normas IEC 61230 y ASTM F 855:

- a. Electrodo: barreno con longitud mínima de 1,5 m.
- b. Grapas o pinzas: el tipo de grapa debe ser el adecuado según la geometría del elemento a conectar (ser plana o con dientes).
- c. Cable en cobre extraflexible, cilíndrico y con cubierta transparente o translúcida que permita su inspección visual y cuyo calibre soporte una corriente de falla mínima de: en alta tensión 40 kA; en media tensión 3 kA eficaces en un segundo con temperatura final de 700 °C a criterio del operador de la empresa de transmisión, se pueden utilizar cables de puesta a tierra de menor calibre, siempre que la corriente de falla calculada sea menor a los valores antes citados y el tiempo de despeje sea tal que la temperatura en el conductor no supere los 700 °C. Si la corriente de falla es superior a los valores antes citados se debe usar un cable de capacidad suficiente para soportarla.
- d. El productor debe entregar una guía de instalación, inspección y mantenimiento.

15.7.2. REQUISITOS DE INSTALACIÓN.

La puesta a tierra temporal debe instalarse de acuerdo con los siguientes requisitos:

- a. El montaje debe hacerse de tal manera que los pies del liniero queden al potencial de tierra y que los conductores que se conectan a las líneas tengan la menor longitud e impedancia posible, tal como se muestra en la figura 15.6, adoptada de la guía IEEE 1048.
- b. La secuencia de montaje debe ser desde la tierra hasta la última fase y para desmontarlo debe hacerse desde las fases hasta la tierra.
- c. En el evento que la línea esté o sea susceptible de interrumpirse en la estructura, se debe conectar el equipo en ambos lados de la estructura.

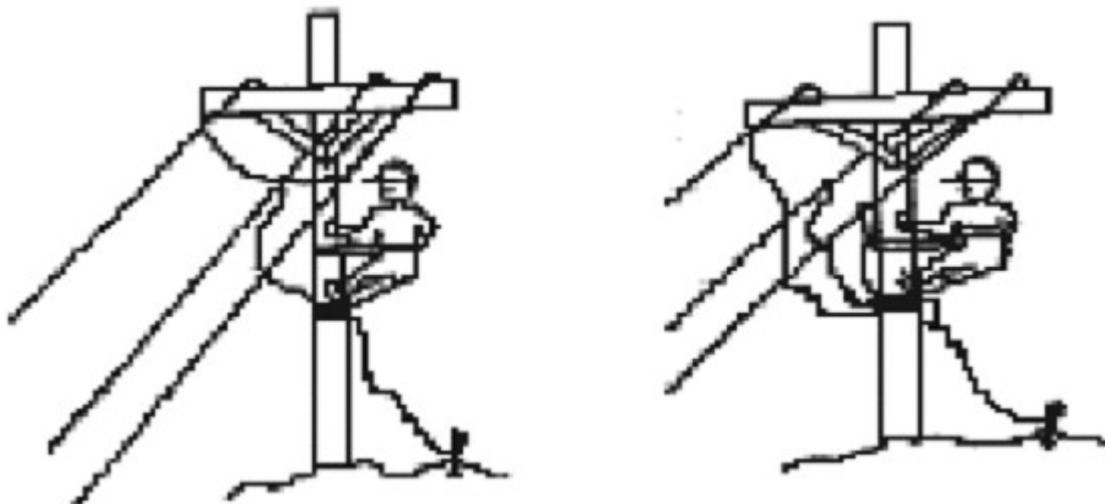


Figura 15.6 Montajes típicos de puestas a tierra temporales



ARTÍCULO 16. PROTECCIÓN CONTRA RAYOS. El rayo es un fenómeno meteorológico de natural. De acuerdo con las investigaciones científicas realizadas en Colombia en las últimas tres décadas lideradas por la Universidad Nacional de Colombia en cabeza del investigador Horacio Torres Sánchez, las cuales han quedado plasmadas en publicaciones internacionales y libros sobre el tema, permiten concluir que los parámetros del rayo son variables espacial y temporalmente. Colombia al estar situada en la zona de confluencia intertropical, presenta una de las mayores actividades de rayos del planeta; de allí la importancia de la protección contra dicho fenómeno, pues si bien los métodos desarrollados a nivel mundial se pueden aplicar, algunos parámetros del rayo son particulares para esta zona. Tales condiciones obligan a que se tomen las medidas para minimizar los riesgos por los efectos del rayo, tanto en las edificaciones como en las instalaciones eléctricas.

16.1. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO FRENTE A RAYOS.

La evaluación del nivel de riesgo por rayos, debe considerar la posibilidad de pérdidas de vidas humanas, pérdida del suministro de energía y otros servicios esenciales, pérdida o graves daños de bienes, patrimonio cultural, así como los parámetros del rayo para la zona tropical, donde está ubicada Colombia y las medidas de protección que mitiguen el riesgo; por tanto, debe basarse en procedimientos establecidos en normas técnicas internacionales como la IEC 62305-2, de reconocimiento internacional o la NTC 4552-2.

Las instalaciones que hayan sido construidas dentro de la vigencia del RETIE, que les aplica este reglamento que requieran la implementación de medidas para controlarlo, deben darle cumplimiento en un periodo superior a 12 meses de la entrada en vigencia del presente anexo general.

Las centrales de generación, líneas de transmisión, redes de distribución en media tensión y las subestaciones construidas con posterioridad al 1° de mayo de 2005 deben tener un estudio del nivel de riesgo por rayos soportado en norma técnica internacional, de reconocimiento internacional o NTC.

También deben contar con una evaluación del nivel de riesgo por rayo, las instalaciones de uso final que tengan alta concentración de personas, tales como: edificaciones de viviendas multifamiliares, edificios de oficinas, hoteles, centros de atención médica, lugares de culto, centros educativos, centros comerciales, industrias, supermercados, parques de diversión, prisiones, aeropuertos, cuarteles, salas de juzgado, salas de baile o diversión, gimnasios, restaurantes, museos, auditorios, boleras, salas de clubes, salas de conciertos, salas de exhibición, salas de velación, lugares de espera de medios de transporte masivo. Igualmente, edificaciones aisladas, edificaciones con alturas que sobresalgan sobre las de su entorno y donde se haya conocimiento de alta densidad de rayos.

El estudio de evaluación del nivel de riesgo por rayo debe estar disponible para revisión de las autoridades de vigilancia y control.

16.2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

La protección se debe basar en la aplicación de un sistema integral, conducente a mitigar los riesgos asociados con la exposición directa e indirecta a los rayos.

El diseño e implementación, deben realizarse aplicando metodologías reconocidas por normas técnicas internacionales como la IEC 62305-3, de reconocimiento internacional o la NTC 4552, las cuales se basan en el método electrogeométrico. El profesional competente, encargado de un proyecto debe incluir una serie de prácticas de ingeniería de protección contra rayos, con el fin de disminuir sus efectos, que pueden ser (a)

electromagnético, mecánico o térmico.

16.3. COMPONENTES DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

El sistema de protección contra rayos debe tener los componentes descritos en 16.3.1 a 16.3.3.

16.3.1. TERMINALES DE CAPTACIÓN O PARARRAYOS.

Cualquier elemento metálico de la estructura que se encuentre expuesto al impacto del rayo, como antenas de televisión, chimeneas, techos, torres de comunicación y cualquier tubería que sobresalga, debe ser tratado como un terminal de captación siempre que se garantice su capacidad de conducción y continuidad.

En la tabla 16.1, adaptada de las normas IEC 62305 e IEC 61024-1, se presentan las características que deben cumplir los pararrayos o terminales de captación construidos para este fin.

Material	Configuración	Área mínima ¹⁾ (mm ²)	Diámetros y espesores mínimos ²⁾
Cobre	Cinta sólida	50	2 mm de espesor
	Alambre	50	8 mm de diámetro
	Cable	50	1,7 mm de diámetro
	Varilla	200	16 mm de diámetro
Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cinta sólida	70	3 mm de espesor
	Alambre	50	8 mm de diámetro
	Cable	50	1,7 mm de diámetro
Aleación de aluminio 6201	Cinta sólida	50	2,5 mm de espesor
	Alambre	50	8 mm de diámetro
	Cable	50	1,7 mm de diámetro
	Varilla	200	16 mm de diámetro
Acero galvanizado en caliente o acero recubierto de cobre	Cinta sólida	50	2,5 mm de espesor
	Alambre	50	8 mm de diámetro
	Cable	50	1,7 mm de diámetro
	Varilla	200	16 mm de diámetro Espesor de la capa: 50
Acero inoxidable	Cinta sólida	50	2,5 mm de espesor
	Alambre	50	8 mm de diámetro
	Cable	70	1,7 mm de diámetro
	Varilla	200	16 mm de diámetro
Bronce	Alambre	50	8 mm de diámetro
	Tubo	50	4 mm de espesor
	Varilla	200	16 mm de diámetro

Si aspectos térmicos y mecánicos son importantes, estas dimensiones se pueden aumentar a 60 mm para la cinta sólida y a 78 mm² para alambre.

En las dimensiones de espesor, ancho y diámetro se admite una tolerancia de $\pm 10\%$.

No se deben utilizar terminales de captación o pararrayos con elementos radiactivos.

Tabla 16.1. Características de los terminales de captación y bajantes

Nota: los terminales de captación no requieren certificación de conformidad de producto. El constructor de la instalación verificarán el cumplimiento de los requisitos dimensionales.

Para efectos de este reglamento, el comportamiento de todo pararrayos o terminal de captación debe ser como el de un pararrayos tipo Franklin.

16.3.2. CONDUCTORES BAJANTES.

a. El objeto de los conductores bajantes o simplemente bajantes, es conducir a tierra, en forma segura la corriente del rayo que incide sobre la estructura e impacta en los pararrayos. Con el fin de reducir la probabilidad de daños debido a las corrientes del rayo que circulan por el sistema de protección con las bajantes deben disponerse de tal manera que desde el punto de impacto hasta tierra existan varillas en paralelo para la corriente, la longitud de los caminos de corriente se reduzca al mínimo y se realicen conexiones equipotenciales a las partes conductoras de la estructura.

b. En los diseños se deben considerar dos tipos de bajantes, unirlos directamente a la estructura a y aislarlas eléctricamente de la misma. La decisión de cual tipo de bajante utilizar depende del riesgo térmico o explosivos en el punto de impacto de rayo y de los elementos almacenados en la estructura. En estructuras con paredes combustibles y en áreas con peligro de explosión se debe aplicar el tipo aislado.

c. La interconexión de bajantes se deben hacer en la parte superior; son opcionales la interconexión en el piso y los anillos intermedios.

d. La geometría de las bajantes y la de los anillos de unión afecta a la distancia de separación.

e. En la tabla 16.2 se dan las distancias típicas recomendadas entre los conductores bajantes y entre equipotenciales, en función del nivel de protección contra rayos (NPR).

NPR	Distancia típica promedio [m]
I	10
II	10
III	15
IV	20

Tabla 16.2. Distancias sugeridas para separación de bajantes y anillos

f. La instalación de más bajantes, espaciadas de forma equidistante alrededor del perímetro y conectadas mediante anillos equipotenciales, reduce la probabilidad de que se produzcan chispas peligrosas y favorece la protección interna. Esta condición se cumple en estructuras totalmente metálicas y en estructuras de concreto en las que el acero de refuerzo es eléctricamente continuo.

g. El número de bajantes no debe ser inferior a dos y deben ubicarse en el perímetro de la estructura a proteger, en función de las restricciones arquitectónicas y prácticas. Deben instalarse, en la medida posible, en las esquinas opuestas de la estructura.

h. <Literal corregido por el artículo 4 de la Resolución 40492 de 2015. El nuevo texto es el siguiente: el bajante debe terminar en una puesta a tierra que tenga un camino vertical u horizontal a la corriente o una combinación de ambos.

Notas de Vigencia

- Literal corregido por el artículo 4 de la Resolución 40492 de 2015, 'por la cual se aclaran y corrigieron en el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), establecido mediante Resolución número [90708](#) de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 49.495 de 27 de 2015.

Legislación Anterior

Texto original de la Resolución 90708 de 2013:

- h. Cada bajante debe terminar en una puesta tierra que tenga un camino vertical y otro horizontal corriente.
- i. Las bajantes deben instalarse, de manera que sean una continuación directa de los conductores de captación.
- j. Los conductores bajantes deben instalarse de manera rectilínea y vertical, siguiendo el camino más directo a tierra. Debe evitarse la formación de bucles en el conductor bajante y de curvas de menos de radio.
- k. Las bajantes no deben instalarse en canales de drenaje de aguas, incluso si tienen un aislamiento.
- l. Los materiales deben cumplir las especificaciones dadas en la tabla 16.1.
- m. Los marcos o elementos de la fachada pueden ser utilizados como bajantes, si son perfiles o rieles metálicos y sus dimensiones cumplen con los requisitos para los conductores bajantes, es decir, para los tubos metálicos su espesor no sea inferior a 0,5 mm y su equipotencialidad vertical sea garantizada de manera que fuerzas mecánicas accidentales (por ejemplo vibraciones, expansión térmica, etc.) no causen rompimiento de los materiales o la pérdida de equipotencialidad.
- n. La puesta a tierra de protección contra rayos debe interconectarse con las otras puestas a tierra de edificación.

16.3.3. PUESTA A TIERRA PARA PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.

La puesta a tierra de protección contra rayos, debe cumplir con los requisitos que le apliquen del artículo del presente anexo general, especialmente en cuanto a materiales e interconexión. La configuración debe hacerse con electrodos horizontales (contrapesos), verticales o una combinación de ambos, según lo establece la IEC 62305.

16.4. RECOMENDACIONES DE COMPORTAMIENTO FRENTE A RAYOS.

Para prevenir accidentes con rayos, es conveniente tener en cuenta las siguientes recomendaciones, cuando se presente una tormenta:

- a. A menos que sea absolutamente necesario no salga al exterior ni permanezca a la intemperie.
- b. Busque refugio en estructuras que ofrezcan protección contra el rayo, tales como:
 - Edificaciones bajas que no tengan puntos sobresalientes.
 - Viviendas y edificaciones con un sistema adecuado de protección contra rayos.
 - Refugios subterráneos.

- Automóviles y otros vehículos cerrados, con carrocería metálica.

c. De ser posible, evite los siguientes lugares, que ofrecen poca o ninguna protección:

- Bajo los árboles con mayor riesgo de impacto de rayos, es decir, los más altos.
- Campos deportivos abiertos.
- Tiendas de campaña y refugios temporales en zonas despobladas.
- Vehículos descubiertos o no metálicos.
- Torres de comunicaciones o de energía eléctrica.

d. En los siguientes lugares extreme precauciones:

- Terrazas de edificios.
- Terrenos deportivos y campo abierto.
- Piscinas y lagos.
- Cercanías de líneas eléctricas, cables aéreos, cercas ganaderas, mallas eslabonadas, vías de ferrocarril, tendederos de ropa.
- Árboles aislados.
- Torres metálicas (de comunicaciones, de líneas de alta tensión, de perforación, etc.).

e. Si debe permanecer en un lugar con alta densidad de rayos a tierra:

- Busque zonas bajas.
- Busque zonas pobladas de árboles, pero evitando árboles aislados.
- Busque edificaciones y refugios seguros.
- Si tiene que escoger entre una ladera y el filo de una colina, sitúese en el filo.

f. Si se encuentra aislado en una zona donde se esté presentando una tormenta eléctrica:

- No se acueste sobre el suelo.
- Junte los pies.
- Adopte la posición de cuclillas.
- No coloque las manos sobre el suelo.
- No se escampe bajo un árbol.

g. Atienda las señales de alarma y siga las órdenes que impartan los brigadistas de emergencias, cuando haya cuenta con detectores de tormentas.

h. Desconecte los equipos electrónicos que no posean dispositivos de protección contra rayos.



ARTÍCULO 17. ILUMINACIÓN. <Artículo modificado por el artículo 6 de la Resolución 9079 El nuevo texto es el siguiente:> La iluminación de espacios tiene amplia relación con las instalaciones eléctricas, ya que la mayoría de las fuentes modernas de iluminación se basan en las propiedades de incandescencia y la luminiscencia de materiales sometidos al paso de corriente eléctrica. Una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual.

Considerando lo anterior, para efectos de demostrar la conformidad con el presente Reglamento, los portalámparas o portabombillas fijos (rosetas o Plafones roscados) deben cumplir los requisitos de instalación establecidos en el numeral 20.29 del Anexo General del RETIE.

Los productos de uso en sistemas de iluminación de lugares clasificados como peligrosos, como los en el Capítulo 5 de la NTC 2050, los de Piscinas y fuentes similares de la sección 680, los de sistemas de incendios de la sección 695 y los de sistemas de emergencia de la Sección 700 de la NTC 2050 y las instalaciones en minas, deben dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 20.28 del Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) Resolución [90708](#) de 2013 para productos utilizados en instalaciones especiales. Las instalaciones y sus elementos deben cumplir lo establecido en la NTC 2050 y 29.4 del Anexo General, según corresponda, para demostrar la conformidad con RETIE para ese tipo de aplicación.

Tanto el diseñador como el constructor de la instalación eléctrica, deben garantizar el suministro de energía para las fuentes de iluminación y sus respectivos controles, en los puntos definidos en el diseño de la instalación de iluminación, conforme a las necesidades de iluminación resultantes del cumplimiento del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP. Si la edificación requiere diseño RETILAP y no la tiene, en la certificación RETIE se debe dejar esta no conformidad.

En las construcciones que el RETILAP no les exija diseño detallado, tanto el diseñador como el constructor de la instalación eléctrica deben tener en cuenta los requerimientos de iluminación y ubicar las salidas necesarias para el montaje de las lámparas e interruptores en los lugares donde se requiera la iluminación de sus aparatos de control, en la certificación de cumplimiento del RETIE se debe verificar el cumplimiento de estos requisitos.

Si el sistema de iluminación requiere certificación plena, se debe dejar la observación en el dictamen de inspección RETIE.

Notas de Vigencia

- Artículo modificado por el artículo 6 de la Resolución 90795 de 2014, 'por la cual se aclara y se corrigen algunos errores en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), establecido mediante Resolución número [90708](#) de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 49.227 de 29 de julio de 2014.

Legislación Anterior

Texto original de la Resolución 90708 de 2013:

ARTÍCULO 17. La iluminación de espacios tiene amplia relación con las instalaciones eléctricas, la mayoría de las fuentes modernas de iluminación se basan en las propiedades de incandescencia luminiscencia de materiales sometidos al paso de corriente eléctrica. Una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual.

Tanto el diseñador como el constructor de la instalación eléctrica, deben garantizar el suministro de energía para las fuentes de iluminación y sus respectivos controles, en los puntos definidos en el detalle detallado o en el esquema de iluminación, conforme a las necesidades de iluminación resultantes del cumplimiento del reglamento técnico de iluminación y alumbrado público, Retilap.

En las construcciones que el Retilap no les exija diseño detallado, tanto el diseñador como el constructor de la instalación eléctrica deben tener en cuenta los requerimientos de iluminación y ubicar las salidas necesarias para el montaje de las lámparas donde efectivamente se requiera la iluminación y sus interruptores de encendido y apagado o aparatos de control automático, el organismo de inspección verificará el cumplimiento de estos requisitos.

Los portalámparas roscados y demás elementos de conexión eléctrica de las lámparas o fuentes de iluminación deben cumplir los requisitos de producto establecidos en el presente anexo, la sección la NTC 2050 y los apartes del Retilap que le apliquen.

La instalación de portalámparas debe atender requerimientos mecánicos de la fuente y los requisitos de aislamiento eléctrico y polaridad para evitar contactos directos o indirectos con partes energizadas.

Igualmente, debe atender los requisitos térmicos del entorno, tomando las medidas necesarias para la evacuación del calor producido por las fuentes, con el fin de evitar cualquier conflagración y la conformidad debe verificarse bajo RETIE.



17.1. ILUMINACIÓN DE SEGURIDAD. <Numeral modificado por el artículo 6 de la Resolución de 2014. El nuevo texto es el siguiente:>

En instalaciones donde la iluminación sea factor determinante de la seguridad se deben tener en cuenta los siguientes requisitos, los cuales deben ser verificados como parte de la conformidad con el RETIE y no excluirse por este motivo la demostración de conformidad con el RETILAP en lo que le correspondiere.

a) La instalación eléctrica y los equipos asociados deben garantizar el suministro ininterrumpido para la iluminación en sitios donde la falta de esta pueda originar riesgos para la vida de las personas, tal como áreas críticas, salidas de emergencia o rutas de evacuación.

b) No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia.

c) El sistema de alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías deben garantizar su funcionamiento por lo menos durante los 60 minutos después de que se interrumpa el servicio eléctrico normal.

d) En los lugares en los que estén situados los equipos de emergencia como extintores y camillas, e instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y en los tableros de distribución de alumbrado, la iluminancia horizontal será mínimo de 5 lux a la altura del plano de uso.

e) Las rutas de evacuación deben estar claramente visibles, señalizadas e iluminadas con un sistema autónomo con batería, garantizando los parámetros fotométricos que se exijan en el RETILAP, aún en condiciones de humo o plena oscuridad.

f) Excepto donde se tengan ambientes clasificados como peligrosos las luminarias deben tener una hermeticidad no menor a IP20 para uso en interiores e IP65 para uso exterior y deben ser capaces de resistir la combustión a 70°C de temperatura ambiente, al menos en la mitad del tiempo su autonomía declarada.

g) Las baterías utilizadas en sistemas de iluminación de emergencia deben cumplir con la normativa ambiental vigente.

Notas de Vigencia

- Numeral modificado por el artículo 6 de la Resolución 90795 de 2014, 'por la cual se aclara y se corrigen unos yerros en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIIE), establecido por la Resolución número [90708](#) de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 49.227 de 29 de julio de 2014.

Legislación Anterior

Texto original de la Resolución 90708 de 2013:

17.1 Iluminación de Seguridad

En instalaciones donde la iluminación sea factor determinante de la seguridad se deben tener en cuenta los siguientes requisitos, los cuales deben ser verificados como parte de la conformidad con el RETIIE:

a. La instalación eléctrica y los equipos asociados deben garantizar el suministro ininterrumpido de iluminación en sitios donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, tales como áreas críticas, salidas de emergencia o rutas de evacuación.

b. No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia.

c. El sistema de alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías deben garantizar su funcionamiento por lo menos durante los 60 minutos después de que se interrumpa el servicio eléctrico normal.

d. En los lugares en los que estén situados los equipos de emergencia, la iluminancia horizontal será un mínimo de 5 lux a la altura del plano de uso, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los tableros de distribución del alumbrado.

e. Las rutas de evacuación deben estar claramente visibles, señalizadas e iluminadas con un sistema autónomo con batería, con un mínimo de: 5 lux y 40% de uniformidad y un máximo del 20% de deslumbramiento, aún en condiciones de humo o plena oscuridad.

f. La hermeticidad de las luminarias, no debe ser menor a IP20 para interiores e IP65 para exteriores. Deben ser capaces de resistir la combustión a 70 °C de temperatura ambiente, al menos en la mitad de su autonomía declarada.

g. Las baterías deben cumplir con la normatividad ambiental vigente.



17.2. PRUEBAS PERIÓDICAS A LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA. Modificado por el artículo 6 de la Resolución 90795 de 2014. El nuevo texto es el siguiente:>

Con el fin de asegurar que en el momento de un evento donde se requiera la iluminación de emergencia funcione correctamente y cumpla con su objetivo de salvar vidas, se debe hacer la verificación de ausencia de fallos en el sistema de iluminación de emergencia o sus componentes tales como la fuente de luz y/o de emergencia, baterías, autonomía de carga, conductores, conexiones y se debe verificar mensualmente su funcionamiento. Se recomienda aplicar normas tales como: NF-C71-801 o NF-C71-820 (auto test de iluminación de emergencia), UNE EN 50172 (supervisión y mantenimiento de una instalación de iluminación de emergencia).

La verificación de la funcionalidad del sistema de iluminación de emergencia se debe registrar en un registro de informes, el cual debe estar al cuidado de la persona responsable designada por el propietario del local o instalación y debe incluir al menos la siguiente información:

- Fechas de cada una de las inspecciones periódicas y ensayos
- Breve descripción de las mismas
- Identificación de los defectos encontrados
- Acciones correctoras realizadas

Modificaciones realizadas en la instalación del alumbrado de emergencia.

Notas de Vigencia

- Numeral modificado por el artículo 6 de la Resolución 90795 de 2014, 'por la cual se aclara y se corrigen unos yerros en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), establecido por Resolución número [90708](#) de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 49.227 de 29 de julio de 2014.

Legislación Anterior

Texto original de la Resolución 90708 de 2013:

17.2 Pruebas Periódicas a los Sistemas de Iluminación de Emergencia.

Con el fin de asegurar que en el momento de un evento donde se requiera la iluminación de emergencia ésta funcione correctamente y cumpla con su objetivo de salvar vidas, se debe hacer la verificación de ausencia de fallos en fuente de luz y/o lámpara de emergencia, en baterías (abierta, cortocircuito, autonomía, de red, fallo de carga y en general el conjunto total de la luminaria, se debe verificar mensualmente su funcionamiento. Pueden aplicarse las normas NF-C71-801 o NF-C71-820 (auto test de iluminación de emergencia), UNE EN 50172 (supervisión y mantenimiento de una instalación de iluminación de emergencia).

Para la verificación se debe disponer de un libro de registro de informes, el cual debe estar al cuidado de la persona responsable designada por el propietario o tenedor del local y debe incluir al menos la siguiente información:

- Fechas de cada una de las inspecciones periódicas y ensayos.
- Breve descripción de las mismas.
- Identificación de los defectos encontrados.
- Acciones correctoras realizadas.

- Modificaciones realizadas en la instalación del alumbrado de emergencia.

Trimestralmente debe seguirse el mismo procedimiento de la verificación mensual, durante toda la autonomía asignada, conforme a la información proporcionada por el productor. Ambas verificaciones deberán ser anotadas en el libro de registro.

Los sistemas de iluminación en ambientes clasificados como peligrosos, lugares de alta concentración de personas y en general en instalaciones especiales de las que tratan los capítulos 5, 6 y 7 de la NTC deben cumplir todos los lineamientos de seguridad contemplados en dicha norma y los productos utilizados deben cumplir los requerimientos específicos.

En minas subterráneas o en lugares donde se tenga presencia de material inflamable, a los sistemas de iluminación debe dársele el tratamiento de una instalación para áreas clasificadas como peligrosas.



ARTÍCULO 18. TRABAJOS EN REDES DESENERGIZADAS. Un accidente eléctrico es casi previsible y por tanto evitable. Los métodos básicos de trabajo son en redes desenergizadas o en tierra para garantizar la seguridad del operario, en ningún caso el mismo operario debe alternar trabajos en tierra con trabajos en redes desenergizadas.

18.1. REGLAS DE ORO.

Los trabajos que deban desarrollarse con las redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes “reglas de oro”:

a. Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores, o fusibles, de modo que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no es visible, debe existir un dispositivo que garantice que el corte sea efectivo.

b. Condenación o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte. Señalización en el mando de los aparatos de corte indicando “no energizar” o “prohibido maniobrar” y retirar los portafusibles de los cortacircuitos. Señalización de “condenación o bloqueo” de un aparato de maniobra al conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato, manteniéndolo en una posición determinada.

c. Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión apropiado al nivel de tensión nominal de la red, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.

d. Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. Es la operación de unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.

En tanto no estén efectivamente puestos a tierra, todos los conductores o partes del circuito se considerarán como si estuvieran energizados a su tensión nominal.

Los equipos de puesta a tierra se deben manejar con pértigas aisladas, conservando las distancias de seguridad respecto a los conductores, en tanto no se complete la instalación.

Para su instalación, el equipo se conecta primero a tierra y después a los conductores que van a ser puestos a tierra, para su desconexión se procede a la inversa.

Los conectores se deben colocar firmemente, evitando que puedan desprenderse o aflojarse durante el desarrollo del trabajo.

Los equipos de puesta a tierra se conectarán a todos los conductores, equipos o puntos que puedan tener potencial durante el trabajo.

Cuando la estructura o apoyo tenga su propia puesta a tierra, se conecta a ésta. Cuando vaya a “abrir” un conductor o circuito, se colocarán tierras en ambos lados.

Cuando dos o más trabajadores o cuadrillas laboren en lugares distintos de las mismas líneas o equipos, los responsables de coordinar la colocación y retiro de los equipos de puesta a tierra en sus lugares de trabajo correspondientes.

e. Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Es la operación de indicar mediante carteles con frases o símbolos el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.

El área de trabajo debe ser delimitada por vallas, manilas o bandas reflectivas. En los trabajos nocturnos deben utilizar conos o vallas fluorescentes y además señales luminosas.

Cuando se trabaje sobre vías que no permitan el bloqueo del tránsito, se debe parquear el vehículo o la cuadrilla atrás del área de trabajo y señalizar en ambos lados de la vía.

18.2. MANIOBRAS.

Por la seguridad de los trabajadores y del sistema, se debe disponer de un procedimiento que sea lógico y preciso para la adecuada programación, ejecución, reporte y control de maniobras, esto con el fin de asegurar que las líneas y los equipos no sean energizados o desenergizados por error, un accidente o una advertencia. Se prohíbe la apertura de cortacircuitos con cargas que puedan exponer al operario o al equipo a un arco eléctrico, salvo que se emplee un equipo que extinga el arco.

18.3. VERIFICACIÓN EN EL LUGAR DE TRABAJO.

El jefe de grupo debe realizar una inspección detenida con base en lo siguiente:

- a. Que los equipos sean de la clase de tensión de la red.
- b. Que los operarios tengan puesto su equipo de protección individual.
- c. Que los operarios se despojen de todos los objetos metálicos.
- d. Cuando se utilice camión canasta, verificar el correcto funcionamiento tanto de los controles en la parte superior como los inferiores.
- e. Que se efectúe una inspección de los guantes.
- f. Que los operarios se encuentren en perfectas condiciones técnicas, físicas y síquicas para el desempeño de la labor encomendada.
- g. <Literal modificado por el artículo 7 de la Resolución 90795 de 2014. El nuevo texto es el siguiente: Los espacios de trabajo tengan las dimensiones adecuadas y no presenten obstáculos que pongan en riesgo al trabajador.

Notas de Vigencia

- Literal modificado por el artículo 7 de la Resolución 90795 de 2014, 'por la cual se aclara y se corrigen unos errores en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), establecido mediante Resolución número [90708](#) de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 49.227 de 29 de julio de 2014.

Legislación Anterior

Texto original de la Resolución 90708 de 2013:

- g. Un solo operario no debe realizar trabajos de mantenimiento en un sistema energizado por encima de 1000 voltios. Los trabajos de cambios de fusibles en cortacircuitos, montaje de equipos de seccionamiento y maniobra, operación de subestaciones, podrá hacerlo una persona, siempre que utilice las herramientas y protocolos seguros.
- h. Antes de entrar a una cámara subterránea, la atmósfera debe ser sometida a prueba de gases empleando la técnica y los instrumentos para detectar si existen gases tóxicos, combustibles o inflamables, con niveles por encima de los límites permisibles.
- i. Una vez destapada la caja de inspección o subestación de sótano, el personal debe permanecer por ella, por lo menos durante 10 minutos, mientras las condiciones de ventilación son las adecuadas para el trabajo.

18.4. TRABAJOS EN ALTURA.

Todo trabajador que se halle ubicado a una altura igual o superior a 1,5 m, bien sea en los apoyos, en los cables aéreos, helicópteros, carros portabobinas o en la canastilla de un camión, debe estar sujeto permanentemente al equipo o estructura, mediante un sistema de protección contra caídas, atendiendo a la reglamentación del Ministerio del Trabajo (Resolución 1409 de 2012 o la que la modifique o sustituya).

Todos los postes y estructuras deben ser inspeccionados cuidadosamente antes de subir a ellos, para comprobar que están en condiciones seguras para desarrollar el trabajo y que puedan sostener pesos adicionales. Deben revisarse los postes contiguos que se vayan a someter a esfuerzos.

18.5. TRABAJOS CERCA DE CIRCUITOS AÉREOS ENERGIZADOS.

Cuando se instalen, trasladen o retiren postes cerca de líneas aéreas energizadas, se deben tomar precauciones para evitar el contacto directo con las fases. Los trabajadores que ejecuten dicha labor deben evitar el contacto de partes de su cuerpo con el poste.

Los trabajadores ubicados en tierra o que estén en contacto con objetos conectados a tierra, deben evitar el contacto con camiones u otro equipo que no esté puesto a tierra de manera efectiva y que estén siendo utilizados para mover o retirar postes en o cerca de líneas energizadas, a no ser que dispongan de aislamiento aprobado para el nivel de tensión.

Se considera distancia mínima de seguridad para los trabajos en tensión a efectuarse en la proximidad de instalaciones no protegidas de alta o media tensión, la existente entre el punto más próximo en tensión al operario, herramienta o elemento que pueda manipular con movimientos voluntarios o involuntarios. En consecuencia quienes trabajan cerca de elementos en tensión deben acatar las siguientes distancias:

Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia mínima (m)
hasta 1	0,80
7,6/11,4/13,2/13,8	0,95
33/34,5	1,10
44	1,20
57,5/66	1,40
110/115	1,80
220/230	2,8
500	5,5

Tabla 18.1. Distancias mínimas de seguridad para trabajos cercanos a líneas energizadas

Nota 1: las distancias de la tabla 18.1 aplican hasta 900 msnm, para trabajos a mayores altura y tens mayores a 57,5 kV, debe hacerse la corrección del 3% por cada 300 m.

Nota 2: se podrán aceptar las distancias para trabajo en líneas energizadas establecidas en el estándar la IEEE.

Personal no calificado o que desconozca los riesgos de las instalaciones eléctricas, no podrá acercarse a elementos energizados a distancias menores a las establecidas en la siguiente tabla:

Tensión de la instalación	Distancia (m)
Instalaciones aisladas menores a 1000V	0,4
Entre 1 y 57,5 kV	3
Entre 57,5 y 110 kV	4
Entre 110 y 230 kV	5
Mayores a 230 kV	8

Tabla 18.2. Distancias mínimas de seguridad para personal no especialista

Nota 1: esta tabla indica el máximo acercamiento permitido a una red sin que la persona esté realizando labores sobre ella u otra red energizada cercana.

Nota 2: no se deben interpolar distancias para tensiones intermedias a las citadas.

Nota 3: las distancias mínimas de seguridad indicadas pueden reducirse si se protegen adecuadamente las instalaciones eléctricas y la zona de trabajo, con aislantes o barreras.

18.6. Lista de verificación para trabajos en condiciones de alto riesgo.

La siguiente lista de verificación es un prerrequisito al trabajo mismo, que debe ser diligenciada por el personal de salud ocupacional, por el jefe del grupo de trabajo, por un funcionario del área de salud ocupacional delegado del comité paritario de la empresa encargada de la obra y debe ser diligenciada en todos los lugares donde se deba trabajar en condiciones de alto riesgo.

¿Se tiene autorización escrita o grabada para hacer el trabajo?	SI	
¿Se encuentra informado el ingeniero o supervisor?	SI	
¿Se han identificado y reportado los factores de riesgo que no pueden obviarse?	SI	
¿Se intentó modificar el trabajo para obviar los riesgos?	SI	
¿Se instruyó a todo el personal la condición especial de trabajo?	SI	
¿Se designó un responsable de informar al área de salud ocupacional, al comité paritario o al jefe de área?	SI	
¿Se cumplen rigurosamente las reglas de oro?	SI	
¿Se tiene un medio de comunicaciones?	SI	
¿Se disponen y utilizan los elementos de protección personal?	SI	

Tabla 18.3. Lista de verificación, trabajos en condiciones de alto riesgo

Nota: si falta algún SI, el trabajo NO debe realizarse, hasta efectuarse la correspondiente corrección

18.7. APERTURA DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y SECCIONADORES.

El secundario de un transformador de corriente no debe ser abierto bajo ninguna condición, mientras encuentre energizado. En el caso que no pueda desenergizarse todo el circuito, antes de empezar a trabajar con un instrumento, un relé u otra sección del lado secundario, el trabajador debe conectarlo en derivación con puentes.

Los seccionadores no deben ser operados con carga, a menos que estén certificados para esta condición. Se realice con un equipo especial para apertura con carga.



ARTÍCULO 19. TRABAJOS EN TENSIÓN O CON REDES ENERGIZADAS. Los métodos más comunes, según los medios utilizados para proteger al operario y el nivel de tensión son:

- a. Trabajo a distancia: en este método, el operario ejecuta el trabajo con la ayuda de herramientas en el extremo de pértigas aislantes.
- b. Trabajo a contacto: en este método, el operario se aísla del conductor en el que trabaja y de los elementos tomados como masa por medio de elementos de protección personal, dispositivos y equipos aislantes.
- c. Trabajo a potencial: en el cual el operario queda al potencial de la línea de transmisión en la cual trabaja mediante vestuario conductivo.

En todos los casos se deben cumplir los siguientes requisitos, adaptados de la norma IEEE-516, la cual hace referencia a las normas ASTM, IEC, IEEE e ISO sobre accesorios y dispositivos:

19.1. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Todo trabajo en tensión está subordinado a la aplicación de un procedimiento previamente estudiado y debe comprender:

- a. Un título que indique la naturaleza de la instalación intervenida, la descripción precisa del trabajo y el método de trabajo.
- a. Medios físicos (materiales y equipos de protección personal y colectiva) y recurso humano

b. Descripción ordenada de las diferentes fases del trabajo, a nivel de operaciones concretas.

c. Croquis, dibujos o esquemas necesarios.

e) <Literal adicionado por el artículo 8 de la Resolución 90795 de 2014. El nuevo texto es el siguiente: Todo trabajo en circuitos energizados de más de 450 voltios debe hacerse con un grupo de trabajo conformado por al menos dos (2) personas. Los grupos de trabajos que realicen labores en circuitos por encima de 100 voltios deben contar con al menos dos (2) operarios y un (1) jefe que coordine y supervise las labores estando atento al trabajo del grupo para controlar cualquier riesgo que los pueda afectar en el desarrollo del trabajo. Se exceptúan de este requisito, los trabajos de desenergización y energización de transformadores, ramales y redes en MT, cambios de fusibles en cortacircuitos, maniobra y operación de interruptores o seccionadores que podrá hacerlo un solo operador, siempre que use las herramientas adecuadas y protocolos seguros.

Notas de Vigencia

- Literal adicionado por el artículo 8 de la Resolución 90795 de 2014, 'por la cual se aclara y se corrigen algunos errores en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), establecido mediante la Resolución número [90708](#) de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 49.227 de 29 de julio de 2014.

19.2. PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN.

a. Todo liniero de línea viva, es decir, capacitado para trabajos en tensión, debe haber recibido una capacitación especial y estar habilitado para tal fin, lo cual deberá ser demostrado mediante certificación.

b. Todo liniero de línea viva, debe estar afiliado a la seguridad social y riesgos profesionales. Además, deben practicarse exámenes periódicos para calificar su estructura ósea o para detectar deficiencias pulmonares, cardíacas o psicológicas. Enfermedades como la epilepsia, consumo de drogas y alcoholismo también deben ser estudiadas por el médico.

c. El jefe del trabajo, una vez recibida la confirmación de que se tomaron las medidas precisas y antes de comenzar el trabajo, debe reunir y exponer a los linieros el procedimiento de ejecución que se va a realizar, cerciorándose que ha sido perfectamente comprendido, que cada trabajador conoce su función y que comprende cómo se integra en la operación conjunta.

d. El jefe del trabajo dirigirá y vigilará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier emergencia que afecten la seguridad. Al terminar los trabajos, verificará su correcta ejecución y comunicará al centro de control el fin de los mismos.

e. Ningún operario podrá participar en un trabajo en tensión si no dispone en la zona de trabajo de los elementos de protección personal, que comprende:

- En todos los casos: casco aislante y guantes de protección.

- En casos particulares, los equipos previstos en los procedimientos de ejecución a utilizar serán, en su caso, botas dieléctricas o calzado especial con suela conductora para los trabajos a potencial, dos pares de guantes aislantes, gafas de protección contra rayos ultravioleta, manguitos aislantes, herramientas aislantes.

f. Cada operario debe cuidar de la conservación de su dotación personal. Estos materiales y herramientas deben conservarse en seco, al abrigo de la intemperie y transportarse en fundas, estuches o compartimentos previstos para este uso. No deben sacarse de los mismos hasta el momento de su empleo.

g. Antes de trabajar en un conductor bajo tensión, el operario debe unirse eléctricamente al mismo y asegurar su equipotencialidad con el conductor.

h. En el caso de presentarse lluvia o niebla, se pueden realizar los trabajos cuando la corriente de fuga en los elementos aislantes esté controlada y se mantenga por debajo de $1 \mu\text{A}$ por cada kV nominal de la línea. En caso de no realizar control de la corriente de fuga y si la tensión es superior a 34,5 kV, estos trabajos deben ser interrumpidos inmediatamente.

i. En caso de tormentas eléctricas, los trabajos no deben comenzarse y de haberse iniciado se interrumpen. Cuando las condiciones atmosféricas impliquen la interrupción del trabajo, se debe retirar al personal y se podrán dejar los dispositivos aislantes colocados hasta que las condiciones vuelvan a ser favorables.

j. Cuando se emplee el método de trabajo a contacto, los operarios deben llevar guantes aislantes recubiertos con guantes de protección mecánica y guantes de algodón en su interior.

k. Todo operario que trabaje a potencial debe llevar una protección total tipo Jaula de Faraday.

l. En trabajos a distancia sobre conductores con tensiones menores o iguales a 230 kV, cuando no se coloquen dispositivos de protección que impidan todo contacto o arco eléctrico con un conductor desnudo, la mínima distancia de aproximación al conductor es 0,8 m cuando las cadenas de aisladores sean menores a 0,8 m y la distancia mínima será igual a la longitud de la cadena cuando esta es mayor a 0,8 m. Esta distancia puede reducirse a 0,60 m para la colocación de dispositivos aislantes cerca de los puntos de fijación de las cadenas de aisladores y de los aisladores en sus soportes. Se entiende por distancia mínima de aproximación la distancia entre el conductor y una parte cualquiera del cuerpo del operario estando éste situado en la posición de trabajo más desfavorable.

m. Todo equipo de trabajo en tensión debe ser sometido a ensayos periódicos de acuerdo con las normas técnicas o recomendaciones del productor. A cada elemento de trabajo debe abrirse y llenarse con el aceite técnico.

n. Los guantes aislantes deben ser sometidos a una prueba de porosidad por inyección de aire, antes de cada jornada de trabajo y debe hacerse un ensayo de rigidez dieléctrica en laboratorio, mínimo dos veces al año.

o. Para las mangas, cubridores, protectores, mantas, pértigas, tensores, escaleras y demás equipo, se debe hacer mínimo un ensayo de aislamiento al año.

p. Los vehículos deben ser sometidos a una inspección general y ensayos de aislamiento a las partes conductoras, mínimo una vez al año.

CAPÍTULO 3.

REQUISITOS DE PRODUCTOS.



ARTÍCULO 20. REQUERIMIENTOS PARA LOS PRODUCTOS. Los productos objeto del Reglamento, y en particular los de mayor utilización en instalaciones eléctricas, listados en la tabla 2.1, deben cumplir los criterios generales, además de los requisitos particulares para cada producto:

a. Cumplir los requisitos de producto y demostrarlo mediante certificado de conformidad de producto expedido por un organismo de certificación acreditado. Igualmente se deben cumplir los requisitos de instalación.

b. El certificado de conformidad de producto debe hacer clara y precisa referencia al producto que se

El productor, importador, distribuidor y comercializador del producto, debe verificar que el producto comercializar corresponda al producto certificado. Productos objeto del presente reglamento que no demuestren la conformidad serán considerados productos inseguros.

c. Los productos objeto del RETIE, contemplados en la tabla 2.1, que no tengan definidos los requisitos presente anexo general, deben dar cumplimiento al RETIE mediante un certificado de conformidad producto conforme a la norma o normas técnicas que les aplique, expedido por un organismo acreditado.

d. Los requisitos de producto contemplados en el Código Eléctrico colombiano NTC 2050 (primera actualización), serán exigibles mediante certificado de conformidad de producto, siempre y cuando el producto cumpla con el anexo general así lo estipule.

e. Para los productos objeto del RETIE contemplados en la tabla 2.1, que se les exija el cumplimiento de una norma técnica y adicionalmente se les exijan unos requisitos específicos, en el proceso de certificación el fabricante debe probar el cumplimiento de estos requisitos, así no estén incluidos en la norma técnica.

f. Las normas referenciadas para cada producto, indican métodos para probar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el RETIE; en caso de que estas normas no indiquen tales métodos, el fabricante o el organismo de certificación, podrá recurrir a otras normas técnicas de reconocimiento internacional relacionadas con dicho producto y dejará evidencia de la norma utilizada en las pruebas.

g. Toda información relativa al producto que haya sido establecida como requisito por el RETIE, incluida la relacionada con marcaciones o rotulados, debe estar escrita en castellano, en un lenguaje de fácil interpretación y debe ser verificada dentro del proceso de certificación del producto. Los parámetros allí establecidos deben ser validados mediante pruebas o ensayos realizados en laboratorios acreditados y evaluados según la normatividad vigente.

h. La información contenida en catálogos o instructivos del equipo, debe ser veraz, verificable técnica y no inducir a error al usuario, las desviaciones a este requisito se sancionarán con las disposiciones legales y reglamentarias sobre protección al consumidor.

i. <Literal modificado por el artículo 9 de la Resolución 90795 de 2014. El nuevo texto es el siguiente: Todo producto objeto del presente reglamento debe estar rotulado con: la marca comercial, el nombre y logotipo del productor conforme a la Ley [1480](#) de 2011. Los productos que por su forma o tamaño, no sea posible incorporarle directamente la información exigida, se podrá plasmar en el empaque del producto.

Notas de Vigencia

- Literal modificado por el artículo 9 de la Resolución 90795 de 2014, 'por la cual se aclara y se corrigen unos errores en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), establecido mediante Resolución número [90708](#) de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 49.227 de 29 de julio de 2014.

Legislación Anterior

Texto original de la Resolución 90708 de 2013:

i. Todo producto objeto del presente reglamento debe estar rotulado con: la marca comercial, el nombre y logotipo del productor, conforme a lo establecido en la Ley 1480 de 2011.

j. Cuando un producto se fabrique para una o más funciones propias de otros productos contemplados en el artículo, se debe demostrar el cumplimiento de los requisitos particulares que le apliquen para cada una de ellas.

k. Los productos que sean componentes de equipos eléctricos, tales como: Las barras colectoras, te de cables, aisladores, interruptores entre otros, no deben estar dañados o contaminados por materia como restos de pintura, yeso, concreto, limpiadores, abrasivos o corrosivos que puedan afectar nega el buen funcionamiento o la resistencia mecánica de los equipos.

20.1. AISLADORES ELÉCTRICOS.

Para efectos del presente reglamento, los aisladores usados en líneas de transmisión, redes de distri subestaciones y barrajes equipotenciales de tensión superior a 100 V, deben cumplir los siguientes 1

20.1.1. REQUISITOS GENERALES DE PRODUCTO.

a. Los materiales constructivos como porcelana, vidrio, resina epóxica, esteatita u otros aislantes eq deben resistir las acciones de la intemperie, a menos que el aislador sea exclusivamente para uso en cubiertos, conservando su condición aislante.

b. El aislador debe ofrecer la resistencia mecánica que supere los esfuerzos a que estará sometido, p el productor indicará el máximo esfuerzo que soporta y debe ser probado a esas condiciones, para d la pérdida de su función aislante, en caso de rotura, fisura o flameo.

c. Protección contra corrosión para el medio donde se vaya a utilizar, conforme a norma IEC 815-1.

20.1.2. REQUISITOS PARTICULARES DE PRODUCTO.

a. Aisladores en resina, tipo poste, para uso interior y tensiones mayores a 1000 V, deben ser somet siguientes ensayos y sus resultados deben ser conforme con las normas IEC 60660 o NTC 2685:

- Flamabilidad: deben ser autoextinguibles categoría V0 conforme a UL 94 o IEC 60695-11-10.

- Tensión de flameo tipo rayo en seco.

- Tensión no disruptiva a frecuencia industrial en seco.

- Tensión de extinción de descargas parciales o examen radiográfico para determinar que el aislado porosidades.

- Deflexión mecánica.

- De torque de apriete.

- De absorción de agua.

- De corrosión en partes metálicas y sistemas de conexión.

- Análisis dimensional, de distancia de fuga y de aislamiento.

- Rotulado: el aislador debe estar marcado de forma permanente por lo menos con la siguiente infor marca del productor, modelo, dimensión del sistema de conexión, tensión nominal del sistema.

b. Aisladores en resina, tipo poste, utilizados como soporte de barras y aisladores de fases en tabler borneras para tensiones menores a 1000 V, deben ser sometidos a los siguientes ensayos:

- De hilo incandescente a 950 °C de acuerdo con la norma IEC 60695-2-11.

- De tensión resistida a frecuencia industrial.
- De torque de apriete.
- De corrosión para las partes metálicas y sistemas de conexión.
- Análisis dimensional.

c. Aisladores suspensión de media y alta tensión en material polimérico deberán cumplir los requisitos establecidos en las normas IEC 61109, ANSI C 29.13 o NTC 3275 en lo referente a los siguientes:

- Galvanizado de los herrajes con un valor mínimo de 79 micras.
- Flamabilidad: deben ser autoextinguibles categoría V0 de acuerdo con la norma UL 94 o IEC 606
- Análisis dimensional donde se incluya la distancia de aislamiento y distancia de fuga.
- Rotulado: el aislador debe tener por lo menos la siguiente información: marca productor o del importador responsable, año de fabricación, carga de rotura nominal y tensión nominal.

d. Aisladores tipo PIN utilizados en redes de media tensión, fabricados en material polimérico bajo NTC 5651 o norma internacional que le aplique, deben realizarle los siguientes ensayos:

- Flamabilidad: deben ser autoextinguibles categoría V0 de acuerdo con la norma UL 94 o IEC 606
- De porosidad sin penetración de fucsina.
- De envejecimiento UV sin grietas ni fisuras después de 1000 horas de exposición.
- De carga mecánica.
- De impacto con valor no menor a 10 J.
- De tensión de flameo en seco y húmedo.
- De impulso tipo rayo en seco y húmedo.
- Electromecánico.
- Análisis dimensional.
- Rotulado: marca productor, año de fabricación y carga mecánica.

e. Aisladores fabricados en porcelana o vidrio utilizados en redes de baja, media y alta tensión, deben cumplir los requisitos estipulados en la norma técnica aplicada a cada tipo de diseño de aislador, asegurando que realicen los siguientes ensayos conforme a normas tales como IEC 60305, IEC 60383-1, ANSI C 29.13, ANSI C 29.1170, NTC 693, NTC 694, NTC 738, NTC 739, NTC 2620, NTC 1217 o equivalentes:

- De verificación de la rosca.
- De torsión cuando aplique.
- De tensión de rotura a frecuencia industrial en seco y húmedo.
- Tensión disruptiva tipo rayo en seco y húmedo.

- Mecánico o electromecánicos cuando apliquen.
- Mecánicos de tensión, compresión o cantiléver cuando aplique.
- De penetración de fucsina.
- Análisis dimensional.
- Rotulado: el aislador debe ser rotulado por lo menos con la siguiente información: productor, carga mecánica y año de fabricación.

f. Aisladores denominados espaciadores deben cumplir con al menos los siguientes requisitos y ens probados bajo criterios de normas tales como: ANSI C29.5-C29.6 y 29.11, IEC 60507, NTC 1285 (C29.1), ASTM G154-98, IEC/TS 62073, ASTM D2303, ASTM D150-98.

- No debe formar caminos conductores (traking) y erosión.
- Dimensionamiento, el aislador o espaciador debe tener cuatro anillos elastoméricos para sujetar los conductores de las tres fases y el cable mensajero. Las distancias entre los puntos de amarre no deben ser menores a 27 cm para tensiones hasta 15 kV y 46 cm para tensiones entre 15 y 34,5 kV.
- De flamabilidad con clasificación V0 de acuerdo a UL 94 o IEC 60695-11-10.
- De envejecimiento UV realizado con lámpara de xenón de mínimo 1500 W por 1000 horas sin presentar fisuras o grietas.
- De absorción de agua.
- De impacto con valor no menor a 10 J.
- Eléctricos de tensión a frecuencia industrial y tipo rayo en seco y húmedo.
- El aislador debe garantizar que sean libres de poros o burbujas internas y que su material sea no higroscópico.

- Rotulado: el aislador debe ser rotulado por lo menos con la siguiente información: nombre o marca del productor, lote y/o mes y año de fabricación, carga mecánica en kN, tensión nominal de servicio y IEC

g. Aisladores denominados pasatapas para transformadores deben cumplir los requisitos de normas tales como NTC 2501-1 o norma internacional que le aplique y asegurar que se realicen los siguientes ensayos:

- De porosidad sin penetración de fucsina.
- De radiación UV con lámpara de xenón de mínimo 1500 W para pasatapas en material polimérico durante 1000 horas sin presentarse fisuras o grietas.
- De cámara salina 1032 horas para aisladores en material polimérico sin que se afecten sus requisitos eléctricos.
- Eléctricos de tensión a frecuencia industrial y tipo rayo.
- Rotulado: el aislador debe rotularse por lo menos con la siguiente información: marca de producto, referencia o denominación, resistencia mecánica al voladizo.

h. Aisladores no descritos en este artículo, deben cumplir los requisitos establecidos en alguna norma internacional o nacional que le aplique.

20.2. ALAMBRES Y CABLES PARA USO ELÉCTRICO.

Los alambres y cables, aislados o desnudos, usados como conductores eléctricos de control y sistemas puesta a tierra de las instalaciones eléctricas objeto del presente reglamento, deben cumplir los siguientes requisitos generales y particulares y demostrarlo mediante certificado de conformidad de producto. Igualmente aplica a cables de acero galvanizado usados en instalaciones eléctricas como: cables de templetes o contrapesos.

20.2.1. REQUISITOS GENERALES DE PRODUCTO.

Para efectos del presente reglamento, se toman como requisitos generales de los cables y alambres usados como conductores eléctricos y en consecuencia garantía de seguridad, los siguientes:

a. Resistencia eléctrica máxima en corriente continua referida a 20 °C, que equivale a 1,02 veces la nominal en corriente continua.

$$R_{\max cc} = 1,02 * R_{Ncc}$$

Donde: $R_{\max cc}$ = Resistencia máxima en corriente continua y R_{Ncc} = Resistencia nominal en corriente continua.

b. La denominación del conductor debe hacerse con el cumplimiento de los parámetros aquí definidos.

c. El área mínima de la sección transversal del material conductor no debe ser menor al 98% del área presentada en las tablas 20.1 a 20.9. Se admiten áreas menores, siempre y cuando la resistencia en corriente continua cumpla con los requisitos establecidos en el presente anexo. La violación de este requisito representa un riesgo a la seguridad de las instalaciones y será objeto de sanción por parte de los organismos de control y vigilancia.

d. El espesor del aislamiento y su resistencia, debe cumplir los valores establecidos en las tablas de este artículo.

e. El productor debe identificar si los materiales del aislamiento garantizan que son autoextinguible retardantes a la llama. Tal condición debe ser informada por el productor y probado conforme a normas IEC 60332-1, IEC 60332-3, UL 1581, UL 2556 o NTC 3203 que le apliquen.

f. Los conductores para instalación en interiores o en espacios donde se tenga la presencia de materiales combustibles, no deben propiciar la llama ni permitir su propagación; dichos requisitos deben ser probados bajo normas tales como: IEC 332-1, UL 83, NTC 1332 o NTC 1099-1 (para baja tensión) o normas equivalentes.

g. Se debe verificar la rigidez dieléctrica durante un minuto a frecuencia industrial o durante un minuto en corriente continua a tres veces la magnitud de tensión, según la tabla 20.6 o el valor de la norma de especificación.

h. Las pruebas de envejecimiento al aislamiento y a la cubierta exterior, deben garantizar el cumplimiento de sus parámetros durante la vida útil y se verificarán con normas técnicas para baja tensión tales como IEC 1099 parte 1 y parte 2 y para los de media tensión conforme a ANS/ICEA S 108-720, AEIC CS9 o normas equivalentes. Los conductores y multiconductores con cubiertas adicionales al aislamiento, o

cumplir una norma técnica internacional, de reconocimiento internacional o NTC que les aplique.

i. La carga mínima de rotura para los cables de aluminio, ACSR, de aleaciones de aluminio y otras aleaciones, usados en redes o líneas aéreas, no debe ser menor a la presentada en las tablas 20.3, 20

j. <Literal corregido por el artículo 3 de la Resolución 90907 de 2013. El nuevo texto es el siguiente: Los cables de aluminio con refuerzo de acero (ACSR) y de aleaciones de aluminio (AAAC) deben tener el número de hilos definidos en las Tablas 20.4 y 20.5. Se aceptan otros tipos de cables, tales como AAAC, ACCR, ACSR/AW, ACAR, ACSR/TW, ACCS.

Notas de Vigencia

- Literal corregido por el artículo 3 de la Resolución 90907 de 2013, 'por la cual se corrigen unos artículos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, establecido mediante Resolución No. 90708 de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 48.954 de 25 de octubre de 2013.

Legislación Anterior

Texto original de la Resolución 90708 de 2013:

j. Los cables de aluminio con refuerzo de acero (ACSR) y de aleaciones de aluminio (AAAC) deben tener el número de hilos definidos en las tablas 20.4 y 20.5. Se aceptan otros tipos de cables, tales como AAAC, ACCR, ACSR7AW, ACAR, ACSR7TW, ACCS.

k. Los cables aislados para baja, media y alta tensión, que no tengan incluidos los requisitos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, deben cumplir una norma técnica internacional o NTC que les aplique y demostrar que son aptos para esos usos, mediante un certificado de conformidad de producto.

l. Los conductores utilizados en bandejas portacables deben ser certificados bajo la norma IEC 60334 o UL 1685 o una norma equivalente.

m. Los cables o alambres aislados deben tener un rotulo en forma indeleble y legible, que se debe repetir en intervalos no mayores de 100 cm, el cual puede ser en alto relieve o impreso con tinta; igualmente, en bajo relieve, siempre y cuando no se reduzca el espesor de aislamiento que comprometa la rigidez dieléctrica establecida en este reglamento. El rótulo debe contener como mínimo la siguiente información:

- Calibre del conductor en kcmil, AWG o mm².
- Material del conductor cuando es distinto a cobre de alta pureza.
- Razón social o marca registrada del productor o comercializador.
- Tensión nominal.
- Tipo de aislamiento.
- Temperatura máxima de operación.

n. Los cables o alambres desnudos deben estar acompañados de una etiqueta donde se especifique:

- Calibre del conductor en kcmil, AWG o mm².
- Material del conductor.

- Tensión mecánica de rotura.

- Razón social o marca registrada del productor, importador o comercializador.

o. En el caso que el producto se entregue en rollos o carretes, estos deben contar con una etiqueta que especifique la longitud del conductor en metros, el calibre y la marca o el nombre del productor, comercializador o importador.

p. La conformidad se verifica mediante inspección y ensayos en laboratorios que garanticen el cumplimiento de los parámetros aquí establecidos.

q. Quienes importen, fabriquen o comercialicen alambres, cables o cordones flexibles, para uso en las instalaciones objeto del presente reglamento y que no cumplan las prescripciones que le apliquen, serán sancionados de acuerdo a lo establecido en el RETIE.

20.2.2. REQUISITOS PARTICULARES PARA ALAMBRES DE COBRE SUAVE.

Calibre		Área Nominal (mm ²)	R _{Ncc} 20 °C (Ω/km)	Calibre		Área Nominal (mm ²)	R _{Ncc} 20 °C (Ω/km)
kcmil	AWG			kcmil	AWG		
11,6	4/0	107,22	0,161	16,51	8	8,37	2,06
167,8	3/0	85,03	0,203	13,09	9	6,63	2,60
133,1	2/0	67,44	0,256	10,38	10	5,26	3,28
105,6	1/0	53,51	0,322	8,53	12	3,31	5,21
83,69	1	42,41	0,407	4,11	14	2,08	8,29
66,36	2	33,63	0,513	2,58	16	1,31	13,2
52,62	3	26,70	0,646	1,62	18	0,82	21,0
41,74	4	21,15	0,817	1,02	20	0,52	33,3
33,09	5	16,80	1,03	0,64	22	0,32	53,2
26,24	6	13,30	1,30	0,404	24	0,20	84,1
20,82	7	10,50	1,64				

Tabla 20.1 Requisitos para alambre de cobre suave

20.2.3. REQUISITOS PARTICULARES PARA CABLES DE COBRE SUAVE.

Calibre		Área Nominal (mm ²)	R _{Ncc} 20 °C (Ω/km)	Calibre		Área Nominal (mm ²)	R _{Ncc} 20 °C (Ω/km)
kcmil	AWG			kcmil	AWG		
1 000		506,71	0,0348	66,36	2	33,63	0,522
900		456,04	0,0387	52,62	3	26,66	0,660
800		405,37	0,0433	41,74	4	21,15	0,830
750		380,03	0,0462	33,09	5	16,77	1,05
700		354,70	0,0495	26,24	6	13,30	1,32
600		304,03	0,0581	20,82	7	10,55	1,67
500		253,35	0,0695	16,51	8	8,37	2,10
400		202,68	0,0866	13,09	9	6,63	2,65
350		177,35	0,0991	10,38	10	5,26	3,35
300		152,01	0,116	8,53	12	3,31	5,35
250		126,68	0,139	4,11	14	2,08	8,46
211,6	4/0	107,22	0,164	2,58	16	1,31	13,4
167,8	3/0	85,03	0,207	1,62	18	0,82	21,4
133,1	2/0	67,44	0,261	1,02	20	0,52	33,8
105,6	1/0	53,51	0,328	0,64	22	0,32	53,8
83,69	1	42,41	0,417	0,404	24	0,20	85,6

Tabla 20.2 Requisitos para cables de cobre suave.

Cableado Clases A, B, C y D

20.2.4. REQUISITOS PARTICULARES PARA CABLES DE ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO EN COBRE.

Calibre en Kcmil o AWG	Área Nominal (mm ²)	R _{N50} 20 °C (Ω/km)	Cableado			Calibre en kcmil o AWG	Área Nominal (mm ²)	R _{N50} 20 °C (Ω/km)	Cableado		
			Carga mínima de rotura (kN)	Clase	No. de Hilos				Carga mínima de rotura (kN)	Clase	No. de Hilos
2000	1013	0.0284	153	A	91	600	304,0	0.0945	47,5	AA	37
1750	887,0	0.0324	132	AA	61	556,5	282,0	0.102	44,4	A	37
1590	805,7	0.0357	120	AA	61	556,5	282,0	0.102	43,3	AA	19
1510,5	785,4	0.0375	114	AA, A	61	500	253,4	0.113	40,5	A	37
1431	725,1	0.0396	108	AA, A	61	500	253,4	0.113	38,9	AA	19
1351	684,6	0.0420	104	AA, A	61	477	241,7	0.119	38,6	A	37
1272	644,5	0.0446	98,1	AA, A	61	477	241,7	0.119	37,0	AA	19
1192,5	604,2	0.0476	93,5	AA, A	61	450	228,0	0.126	35,0	AA	19
1113	564,0	0.0509	87,3	AA, A	61	397,5	201,4	0.143	31,6	AA, A	19
1033,5	523,7	0.0549	81,3	A	61	350	177,3	0.162	28,4	A	19
1033,5	523,7	0.0549	78,8	AA	37	336,4	170,5	0.169	27,3	A	19
1000	506,7	0.0567	78,3	A	61	300	152,0	0.189	24,3	A	19
1000	506,7	0.0567	76,2	AA	37	266,8	135,2	0.213	22,1	A	19
954	483,4	0.0594	75,0	A	61	266,8	135,2	0.213	21,4	AA	7
954	483,4	0.0594	72,6	AA	37	250	126,7	0.227	20,7	A	19
900	456,0	0.0630	70,8	A	61	250	126,7	0.227	20,1	AA	7
900	456,0	0.0630	68,4	AA	37	4/0	107,2	0.269	17,0	AA, A	7
795	402,8	0.0713	63,8	A	61	3/0	85,03	0.338	13,5	AA, A	7
795	402,8	0.0713	61,8	AA	37	2/0	67,44	0.426	11,1	AA, A	7
750	380,0	0.0756	60,3	A	61	1/0	53,51	0.537	8,84	AA, A	7
750	380,0	0.0756	58,6	AA	37	1	42,41	0.678	7,30	AA, A	7
715,5	362,5	0.0793	58,4	A	61	2	33,63	0.854	5,99	AA, A	7
715,5	362,5	0.0793	56,7	AA	37	3	26,66	1,08	-	-	-
700	354,7	0.0810	57,1	A	61	4	21,15	1,36	3,91	A	7
700	354,7	0.0810	55,4	AA	37	5	16,77	1,71	-	-	-
650	329,4	0.0872	51,7	AA	37	6	13,30	2,16	2,53	A	7
636	322,3	0.0892	50,4	AA, A	37						

Tabla 20.3 Requisitos para cables de aluminio o aluminio recubierta es cobre - AAC

Nota 1: la resistencia nominal en corrientes continuas y el área nominal, también aplican para los tipos de cableado AA, A, B, C y D.

Nota 2: para los propósitos de esta tabla los cableados son clasificados como:

Clase AA: utilizado para conductores desnudos normalmente usados en líneas aéreas.

Clase A: utilizado para conductores a ser recubiertos con materiales impermeables, retardantes al fuego para conductores desnudos donde se requiere mayor flexibilidad que la proporcionada por la clase AA.

Clase B: utilizado para conductores que van a ser aislados con materiales tales como cauchos, papeles barnizados y para conductores como los indicados en la clase A pero que requieren mayor flexibilidad proporcionada por el cableado clase A.

Clases C y D: para conductores donde se requiere mayor flexibilidad que la proporcionada por la clase A.



20.2.5. REQUISITOS PARTICULARES PARA CABLES DE ALUMINIO CON REFUERZO DE ACERO – ACSR. <Título modificado por el artículo 10 de la Resolución 90795 de 2014>

Notas de Vigencia

- Título numeral modificado por el artículo 10 de la Resolución 90795 de 2014, 'por la cual se aclaran y corrigen unos errores en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), establecido por la Resolución número [90708](#) de 2013', publicada en el Diario Oficial No. 49.227 de 29 de julio de 2014.

Legislación Anterior

Texto original de la Resolución 90708 de 2013:

20.2.5. Requisitos particulares para cables de aluminio o aluminio recubierto en cobre - ACSR.

Calibre		Cableado	Área Nominal del Aluminio (mm ²)	R _{NUC} 20 °C (Ω/km)	Carga mínima de rotura ¹⁾ (kN)	Calibre		Cableado	Área Nominal del Aluminio (mm ²)	R _{NUC} 20 °C (Ω/km)	Carga mínima de rotura ¹⁾ (kN)
kcmil	AWG					kcmil	AWG				
2312		76/19	1171,51	0,0248	252	636		18/1	322,27	0,0892	67,6
2167		72/7	1098,04	0,0264	222	605		30/19	306,56	0,0944	133
2156		84/19	1002,46	0,0266	268	605		30/7	306,56	0,0944	128
1780		84/19	901,94	0,0322	227	605		26/7	306,56	0,0942	108
1590		54/19	805,67	0,0360	242	605		24/7	306,56	0,0942	96,1
1590		45/7	805,67	0,0358	188	556,5		30/7	281,98	0,103	124
1510		54/19	765,13	0,0379	230	556,5		26/7	281,98	0,103	100
1510		45/7	765,13	0,0377	178	556,5		24/7	281,98	0,103	88,1
1431		54/19	725,10	0,0400	218	556,5		18/1	281,98	0,102	60,9
1431		45/7	725,10	0,0398	170	477		30/7	241,70	0,120	106
1351		54/19	684,56	0,0424	206	477		26/7	241,70	0,120	86,7
1351		45/7	684,56	0,0422	161	477		24/7	241,70	0,120	76,5
1272		54/19	644,53	0,0450	194	477		18/1	241,70	0,119	52,5
1272		45/7	644,53	0,0448	152	397,5		30/7	201,42	0,144	90,3
1272		36/1	644,53	0,0446	117	397,5		26/7	201,42	0,143	72,5
1 192,5		54/19	604,25	0,0480	186	397,5		24/7	201,42	0,143	64,9
1 192,5		45/7	604,25	0,0478	142	397,5		18/1	201,42	0,143	44,0
1113		54/19	563,97	0,0514	174	336,4		30/7	170,46	0,170	77,0
1113		45/7	563,97	0,0512	133	336,4		26/7	170,46	0,169	62,7
1033,5		54/7	523,68	0,0551	163	336,4		18/1	170,46	0,168	38,7
1033,5		45/7	523,68	0,0551	123	300		26/7	152,01	0,190	56,5
1033,5		36/1	523,68	0,0549	95,2	266,8		26/7	135,19	0,214	50,3
954		54/7	483,40	0,0597	150	266,8		18/1	135,19	0,212	30,7
954		45/7	483,40	0,0597	115	211,6	4/0	6/1	107,22	0,267	37,1
954		36/1	483,40	0,0594	88,1	211,3		12/7	107,07	0,270	92,1
900		54/7	456,04	0,0633	142	203,2		16/19	102,96	0,280	126
900		45/7	456,04	0,0633	108	190,8		12/7	96,68	0,299	83,2
795		30/19	402,83	0,0719	171	176,9		12/7	89,64	0,322	76,9
795		54/7	402,83	0,0717	126	167,8	3/0	6/1	85,03	0,336	29,4
795		45/7	402,83	0,0717	98,3	159		12/7	80,57	0,358	71,2
795		26/7	402,83	0,0717	140	134,6		12/7	68,20	0,423	60,5
795		24/7	402,83	0,0717	124	133,1	2/0	6/1	67,44	0,424	23,6
795		36/1	402,83	0,0713	74,7	110,8		12/7	56,14	0,514	50,3
715,5		30/19	362,56	0,0798	154	105,6	1/0	6/1	53,51	0,534	19,5
715,5		26/7	362,56	0,0797	126	101,8		12/7	51,58	0,560	46,3
715,5		24/7	362,56	0,0797	113	83,69	1	6/1	42,41	0,674	15,8
666,6		26/7	337,77	0,0855	117	80		8/1	40,54	0,709	23,1
666,6		24/7	337,77	0,0855	105	66,36	2	7/1	33,63	0,850	16,2
636		30/19	322,27	0,0898	140	66,36	2	6/1	33,63	0,850	12,7
636		30/7	322,27	0,0898	135	41,74	4	7/1	21,15	1,35	10,5
636		26/7	322,27	0,0898	112	41,74	4	6/1	21,15	1,35	8,27
636		24/7	322,27	0,0898	100	33,09	5	6/1	16,77	1,70	6,83
636		36/1	322,27	0,0892	61,4	26,24	6	6/1	13,30	2,15	5,29

Tabla 20.4 Requisitos particulares para cables de aluminio o aluminio recubierto en acero - ACSR.

Nota: la carga mínima de rotura presentada en esta tabla aplica sólo para cables ACSR con núcleos con recubrimiento tipo GA y MA.

20.2.6. REQUISITOS PARTICULARES PARA CABLES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO (AAA)

Calibre		Área Nominal (mm ²)	Número de hilos	R _{NEL} 20 °C (Ω/km)	Carga mínima de rotura (kN)	Calibre		Área Nominal (mm ²)	Número de hilos	R _{NEL} 20 °C (Ω/km)	Carga mínima de rotura (kN)
Kcmil	AWG					Kcmil	AWG				
1750		886,74	61	0,0378	253	450		228,02	19	0,147	67,3
1500		780,06	61	0,0441	217	400		202,68	19	0,165	59,8
1439,2		729,30	61	0,0459	208	394,5		199,90	19	0,168	59,0
1348,8		683,40	61	0,0490	195	350		177,35	19	0,189	52,3
1259,6		638,20	61	0,0525	182	312,8		158,50	19	0,211	46,7
1250		633,39	61	0,0529	180	300		152,01	19	0,220	46,8
1165,1		590,40	61	0,0567	169	250		126,68	19	0,264	39,0
1077,4		545,90	61	0,0614	156	246,9		125,10	7	0,268	38,1
1000		506,71	37	0,0661	146	211,6	4/0	107,22	7	0,312	32,7
927,2		469,80	37	0,0713	138	195,7		99,20	7	0,338	30,2
900		456,04	37	0,0735	132	167,8	3/0	85,03	7	0,394	25,9
800		405,37	37	0,0826	117	155,4		78,70	7	0,426	24,0
750		380,03	37	0,0881	110	133,1	2/0	67,44	7	0,497	20,6
740,8		375,40	37	0,0892	108	123,3		62,50	7	0,536	19,0
700		354,70	37	0,0944	102	105,6	1/0	53,51	7	0,626	17,0
652,4		330,60	19	0,101	97,5	77,47		39,30	7	0,852	12,6
650		329,36	37	0,102	95,0	66,36	2	33,63	7	0,996	10,7
600		304,03	37	0,110	91,5	48,69		24,70	7	1,36	7,84
559,5		283,50	19	0,118	83,6	41,74	4	21,15	7	1,59	6,72
550		278,69	37	0,120	83,9	30,58		15,50	7	2,16	4,92
500		253,35	19	0,132	74,7	26,24	6	13,30	7	2,52	4,22
465,4		235,80	19	0,142	69,6						

Tabla 20.5. Requisitos para cables de aleaciones de aluminio clase A y AA de AAAC



Disposiciones analizadas por Avance Jurídico Casa Editorial Ltda.

Normograma del Ministerio de Relaciones Exteriores

ISSN 2256-1633

Última actualización: 31 de julio de 2019

