

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

## **MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA**

### **LIBRO 3**

### **INSTALACIONES OBJETO DEL RETIE**

## **REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS - RETIE**

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **LIBRO 3 – INSTALACIONES OBJETO DEL RETIE**

<b>LIBRO 3 – INSTALACIONES OBJETO DEL RETIE</b> .....	<b>6</b>
<b>TÍTULO 1 – CAMPO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>6</b>
Artículo 3.1.1. Instalaciones eléctricas.....	6
Artículo 3.1.2. Prohibiciones .....	7
Artículo 3.1.3. Personas.....	8
<b>CAPÍTULO 1 – REQUERIMIENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b> .....	<b>9</b>
<b>TÍTULO 2 – COMPETENCIAS Y RESPONSABILIDADES DE LAS DE PERSONAS QUE INTERVIENEN EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b> .....	<b>9</b>
Artículo 3.2.1. Competencia de personas naturales.....	9
Artículo 3.2.2. Responsabilidad de los constructores.....	10
Artículo 3.2.3. Responsabilidad del diseñador.....	11
<b>TÍTULO 3 – DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b> .....	<b>11</b>
Artículo 3.3.1. Instalaciones eléctricas que requieren diseño.....	11
Artículo 3.3.2. Instalaciones que requieren esquema constructivo .....	14
Artículo 3.3.3. Criterios particulares de diseño .....	15
<b>TÍTULO 4 – ESPACIOS PARA MONTAJE DE EQUIPOS Y DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD, PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA</b> .....	<b>19</b>
<b>TÍTULO 5 – CÓDIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES DE USO ELÉCTRICO</b> .....	<b>21</b>
<b>TÍTULO 6 – OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b> .....	<b>22</b>
<b>TÍTULO 7 – CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL, DE PLANEACIÓN LOCAL O REGIONAL Y MINIMIZACIÓN DE PÉRDIDAS TÉCNICAS</b> .....	<b>24</b>
<b>TÍTULO 8 – PROTECCIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b> .....	<b>24</b>
Artículo 3.8.1. Requisitos generales de las protecciones .....	24
<b>TÍTULO 9 – CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE TENSIÓN</b> .....	<b>25</b>
<b>TÍTULO 10 – DISTANCIAS DE SEGURIDAD</b> .....	<b>26</b>
Artículo 3.10.1. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones .....	27
Artículo 3.10.2. Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones.....	28
Artículo 3.10.3. Distancias verticales mínimas en cruces de distintas líneas.....	30
Artículo 3.10.4. Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura .....	30
Artículo 3.10.5. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas.....	31
<b>TÍTULO 11 – CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS</b> .....	<b>34</b>
Artículo 3.11.1. Valores límites de exposición a campos electromagnéticos .....	34
Artículo 3.11.2. Medición de campos electromagnéticos.....	34
<b>TÍTULO 12 – SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b> .....	<b>35</b>
Artículo 3.12.1. Requisitos generales del sistema de puesta a tierra.....	35
Artículo 3.12.2. Componentes de los sistemas de puesta a tierra .....	37
Artículo 3.12.3. Valores de referencia de resistencia de puesta a tierra .....	40
Artículo 3.12.4. Mediciones para sistemas de puesta a tierra .....	40
Artículo 3.12.5. Puesta a tierra en sistemas con corriente continúa.....	42
Artículo 3.12.6. Mantenimiento de sistemas de puesta a tierra.....	43
<b>TÍTULO 13 – PROTECCIÓN CONTRA RAYOS Y SOBRETENSIONES TRANSITORIAS</b> .....	<b>44</b>

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

Artículo 3.13.1. Protección contra rayos .....	44
<b>TÍTULO 14 – REQUISITOS GENERALES PARA LAS REDES ELÉCTRICAS DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.....</b>	<b>48</b>
Artículo 3.14.1. Aspectos generales .....	48
Artículo 3.14.2. Uso de portalámparas y elementos de encendido y apagado .....	49
<b>TÍTULO 15 – TRABAJOS EN REDES O SISTEMAS DESENERGIZADOS Y MÁXIMO ACERCAMIENTO DE UNA PERSONA NO COMPETENTE A ELEMENTOS ENERGIZADOS .....</b>	<b>50</b>
Artículo 3.15.1. Procedimiento para maniobras.....	50
Artículo 3.15.2. Lista de verificación para trabajos en condiciones de alto riesgo .....	50
Artículo 3.15.3. Verificación en el lugar de trabajo .....	51
Artículo 3.15.4. Trabajos en altura .....	51
Artículo 3.15.5. Reglas de oro para trabajos en sistemas desenergizados.....	51
Artículo 3.15.6. Máximos acercamientos a circuitos aéreos energizados para realizar trabajos en partes sin tensión .....	53
Artículo 3.15.7. Apertura de transformadores de corriente y seccionadores .....	53
Artículo 3.15.8. Máximo acercamiento de personas no competentes a un elemento energizado.....	53
<b>TÍTULO 16 – TRABAJOS CON TENSIÓN O CON SISTEMAS O REDES ENERGIZADAS .....</b>	<b>54</b>
Artículo 3.16.1. Métodos de trabajo con tensión.....	54
Artículo 3.16.2. Organización del trabajo con tensión .....	54
Artículo 3.16.3. Procedimientos de ejecución de los trabajos con tensión.....	55
<b>TÍTULO 17 – REQUISITOS DE INSTALACIÓN DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS UTILIZADOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....</b>	<b>56</b>
Artículo 3.17.1. Aerogeneradores .....	56
Artículo 3.17.2. Aisladores .....	58
Artículo 3.17.3. Baterías o sistemas de acumulación de energía eléctrica .....	59
Artículo 3.17.4. Bóvedas .....	61
Artículo 3.17.5. Cajas y conduletas.....	61
Artículo 3.17.6. Canalizaciones y bandejas portacables .....	62
Artículo 3.17.7. Cargadores de baterías para vehículos eléctricos e híbridos enchufables.....	69
Artículo 3.17.8. Celdas y tableros .....	71
Artículo 3.17.9. Cercas eléctricas .....	73
Artículo 3.17.10. Clavijas y tomacorrientes.....	74
Artículo 3.17.11. Compuertas de ventilación .....	75
Artículo 3.17.12. Condensadores y bancos de condensadores de baja y media tensión .....	76
Artículo 3.17.13. Conductores aislados .....	76
Artículo 3.17.14. Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias – DPS .....	79
Artículo 3.17.15. Duchas eléctricas y calentadores de paso .....	80
Artículo 3.17.16. Elementos de conexión (conectores, terminales, empalmes y bornes para conductores eléctricos) .....	81
Artículo 3.17.17. Equipos de media tensión: seccionadores, seccionalizadores con control manual/remoto, cortacircuitos, reconectores, interruptores de media tensión .....	82
Artículo 3.17.18. Herrajes para redes de distribución y transmisión .....	82
Artículo 3.17.19. Interruptores automáticos de baja tensión.....	83

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

Artículo 3.17.20. Interruptores manuales de baja tensión .....	84
Artículo 3.17.21. Inversores .....	84
Artículo 3.17.22. Motores, generadores eléctricos y grupos electrógenos.....	85
Artículo 3.17.23. Paneles solares fotovoltaicos .....	86
Artículo 3.17.24. Puertas cortafuego.....	89
Artículo 3.17.25. Puestas a tierra temporales.....	89
Artículo 3.17.26. Sellos cortafuego .....	90
Artículo 3.17.27. Transferencias automáticas y sus sistemas de control.....	90
Artículo 3.17.28. Transformadores de potencia y distribución.....	91
Artículo 3.17.29. Unidades de potencia ininterrumpida – UPS.....	93
Artículo 3.17.30. Unidades de tensión regulada (reguladores de tensión).....	94
<b>CAPÍTULO 2 – REQUISITOS PARA EL PROCESO DE GENERACIÓN .....</b>	<b>95</b>
<b>TÍTULO 18 – REQUISITOS GENERALES PARA CENTRALES DE GENERACIÓN.....</b>	<b>95</b>
Artículo 3.18.1. Edificaciones de centrales de generación .....	95
Artículo 3.18.2. Requisitos generales para instalaciones de generación con fuentes no convencionales de energía, autogeneradores a pequeña escala – AGPE y generación distribuida – GD .....	98
Artículo 3.18.3. Instalaciones de generación de energía eléctrica con varias fuentes.....	99
<b>CAPÍTULO 3 – REQUISITOS PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.....</b>	<b>100</b>
<b>TÍTULO 19 – REQUISITOS GENERALES DE LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.....</b>	<b>100</b>
Artículo 3.19.1. Zonas de servidumbre .....	100
Artículo 3.19.2. Puestas a tierra.....	104
Artículo 3.19.3. Requisitos mecánicos en estructuras o apoyos de líneas de transmisión .....	105
Artículo 3.19.4. Aislamiento .....	106
Artículo 3.19.5. Distancias mínimas de seguridad.....	106
Artículo 3.19.6. Conductores y cables de guarda .....	107
Artículo 3.19.7. Señales de aeronavegación .....	107
Artículo 3.19.8. Repotenciación de líneas .....	108
Artículo 3.19.9. Uso de nuevas tecnologías en líneas de transmisión .....	108
Artículo 3.19.10. Líneas de transmisión subterráneas.....	109
Artículo 3.19.11. Información de seguridad a personas cercanas a la línea.....	110
<b>CAPÍTULO 4 – REQUISITOS PARA LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN.....</b>	<b>110</b>
<b>TÍTULO 20 – REQUISITOS GENERALES DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.....</b>	<b>110</b>
Artículo 3.20.1. Alcance para redes de distribución.....	110
Artículo 3.20.2. Requisitos básicos de operación y mantenimiento para redes de distribución.....	111
Artículo 3.20.3. Puestas a tierra de redes de distribución .....	112
Artículo 3.20.4. Estructuras de soporte.....	112
Artículo 3.20.5. Aislamiento .....	113
Artículo 3.20.6. Conductores, cables de guarda y cables de retención.....	114
Artículo 3.20.7. Tableros de distribución en espacios de uso público .....	118
Artículo 3.20.8. Mantenimiento del sistema de distribución.....	119
<b>TÍTULO 21 – INFORMACIÓN DE SEGURIDAD PARA EL USUARIO Y PÚBLICO EN GENERAL .....</b>	<b>119</b>

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

Artículo 3.21.1. Cartilla de seguridad.....	119
Artículo 3.21.2. Información periódica a usuarios y público en general .....	120
<b>CAPÍTULO 5 – REQUISITOS PARA INSTALACIONES DE TRANSFORMACIÓN (SUBESTACIONES) .....</b>	<b>120</b>
<b>TÍTULO 22 – REQUISITOS GENERALES DE SUBESTACIONES .....</b>	<b>121</b>
Artículo 3.22.1. Distancias de seguridad en subestaciones exteriores .....	123
Artículo 3.22.2. Distancias de seguridad en subestaciones interiores .....	126
Artículo 3.22.3. Salas de operaciones, mando y control.....	126
<b>TÍTULO 23 – REQUISITOS ESPECÍFICOS SEGÚN TIPO DE SUBESTACIÓN .....</b>	<b>128</b>
Artículo 3.23.1. Subestaciones de alta y extra alta tensión .....	128
Artículo 3.23.2. Subestaciones de media tensión tipo interior o en edificaciones.....	128
Artículo 3.23.3. Subestaciones tipo poste.....	129
Artículo 3.23.4. Subestaciones tipo pedestal o tipo jardín.....	130
Artículo 3.23.5. Cuartos de subestación paquetizados o prefabricados.....	131
Artículo 3.23.6. Mantenimiento de subestaciones .....	132
<b>CAPÍTULO 6 – REQUISITOS PARA INSTALACIONES DE USO FINAL .....</b>	<b>133</b>
<b>TÍTULO 24 – APLICACIÓN DE NORMAS TÉCNICAS .....</b>	<b>133</b>
<b>TÍTULO 25 – RÉGIMEN DE CONEXIÓN A TIERRA – RCT.....</b>	<b>133</b>
<b>TÍTULO 26 – ACOMETIDAS .....</b>	<b>134</b>
<b>TÍTULO 27 – PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE USO FINAL.....</b>	<b>135</b>
Artículo 3.27.1. Medidas de protección básica .....	135
Artículo 3.27.2. Medidas de protección contra falla de aislamiento.....	136
Artículo 3.27.3. Protecciones contra sobrecorrientes .....	137
<b>TÍTULO 28 – CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE USO FINAL Y REQUISITOS ESPECÍFICOS SEGÚN EL TIPO DE INSTALACIÓN.....</b>	<b>137</b>
Artículo 3.28.1. Instalaciones básicas.....	137
Artículo 3.28.2. Instalaciones provisionales.....	139
Artículo 3.28.3. Instalaciones especiales .....	141
Artículo 3.28.4. Instalación de equipos especiales .....	152
Artículo 3.28.5. Túneles y cavernas subterráneas.....	160
Artículo 3.28.6. Instalaciones eléctricas en minas .....	163

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

## LIBRO 3 – INSTALACIONES OBJETO DEL RETIE

### TÍTULO 1 – CAMPO DE APLICACIÓN

#### Artículo 3.1.1. Instalaciones eléctricas

Para efectos de este Reglamento, se consideran como instalaciones eléctricas los circuitos eléctricos con sus componentes, tales como, conductores, equipos, máquinas y aparatos que conforman un sistema eléctrico y que se utilizan para la generación, transmisión, transformación, distribución o uso final de la energía eléctrica; sean públicas o privadas y estén dentro de los límites de tensión y frecuencia aquí establecidos, es decir, tensión nominal mayor o igual a 50 V en corriente continua o más de 25 V en corriente alterna con frecuencia de servicio nominal inferior a 1 000 Hz.

Los requisitos del presente Reglamento aplican a las instalaciones eléctricas construidas con posterioridad a la entrada en vigencia del mismo, así como a las ampliaciones y remodelaciones. En las construidas con posterioridad al 1° de mayo de 2005, el propietario o tenedor de la misma debe dar aplicación a las disposiciones contenidas en el RETIE vigente a la fecha de construcción y en las anteriores al 1° de mayo de 2005, garantizar que no representen alto riesgo para la salud o la vida de las personas y animales, o atenten contra el medio ambiente, o en caso contrario, hacer las correcciones para eliminar o mitigar el riesgo.

Los requisitos y prescripciones técnicas de este Reglamento serán de obligatorio cumplimiento en Colombia, en todas las instalaciones eléctricas utilizadas en la generación, transporte, transformación, distribución y uso final de la electricidad, incluyendo las que alimenten equipos para señales de telecomunicaciones, electrodomésticos, vehículos, máquinas, herramientas y demás equipos. Estos requisitos son exigibles en condiciones normales o nominales de la instalación. En caso de que se alteren las anteriores condiciones por fuerza mayor o situaciones de orden público, el propietario o tenedor de la instalación deberá restablecer las condiciones de seguridad en el menor tiempo posible.

Las instalaciones deben construirse de tal manera que las partes energizadas peligrosas, no deben ser accesibles a personas no competentes y las partes energizadas accesibles no deben ser peligrosas, tanto en operación normal como en caso de falla.

#### 3.1.1.1. Requisitos generales de las instalaciones

Para determinar la conformidad de las instalaciones eléctricas con el RETIE, además de lo exigido en el Libro de demostración de la conformidad del presente Reglamento, se deben seguir los siguientes lineamientos:

- a. Toda instalación objeto del RETIE debe demostrar su cumplimiento mediante la *Declaración de Cumplimiento del constructor* suscrita por quienes realicen directamente la construcción, la remodelación o ampliación de la instalación eléctrica. En los casos en que se exija la *Certificación Plena*, ésta se entenderá como la *Declaración de Cumplimiento del diseñador y la Declaración de Cumplimiento del constructor* acompañadas del *Dictamen de Inspección* expedido por el organismo de inspección acreditado por ONAC, que valide dicha declaración. Tanto la Declaración de cumplimiento, como el dictamen de inspección, no podrá argumentarse reserva cuando se requiera su consulta de manera individual.
- b. El operador de red o distribuidor o quien preste el servicio en la zona, no debe energizar la instalación ni suministrar el servicio de energía, si el propietario o tenedor de la instalación no demuestra la conformidad con el RETIE. Igual tratamiento se dará a instalaciones que, aun contando con la certificación en el momento de efectuar la visita técnica para su energización, la persona competente evidencie incumplimientos con el presente Reglamento que pongan en alto riesgo o peligro inminente la salud o la vida de las personas o la seguridad de la misma

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

instalación y las edificaciones contiguas. Si ocurre algún incidente o accidente originado en la instalación eléctrica, sin perjuicio de las acciones judiciales, los organismos de control y vigilancia competentes deben investigar las causas y sancionar a las personas responsables de la anormalidad encontrada.

- c. En el evento que se energice una instalación que no demuestre su conformidad con el presente Reglamento, la empresa que preste el servicio será la responsable por los efectos que se deriven de este hecho. En consecuencia, la SSPD podrá, una vez realizadas las investigaciones del caso, imponer sanciones en concordancia con el artículo 81 de la Ley 142 de 1994.
- d. Los responsables de la construcción, ampliación o remodelación que no cumplan con los requisitos establecidos en el RETIE exponiendo en alto riesgo o peligro inminente la salud o vida de las personas, deben ser objeto de investigación y posterior sanción por el ente de control y vigilancia competente. Igualmente, deben ser investigados y posteriormente sancionados los organismos de evaluación de la conformidad acreditados que emitieron la certificación de la instalación sin el cumplimiento de los requisitos.

#### **3.1.1.2. Excepciones en instalaciones**

- a. Instalaciones propias de máquinas y herramientas, siempre que el equipo, máquina o herramienta no se clasifique como equipo especial en el presente Reglamento.

#### **3.1.1.3. Exclusiones en instalaciones**

- a. Instalaciones propias de vehículos (automotores, trenes, barcos, navíos, aeronaves), siempre que estos no estén destinados a vivienda, comercio o vehículos de recreo.
- b. Instalaciones propias de los siguientes equipos o sistemas: electromedicina, señales de radio, señales de TV, señales de telecomunicaciones, señales de sonido y señales de sistemas de control, a excepción de la instalación de los productos establecidos en el artículo 3.28.4 del presente libro.
- c. Instalaciones que utilizan menos de 25 voltios en corriente alterna o 50 voltios en corriente directa o denominadas de “muy baja tensión”, siempre que no estén destinadas a suplir las necesidades eléctricas de edificaciones o sitios donde se concentren personas, sus corrientes no puedan causar alto riesgo o peligro inminente de incendio o explosión por arcos o cortocircuitos.

### **Artículo 3.1.2. Prohibiciones**

Por considerarse contrario a los principios y objetivos del presente Reglamento, se prohíbe la comercialización y/o uso de los siguientes productos.

#### **3.1.2.1. Pararrayos radiactivos**

Se mantiene la prohibición de instalar, fabricar e importar pararrayos o terminales de captación con material radiactivo.

#### **3.1.2.2. Materiales reutilizados en instalaciones de uso final**

Se mantiene la prohibición del uso de materiales o artefactos reutilizados o remanufacturados en instalaciones para el uso final de la electricidad.

La restricción es aplicada a los equipos que por su uso pueden perder sus características originales y propiedades de operación, exponiendo a riesgos a los usuarios, tales como

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

interruptores automáticos, relés diferenciales, interruptores de protección de falla a tierra y en general aquellos que no demuestren la conservación de sus características técnicas. Por tal razón, productos usados o remanufacturados se podrán utilizar en las instalaciones eléctricas sólo si demuestran el cumplimiento de los requisitos del presente Reglamento, mediante ensayos tipo, realizados en laboratorios acreditados o en su defecto laboratorios evaluados por organismos de certificación de producto.

El uso de equipos y materiales de una instalación que se traslade de lugar está limitado a que los resultados de pruebas de funcionalidad y de aislamiento sean satisfactorios. De tales pruebas y sus resultados se dejarán los registros correspondientes, los cuales serán revisados en la certificación de la instalación, como documentos de sustitución de los certificados de conformidad de producto.

### **3.1.2.3. Uso de la tierra como único conductor de retorno**

A partir del 1º de mayo de 2005, se prohíbe la construcción de instalaciones eléctricas donde se use la tierra como único conductor de retorno de la corriente, es decir, no se aceptan sistemas monofilares, a excepción de las que conecten la señal de salida de pulsadores de cercas eléctricas. Si se evidencian deficiencias en el sistema de puesta a tierra de una instalación de una cerca eléctrica, el propietario, operador o tenedor de tales instalaciones, debe corregirlas en el menor tiempo posible.

No se permite la reposición de equipos de sistemas monofilares así estos hubieran sido construidos con anterioridad a la vigencia del RETIE, estos sistemas se deberán remodelar plenamente, cumpliendo los requisitos del presente Reglamento.

Aquellos sistemas monofilares construidos con anterioridad al 1º de mayo de 2005, donde los sistemas de puesta a tierra presenten deficiencias, deben ser considerados como instalaciones eléctricas de alto riesgo; en consecuencia, el propietario, operador o tenedor de tales instalaciones deben corregir las deficiencias.

### **Artículo 3.1.3. Personas**

Este Reglamento debe ser observado y cumplido por todas las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, contratistas u operadores, uniones temporales o consorcios entre otros, que en el territorio colombiano generen electricidad con cualquier fuente energética, la transformen, transporten o distribuyan, así como a quienes la usen.

Igualmente, aplica a quienes, diseñen, construyan, supervisen, inspeccionen, operen, intervengan, modifiquen o mantengan instalaciones eléctricas en Colombia.

Dentro de la actividad de generación se incluyen los usuarios o clientes de energía eléctrica, que adicionalmente a los equipos de consumo, dispongan de equipamiento de generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables o no convencionales, así como los poseedores y operadores de instalaciones de procesos de cogeneración o de instalaciones de generación distribuida, cualquiera que sea la fuente energética.

Así mismo, deben cumplir el presente Reglamento los organismos que emitan dictámenes de la evaluación de la conformidad relacionados con este Reglamento.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

## **CAPÍTULO 1 – REQUERIMIENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

### **TÍTULO 2 – COMPETENCIAS Y RESPONSABILIDADES DE LAS DE PERSONAS QUE INTERVIENEN EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

#### **Artículo 3.2.1. Competencia de personas naturales**

El diseño, construcción, ampliación, modificación, remodelación e inspección de toda instalación eléctrica objeto del RETIE, así como la operación, el mantenimiento y cualquier intervención o manipulación de la instalación o sus equipos, debe ser dirigida, supervisada y ejecutada por personas técnica y legalmente competentes, que según la ley Colombiana les faculte para efectuar esa actividad; quienes además deben cumplir con todos los requisitos del presente Reglamento y demás normas legales o reglamentarias; así como, la jurisprudencia que le apliquen. Tales actividades corresponden a los siguientes profesionales, quienes responderán por los efectos resultantes de su participación en la instalación:

- a. Ingenieros Electricistas, Electromecánicos, de Distribución y Redes Eléctricas, de conformidad con las Leyes 51 de 1986 y 842 de 2003 y demás que la adicionen, modifiquen o sustituyan. Ingenieros Electrónicos, Ingenieros de Control, Ingenieros Físicos y de otras ingenierías especializadas en actividades relacionadas con las instalaciones eléctricas, sólo deberán intervenir las partes o componentes de la instalación eléctrica que le corresponda a su especialización y competencia técnica y legal.

Para la determinación del alcance del ejercicio profesional de los ingenieros que intervienen las instalaciones objeto del reglamento, conforme las leyes que regulan el ejercicio de dichas profesiones se deben considerar los siguientes criterios:

1. Pensum de formación del pregrado (Tenga en cuenta que el postgrado no es susceptible de inscripción en el registro profesional de ingeniería y no modifica el alcance del pregrado, de acuerdo con el parágrafo 1 del artículo 7 de la Ley 842 de 2003)
  2. Núcleo básico del conocimiento (El cual se puede consultar en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES del Ministerio de Educación Nacional)
  3. El perfil del egresado establecido por cada institución de educación superior.
  4. Clasificación Única de Ocupaciones para Colombia – CUOC, oficializada, adoptada y adaptada, por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE.
- b. Tecnólogos en electricidad o en electromecánica, tecnólogos en sistemas eléctricos de media y baja tensión, tecnólogos en mantenimiento eléctrico, de acuerdo con la Ley 842 de 2003 y en lo relacionado con su Consejo Profesional se registrará por la Ley 392 de 1997 de conformidad con lo establecido en la Sentencia C - 570 de 2004.
  - c. Técnicos electricistas conforme a las Leyes 19 de 1990 y 1264 de 2008, en el alcance que establezca su matrícula profesional para el ejercicio de la profesión a nivel medio o como auxiliar del Ingeniero electricista o similares.

**Parágrafo 1:** Actividades relacionadas con la instalación que no están directamente asociadas con riesgos de origen eléctrico, tales como, apertura de regatas o excavaciones, obras civiles, tendido de conductores, rocerías y podas de vegetación en zonas de servidumbres, hincada de postes, operaciones de grúa y en general las actividades desarrolladas por los ayudantes de electricidad, pueden ser ejecutadas por personal no electricista, conforme a la definición del presente Reglamento y deben estar bajo la supervisión de una persona competente en electrotecnia.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

**Parágrafo 2:** En las actividades donde se actúe bajo la supervisión de una persona competente, este será quien debe suscribir con su nombre legible y firma, la declaración de cumplimiento de la instalación y el esquema constructivo si la instalación no requiere diseño.

**Parágrafo 3:** Si la persona que dirige o ejecuta directamente la instalación eléctrica no posee matrícula profesional, o teniendo matrícula profesional no tiene la competencia conforme a las leyes que regulan el ejercicio de su profesión, el operador de red no debe poner en servicio la instalación, y se debe poner en conocimiento de la autoridad competente dicha situación, es decir, a la Superintendencia de Industria y Comercio por el incumplimiento de Reglamentos técnicos y al consejo profesional respectivo, por ejercicio ilegal de la profesión.

### **Artículo 3.2.2. Responsabilidad de los constructores**

El responsable de la construcción, ampliación o remodelación de cualquier obra civil, estructura o edificación donde se incorpore algún tipo de instalación eléctrica objeto del RETIE y la persona competente responsable de la dirección o la construcción directa de la instalación eléctrica deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Contratar personas técnica y legalmente competentes para ejecutar las actividades de diseño, construcción, remodelación o ampliación de la instalación eléctrica.
- b. Utilizar productos y materiales que cumplan los requisitos establecidos en la reglamentación y cuenten con el certificado del producto expedido por organismo de certificación acreditado o por el mecanismo establecido en la reglamentación técnica del producto.
- c. Los responsables de la construcción de la instalación eléctrica que emiten las declaraciones de cumplimiento deben estar inscritos y mantener vigente la inscripción en el “Registro de Productores e Importadores y Prestadores de Servicio” de la SIC.
- d. Desde el inicio de la obra, el responsable de la instalación eléctrica debe revisar los diseños eléctricos y asegurar que al aplicarlos la instalación eléctrica resultante cumple con todos los requisitos del RETIE para el tipo de instalación; si el constructor encuentra que los diseños no cumplen todos los requisitos establecidos en RETIE deberá informar de ello al diseñador y al propietario de la obra con el fin de garantizar que los diseños se ajusten a lo establecido en el Reglamento.
- e. La persona competente responsable de la dirección o construcción directa de la instalación debe actualizar y suscribir con su nombre legible y firma los planos finales y memorias de cálculo conforme con la instalación construida. Adicionalmente, debe presentar un manual de operación y mantenimiento donde se señalen las recomendaciones al usuario para no generar condiciones de alto riesgo de origen eléctrico.
- f. La persona competente responsable de la dirección o construcción directa de la instalación eléctrica, o de su ampliación o remodelación debe asegurarse que la instalación cumple con todos los requisitos del presente Reglamento que le apliquen y demostrarlo mediante el diligenciamiento y suscripción de la Declaración de Cumplimiento con el Reglamento, en los términos del Libro 4 del RETIE. La persona competente que suscriba la declaración es responsable de los efectos que se deriven de la construcción, ampliación o remodelación de la instalación, durante la operación de la misma.

**Parágrafo 1:** En el evento que se detecten incumplimientos al Reglamento, atribuibles a la persona responsable de la construcción, quien lo detecte debe dar aviso al comercializador u operador de red del área correspondiente, para que tome las medidas tendientes a evitar la ocurrencia de un accidente o incidente de origen eléctrico.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

**Parágrafo 2:** El incumplimiento del presente Reglamento en la instalación eléctrica, que conlleve a un peligro inminente será causal de la suspensión del servicio por parte del operador de red.

**Parágrafo 3:** El constructor debe dejar evidencia verificable de todos los productos que siendo objeto del reglamento hayan sido utilizados en cada una de las fases de la etapa constructiva. Estas evidencias deberán estar anexas a la declaración de cumplimiento del constructor y deberá ser validada durante la inspección en los casos que aplique.

### **Artículo 3.2.3. Responsabilidad del diseñador**

Los diseños de las instalaciones eléctricas deben propiciar que en la construcción de la instalación se cumplan todos los requisitos del RETIE, que les aplique. Por tal razón, las memorias de cálculo, las especificaciones técnicas y los planos o diagramas deben contemplar en forma legible el nombre, apellidos y número de matrícula profesional de la persona o personas que intervinieron en el diseño; así como la correspondiente firma, con la cual declaran aceptar y dar cumplimiento al RETIE de manera adicional a la declaración de cumplimiento del diseño de que trata el numeral 4.3.6.1 del Libro 4, y en consecuencia se hacen responsables de los efectos derivados de la aplicación del diseño. Esta información puede estar en medio físico o en medio magnético.

Como parte del diseño, el diseñador debe cerciorarse en el sitio donde se llevará a cabo la construcción, que en el momento en el que se construya la obra, se cumplirán las distancias mínimas de seguridad o las franjas de servidumbre, según corresponda, y dejará evidencias de esta condición en las memorias de cálculo y en los planos para la construcción, y si es posible lo demostrará con registros fotográficos.

## **TÍTULO 3 – DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Las instalaciones que conllevan mayores riesgos o alta complejidad, deben contar con un diseño que sirva de mecanismo para prevenir o minimizar tales riesgos, el diseño también debe ser un instrumento de planeación de la construcción, operación y mantenimiento de la instalación eléctrica. Bajo estas consideraciones el diseño eléctrico, debe ser ejecutado por profesionales de la ingeniería cuya especialidad esté relacionada con el tipo de obra a desarrollar y cuente con la competencia otorgada por su matrícula profesional, conforme a las Leyes 51 de 1986 y 842 de 2003, o normas que las reglamenten, modifiquen o sustituyan.

### **Artículo 3.3.1. Instalaciones eléctricas que requieren diseño**

Toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o básico según el tipo de instalación.

Las siguientes instalaciones eléctricas, que conllevan mayor riesgo, previa a su construcción deben contar con un diseño:

Centrales de generación eléctrica; líneas de transmisión; redes de distribución, subestaciones; equipos paquetizados o prearmados para uso final, instalaciones eléctricas para uso final clasificadas como especiales, procesos de generación con Fuentes No Convencionales de Energía – FNCER conectadas a la red de uso general, o individuales que, a pesar de no estar interconectado a una red general, tenga una capacidad instalable mayor o igual a de 10 kVA. Instalaciones básicas localizadas en edificaciones con más de cuatro cuentas de energía de cualquier carga instalada; instituciones de enseñanza; lugares donde se atiende al público; grandes superficies; instalaciones para urbanizaciones, conjuntos o agrupaciones de edificaciones objeto de una misma licencia o permiso de construcción que contemplen más de cuatro cuentas cualquiera sea su potencia individual instalada, instalaciones básicas de 10 kVA de capacidad instalable o más, y en general aquellas instalaciones que requieran dictamen de inspección o certificación plena como método de demostración de la conformidad según lo indicado en el artículo 4.3.2.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **3.3.1.1. Diseño detallado**

El diseño detallado debe ser ejecutado por profesionales de la ingeniería de acuerdo con la competencia otorgada por su matrícula profesional. Las partes involucradas con el diseño deben atender y respetar los derechos de autor y propiedad intelectual de los diseños. La profundidad con que se traten los temas dependerá de la complejidad y el nivel de riesgo asociado al tipo de instalación y debe contemplar los ítems que le apliquen de la siguiente lista:

El diseño debe contemplar la evaluación y realización de los siguientes ítems que le apliquen al tipo de instalación.

- a. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- b. Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.
- c. Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.
- d. Coordinación de aislamiento eléctrico.
- e. Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra.
- f. Análisis del nivel tensión requerido.
- g. Cálculos de campos electromagnéticos.
- h. Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.
- i. Sistema de puesta a tierra.
- j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
- k. Especificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor, de acuerdo con la norma IEC 60909 u otra equivalente.
- l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.
- m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.
- n. Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.)
- o. Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
- p. Cálculos de regulación de tensión.
- q. Áreas clasificadas como peligrosas.
- r. Diagramas unifilares.
- s. Planos eléctricos para construcción.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.
- u. Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.
- v. Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.
- w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.
- x. Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.

### 3.3.1.2. Diseño básico

El diseño básico debe ser ejecutado por profesionales de la ingeniería de acuerdo con la competencia otorgada por su matrícula profesional. Las partes involucradas con el diseño deben atender y respetar los derechos de autor y propiedad intelectual de los diseños.

El diseño básico se aplica para los siguientes casos:

- a. Instalaciones eléctricas de vivienda unifamiliar o bifamiliares y pequeños comercios o pequeñas industrias de capacidad instalable mayor de 7 kVA y menor o igual de 15 kVA, tensión no mayor a 240 V, que no tengan ambientes o equipos especiales y no hagan parte de edificaciones multifamiliares o construcciones consecutivas objeto de una misma licencia o permiso de construcción que tengan más de cuatro cuentas del servicio de energía y se especifique lo siguiente:
  - 1. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
  - 2. Diseño del sistema de puesta a tierra.
  - 3. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.
  - 4. Cálculos de canalizaciones y volumen de encerramientos (tubos, ductos, canales, electroductos).
  - 5. Cálculos de regulación de tensión.
  - 6. Elaboración de diagramas unifilares.
  - 7. Elaboración de planos eléctricos para construcción.
  - 8. Establecer las distancias de seguridad requeridas.
- b. Ramales de redes aéreas rurales de hasta 50 kVA y 13,2 kV, por ser de menor complejidad. El diseño básico debe basarse en especificaciones predefinidas por el operador de red y cumplir lo siguiente:
  - 1. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
  - 2. Diseño de puesta a tierra.
  - 3. Protecciones contra sobrecorriente y sobretensión.
  - 4. Elaboración de planos eléctricos para construcción.
  - 5. Especificar las distancias mínimas de seguridad requeridas.
  - 6. Definir tensión mecánica máxima de conductores y templetes.

**Parágrafo 1:** En las memorias de cálculo tanto del diseño detallado como del diseño simplificado, el diseñador debe hacer mención expresa de aquellos ítems que a su juicio no aplican en la instalación objeto del diseño y señalar las razones de la no aplicación. La profundidad con que se deben tratar cada uno de los ítems dependerá del tipo, complejidad y riesgos asociados a la instalación, para lo cual el diseñador debe aplicar un juicio profesional, teniendo en cuenta que él es quien debe responder tanto por las deficiencias como por los excesos que conlleve el diseño. Para los casos donde el tipo de equipos a utilizar puede cambiar parámetros de la instalación, tales como (armónicos, factor de potencia, coordinación de protecciones) si al momento de hacer el diseño no se tiene certeza de los equipos a utilizar, se deben simular condiciones de comportamiento de la

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

instalación con características técnicas de equipos comercialmente conocidos y se deben señalar los supuestos.

**Parágrafo 2:** En los cruces o trayectos en servidumbre compartidas de poliductos con líneas o subestaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño se debe profundizar el análisis de los efectos que pueden ocasionar los campos electromagnéticos, sobre el ducto o infraestructura asociada y recomendar las medidas necesarias para minimizar o mitigar tales efectos. En todo caso se debe asegurar que las corrientes inducidas sobre esa infraestructura no generen daño sobre ésta y las tensiones de paso o contacto en caso de falla no superen los valores de la Tabla 3.12.1. a. de este Libro; en estado estable, las tensiones de contacto no deben superar los 15 Vac RMS en secciones y accesorios por encima del nivel del suelo o expuestos.

**Parágrafo 3:** Para un análisis de riesgos de origen eléctrico, el diseñador debe hacer una descripción de los factores de riesgo potenciales o presentes en la instalación y las recomendaciones y medidas consideradas para minimizarlos. El análisis debe tener en cuenta los riesgos de origen eléctrico sobre las personas y los diferentes elementos asociados, tanto a la misma infraestructura eléctrica como a aquellas cercanas a la instalación que pudieran ser afectadas.

**Parágrafo 4:** Las partes involucradas con el diseño deben atender y respetar los derechos de autor y propiedad intelectual de los diseños; la construcción debe ceñirse a ellos y cualquier modificación debe ser consultada con el diseñador, en caso de que éste manifieste expresamente su no participación en la ejecución del proyecto, el constructor deberá tener registro de tal manifiesto por parte del diseñador y cualquier modificación al diseño inicial estará bajo responsabilidad del constructor.

### **Artículo 3.3.2. Instalaciones que requieren esquema constructivo**

Las siguientes instalaciones eléctricas no requieren diseño eléctrico debido a su baja complejidad, por lo tanto, la construcción de estas se puede soportar en estándares usados en la formación y capacitación de técnicos, tecnólogos o ingenieros en electricidad, mediante un esquema constructivo:

Instalaciones básicas, individuales de capacidad instalable menor o iguales a 7 kVA y tensiones no mayores a 240 V que no estén señaladas en el artículo 3.3.1 de los siguientes tipos:

- a. Instalaciones domiciliarias o similares.
- b. Instalaciones de pequeños comercios.
- c. Instalaciones de pequeñas industrias.

#### **3.3.2.1. Esquema constructivo**

Como mecanismo de verificación de la instalación eléctrica que no requiere diseño, quien la construye debe entregar un esquema constructivo, el cual debe ser acorde con el esquema arquitectónico de la construcción donde se va a incorporar la instalación eléctrica.

El esquema debe permitir identificar la disposición física de los principales elementos de la instalación para posteriores intervenciones de operación o mantenimiento. El esquema constructivo debe contener la siguiente información:

Para instalaciones individuales de uso final catalogadas como básicas, el esquema constructivo debe señalar lo siguiente:

- a. Ubicación de la puesta a tierra incluyendo la longitud y material del electrodo, calibre y tipo del conductor.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- b. Ubicación del sistema de medida.
- c. Ubicación del tablero general y de distribución.
- d. Ubicación de las canalizaciones y encerramientos (tubos, canales y cajas), así como los diámetros de tuberías, ancho y profundidad de canales, tipo de canalización y material constructivo de las mismas.
- e. Número y calibres de conductores en cada tramo de tubo o canales (neutro, fases, tierra), indicando el tipo y el material.
- f. Ubicación de los aparatos (interruptores, tomacorriente, timbres, protecciones diferenciales) y puntos de iluminación, indicando el tipo y capacidad de los mismos.
- g. El esquema constructivo debe contener:
  - 1. Cuadro de convenciones, conforme con el RETIE.
  - 2. Cuadro de cargas, señalando potencias y tensiones aplicadas en cada circuito.
  - 3. Señalar los espacios de montaje.

**Parágrafo 1:** El esquema constructivo debe ser suscrito por la persona competente responsable de la construcción de la instalación eléctrica o quien la supervise, es decir por quien suscribe la declaración de cumplimiento la cual expresa que el esquema constructivo aplicado cumple con lo señalado en el presente Reglamento. Dicho esquema debe ser entregado al propietario de la instalación.

### **Artículo 3.3.3. Criterios particulares de diseño**

A continuación, se establecen algunos criterios de diseño a tener en cuenta dependiendo del tipo de instalación que se pretenda implementar.

#### **3.3.3.1. Requisitos para el uso de Dispositivos de Protección contra Sobretensiones – DPS como sistemas de protección**

Toda subestación (transformador) y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta o extra alta tensión, deben disponer de DPS. En los demás equipos de media, alta o extra alta tensión o en redes de baja tensión o de uso final, la necesidad de DPS dependerá del resultado de una evaluación técnica objetiva del nivel de riesgo por sobretensiones transitorias a que pueda ser sometido dicho equipo o instalación. Tal evaluación debe hacerla el responsable del diseño de la instalación, para lo cual debe tener en cuenta entre otros los siguientes factores:

- a. El uso de la instalación.
- b. La coordinación de aislamiento.
- c. La densidad de rayos a tierra.
- d. Las condiciones topográficas de la zona, incluyendo la resistividad del terreno.
- e. Las personas que podrían someterse a una sobretensión.
- f. Los equipos a proteger.

En subestaciones de distribución al interior de edificios, el diseñador evaluará y justificará la posibilidad de instalar sólo los DPS en la transición a la acometida subterránea y no en el transformador.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **3.3.3.2. Cálculo de campos electromagnéticos**

Todo diseño de línea de transmisión de tensión mayor o igual a 57,5 kV, debe incluir cálculos de campo eléctrico y campo magnético, y verificar que en el límite de la zona de servidumbre no se sobrepasan los valores máximos admisibles de la Tabla 3.11.1.a a un metro sobre el nivel del suelo. Además, determinar y señalar gráficamente en 2D la zona donde la densidad de flujo magnético supere 200  $\mu\text{T}$ . Si en la zona aledaña al límite de la servidumbre (menor a 3 metros), existen edificaciones con presencia permanente de personas, se deben calcular los campos eléctrico y magnético en dichos puntos, tales como fachadas, balcones, azoteas, ventanas y pisos más cercanos a la línea, asegurando que los valores no superen los máximos permitidos.

Todo diseño de subestaciones de tensión mayor o igual a 57,5 kV debe incluir cálculos de campo eléctrico y campo magnético, y verificar que no se sobrepasan los valores máximos admisibles de la Tabla 3.11.1.a un metro sobre el nivel del suelo. Además, se deben determinar y señalar en un plano o esquema 2D, las zonas donde la densidad de flujo magnético supere 200  $\mu\text{T}$  y las zonas donde se debe restringir el acceso por superar los 1 000  $\mu\text{T}$ .

En edificaciones localizadas a menos de 15 m de partes energizadas con tensiones superiores a 100 kV, excepto en líneas de transmisión para las cuales aplica lo enunciado anterior, se deben calcular el campo eléctrico y el campo magnético en las fachadas, balcones, azoteas, ventanas y pisos más cercanos, asegurando que ningún valor supere el máximo permitido.

Para edificaciones aledañas (menor a 3 m) a una zona de servidumbre de líneas de transmisión o a una subestación de tensión superior a 100 kV, el diseño debe incluir memorias de cálculo de campos eléctrico y magnético para cada piso, ventana, balcón y fachada más cercanas a la línea o subestación, donde puedan estar ubicadas las personas (lugar de trabajo o domicilio). Para este efecto, el propietario u operador de la línea o subestación debe entregar al diseñador o al propietario del proyecto los máximos valores de tensión y corriente.

Todo proyecto cuya corriente nominal del circuito, de la acometida o del ramal sea de 1 000 A o mayor, debe incluir cálculos de campo eléctrico y campo magnético, y verificar que no se sobrepasan los valores máximos admisibles de la Tabla 3.11.1.a un metro sobre el nivel del suelo. Además, se deben determinar y señalar en un plano o esquema en 2D las zonas donde la densidad de flujo magnético supere 200  $\mu\text{T}$ , especialmente en las zonas de ubicación de bandejas portacables, electroductos o ramales. Los cálculos de campo eléctrico y magnético se deben hacer para los sitios donde se tenga la posibilidad de permanencia prolongada de personas (hasta 8 h) o en zonas de circulación del público. Para estos casos, aplican los valores límites de exposición al público.

### **3.3.3.3. Diseño del sistema de puesta a tierra**

El diseñador de sistemas de puesta a tierra para centrales de generación, procesos de Autogenerador a pequeña - AGPE y Generación distribuida - GD, subestaciones, redes de distribución y líneas de transmisión de alta y extra alta tensión en zonas urbanas o que estén localizadas a menos de 50 m medidos desde el borde más próximo de la estructura hasta escuelas, industrias, comercios, lugares con alta concentración de personas o viviendas de zonas rurales, debe comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo, reconocido por la práctica de la ingeniería actual, que los valores máximos de las tensiones de paso y de contacto a que puedan estar sometidos los seres humanos, no superen los umbrales de soportabilidad. Dichos cálculos deben tomar como base una resistencia del cuerpo de 1 000  $\Omega$  y cada pie como una placa de 200  $\text{cm}^2$  aplicando una fuerza de 250 N.

El procedimiento básico requerido es el siguiente:

- a. Investigar las características del suelo, especialmente la resistividad.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- b. Determinar la corriente máxima de falla a tierra, que debe ser entregada por el operador de red, en media y alta tensión para cada caso particular.
- c. Determinar el tiempo máximo de despeje de la falla para efectos de simulación.
- d. Investigar el tipo de carga.
- e. Calcular de forma preliminar la resistencia de puesta a tierra.
- f. Calcular de forma preliminar las tensiones de paso, contacto y transferidas en la instalación.
- g. 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 de neutro, 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 simplificarse, sin embargo, debe tenerse en cuenta los parámetros de resistividad del terreno, corrientes de falla que se puedan presentar y los tipos de cargas a instalar. En todo caso se deben controlar las tensiones de paso y contacto.

#### **3.3.3.4. Requisitos de diseño para líneas de transmisión**

Toda línea de transmisión objeto del RETIE debe contar con los diseños eléctricos, mecánicos y de obras civiles, que garanticen los niveles de confiabilidad exigidos por la regulación emitida por la entidad competente para cada tipo de línea. El diseño integral de las líneas de transmisión requiere un trabajo multidisciplinario, por tal motivo los profesionales que intervengan deben identificarse con su nombre, número de matrícula profesional y suscribir los documentos con su nombre legible y firma.

El diseño debe contener mínimo la siguiente documentación: Análisis de riesgos de origen eléctrico asociados a la construcción y operación de la línea, memorias de cálculos (eléctricos, estructurales, mecánicos y geotécnicos), especificaciones técnicas, requerimientos ambientales, análisis económicos y planos.

Los planos deben mostrar el tipo de obra a ejecutar, fabricación de estructuras, construcción de accesos, montaje de estructuras, tendido de conductor, cantidad de obra a construir, cantidad y tipo de estructuras, cantidad y tipo de conductor. En las especificaciones técnicas el diseñador debe definir el alcance de los trabajos, las normas generales y particulares aplicables, los equipos utilizados, y los métodos y procedimientos a seguir en la construcción.

El diseño debe contener mínimo los planos de localización, de planta y perfil a lo largo de toda la línea, planos eléctricos donde se identifiquen diagramas de circuito y disposición física de equipos, planos de estructuras. En la vista de perfil deben dibujarse las variaciones de altura de cota del terreno en la proyección del eje de la línea, localizando detalles, la cota a cada 20 m y las pendientes laterales en ese punto, localización, altura y tipo de estructura y plantillado de la curva del conductor más bajo a mayor temperatura.

El diseño también debe contener los planos de las cimentaciones e identificar cada una de las fuerzas que actúan en la estructura y en la cimentación.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

En el diseño se deben tener en cuenta las alternativas de menor impacto ambiental, siguiendo los lineamientos de la autoridad ambiental y los usos del suelo establecidos en los planes de ordenamiento territorial de los municipios.

El diseño eléctrico debe contemplar mínimo lo siguiente:

- a. Comportamiento de la línea tanto en régimen permanente como en régimen transitorio.
- b. Confiabilidad de la línea (número de salidas por 100 km/año).
- c. Estudio del comportamiento dinámico del enlace HVDC ante contingencias.
- d. Coordinación de aislamiento.
- e. Coordinación de protecciones.
- f. Distancias de seguridad incluyendo el análisis de movimientos del conductor.
- g. Establecer los parámetros de la línea.
- h. Estudio de apantallamiento.
- i. Estudio de flujo de cargas.
- j. Estudio de pérdidas de energía.
- k. Evaluar el efecto corona y gradientes superficiales.
- l. Evaluar las sobretensiones por ondas tipo rayo y tipo maniobra.
- m. Evaluar los niveles de campos electromagnéticos según lo establecido en el numeral 3.3.3.2 y el Título 11 del presente libro.
- n. Evaluación de las tensiones y corrientes inducidas en elementos conductores de infraestructura existente en la franja de servidumbre y en sus límites.
- o. Evaluar los niveles de radiointerferencia en la servidumbre y sus límites.
- p. Sistema de puesta a tierra – SPT.
- q. Nivel de ruido audible en la servidumbre y sus límites.
- r. Conductor económico.
- s. Cálculo de pérdidas por efecto corona.

#### **3.3.3.5. Requisitos de diseño de instituciones de asistencia médica**

Se debe efectuar una adecuada coordinación de las protecciones eléctricas con la selectividad que garantice al máximo la continuidad del servicio; en el caso del sistema eléctrico esencial se debe cumplir lo establecido en el numeral 517.31 literal (G) de la norma NTC 2050 segunda actualización.

Se debe entregar un estudio de coordinación de aislamiento, coordinación de protecciones y selectividad que contemple el uso de protecciones de sobretensión en cascada en los circuitos más críticos para garantizar la continuidad de servicio ante eventos de sobretensiones transitorias generadas por descargas atmosféricas o por maniobras en la red.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

El dimensionamiento de los conductores de un circuito de alimentación para 2 o más circuitos ramales que suministren energía a equipos de rayos X, no debe ser inferior al 50 % del valor nominal momentáneo de la unidad de mayor valor nominal, más el 25 % de la demanda nominal momentánea de la siguiente unidad más grande, más el 10 % de valor nominal momentánea de cada unidad adicional. Si se utilizan 2 o más equipos de rayos X simultáneamente, el dimensionamiento de los conductores de alimentación y los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben tener 100 % de la demanda nominal momentánea de cada unidad de rayos X.

Para el dimensionamiento de los conductores de circuitos ramales y protección de sobrecorriente, debe ser la mayor de las siguientes: no debe ser inferior al 50 % de valor nominal de régimen momentáneo o del 100 % de la capacidad en régimen prolongado.

### 3.3.3.6. Requisitos de diseño para la instalación de Canalizaciones eléctricas prefabricadas o electroductos

En sistemas en donde la distorsión armónica total – THD en corriente, sea superior o igual al 15%, se deben dimensionar todos los conductores o barras de acuerdo con el factor de corrección exigido en la IEC 60364-5-52 Anexo E y mostrado en la Figura 3.3.3.6 a., o en la IEEE519.

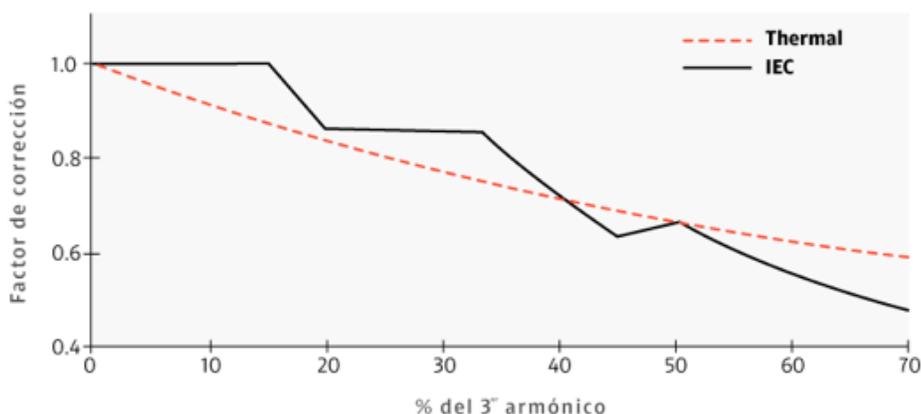


Figura 3.3.3.6. a. Factor de Corrección en función de la proporción de armónicos.  
Fuente: Adoptada de la norma IEC 60364-5-52.

## TÍTULO 4 – ESPACIOS PARA MONTAJE DE EQUIPOS Y DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD, PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

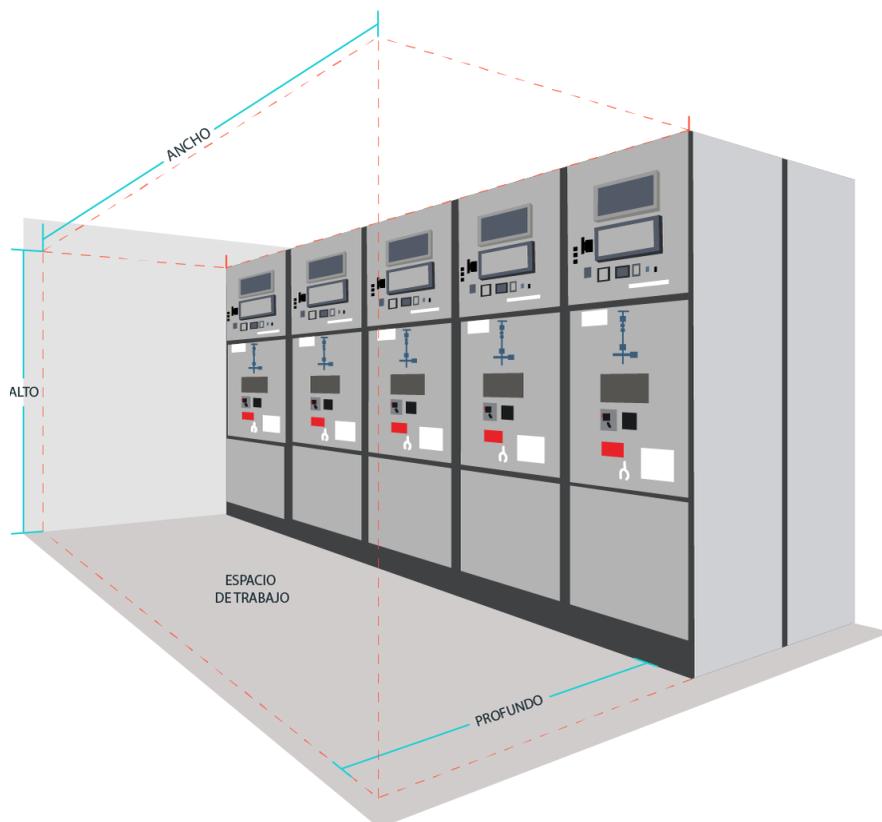
Los lugares donde se construya cualquier instalación eléctrica deben contar con espacios para entrada y salida, montaje de los equipos eléctricos. Igualmente, debe cumplir las distancias mínimas de seguridad para la operación y mantenimiento de los equipos (espacios de trabajo) y demás componentes, de tal manera que se garantice la seguridad tanto de las personas como de la misma instalación y los bienes aledaños, sobre este aspecto se debe tener en cuenta lo siguiente:

- En cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 388 de 1997, en los planes de ordenamiento territorial, se debe disponer de los espacios para la construcción, operación y mantenimiento de las redes de distribución, las líneas de transmisión y las subestaciones, esto con el fin de garantizar los anchos de servidumbre y las distancias mínimas de seguridad establecidas en el Título 10 del presente Libro. Las autoridades de planeación municipal y curadurías deben tener un especial cuidado al momento de otorgar licencias o permisos de construcción, para que se garantice el cumplimiento de las servidumbres y las distancias mínimas de seguridad.
- Los generadores, transmisores y operadores de red deben informar a las autoridades competentes y tomar las medidas correspondientes, cuando se estén

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

violando las servidumbres o las distancias mínimas de seguridad asociadas a la infraestructura para prestación del servicio público de electricidad.

- c. En subestaciones interiores y cuartos eléctricos de media y baja tensión se debe contar con puertas o espacios adecuados para la entrada o salida de los equipos, para efectos de su montaje inicial o posterior reposición, en ningún caso el ancho libre de las puertas de acceso al espacio de trabajo debe ser menor a 90 cm. En subestaciones o cuartos eléctricos contiguos a parqueaderos, se debe disponer de resguardos físicos, tales como separación por muro, que evite que el equipo eléctrico pueda ser impactado por un vehículo o que una chispa pueda iniciar un incendio a los vapores de combustible que puedan estar presentes en el medio, con las áreas de parqueo. Igualmente, se debe asegurar que ningún vehículo impida el acceso y apertura total de las puertas de la subestación o cuarto eléctrico.
- d. En los cuartos que alojan equipos de media tensión, donde puedan quedar personas atrapadas, las hojas de las puertas de evacuación deben abrir hacia afuera y deben disponer de cerradura antipánico o un sistema de bloqueo que evite que la puerta se cierre intempestivamente cuando el personal esté adentro.
- e. Cuando se tengan partes energizadas expuestas con tensión fase tierra menor o igual a 150 V, el espacio de trabajo mínimo no debe ser inferior a 2 m de altura (medidos verticalmente desde el piso o plataforma) o la altura del equipo cuando este sea más alto, 0,76 m de ancho o el ancho del equipo si este es mayor; y 0,9 m de profundidad del espacio de trabajo frente al equipo. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir la apertura a 90° de puertas de los equipos. Para tensiones mayores a 150 V y menores o iguales a 1 000 V fase-tierra, se debe aplicar lo señalado en el numeral 110.26 de la NTC 2050 segunda actualización. Para instalaciones de más de 1 000 V fase-tierra, la altura del espacio de trabajo debe ser como mínimo de 2 metros, con un ancho no inferior a 0,92 m y con una profundidad definida por las condiciones de la tabla 110.34 (A) de la norma NTC 2050 segunda actualización, teniendo en cuenta las excepciones del artículo 110.34 de la mencionada norma. Para mayor claridad se debe tener en cuenta la Figura 3.4.a:



**Figura 3.4. a.** Espacios para montaje de equipos.  
Fuente: Elaboración propia.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- f. Para los accesos a cuartos que contengan equipos de baja tensión con un ancho superior a 1,8 m y que se pueda presentar corrientes superiores a 1 200 amperios nominales, que tengan equipos de corte, protección de sobrecorriente o de control, se debe dar cumplimiento a los requisitos establecidos en el numeral 110.26 (C) de la NTC 2050 Segunda Actualización. Para el caso de equipos con un ancho superior a 1,8 m de más de 1 000 V, se debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 110.33 (A) de la NTC 2050 Segunda Actualización.
- g. En cuartos donde se instalen equipos de más de 800 A y se tenga una o más salidas ubicadas a menos de 7,6 m de cualquier borde del espacio de trabajo, las puertas deberán abrir hacia afuera y estar equipadas de cerraduras antipánico.
- h. El espacio de trabajo y las salidas de las puertas de cuartos eléctricos y bóvedas debe permanecer libre de otros equipos y obstáculos.
- i. En los lugares donde existan áreas comunes o de copropiedad se debe atender los lineamientos de la Ley 675 de 2001 en especial al Artículo 3º, que diferencia entre los bienes comunes y los bienes privados. Según la Ley los bienes comunes son “las partes del edificio, o conjunto sometido al régimen de propiedad horizontal pertenecientes en proindiviso a todos los propietarios de bienes privados, que por su naturaleza o destinación permiten o facilitan la existencia, estabilidad, funcionamiento, conservación, seguridad, uso, goce o explotación de los bienes de dominio particular”. Igualmente señala que los bienes comunes esenciales son los “indispensables para la existencia, estabilidad, conservación y seguridad del edificio o conjunto, así como los imprescindibles para el uso y disfrute de los bienes de dominio particular”, en este sentido se califican como bienes comunes esenciales, entre otros, las instalaciones de servicios públicos básicos y las instalaciones generales de servicios públicos, incluyendo las acometidas, cableados de áreas comunes, armarios de medidores, subestaciones, bandejas, etc.

## **TÍTULO 5 – CÓDIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES DE USO ELÉCTRICO**

Con el objeto de evitar accidentes por errónea interpretación del nivel de tensión y tipo de sistema utilizado, se debe cumplir el código de colores para conductores aislados de potencia, establecido en las Tablas 3.5.a y 3.5.b según corresponda. Se tomará como válido para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o una marcación clara en las partes visibles, con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito igualmente aplica a conductores desnudos, que actúen como barrajes en instalaciones interiores y no para los conductores utilizados en instalaciones a la intemperie diferentes a la acometida.

**Tabla 3.5.a.** Código de colores para conductores c.a.

<b>Sistema c.a.</b>	<b>1Φ</b>	<b>1Φ</b>	<b>3ΦY</b>	<b>3ΦΔ</b>	<b>3ΦΔ-</b>	<b>3ΦY</b>	<b>3ΦY</b>	<b>3ΦΔ</b>	<b>3ΦΔ</b>	<b>3ΦY</b>
Tensión nominal (voltios)	120	480/ 240/ 120	208/ 120	240	240/ 208/ 120	380/ 220	480/ 277	480 - 440	Más de 1 000 V	Más de 1 000 V
Conductor activo	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases	3 fases
Fase	Color fase o negro	Color fases o 1 Negro	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta Café Rojo	Amarillo Violeta Rojo
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Blanco o Gris	No aplica	No aplica	No Aplica
Tierra de protección	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	No Aplica
Tierra aislada	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	No aplica	No aplica	No Aplica

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 del 2013.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

**Tabla 3.5.b. Código de colores para conductores c.c.**

Sistema c.c.	Con conductor medio		Sin conductor medio		Tierra aislada
	TN-S	TN-C y T-T	TN-S	TN-C y T-T	IT
Conductor positivo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Conductor negativo	Azul / Negro*	Azul / Negro*	Negro / Blanco**	Blanco	Blanco
Conductor medio	Blanco	Blanco	No aplica	No aplica	No aplica
Tierra de protección	Verde o Verde/Amarillo	No aplica	Verde o Verde/Amarillo	No aplica	No aplica

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

\* **Nota 1:** Aplica para conductores que no sirvan como el punto de conexión para el conductor puesto a tierra y que sean de calibre 6 AWG o inferior.

\*\* **Nota 2:** En sistemas fotovoltaicos dependerá del tipo de tecnología de inversor a implementar, es decir si este cuenta con transformador o no.

En sistemas con tensión superior a 380 V, adicional a los colores, debe fijarse en los tableros y en puntos accesibles de conductores, una leyenda con el aviso del nivel de tensión respectivo.

En circuitos monofásicos derivados de sistemas trifásicos, el conductor de la fase debe ser marcado de color asignado a la fase en el sistema trifásico donde se derive. Igual tratamiento debe darse a sistemas monofásicos derivados de 2 fases. Si la acometida es monofásica derivada de sistema trifásico, una fase también podrá identificarse con negro.

En todos los casos el neutro debe ser de color blanco o marcado con blanco en todas las partes visibles y la tierra de protección color verde o marcada con franja verde. No se debe utilizar el blanco ni el verde para las fases.

En sistemas de medida semidirecta e indirecta, el cableado de los transformadores tanto de potencial como de corriente, la conexión debe respetar el color de la fase asociada a la entrada del equipo. Para sistemas aislados de tierra en instituciones de asistencia médica, se deben marcar los conductores de la siguiente manera:

- a. **Conductor aislado Nro. 1:** Naranja con por lo menos una banda de color distintivo que no sea blanca, verde ni gris a lo largo de toda la longitud del conductor.
- b. **Conductor separado Nro. 2:** Marrón con por lo menos una banda de color distintivo que no sea blanca, verde ni gris a lo largo de toda la longitud del conductor.

Con objeto de identificar las fases, más no el nivel de tensión, en los sistemas de distribución y transmisión de energía eléctrica, para la identificación de los conductores de fase, se deben utilizar las letras A, B y C. Para redes de distribución que incluyan el conductor de neutro, éste se debe identificar con la letra N.

## **TÍTULO 6 – OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

En todas las instalaciones eléctricas, incluyendo las construidas con anterioridad a la entrada en vigencia del RETIE, es decir, mayo 1º de 2005, el propietario o tenedor de la instalación eléctrica debe verificar que ésta no presente alto riesgo o peligro inminente para la salud o la vida de las personas, animales o el medio ambiente.

Los constructores de instalaciones eléctricas deben suministrar al usuario final, un manual de operación y mantenimiento de la instalación, donde se detallen como mínimo los siguientes aspectos:

- a. Consideraciones particulares para las actividades de mantenimiento de la instalación.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- b. Periodicidad para la ejecución de actividades de mantenimiento.
- c. Consideraciones técnicas para el reemplazo de los equipos o productos que puedan presentar fallas o hayan cumplido con su ciclo de vida útil.
- d. Especificar condiciones de diseño o construcción de la instalación que considere relevantes en términos de seguridad, como por ejemplo el tipo de conductor utilizado y el material del conductor.
- e. Establecer las prohibiciones que le permitan al usuario evitar condiciones de riesgo.
- f. Indicar los protocolos de maniobra y operación que debe tener en cuenta el usuario.
- g. Indicar de las condiciones técnicas especiales que pueda llegar a tener la instalación eléctrica.
- h. Indicar las precauciones y factores de seguridad que debe tener en cuenta el personal que realice las labores de operación y mantenimiento.
- i. Informar al usuario de las acciones a seguir en caso de falla de la instalación, como por ejemplo puntos de contacto con el operador de red para notificación de fallas, dispositivos de parada emergencia o desconexión de la instalación etc.

El tenedor de una instalación eléctrica, que por deficiencias de mantenimiento pueda afectar a terceros, debe establecer y ejecutar planes de mantenimiento que garanticen la seguridad en la instalación, aplicando protocolos eficientes y seguros, tanto para el personal que realiza el mantenimiento como para terceras personas, para la instalación misma y demás bienes de su entorno.

El propietario o tenedor de la instalación eléctrica, es responsable de operarla y mantenerla en condiciones seguras, por lo tanto, debe garantizar que se cumplan las disposiciones del presente Reglamento y demás normas legales o reglamentarias que le apliquen, para lo cual debe apoyarse en personas competentes tanto para la operación como para el mantenimiento. Si la instalación eléctrica presenta alto riesgo causado por personas o situaciones ajenas a la operación o al mantenimiento, el tenedor o propietario debe advertir a los posibles afectados sobre el riesgo a que han sido expuestos y tomar las medidas necesarias para eliminar dicha condición.

Los operadores de red o quienes suministren el fluido eléctrico, una vez enterados del peligro inminente que represente una instalación eléctrica, deben tomar las medidas pertinentes para evitar que el riesgo se convierta en accidente o incidente, si es del caso deben proceder con la desenergización de la instalación, dejando registro de los hechos que llevaron a la toma de tal determinación. Si como consecuencia de la no aplicación de los correctivos ocurre un accidente, la persona o personas que generaron la causa de la inseguridad y quienes a sabiendas del riesgo no tomaron las medidas necesarias, deben ser investigadas por los entes competentes y deben responder por las implicaciones derivadas del hecho.

Las instalaciones que no cumplen las normas y reglamentaciones vigentes al momento de la construcción y presenten riesgo, bien sea, para la seguridad de las personas, la misma instalación, las edificaciones o infraestructura aledaña, deben ser actualizadas bajo los criterios y requisitos del RETIE.

Si como parte de un programa de inspecciones, tal como se les realiza a los medidores, el operador de red o el comercializador de la energía detecta situaciones de peligro inminente, debe solicitarle al propietario o tenedor de la instalación que realice las adecuaciones necesarias para eliminar o minimizar el riesgo. La fecha de entrada en vigencia del Reglamento no podrá considerarse excusa para no corregir las deficiencias que catalogan a la instalación como de alto riesgo o peligro inminente para la salud o la vida de las personas.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

En el caso que los responsables de causar la condición que convierten en peligro inminente la instalación, se nieguen a corregir las deficiencias, cualquier ciudadano podrá informar a los entes de control y vigilancia o hacer uso de los instrumentos legales de participación ciudadana, ante las autoridades judiciales, haciendo la descripción de los aspectos que hacen de la instalación un elemento de peligro inminente o alto riesgo.

## **TÍTULO 7 – CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL, DE PLANEACIÓN LOCAL O REGIONAL Y MINIMIZACIÓN DE PÉRDIDAS TÉCNICAS**

Toda instalación eléctrica debe cumplir las normas que le apliquen, establecidas por las autoridades ambientales y por los entes de planeación de las entidades territoriales, en este sentido las obras de las instalaciones deben atender los planes o esquemas de ordenamiento territorial señalados por dichas entidades.

Por otra parte, todos los equipos o productos objeto del presente Reglamento que se encuentren regulados por la normativa ambiental vigente en materia de la gestión integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE, que hagan parte de los residuos de un proceso de desmantelamiento de una instalación eléctrica deberán ser gestionados por parte de los usuarios finales a través de los mecanismos establecidos por los fabricantes nacionales o importadores de estos aparatos y que estén debidamente autorizados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales; o en caso de no ser posible a través de estos mecanismos, por medio de un gestor de RAEE autorizado; así mismo, en el proceso de desmantelamiento se deben atender todas las disposiciones normativas o regulatorias que establezcan las autoridades ambientales competentes, en relación con la disposición final de productos que no estén cobijados por la normativa en materia de la gestión integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE.

En el diseño de las instalaciones eléctricas, excepto en las residenciales de menos de 15 kVA de carga instalable, se debe hacer análisis del conductor más económico en acometida y alimentadores, considerando el valor de las pérdidas de energía en su vida útil, teniendo en cuenta las cargas estimadas, los tiempos de ocurrencia, las pérdidas adicionales por armónicos y los costos de energía, proyectando el valor actual en la vida útil de la instalación.

En las instalaciones de uso general se deben cumplir los requisitos de pérdidas técnicas determinadas por la CREG o la reglamentación técnica aplicable sobre uso eficiente de la energía eléctrica. El constructor de la instalación debe atender este requerimiento de diseño y no podrá disminuir las especificaciones del conductor, si con la modificación supera los niveles de pérdidas aceptados.

## **TÍTULO 8 – PROTECCIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

El objetivo de un sistema eléctrico de protecciones, y su coordinación es: prevenir accidente de las personas, minimizar daños a los componentes del sistema eléctrico o a los bienes de su entorno, limitar la extensión y duración de las interrupciones del servicio por fallas en la instalación o en los equipos; atenuar los efectos que ocurran en cualquier parte de la instalación, bien sea por errores humanos en la operación y mantenimiento o por condiciones adversas de la naturaleza.

### **Artículo 3.8.1. Requisitos generales de las protecciones**

El estudio de coordinación de protecciones utilizadas en instalaciones eléctricas debe cumplir los siguientes requisitos:

- a. Cuando las protecciones actúen en cascada deben ser debidamente coordinadas. Estas deben proteger y aislar la zona fallada, y su coordinación debe ser de tal forma, que la actuación de una de ellas no aumente o extienda dicha zona o los efectos de la falla.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- b. De la instalación y coordinación de protecciones se debe dejar registros en el manual de operación de la instalación; estos podrán ser consultados por inspectores y autoridades de control y vigilancia.
- c. Los operadores de centrales de generación, líneas de transmisión, subestaciones de uso general y redes de distribución, deben establecer planes de mantenimiento, verificación de la funcionalidad, coordinación y reposición de las protecciones; de dichos planes y su cumplimiento se deben dejar los registros que permitan conocer su trazabilidad.
- d. Para verificar la funcionalidad de las protecciones se debe recurrir a pruebas físicas o a simulaciones; donde lo amerite, se debe contar con una hoja de vida de la protección que permita ver la trazabilidad en sitio.
- e. El operador de red deberá poner a disposición de los diseñadores en caso de que sea necesario, las curvas y demás características de los dispositivos de protección de las redes eléctricas, fundamentales para realizar un estudio de coordinación de protecciones adecuado.
- f. Para la selección del dispositivo de protección de sobrecorriente principal (en el Tablero General) el diseñador debe conocer los valores de la máxima Corriente asimétrica de falla y la máxima Potencia de cortocircuito en dicho punto, los cuales deben ser suministrados por el operador de red.

## TÍTULO 9 – CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE TENSIÓN

Para efectos del presente Reglamento, los sistemas de corriente alterna deben usar tensiones estandarizadas según los siguientes niveles de tensión fase-fase, los cuales se adoptan de la **NTC 1340**, con referentes en **IEC 60038**, **ANSI C84.1**:

- a. **Extra alta tensión – EAT:** Corresponde a tensiones superiores a 230 kV. Tensión normalizada 345 kV y 500 kV.
- b. **Alta tensión – AT:** Tensiones mayores o iguales a 57,5 kV y menores o iguales a 230 kV. Tensiones normalizadas o nominales de 66 kV, 110 kV, 115 kV, 220 kV y 230 kV.
- c. **Media tensión – MT:** Los de tensión nominal superior a 1 000 V e inferior a 57,5 kV. Tensiones normalizadas o nominales de 11,4 kV, 13,2 kV, 34,5 kV, 44 kV.
- d. **Baja tensión – BT:** Los de tensión nominal menor o igual a 1 000 V y mayores o iguales de 25 V c.a. o 60 V c.c.
- e. **Muy Baja tensión – MBT:** Las tensiones inferiores a 25 V en corriente alterna y menores a 50 V en corriente continua. Conforme a la norma IEC 61140 de 2016.

Las tensiones normalizadas o nominales para las redes de baja tensión de uso general son: para sistemas trifásicos 120 V fase tierra, 208 V fase-fase; para sistemas monofásicos trifilares 120 V fase- tierra, 240 V entre conductores activos energizados (vivos); para sistemas monofásicos bifilares 120 V fase-tierra. El uso de equipos de otras tensiones requiere de transformadores especiales, y en los equipos se debe señalar tal condición.

La frecuencia estándar del sistema eléctrico colombiano es de 60 Hz.

Toda instalación eléctrica objeto del RETIE, debe asociarse a uno de los anteriores niveles. Si en la instalación existen circuitos en los que se utilicen distintas tensiones, el conjunto del sistema se clasificará, en el grupo correspondiente al valor de la tensión nominal más elevada.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

## TÍTULO 10 – DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Para efectos del presente Reglamento y teniendo en cuenta que frente al riesgo eléctrico la técnica más efectiva de prevención, siempre será guardar una distancia respecto a las partes energizadas, puesto que el aire es un excelente aislante; en este apartado se fijan las distancias mínimas que deben guardarse entre líneas o redes eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificaciones, piso del terreno destinado a sembrados, pastos o bosques, etc.), con el objeto de evitar contactos accidentales. Las distancias verticales y horizontales que se presentan en las siguientes tablas, se adoptaron de la norma **ANSI C2**; todas las tensiones dadas en estas tablas son entre fases, para circuitos con neutro puesto a tierra sólidamente y otros circuitos en los que se tenga un tiempo despeje de falla a tierra acorde con el presente Reglamento.

Los constructores y en general quienes presenten proyectos a las curadurías, oficinas de planeación del orden territorial y demás entidades responsables de expedir las licencias o permisos de construcción, deben manifestar por escrito que los proyectos que solicitan dicho trámite cumplen a cabalidad con las distancias mínimas de seguridad y las franjas de servidumbre establecidas en el RETIE.

Es responsabilidad del diseñador de la instalación eléctrica verificar que en la etapa pre-constructiva este requisito se cumpla. No se podrá dar la conformidad con el RETIE a instalaciones que violen estas distancias. La persona competente responsable de la construcción de la instalación o el inspector que viole esta disposición, sin perjuicio de las acciones penales o civiles, debe ser denunciado e investigado disciplinariamente por el consejo profesional respectivo.

El propietario de una instalación que al modificar la construcción viole las distancias mínimas de seguridad, será objeto de la investigación administrativa correspondiente por parte de las entidades de control y vigilancia por poner en alto riesgo de electrocución, no sólo a las personas que hacen uso de la instalación, sino a terceras personas debido al riesgo de incendio o explosión a las edificaciones contiguas.

A menos que se indique lo contrario, todas las distancias de seguridad deben ser medidas de superficie a superficie. Para la medición de distancias de seguridad, los accesorios metálicos normalmente energizados serán considerados como parte de los conductores de línea y las bases metálicas de los terminales del cable o los dispositivos similares, deben ser tomados como parte de la estructura de soporte. La exactitud en los elementos de medida no podrá tener un error de más o menos 0,5%.

Para mayor claridad se deben tener en cuenta las notas explicativas, las figuras y las tablas aquí establecidas:

**Nota 1:** Las distancias de seguridad establecidas en las tablas de los artículos 3.10.1 a 3.10.4 del presente libro, aplican a conductores desnudos tanto en corriente alterna como en corriente directa.

**Nota 2:** En el caso de tensiones mayores a 57,5 kV entre fases, las distancias de aislamiento eléctrico especificadas en las tablas se incrementarán en un 3% por cada 300 m que sobrepasen los 1 000 metros sobre el nivel del mar.

**Nota 3:** Las distancias verticales se toman siempre desde el punto energizado más cercano al lugar de posible contacto.

**Nota 4:** La distancia horizontal “b” se toma desde la parte energizada más cercana al sitio de posible contacto, es decir, trazando un círculo desde la parte energizada, teniendo en cuenta la posibilidad real de expansión vertical que tenga la edificación y que en ningún momento la red quede encima de la construcción.

**Nota 5:** Si se tiene una instalación con una tensión diferente a las contempladas en el presente Reglamento, debe cumplirse el requisito exigido para la tensión inmediatamente superior.

**Nota 6:** Un techo, balcón o área es considerado accesible para los peatones si éste puede ser alcanzado de manera casual a través de una puerta, rampa, ventana, escalera o una escalera a mano permanentemente utilizada por una persona, a pie, alguien que no despliega ningún esfuerzo físico complejo, ni emplea ningún instrumento o dispositivo especial para tener acceso a éstos. No se considera un medio de acceso a una escalera permanentemente utilizada si es que su peldaño más bajo está ubicado a una altura de 2,45 m o más, desde el nivel del piso u otra superficie accesible fija.

**Nota 7:** Si se tiene un tendido aéreo con cable aislado y con pantalla no se aplican estas distancias; tampoco se aplica para conductores aislados para baja tensión.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

**Nota 8:** En techos metálicos cercanos o en casos de redes de conducción que van paralelas o que cruzan las líneas de media, alta y extra alta tensión, se debe verificar que las tensiones inducidas no generen peligro o no afecten el funcionamiento de otras redes.

**Nota 9:** Donde el espacio disponible no permita cumplir las distancias horizontales de la Tabla 3.10.1.a. para redes de media tensión, tales como edificaciones con fachadas o terrazas cercanas, la separación se puede reducir hasta en un 30%, siempre y cuando los conductores, empalmes y herrajes tengan una cubierta que proporcione suficiente rigidez dieléctrica para limitar la probabilidad de falla a tierra, tal como la de los cables cubiertos con dos o tres capas para red compacta. Adicionalmente, deben tener espaciadores y una señalización que indique que es cable no aislado. En zonas arborizadas urbanas se recomienda usar esta tecnología para disminuir las podas.

**Nota 10:** En general los conductores de la línea de mayor tensión deben estar a mayor altura que los de la de menor tensión. Excepto los cables de guarda y los neutros de redes de BT.

### Artículo 3.10.1. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Las distancias mínimas de seguridad que deben guardar las partes energizadas respecto de las construcciones son las establecidas en la Tabla 3.10.1. a. del presente Libro y para su interpretación se debe tener en cuenta la Figura 3.10.1. a.

Igualmente, en instalaciones construidas bajo criterio de la norma **IEC 60364**, para tensiones mayores de **1 kV**, se deben tener en cuenta y aplicar las distancias de la **IEC 61936 -1**.

Únicamente se permite el paso de conductores por encima de construcciones (distancia vertical “a”) cuando el tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control, tanto de la instalación eléctrica como de las modificaciones de la edificación o estructura de la planta.

Entendido esto como la administración, operación y mantenimiento, tanto de la edificación como de la instalación eléctrica.

En ningún caso se permitirá el paso de conductores de redes o líneas del servicio público, por encima de edificaciones donde se tenga presencia de personas distintas a aquellas que ejecuten labores propias de los operadores de red, transmisores o generadores de energía eléctrica de la red pública.

Tabla 3.10.1. a. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical “a” sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 3.10.1. a.).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal “b” a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 3.10.1. a.)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical “c” sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 3.10.1. a.)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical “d” a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 3.10.1. a.) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

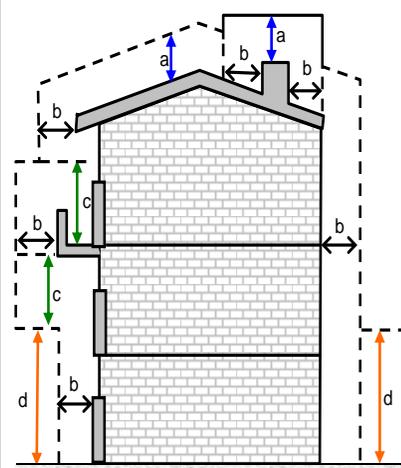


Figura 3.10.1. a. Distancias de seguridad en zonas con construcciones.

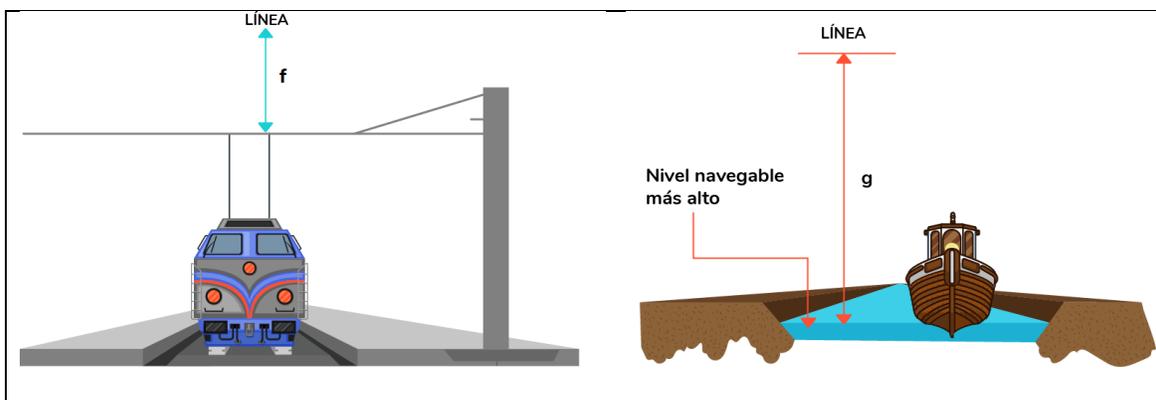
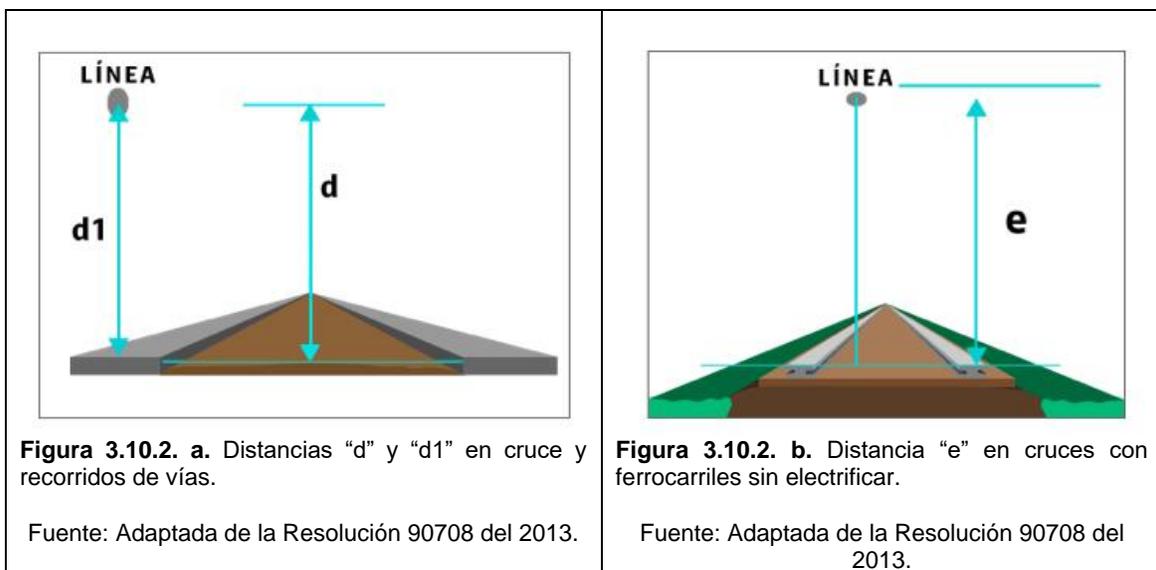
Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 de 2013.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

**Nota 1:** En redes públicas o de uso general no se permite la construcción de edificaciones debajo de los conductores; en caso de presentarse tal situación el operador de red solicitará a las autoridades competentes tomar las medidas pertinentes. Tampoco será permitida la construcción de redes para uso público por encima de las edificaciones a excepción de los casos indicados en el párrafo 3 de este numeral.

### Artículo 3.10.2. Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones

En líneas de transmisión o redes de distribución, la altura de los conductores respecto del piso o de la vía, como lo señalan las Figuras 3.10.2. a. y 3.10.2. b., no podrá ser menor a las establecidas en la Tabla 3.10.2. a. Para vías férreas y ríos deberá cumplir lo establecido en la figura 3.10.2. c.



**Nota 1:** En el caso de tensiones línea – tierra que superen 98 kV, se deberán aumentar las distancias de la Tabla 3.10.2. a. o disminuir el campo eléctrico, considerando que el vehículo o equipo más grande esperado bajo la línea fuera conectado a tierra para limitar a 5 mA rms la corriente de estado estacionario debida a los efectos electrostáticos. Para este cálculo, los conductores deben tener una flecha a 50 °C de temperatura.

**Tabla 3.10.2. a.** Distancias mínimas de seguridad para diferentes situaciones

Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia mínima al suelo “d” en <b>cruces</b> con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular (Figura 11.2.1.).	500	11,5
	230/220	8,5
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5,0

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas.	<1	5,6
Distancia mínima al suelo “d1” desde líneas que recorren avenidas, carreteras y calles (Figura 11.2.1.).	500	11,5
	230/220	8,0
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5,0
Distancia mínima al suelo “d” en zonas de bosques de arbustos, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc. Siempre que se tenga el control de la altura máxima que pueden alcanzar las copas de los arbustos o huertos, localizados en las zonas de servidumbre (Figura 11.2.1.).	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5,0
En áreas de bosques y huertos donde se dificulta el control absoluto del crecimiento de estas plantas y sus copas puedan ocasionar acercamientos peligrosos, o se requiera el uso de maquinaria agrícola de gran altura o en cruces de ferrocarriles sin electrificar, se debe aplicar como distancia “e” estos valores (Figura 11.2.2.).	500	11,1
	230/220	9,3
	115/110	8,6
	66/57,5	8,3
	44/34,5/33	8,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	8,1
	<1	7,5
Distancia mínima vertical en el cruce “f” a los conductores alimentadores de ferrocarriles electrificados, teleféricos, tranvías y trole-buses (Figura 11.2.3).	500	4,8
	230/220	3,0
	115/110	2,3
	66/57,5	2,0
	44/34,5/33	1,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	1,8
	<1	1,2
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua “g” en cruce con ríos, canales navegables o flotantes adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor de 7 m (Figura 11.2.3)	500	12,9
	230/220	11,3
	115/110	10,6
	66/57,5	10,4
	44/34,5/33	10,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	10,2
	<1	9,6
Distancia mínima vertical respecto del máximo nivel del agua “g” en cruce con ríos, canales navegables o flotantes, no adecuadas para embarcaciones con altura mayor a 2 m. (Figura 11.2.3)	500	7,9
	230/220	6,3
	115/110	5,6
	66/57,5	5,4
	44/34,5/33	5,2
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,2
	<1	4,6
Distancia mínima vertical al piso en cruce por espacios usados como campos deportivos abiertos, sin infraestructura en la zona de servidumbre, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificaciones ubicadas debajo de los conductores.	500	14,6
	230/220	12,8
	115/110	12
	66/57,5	12
	44/34,5/33	12
	13,8/13,2/11,4/7,6	12
	<1	12
Distancia mínima horizontal en cruce cercano a campos deportivos que incluyan infraestructura, tales como graderías, casetas o cualquier tipo de edificación asociada al campo deportivo.	500	11,1
	230/220	9,3
	115/110	7,0
	66/57,5	7,0
	44/34,5/33	7,0
	13,8/13,2/11,4/7,6	7,0
	<1	7,0

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

### Artículo 3.10.3. Distancias verticales mínimas en cruces de distintas líneas

Las distancias verticales mínimas en cruces o recorridos paralelos de distintas líneas no podrán ser menores a las establecidas en la Tabla 3.10.3.a.

**Tabla 3.10.3.a.** Distancias verticales mínimas en vanos con líneas de diferentes tensiones

Tensión nominal (kV) entre fases de la línea superior	DISTANCIAS EN METROS									
	500	4,8	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,6	5,3	7,1
230/220	3,0	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,9	3,6		
115/110	2,3	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,2			
66	2,0	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5				
57,5	1,9	1,3	1,3	1,3	1,4					
44/34,5/33	1,8	1,2	1,2	1,3						
13,8/13,2/11,4/7,6	1,8	1,2	0,6							
<1	1,2	0,6								
Comunicaciones	0,6									
Comunicación	<1	13,8/ 13,2/ 11,4/ 7,6	44/ 34,5/ 33	57,5	66	115/ 110	230/ 220	500		
Tensión nominal (kV) entre fases de la línea inferior										

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

**Nota 1:** Las distancias están calculadas teniendo en cuenta la regla 233C2.a del NESC La tabla está basada en la tensión nominal fase-tierra.

**Nota 2:** Cuando el circuito inferior tenga cable de guarda, la distancia mínima vertical en el cruce será la que corresponda al nivel de tensión del circuito superior con la columna de menos de 1 kV.

### Artículo 3.10.4. Distancias mínimas entre conductores en la misma estructura

Los conductores sobre apoyos fijos deben tener distancias horizontales y verticales entre cada uno, no menores que el valor requerido en las Tablas 3.10.4. a. y 3.10.4. b.

Cuando se tienen conductores de diferentes circuitos, la tensión considerada debe ser la de fase-tierra del circuito de más alta tensión o la diferencia fasorial entre las tensiones de los conductores considerados.

Cuando se utilicen aisladores de suspensión y su movimiento no esté limitado, la distancia horizontal de seguridad entre los conductores debe incrementarse de tal forma que la cadena de aisladores pueda moverse transversalmente hasta su máximo ángulo de balanceo de diseño, sin reducir los valores indicados en la Tabla 3.10.4. a. El desplazamiento de los conductores debe incluir la deflexión de estructuras flexibles y accesorios, cuando dicha deflexión pueda reducir la distancia horizontal de seguridad entre los conductores.

**Tabla 3.10.4. a.** Distancia horizontal entre conductores soportados en la misma estructura de apoyo

CLASE DE CIRCUITO Y TENSIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES CONSIDERADOS	DISTANCIAS HORIZONTALES DE SEGURIDAD (cm)
Conductores de comunicación expuestos.	15 <sup>(1)</sup> 7,5 <sup>(2)</sup>
Alimentadores de vías férreas 0 a 750 V (4/0 AWG o mayor calibre). 0 a 750 V (calibre menor de 4/0 AWG). Entre 750 V y 8,7 kV.	15 30 30
Conductores de suministro del mismo circuito. 0 a 8,7 kV. Entre 8,7 y 50 kV. Más de 50 kV.	30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV Debe atender normas internacionales
Conductores de suministro de diferente circuito <sup>(3)</sup> 0 a 8,7 kV Entre 8,7 y 50 kV Entre 50 kV y 814 kV	30 30 más 1 cm por kV sobre 8,7 kV 71,5 más 1 cm por kV sobre 50 kV

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

**Nota 1:** No se aplica en los puntos de transposición de conductores.

**Nota 2:** Permitido donde se ha usado regularmente espaciamiento entre pines, menor a 15 cm. No se aplica en los puntos de transposición de conductores.

**Nota 3:** Para las tensiones que excedan los 57,5 kV, la distancia de seguridad debe ser incrementada en un 3% por cada 300 m en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar. Todas las distancias de seguridad para tensiones mayores de 50 kV se basarán en la máxima tensión de operación.

**Tabla 3.10.4. b.** Distancia vertical mínima en metros entre conductores sobre la misma estructura

		CONDUCTORES A MAYOR ALTURA		
		CONDUCTORES DE SUMINISTRO A LA INTEMPERIE (TENSIÓN EN kV)		
		HASTA 1 kV	ENTRE 7,6 Y 66 kV	
CONDUCTORES A MENOR ALTURA	Conductores y cables de comunicación, localizados en el apoyo de empresa de energía, o de empresas comunicaciones.		0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV.
	Conductores de suministro eléctrico a la intemperie	Hasta 1 kV	0,4	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 1 kV y 7,6 kV	No permitido	0,4 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 11,4 kV y 34,5 kV	No permitido	0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV
		Entre 44 kV y 66 kV	No permitido	0,6 más 0,01 m por kV sobre 7,6 kV

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

**Nota 1:** Estas distancias son para circuitos de una misma empresa operadora. Para circuitos de diferentes empresas la distancia se debe aumentar en 0,6 m.

**Nota 2:** Para las tensiones que excedan los 66 kV, la distancia de seguridad vertical entre conductores debe ser incrementada por el factor de corrección por altura.

**Parágrafo 1:** Se podrá usar tecnología de líneas compactas para una línea o varias líneas en la misma estructura, siempre que se cumplan las distancias de seguridad definidas en normas internacionales, de reconocimiento internacional como IEEE o recomendaciones del CIGRE para este tipo de configuraciones.

**Parágrafo 2:** Los conductores del mismo circuito de una red compacta con cables cubiertos o semiaislados, no deben tener una separación menor a 18 cm para tensiones menores de 15 kV, ni menor a 27 cm para tensiones entre 15 kV y 34,5 kV.

### **Artículo 3.10.5. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas**

Cuando se va a trabajar en partes energizadas o cerca de ellas, el trabajador puede estar expuesto a contactos directos, inducción o arcos eléctricos. Por tanto, la instalación se debe poner en condición eléctricamente segura antes de iniciar la labor.

El trabajo con tensión debe ser permitido cuando se demuestre que al desenergizar se generan riesgos adicionales incluyendo los de carácter social y/o ambiental. Se exceptúa de este requisito los trabajos en líneas de transmisión y en redes de distribución, siempre y cuando se disponga de los equipos y protocolos adecuados, y se cumplan los requisitos señalados en el presente Reglamento.

Los accidentes de origen eléctrico en trabajos con partes energizadas comúnmente son el resultado de arcos eléctricos originados en cortocircuitos, fallas a tierra, contacto de herramientas con partes energizadas, choque térmico, acumulación de polvos, pérdidas de aislamiento, depósitos de material conductor o la ionización del medio.

El arco eléctrico produce radiación térmica que genera temperaturas hasta de 20.000 °C las cuales hacen que los materiales involucrados presenten desintegración y cambios de estado, esto lleva a la formación y desprendimiento de gases de metales y de material no metálico, con altos contenidos de sustancias tóxicas. Esta elevada temperatura conlleva a

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

un aumento súbito de presión hasta de 30 t/m<sup>2</sup> capaz de lanzar partículas sólidas (metralla), con velocidades comparables a las de los proyectiles y niveles de ruido por encima de 120 dB. Igualmente, las altas temperaturas producen radiación de diversas longitudes de onda que pueden llegar a valores cercanos a los de rayos X, capaces de producir lesiones al cuerpo humano.

Para actividades tales como cambio de interruptores o partes de él, intervenciones sobre transformadores de corriente, mantenimiento de barrajes, instalación y retiro de medidores, apertura de condensadores, macromediciones, medición de tensión y corriente, entre otras; deben cumplirse procedimientos seguros como los establecidos en la **NFPA 70 E** o **IEC 60364**.

Para todo tipo de trabajo eléctrico se debe realizar un análisis de riesgos acorde a lo establecido en el presente Reglamento, y donde se tenga en cuenta, entre otras cosas, el nivel de tensión, la potencia de cortocircuito y el tiempo de despeje de la falla, los cuales determinan la categoría del riesgo y el elemento de protección a utilizar.

Las instalaciones de los tableros de distribución y de potencia, centros de control de motores, celdas, y en general aquellos tableros de potencia mayor a 100 kVA, deben cumplir lo siguiente; a excepción de las instalaciones domiciliarias o similares, de pequeños comercios y pequeñas industrias:

- a. Consultar y acatar la información de la etiqueta del equipo, donde se indique el nivel de riesgo y elementos de protección requeridos.
- b. Realizar una correcta señalización del área de trabajo y de las zonas aledañas a ésta.
- c. Tener un plano actualizado y aprobado por una persona competente.
- d. En tableros y celdas donde la energía incidente sea igual o superior a 5 J/cm<sup>2</sup> (1,2 cal/cm<sup>2</sup>), se debe fijar un aviso que indique la frontera de arco eléctrico, los datos sobre este riesgo y la leyenda: “riesgo de arco eléctrico”.
- e. Las personas no competentes, no deben sobrepasar el límite de aproximación restringido. Cuando se requiera intervenir una fachada cercana a redes eléctricas desnudas, se debe solicitar al operador de red el cubrimiento o aislamiento temporal de los conductores, y el operador de red debe atender la solicitud, a costo del usuario.
- f. El límite de aproximación restringida debe ser señalizado ya sea con una franja visible hecha con pintura reflectiva color amarillo u otra señal que brinde un cerramiento temporal y facilite al personal sin autorización identificar el máximo acercamiento permitido.
- g. Cumplir las distancias mínimas de aproximación a equipos energizados de las Tablas 3.10.5. b. o 3.10.5. c. y la Figura 3.10.5. a. según corresponda, las cuales son adaptadas de la NFPA 70 E e IEEE 1584. Estas distancias son barreras que buscan prevenir lesiones al trabajador y son primordiales para la seguridad eléctrica.

**Tabla 3.10.5. b.** Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta	
50 V – 300 V	3,0	1,0	0,30
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8
46,1 kV – 72,5 kV	3,0	2,5	1,0
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta	
138 kV - 145 kV	3,4	3,0	1,2
161 kV - 169 kV	3,6	3,6	1,3
230 kV - 242 kV	4,0	4,0	1,7
345 kV - 362 kV	4,7	4,7	2,8
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

Tabla 3.10.5. c. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente continua

Tensión nominal	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta	
100 V – 300 V	3,0 m	1,0 m	0,3
301 V – 1 kV	3,0 m	1,0 m	0,3
1,1 kV – 5 kV	3,0 m	1,5 m	0,5
5,1 kV – 15 kV	3,0 m	1,5 m	0,7
15,1 kV – 45 kV	3,0 m	2,5 m	0,8
45,1 kV – 75 kV	3,0 m	2,5 m	1,0
75,1 kV – 150 kV	3,3 m	3,0 m	1,2
150,1 kV – 250 kV	3,6 m	3,6 m	1,6
250,1 kV – 500 kV	6,0 m	6,0 m	3,5
500,1 kV – 800 kV	8,0 m	8,0 m	5,0

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

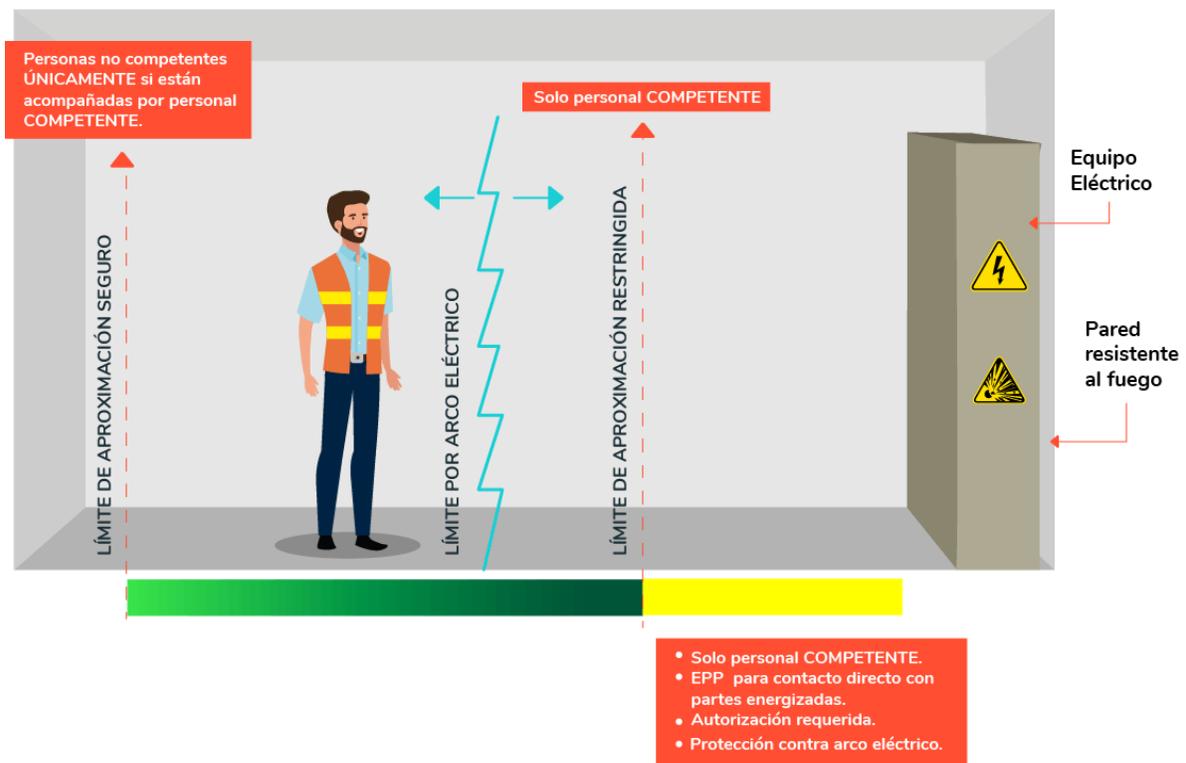


Figura 3.10.5. a. Límites de aproximación.

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

**Parágrafo 1:** En el caso de instalaciones de equipos paquetizados o subestaciones prefabricadas, se considerará la frontera de aproximación restringida a la distancia mínima entre equipos y paredes. El acceso a la instalación interior se considerará como la frontera restringida, siempre que el equipo sea de frente muerto.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

## TÍTULO 11 – CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

El presente Reglamento establece valores de máxima intensidad de campo eléctrico y densidad de flujo magnético en baja frecuencia (0 a 300 Hz), para las zonas donde puedan permanecer personas, independientemente del tiempo de permanencia, los cuales están basados en estudios de la Organización Mundial de la Salud – OMS y de la International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP (revisión 2010). Dichos estudios han demostrado que los campos electromagnéticos de bajas frecuencias no producen efectos nocivos en los seres vivos, para los umbrales establecidos en el presente Reglamento. Las instalaciones eléctricas que funcionan a 60 Hz producen campos electromagnéticos a esta frecuencia, lo que permite calcular o medir el campo eléctrico y el campo magnético en forma independiente.

$$1 \text{ tesla} = 1 \text{ N}/(\text{A} \cdot \text{m}) = 1 \text{ V} \cdot \text{s}/\text{m}^2 = 1 \text{ Wb}/\text{m}^2 = 10\,000 \text{ gauss} \quad \text{Ecuación 1}$$

### Artículo 3.11.1. Valores límites de exposición a campos electromagnéticos

Para el caso de las instalaciones objeto de este Reglamento, las personas que por sus actividades estén expuestas a campos electromagnéticos o el público en general, no debe ser sometido a campos que superen los valores establecidos en la Tabla 3.11.1.a.

**Tabla 3.11.1. a.** Valores límites de exposición a campos electromagnéticos

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	1 000
Exposición del público en general	4,16	200

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 del 2013.

**Nota 1:** La exposición ocupacional se refiere a personas adultas, competentes, que generalmente están expuestas a campos electromagnéticos bajo condiciones conocidas, que son conscientes del riesgo potencial y están entrenados para tomar las precauciones necesarias. En contraste, el público en general comprende individuos de todas las edades y de estados de salud variables, puede incluir individuos particularmente susceptibles que generalmente no están conscientes de su exposición a los campos electromagnéticos.

### Artículo 3.11.2. Medición de campos electromagnéticos

Durante el proceso de certificación de la conformidad de las instalaciones eléctricas, se debe medir los valores de campo eléctrico y densidad de flujo magnético en los lugares donde haya presencia de personas, y donde los valores reales de campo se aproximen o superen los máximos permitidos establecidos en el presente reglamento, las mediciones deben hacerse a una altura de un metro sobre el piso. Para la medición se pueden usar los métodos de la **IEEE 644** o la **IEEE 1243**, y se debe dejar registro escrito.

En el caso de líneas de transmisión, el campo eléctrico y la densidad de flujo magnético se deben 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 máximo que se registre en el límite exterior de la zona de servidumbre. Si existen edificaciones a menos de 20 m de líneas de 110 kV o menos de 30 m para tensiones mayores, se debe medir el campo electromagnético en los sitios donde pueda haber permanencia de personas (fachadas, balcones, ventanas o azoteas), tomando como referencia el conductor más cercano.

En el caso de subestaciones con tensiones superiores a 100 kV, o que tengan corrientes mayores a 1 000 A, el campo eléctrico y la densidad de flujo magnético se deben medir de tal manera que cubra todas las zonas internas, el umbral aceptado será el de exposición ocupacional; en el borde externo del encerramiento el valor medido no debe superar el de exposición al público. Si existen edificaciones contiguas, se debe medir el campo eléctrico y la densidad de flujo magnético en el punto más cercano donde pueda haber permanencia de personas (fachadas, balcones, azoteas, ventanas).

En edificaciones destinadas a: industria, comercio, vivienda, oficinas y demás lugares que incluyan puestos de trabajo o se tenga permanencia de personas y las personas estén a

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

menos de un metro de conductores con capacidad nominal mayor o igual a 1 000 A, en el proceso de inspección se debe comprobar el valor de la densidad de flujo magnético, así los lugares de trabajo estén separados de los circuitos por medio de muros o placas de piso.

Si el valor medido supera el umbral de exposición al público, se debe demarcar y restringir la presencia de personas en dicho lugar.

## **TÍTULO 12 – SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

Toda instalación eléctrica que le aplique el RETIE, 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, queden sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.

El requisito de puesta a tierra para instalaciones eléctricas cubre, el sistema eléctrico y los apoyos o 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 humanos es la máxima energía eléctrica que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto o transferidas y no el valor de resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente. Sin embargo, un bajo valor de la resistencia de puesta a tierra es siempre deseable para disminuir la máxima elevación de potencial o GPR – Ground Potential Rise.

### **Artículo 3.12.1. Requisitos generales del sistema de puesta a tierra**

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

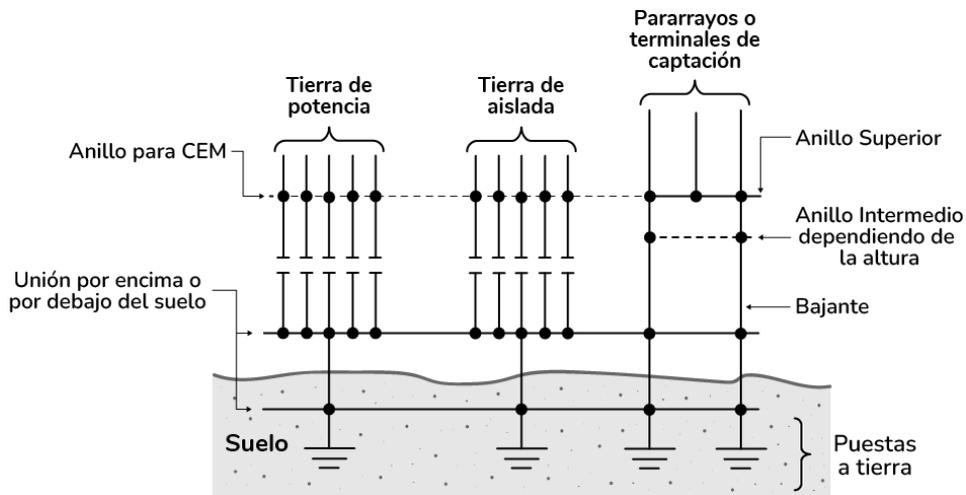
- a. Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas no podrán ser incluidos como parte de los conductores del sistema de puesta a tierra.

Este requisito no excluye el hecho de que se deben conectar a tierra, en muchos casos.

- b. Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general. Este requisito es fundamental en los refuerzos estructurales de pisos que soporte transformadores o celdas.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

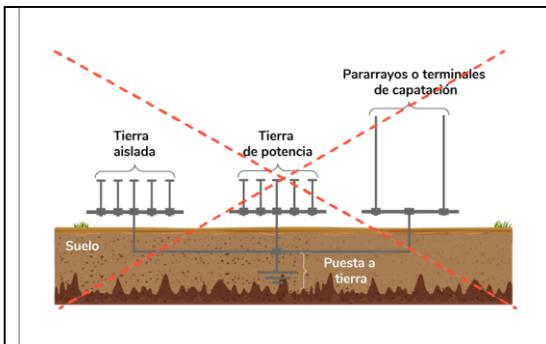
- c. Las conexiones que van bajo el nivel del suelo (puesta a tierra), deben ser realizadas con soldadura exotérmica o conector certificado para enterramiento directo conforme a normas tales como IEEE 837, UL 467, UL 486A o la norma NTC 2206.
- d. Para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red equipotencial cumplan con el presente Reglamento, se deben dejar puntos de conexión accesibles e inspeccionables al momento de la medición. Cuando para este efecto se construyan cajas de inspección, sus dimensiones internas deben ser mínimo de 30 cm x 30 cm, o de 30 cm de diámetro si es circular y su tapa debe ser removible, no aplica a los electrodos de líneas de transmisión y redes de distribución.
- 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 Figura 3.12.1. a.



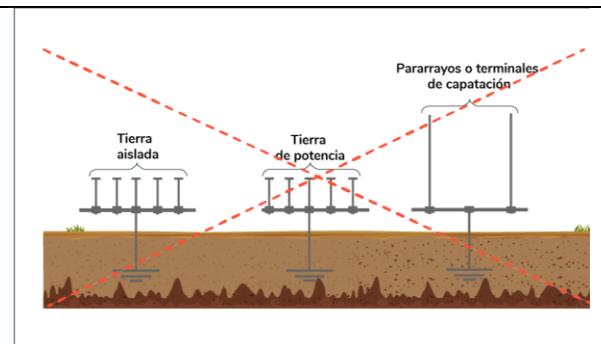
**Figura 3.12.1. a.** Sistemas con puestas a tierra dedicadas e interconectadas.  
Fuente: Adoptada de la norma IEC-61000-5-2.

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 nivel del terreno.

- f. Para un mismo edificio, quedan expresamente prohibidos los sistemas de puesta a tierra que aparecen en las Figuras 3.12.1. b. y 3.12.1. c., según criterio adoptado de la IEC 61000-5-2, el cual está establecido igualmente en la NTC 2050 segunda actualización y en la IEC 60364.



**Figura 3.12.1. b.** Una sola puesta a tierra para todas las necesidades.  
Fuente: Adoptada de la norma IEC-61000-5-2.



**Figura 3.12.1. c.** Puestas a tierra separadas o independientes.  
Fuente: Adoptada de la norma IEC-61000-5-2.

- g. Los valores de máximos permisibles de tensión de contacto y de paso deben ser calculados siguiendo la metodología de la norma IEEE 80. En caso de que no tener

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

una capa superficial, no se deben superar los valores dados en la Tabla 3.12.1. a., que corresponden a la máxima tensión de contacto aplicada al ser humano (con una resistencia equivalente de 1 000  $\Omega$ ), la cual está dada en función del tiempo 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 o impedancia promedio netas del cuerpo humano entre mano y pie, sin que se presenten perforaciones en la piel y sin el efecto de las resistencias externas adicionalmente involucradas entre la persona y la estructura puesta 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 siguiente ecuación, para un ser humano de 50 kilos cuando no se tiene capas superficiales.

$$\text{Máxima tensión de contacto} = \frac{116}{\sqrt{t}} [V, c. a.] \quad \text{Ecuación 2}$$

La columna dos de la tabla 3.12.1.a aplica a sitios con acceso al público en general y fue obtenida a partir de la norma IEC 60479-1 y tomando la curva C1 de la Figura 1.5.1.2. a. del Libro 1 de Disposiciones Generales (probabilidad de fibrilación del 5%). La columna tres aplica para instalaciones de media, alta y extra alta tensión, donde se tenga la presencia de personal que conoce el riesgo y está dotado de elementos de protección personal.

**Tabla 3.12.1. a. Máxima tensión de contacto admisible para un ser humano**

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEC para 95% de la población. (Público en general)	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEEE para personas de 50 kg (Ocupacional)
Mayor a 2 s	50 voltios	82 voltios
1 s	55 voltios	116 voltios
700 ms	70 voltios	138 voltios
500 ms	80 voltios	164 voltios
400 ms	130 voltios	183 voltios
300 ms	200 voltios	211 voltios
200 ms	270 voltios	259 voltios
150 ms	300 voltios	299 voltios
100 ms	320 voltios	366 voltios
50 ms	345 voltios	518 voltios

Fuente: Adaptada de las normas IEC 60479-1 e IEEE 80.

### Artículo 3.12.2. Componentes de los sistemas de puesta a tierra

Por su gran incidencia en la seguridad, los productos utilizados en los sistemas de puesta a tierra deben estar diseñados y construidos con los materiales apropiados para soportar las condiciones del terreno, deben cumplir los requisitos establecidos en el Libro 2 y demostrarlo mediante un certificado de producto en los términos que establece el Libro 4.

#### 3.12.2.1. Electrodo 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. Para la instalación de los electrodos se deben considerar los siguientes requisitos:
  1. El instalador debe atender el procedimiento específico para su instalación y adecuada conservación recomendado por el fabricante.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

2. La unión entre el electrodo y el conductor a tierra debe hacerse con soldadura exotérmica o con un conector certificado para enterramiento directo. Cada electrodo que no sea punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la puesta a tierra debe quedar enterrado en su totalidad, sin embargo, el punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la puesta a tierra debe ser accesible, en ese punto se permite que la parte superior del electrodo enterrado quede visible máximo 15 cm medidos desde el fondo de la caja de registro, la cual deberá tener una profundidad suficiente para que no sobresalga el electrodo por encima del terreno o piso terminado. Este ítem no aplica a electrodos enterrados en las bases de estructuras de líneas de transmisión ni a los instalados horizontalmente.
3. El electrodo puede ser instalado en forma vertical, con una inclinación de 45° o de forma horizontal (a 75 cm de profundidad), siempre que garantice el cumplimiento de su objetivo, conforme al literal (G) de la sección 250-53 de la NTC 2050 segunda actualización.

### 3.12.2.2. Conductor del Electrodo de Puesta a Tierra o Conductor a Tierra

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 250-66** de la **NTC 2050** segunda actualización o con la siguiente ecuación de la **IEC 60364-5-54**.

$$A = \frac{I\sqrt{t}}{K} [mm^2]$$

Ecuación 3

En donde:

- $A_{mm^2}$  es la sección del conductor en  $mm^2$ .  
 $I$  es la corriente de falla a tierra, suministrada por el operador de red (rms en kA).  
 $K$  es la constante que se obtiene de aplicar los cálculos descritos en el anexo A de la norma IEC 60364-5-54.  
 $t$  es el tiempo de despeje de la falla a tierra.

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

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

Ecuación 4

En donde:

- $A_{mm^2}$  es la sección del conductor en  $mm^2$ .  
 $I$  es la corriente de falla a tierra, suministrada por el operador de red (rms en kA).  
 $K_f$  es la constante de la Tabla 3.12.2.2. a., para diferentes materiales y valores de  $T_m$ . ( $T_m$  es la temperatura de fusión 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.

Tabla 3.12.2.2. a. Constantes de materiales.

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD (%)	$T_m$ (°C)	$K_F$
Cobre blando	100	1 083	7
Cobre duro cuando se utiliza soldadura exotérmica.	97	1 084	7,06
Cobre duro cuando se utiliza conector mecánico.	97	250	11,78
Alambre de acero recubierto de cobre	40	1 084	10,45
Alambre de acero recubierto de cobre	30	1 084	14,64

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD (%)	T <sub>m</sub> (°C)	K <sub>F</sub>
Varilla de acero recubierta de cobre	20	1 084	14,64
Aluminio grado EC	61	657	12,12
Aleación de aluminio 5005	53,5	652	12,41
Aleación de aluminio 6201	52,5	654	12,47
Alambre de acero recubierto de aluminio	20,3	657	17,2
Acero 1020	10,8	1 510	15,95
Varilla de acero recubierta en acero inoxidable	9,8	1 400	14,72
Varilla de acero con baño de zinc (galvanizado)	8,5	419	28,96
Acero inoxidable 304	2,4	1 400	30,05

Fuente: Adoptada de la norma IEEE 80.

**Nota 1:** El recubrimiento en cobre de la varilla de acero, no debe ser menor a 0,25 mm

- a. La temperatura no debe superar la del aislamiento de los conductores activos alojados en la misma canalización, como se establece en el Capítulo 9 de la IEEE 242.
- b. De acuerdo con las disposiciones del presente Reglamento no se debe utilizar aluminio enterrado.
- c. 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 parámetros de la varilla de acero recubierta en zinc.
- d. Se permite el uso de conductores con distinta geometría (pletinas en L o en T) y de otros materiales que demuestren su resistencia mecánica y a la corrosión, probados a 1 000 h de cámara salina de acuerdo con lo establecido en el literal c del numeral 2.3.15.1.1..

### 3.12.2.3. 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 los siguientes requisitos:

- a. El conductor para baja tensión debe seleccionarse con la Tabla 250-122 de la NTC 2050 segunda actualización.
- b. El conductor para media tensión, alta tensión y extra alta tensión, debe seleccionarse de forma tal que su temperatura no supere la del aislamiento de los conductores activos alojados en la misma canalización, como se establece en el capítulo 9 de la IEEE 242.
- c. Los conductores del sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se unan deben hacerlo en las cajas, mediante empalmes o uniones con soldadura o con conectores certificados para tal uso, garantizando que queden mecánica y eléctricamente seguros.
- d. El conductor de puesta a tierra de equipos debe acompañar los conductores activos durante todo su recorrido y por la misma canalización. En las cajas, incluso las no metálicas, donde se instalen aparatos como tomacorrientes o interruptores, debe colocarse un elemento de sujeción o conexión del conductor de protección.
- e. Los conductores de los cableados de puesta a tierra que por disposición de la instalación se requieran aislar, deben ser de aislamiento color verde, verde con rayas amarillas o en su defecto identificarlos con marcas verdes en los puntos extremos y puntos visibles o de inspección.
- f. El aislamiento de aquellos conductores de puesta a tierra de equipos que puedan instalarse a la intemperie debe ser seleccionado para este uso.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **Artículo 3.12.3. 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 la máxima elevación de potencial, pueden tomarse como referencia los valores máximos de la Tabla 3.12.3.a., adoptados de las normas técnicas **ANSI/IEEE 80**, **NTC 2050** Segunda Actualización y **NTC 4552-1**. El cumplimiento de estos valores no exonera al diseñador y constructor de garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas aplicadas al ser humano en caso de una falla a tierra, no superen la establecidas en el presente reglamento.

**Tabla 3.12.3. a.** Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

<b>APLICACIÓN</b>	<b>VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA</b>
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 $\Omega$
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 $\Omega$
Subestaciones de media tensión.	10 $\Omega$
Protección contra rayos.	10 $\Omega$
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 $\Omega$
Redes para equipos electrónicos o sensibles	10 $\Omega$

Fuente: Adaptada de las normas ANSI/IEEE 80, NTC 2050 Segunda Actualización y NTC 4552-1.

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 alguna o varias de las siguientes medidas para no exponer a las personas a tensiones por encima de los umbrales de soportabilidad del ser humano:

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

### **Artículo 3.12.4. Mediciones para sistemas de puesta a tierra**

#### **3.12.4.1. Medición de Resistividad Aparente**

Existen diversas técnicas para medir la resistividad aparente del terreno. Para efectos del presente Reglamento, se puede aplicar el método tetraelectródico de Wenner, que es el más utilizado para aplicaciones eléctricas y que se muestra en la Figura 3.12.4.1. a. Se pueden usar otros métodos debidamente reconocidos y documentados en las normas y prácticas de la ingeniería.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

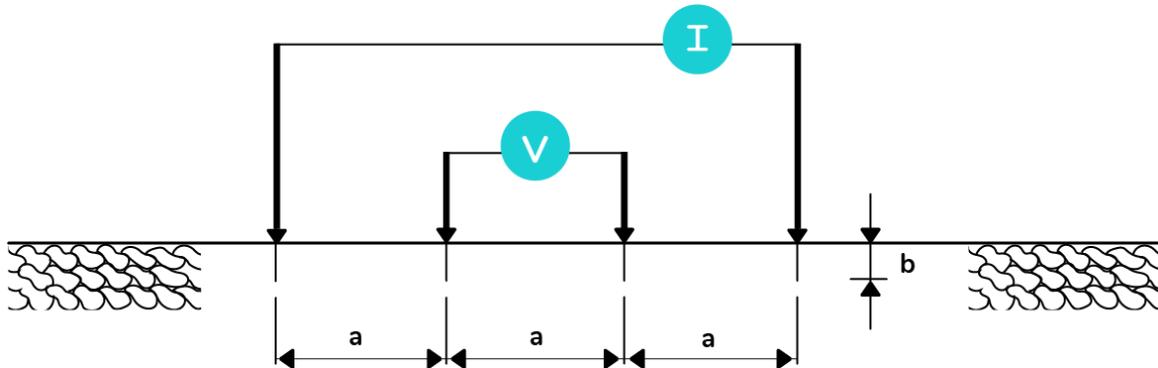


Figura 3.12.4.1. a. Esquema de medición de resistividad aparente.  
Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

La ecuación exacta para el cálculo es:

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

Ecuación 5

Donde:

- $\rho$  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  $b$  menor o igual a una décima parte de  $a$ , se tiene la siguiente expresión:

$$\rho = 2\pi a R \quad \text{Ecuación 6}$$

### 3.12.4.2. 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 eléctrico, 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 pueden utilizar los métodos especificados en la norma IEEE 81, entre los cuales se encuentra el método de Caída de Potencial, cuya disposición de montaje se muestra en la Figura 3.12.4.2. a.

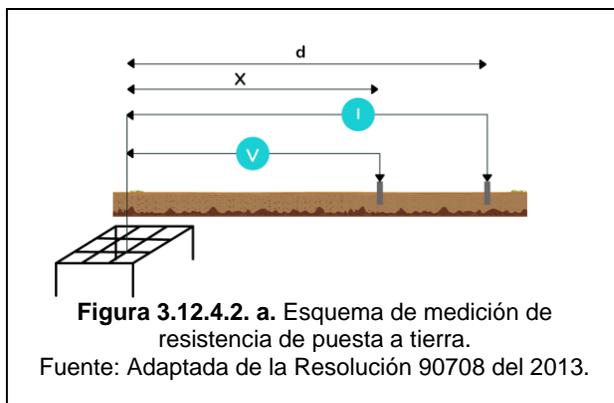


Figura 3.12.4.2. a. Esquema de medición de resistencia de puesta a tierra.  
Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

En donde:

$d$  es la distancia de ubicación del electrodo auxiliar de corriente, debe ser mínimo 5 veces la mayor dimensión de la puesta a tierra a medir, (según IEEE 81).

$x$  es la distancia del electrodo auxiliar de tensión.

La resistencia de puesta a tierra en ohmios, se calcula con  $V/I$ .

El valor de resistencia de puesta a tierra que se debe tomar al aplicar este método es cuando la disposición 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 reconocidos y documentados en las normas y prácticas de la ingeniería.

En líneas de transmisión con cable de guarda, la medición debe hacerse usando un telurómetro de alta frecuencia (mayor o igual a 10 kHz) o con un generador de impulsos

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

normalizados. Si se usa equipo de baja frecuencia se deben desacoplar los cables de guarda.

Para los casos en subestaciones de alta o extra alta tensión, en donde la implementación del método de caída de potencial no resulte práctico debido a las grandes distancias en las que se debe ubicar los electrodos auxiliares, se permite el uso de métodos alternativos de medición, siempre y cuando los procedimientos estén basados en normas técnicas de reconocimiento internacional.

### **3.12.4.3. Medición de tensiones de paso y contacto**

Las tensiones de paso y contacto que se calculen en la fase de diseño, deben medirse antes de la puesta en servicio de subestaciones de alta y extra alta tensión nuevas, y en los casos de remodelaciones o ampliaciones que involucren ampliación de la malla de puesta a tierra, del cerramiento o aumento de la corriente de cortocircuito, 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 m medidos desde el borde más próximo de la estructura hasta escuelas, industrias, comercios, lugares con alta concentración de personas o viviendas de zonas rurales, para verificar que se encuentren dentro de los límites admitidos. En la medición deben seguirse los siguientes criterios adoptados de la IEEE-81 o los de una norma técnica que le aplique, tal como la IEC 61936-1:

- a. Aplicar el método de simulación de personas, con resistencia de 1 000 ohmios, placa de simulación del pie de 16 cm de diámetro, 20 kg por cada placa y separación de un metro.
- b. Emplear una fuente de alimentación de potencia o un generador de impulsos. Las mediciones se deben hacer preferiblemente en la periferia de la instalación de la puesta a tierra, de tal forma que la corriente inyectada sea suficientemente alta, a fin de evitar que las medidas queden falseadas como consecuencia de corrientes espurias o parásitas circulantes por el terreno.
- c. Para subestaciones, deben medirse hasta un metro por fuera del cerramiento y en el caso de torres o postes a un metro de la estructura.
- d. 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.
- 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 1:** 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 de puesta 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 3.12.1. a. del presente Libro se deberán tomar las medidas pertinentes de conformidad con este Reglamento. Las subestaciones tipo poste no requieren esta medición.

### **Artículo 3.12.5. Puesta a tierra en sistemas con corriente continúa**

Los siguientes requisitos aplican para sistemas bifilares de corriente continua con tensión nominal superior a 60 V e inferior a 300 V; de igual forma aplica a todos los sistemas trifilares de corriente continua:

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

- a. Los sistemas con fuente de alimentación fuera de un inmueble deben tener la conexión de puesta a tierra en una o más estaciones de alimentación. No se debe hacer una conexión de puesta a tierra en acometidas individuales ni en ningún punto del alambrado dentro del inmueble.
- b. Si la fuente de alimentación del sistema de c.c. está localizada en el predio, se debe hacer una conexión de puesta a tierra en uno de los siguientes:
  1. La fuente de alimentación.
  2. El primer medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente del sistema.
  3. Por otro medio que brinde una protección del sistema equivalente y utilice equipo apto para ese uso.
- c. La sección transversal del conductor del electrodo de puesta a tierra de sistemas de corriente continua, debe seleccionarse según los criterios establecidos en la sección 250.166 de la norma NTC 2050 segunda actualización.
- d. Se debe usar un puente de conexión equipotencial sin empalmes para conectar los conductores de puesta a tierra de los equipos, al conductor puesto a tierra en la fuente o en el primer medio de desconexión del sistema donde el sistema está puesto a tierra.
- e. En sistemas fotovoltaicos, cuando se requiera un sistema de electrodo de puesta a tierra en corriente continua, se deben cumplir los requisitos establecidos en la sección 690.47 de la NTC 2050 Segunda Actualización.

### Artículo 3.12.6. Mantenimiento de sistemas de puesta a tierra

Los componentes del sistema de puesta a tierra tienden a perder su efectividad después de unos años, debido a 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 presente Reglamento. Si una inspección muestra que se requieren reparaciones, estas deben ser realizadas sin retraso y no ser pospuestas hasta el próximo ciclo de mantenimiento.

Las recomendaciones y criterios para ejecutar las actividades de mantenimiento de los sistemas de puesta a tierra, deben establecerse por parte del responsable de la construcción de la instalación eléctrica, y deben ser informados a través del manual de operación y mantenimiento referenciado en el Título 6 del presente Libro.

La inspección debe hacerse por una persona competente, el cual debe entregar registros de lo observado, dicha inspección incluye la verificación de la documentación técnica, reportes visuales, pruebas y registros. Todo SPT debe ser inspeccionado de acuerdo con la Tabla 3.12.6. a.

Tabla 3.12.6. a. Máximo período entre mantenimientos de un SPT

Nivel de tensión de la instalación	Inspección visual (años)	Inspección visual y mediciones (años)	Sistemas críticos <sup>(1)</sup> Inspección visual y mediciones (años)
Baja	1	5	1
Media	3	6	1
Alta y Extra Alta	2	4	1

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 del 2013.

(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.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

En líneas de transmisión o en mallas perimetrales de edificaciones donde los electrodos están en las fundaciones de las estructuras, no es obligatoria la revisión visual.

### **3.12.6.1. 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.

### **3.12.6.2. 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.

## **TÍTULO 13 – PROTECCIÓN CONTRA RAYOS Y SOBRETENSIONES TRANSITORIAS**

### **Artículo 3.13.1. Protección contra rayos**

El rayo es un fenómeno meteorológico de origen natural, y 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.

#### **3.13.1.1. Evaluación del nivel de riesgo frente a rayos**

Las instalaciones objeto del RETIE, deben contar con una evaluación del nivel de riesgo frente a rayos, basada en procedimientos establecidos en la norma técnica **NTC 4552-2** o normas técnicas internacionales como la **IEC 62305-2** o de reconocimiento internacional (siempre y cuando sean aplicables a las condiciones para descargas atmosféricas de Colombia). Esta evaluación, debe considerar la posibilidad de pérdidas de vidas humanas, pérdida del suministro de energía y otros servicios esenciales, pérdida o graves daños de

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

bienes, pérdida cultural, así como los parámetros del rayo para la zona tropical, donde está ubicada Colombia y las medidas de protección que mitiguen el riesgo.

Las centrales de generación, líneas de transmisión, redes de distribución en media tensión y las subestaciones construidas con posterioridad al 1º de mayo de 2005 deben tener una evaluación del nivel de riesgo frente a rayos.

También deben contar con una evaluación del nivel de riesgo por rayo, las siguientes instalaciones de uso final construidas con anterioridad a la vigencia del RETIE: 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 juzgados, salas de baile o diversión, gimnasios, restaurantes, museos, auditorios, boleras, salas de clubes, salas de conferencias, salas de exhibición, salas de velación, lugares de espera de medios de transporte masivo y en general aquellos lugares que en cualquier momento presenten alta concentración de personas, o en edificaciones con alturas que sobresalgan sobre las de su entorno y donde se tenga conocimiento de alta densidad de rayos. La evaluación del nivel de riesgo por rayo debe estar disponible para revisión de las autoridades de vigilancia y control.

#### **3.13.1.2. 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, debe realizarse empleando metodologías reconocidas como la de la **NTC 4552-3**, normas técnicas internacionales como la **IEC 62305-3** o de reconocimiento internacional siempre y cuando sean aplicables a las condiciones de descargas atmosféricas de Colombia, el diseño se debe basar en el método electrogeométrico. La persona competente encargada de un proyecto debe hacer uso de buenas prácticas de ingeniería en la protección contra rayos, con el fin minimizar los efectos electromagnéticos, mecánicos o térmicos.

#### **3.13.1.3. Componentes del sistema de protección contra rayos**

El sistema de protección contra rayos debe tener los componentes descritos en el presente numeral, y debe garantizarse una conexión eléctrica permanente, mediante verificaciones periódicas y rutinas adecuadas de mantenimiento, que deben estar relacionadas en el manual de operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas.

##### **3.13.1.3.1. Terminales de captación o pararrayos**

Cualquier elemento metálico de la estructura que se encuentre expuesto al impacto directo 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 y cuando se garantice su capacidad de conducción y continuidad eléctrica. En la Tabla 3.13.1.3.2. a. adaptada de la norma **IEC 62305-3**, se presentan las características que deben cumplir los pararrayos o terminales de captación construidos para este fin.

##### **3.13.1.3.2. Conductores bajantes**

Con el fin de conducir a tierra, en forma segura, la corriente del rayo que incide sobre la estructura e impacta en los pararrayos, y reducir la probabilidad de daños debido a las corrientes del rayo que circulan por el Sistema de Protección contra Rayos, deben instalarse conductores bajantes, ubicados de tal manera que desde el punto de impacto hasta tierra existan varios caminos en paralelo para la corriente y cumplir los siguientes requisitos:

- a. Los materiales deben cumplir las especificaciones dadas en la Tabla 3.13.1.3.2. a.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

- b. En los diseños se deben considerar dos tipos de bajantes, unas conectadas directamente a la estructura a proteger y otras aisladas eléctricamente de la misma.

La decisión de cual tipo de bajante a utilizar depende del riesgo de efectos térmicos 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 longitud de las bajantes se debe reducir al mínimo posible. Los conductores bajantes deben instalarse en lo posible de manera rectilínea y vertical, siguiendo el camino más corto y directo a tierra. Debe evitarse la formación de bucles en el conductor bajante y de curvas de menos de 20 cm de radio.

**Tabla 3.13.1.3.2. a. Características de los terminales de captación y bajantes**

Material	Configuración	Área mínima (mm <sup>2</sup> ) <sup>1)</sup>	Diámetros y espesores mínimos <sup>2)</sup>
Cobre	Cinta sólida	50	2 mm de espesor
	Alambre	50	8 mm de diámetro
	Cable	50	1,7 mm de diámetro por hilo
	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 por hilo
Aleación de aluminio	Cinta sólida	50	2,5 mm de espesor
	Alambre	50	8 mm de diámetro
	Cable	50	1,7 mm de diámetro por hilo
	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 por hilo
	Varilla	200	16 mm de diámetro Espesor de la capa: 50 µm.
Acero inoxidable	Cinta sólida	50	2,5 mm de espesor
	Alambre	50	8 mm de diámetro
	Cable	70	1,7 mm de diámetro por hilo
	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

1) Estas dimensiones se deben aumentar a 60 mm<sup>2</sup> para cinta sólida y a 78 mm<sup>2</sup> para alambre, si los requerimientos técnicos o mecánicos así lo exigen.  
2) En las dimensiones de espesor, ancho y diámetro se admite una tolerancia de ±10 %. No se deben utilizar terminales de captación o pararrayos con elementos radiactivos.  
3) Los sistemas de captación no convencionales tales como Early Streamer Emission o Cebado, Charge Transfer System, Dissipation Array System deben ser considerados como bayonetas en el diseño del sistema de protección externo según lo establecido en el capítulo 5.2 de la NTC 4552-3

Fuente: Adaptada de la norma IEC 62305-3.

- d. Cada bajante debe terminar en un sistema de puesta tierra que tenga un camino vertical u horizontal para la corriente o una combinación de ambos. Para tal efecto cada bajante se debe conectar con un electrodo de puesta a tierra, dicha conexión debe ser de fácil acceso e inspeccionable mediante cajas de inspección de 30 cm de lado si es del tipo cuadrado, o 30 cm de diámetro si es circular. También se permite los arreglos en configuración tipo B, según lo establecido en la norma NTC 4552-3.
- e. Las bajantes deben instalarse, de manera que sean una continuación directa de los conductores del sistema de captación, siguiendo el camino más corto y recto posible entre el anillo equipotencial, que une las terminales de captación, y el sistema de puesta a tierra de protección contra rayos,
- f. Las bajantes deben cumplir con lo establecido en la Tabla 3.13.1.3.2. a. y no deben instalarse en canales de drenaje de aguas, incluso si tienen un aislamiento eléctrico.
- 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 de lo posible, en las esquinas opuestas de la estructura.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- h. La instalación de más bajantes, espaciadas de manera equidistante y simétrica alrededor del perímetro y conectadas mediante anillos equipotenciales, reduce la probabilidad de que se produzcan chispas peligrosas y facilita 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; en caso de instalar equipos altamente sensibles deben considerarse los efectos de las tensiones inducidas y los campos electromagnéticos producidos por las corrientes de rayos en el sistema de protección.

- i. En la Tabla 3.13.1.3.2. b. se dan las distancias recomendadas entre los conductores bajantes y entre anillos equipotenciales, en función del Nivel de Protección contra Rayos - NPR.

**Tabla 3.13.1.3.2. b.** Distancias recomendadas para separación de bajantes y anillos

<b>NPR</b>	<b>Distancia recomendada [m]</b>
I	10
II	10
III	15
IV	20

Fuente: Adoptada de la norma NTC 4552-3.

- j. 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 laminas o tubos metálicos su espesor no sea inferior a 0,5 mm y su equipotencialidad vertical sea garantizada de tal manera que fuerzas mecánicas accidentales (por ejemplo, vibraciones, expansión térmica, etc.) no causen el rompimiento de los materiales o la pérdida de equipotencialidad.
- k. La puesta a tierra de protección contra rayos debe interconectarse con los demás sistemas de puestas a tierra de la edificación.

**Parágrafo 1:** Para efectos de este Reglamento, el comportamiento de todo pararrayos o terminal de captación debetomarse como el de un pararrayos tipo Franklin.

**Parágrafo 2:** Los terminales de captación no requieren certificación de conformidad de producto. El constructor y el inspector de la instalación deben verificar el cumplimiento de los requisitos dimensionales. La interconexión de bajantes se debe hacer en la parte superior. La interconexión a nivel de piso y la de los anillos intermedios son opcionales. Las conexiones equipotenciales con las partes conductoras de la estructura dependerán de situaciones particulares. La geometría de las bajantes y la de los anillos de unión afecta la distancia de separación.

### **3.13.1.3.3. Puesta a tierra de protección contra rayos**

La puesta a tierra de protección contra rayos debe cumplir con los requisitos que le apliquen del Título 12 del presente Libro, especialmente en cuanto a materiales e interconexión. La configuración debe hacerse con electrodos horizontales (contrapesos), verticales o una combinación de ambos, según criterio de la **IEC 62305-3**.

### **3.13.1.4. Comportamiento frente a rayos**

Para prevenir accidentes con rayos, es conveniente tener en cuenta las siguientes **recomendaciones**, en caso de presentarse 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:
1. Edificaciones bajas que no tengan puntos sobresalientes.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

2. Viviendas y edificaciones con un sistema adecuado de protección contra rayos.
  3. Refugios subterráneos.
  4. Automóviles y otros vehículos cerrados, con carrocería metálica.
- c. De ser posible, evite los siguientes lugares, que ofrecen poca o ninguna protección:
1. Bajo los árboles con mayor riesgo de impacto de rayos, es decir, los más altos.
  2. Campos deportivos abiertos.
  3. Tiendas de campaña y refugios temporales en zonas despobladas.
  4. Vehículos descubiertos.
  5. Torres de comunicaciones o de energía eléctrica.
- d. En los siguientes lugares extreme precauciones:
1. Terrazas de edificios.
  2. Terrenos deportivos y campo abierto.
  3. Piscinas y lagos.
  4. Cercanías de líneas eléctricas, cables aéreos, cercas ganaderas, mallas eslabonadas, vías de ferrocarril y tendedores de ropa.
  5. Árboles aislados.
  6. 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:
1. Busque zonas bajas.
  2. Busque zonas pobladas de árboles, evitando árboles aislados.
  3. Busque edificaciones y refugios seguros.
  4. Si tiene que escoger entre una ladera y el filo de una colina, sitúese en la ladera.
- f. Si se encuentra aislado en una zona donde se esté presentando una tormenta eléctrica:
1. No se acueste sobre el suelo.
  2. Junte los pies.
  3. Adopte la posición de cuclillas.
  4. No ponga las manos sobre el suelo.
  5. No se escampe bajo un árbol.
- g. Atienda las señales de alarma y siga las órdenes que impartan los brigadistas de emergencias, cuando se cuente con detectores de tormentas.
- h. Desconecte los equipos electrónicos que no posean dispositivos de protección contra rayos.

## **TÍTULO 14 – REQUISITOS GENERALES PARA LAS REDES ELÉCTRICAS DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN**

### **Artículo 3.14.1. Aspectos generales**

Para el caso de la iluminación propiamente dicha, asociada al concepto de luz, este Ministerio expidió el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, el cual es de cumplimiento obligatorio.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

Los alambrados y aparatos para instalar y operar las fuentes lumínicas fijas hacen parte de la instalación eléctrica, en consecuencia, la instalación del cableado debe cumplir los requisitos establecidos en el presente Reglamento y los siguientes:

- a. Tanto el diseñador como el constructor de la instalación eléctrica deben garantizar que se cuente con puntos de conexión para el suministro de energía para las fuentes de iluminación y sus respectivos controles, en los puntos definidos en el diseño básico o diseño detallado de iluminación, para dar cumplimiento tanto al Reglamento RETILAP como a los requisitos de seguridad relacionados con iluminación. Si la instalación no tiene diseño de iluminación (detallado o básico), el diseñador de la instalación eléctrica debe abstenerse de realizar el diseño eléctrico dado que el diseño de iluminación se considera un insumo informativo para la elaboración del diseño eléctrico.
- b. En las construcciones que el RETILAP no les exija diseño detallado de iluminación, tanto el diseñador de la instalación eléctrica como el constructor de la misma deben tener en cuenta los requerimientos de iluminación, ubicando en los lugares más apropiados las salidas necesarias para el montaje de las lámparas que permitan cumplir los requisitos de RETILAP, e instalar los interruptores y demás aparatos de control para una iluminación eficiente y segura.
- c. Si el constructor de la instalación reporta en la declaración de cumplimiento que el sistema de iluminación requiere certificación plena RETILAP, se debe dejar la observación en el dictamen de inspección del RETIE.
- d. La iluminación usada en lugares clasificados como peligrosos, los de piscinas y fuentes similares, o zonas húmedas, los de sistemas contra incendios, los de sistemas de emergencia, y los de instalaciones en minas, deben dar cumplimiento a lo establecido en el RETILAP. Las instalaciones de estos elementos deben cumplir lo establecido en la presente resolución, según corresponda y demostrar la conformidad de la instalación con RETIE para ese tipo de aplicación.
- e. Los alambrados y aparatos para instalar y operar los sistemas de iluminación de tensión no mayor a 30 V en corriente alterna o 60 V c.c. en corriente continua, se debe dar cumplimiento a los requisitos establecidos en el Artículo 411 de la NTC 2050 Segunda Actualización.

#### **Artículo 3.14.2. Uso de portalámparas y elementos de encendido y apagado**

Si bien los portalámparas fijos y los interruptores de encendido y apagado son componente de la iluminación, los requisitos de producto de los interruptores manuales y dimmers, así como la instalación de portalámparas e interruptores y dimmers están relacionados con la seguridad contra riesgos de origen eléctrico y hacen parte integral de instalaciones eléctricas objeto del presente Reglamento, por tanto, en su montaje se debe cumplir lo siguiente:

- a. Asegurar que partes energizadas no queden expuestas para lo cual debe comprobarse que la fase esté conectada al terminal central del portalámparas y el neutro a la camisa roscada, para el caso de portalámparas conectados entre fase y neutro.
- b. Todo sistema de iluminación debe contar con dispositivos para el encendido y apagado de las lámparas, sectorizando espacios de iluminación y en lo posible individualizándolas, mediante interruptores manuales, para lo cual se debe atender los requisitos señalados en el artículo 3.17.20 del presente Libro. Igualmente, se debe verificar el alambrado y los requisitos de seguridad de los demás elementos de corte del fluido eléctrico a las fuentes de iluminación ya sea automático o manual.

**Parágrafo 1:** Los requisitos de iluminación señalados en este Reglamento están relacionados con la seguridad de la instalación eléctrica y deben ser verificados al determinar la conformidad con RETIE.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

## **TÍTULO 15 – TRABAJOS EN REDES O SISTEMAS DESENERGIZADOS Y MÁXIMO ACERCAMIENTO DE UNA PERSONA NO COMPETENTE A ELEMENTOS ENERGIZADOS**

Un accidente eléctrico es casi siempre previsible y por tanto evitable. Los métodos básicos de trabajo son en redes desenergizadas o con tensión. Para garantizar la seguridad del trabajador, no se debe permitir que un mismo operario alterne trabajos con tensión con trabajos en redes desenergizadas y en todos los casos se deben atender los siguientes requisitos:

### **Artículo 3.15.1. Procedimiento para maniobras**

Por la seguridad de los trabajadores y del sistema, las personas que realicen trabajos eléctricos en sistemas desenergizados, deben disponer de un procedimiento que sea lógico, claro 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, por accidente o sin 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.

Antes de energizar, se debe verificar que se hayan terminado los trabajos, retirado los elementos y equipos no requeridos, y ejecutado las pruebas de rigor señaladas en los protocolos establecidos para ese tipo de trabajos.

### **Artículo 3.15.2. Lista de verificación para trabajos en condiciones de alto riesgo**

Las empresas que realicen trabajos eléctricos en condiciones de alto riesgo deben disponer y aplicar la lista de verificación de la Tabla 3.15.2. a., la cual debe ser diligenciada bien sea por un vigía de seguridad y salud en el trabajo, por el jefe del grupo de trabajo, por un funcionario del área de seguridad y salud en el trabajo o un delegado del comité paritario de la empresa encargada de la obra, como prerrequisito para realizar trabajo en condiciones de alto riesgo.

**Tabla 3.15.2. a.** Lista de verificación, trabajos en condiciones de alto riesgo

1. ¿Se tiene autorización escrita o grabada para hacer el trabajo?	SI	NO
2. ¿Se encuentra informado el ingeniero o supervisor?	SI	NO
3. ¿Se han identificado y reportado los factores de riesgo que no pueden obviarse?	SI	NO
4. ¿Se intentó modificar el trabajo para obviar los riesgos?	SI	NO
5. ¿Se instruyó a todo el personal la condición especial de trabajo?	SI	NO
6. ¿Se designó un responsable de informar al área de seguridad y salud en el trabajo, al Comité Paritario o al jefe de área?	SI	NO
7. ¿Se cumplen rigurosamente las reglas de oro?	SI	NO
8. ¿Se tiene un medio de comunicaciones?	SI	NO
9. ¿Se disponen y utilizan los elementos de protección personal?	SI	NO

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

**Nota 1:** Si falta algún **SI**, el trabajo **NO** debe realizarse, hasta efectuarse la correspondiente corrección.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **Artículo 3.15.3. Verificación en el lugar de trabajo**

El jefe de grupo o responsable del trabajo debe realizar una inspección detallada con base en lo siguiente:

- a. Que el personal tenga el conocimiento de la instalación y de las labores a desarrollar y aplique correctamente los protocolos establecidos por la empresa para realizar ese tipo de trabajo.
- b. Que los equipos sean de la clase de tensión de la red.
- c. Que los operarios tengan puestos sus elementos de protección personal.
- d. Que los operarios se despojen de todos los objetos metálicos.
- e. Cuando se utilice camión canasta, verificar el correcto funcionamiento de los controles, tanto en la canasta como los inferiores.
- f. Que se verifique el estado de los guantes.
- g. Que los operarios cuenten con las competencias técnicas y se encuentren en perfectas condiciones físicas y síquicas para el desempeño de la labor encomendada.
- h. Que los espacios de trabajo tengan las dimensiones adecuadas y no presenten obstáculos que pongan en riesgo al trabajador.
- i. 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.
- j. Una vez destapada la caja de inspección o subestación de sótano, el personal debe permanecer por fuera de ella, por lo menos durante 10 min, mientras las condiciones de ventilación son las adecuadas para iniciar el trabajo.

### **Artículo 3.15.4. Trabajos en altura**

Todo trabajador que esté ubicado a una altura igual o superior a la que determine el Ministerio del Trabajo, bien sea en los apoyos, escaleras, cables aéreos, helicópteros, carros portabobinas o en la canastilla de un camión, debe estar sujetado permanentemente al equipo o estructura, mediante un sistema de protección contra caídas, atendiendo la reglamentación del Ministerio del Trabajo (Resolución 4272 de 2021 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 y esfuerzos adicionales. Igualmente, deben revisarse los postes contiguos que se vayan a someter a esfuerzos mecánicos.

### **Artículo 3.15.5. Reglas de oro para trabajos en sistemas desenergizados**

Para prevenir y controlar cualquier causa de accidente para las personas, en primer término, se deben verificar planos, diagramas y etiquetas de identificación actualizadas.

Adicionalmente, antes de iniciar las labores se debe determinar todas las posibles fuentes de suministro eléctrico al equipo o lugar específico donde va a realizar el trabajo, algunas de las cuales quizás no se vean a simple vista, tales como: condensadores, baterías, cables de media tensión aislados, generadores cargados, (realimentación por baja tensión), o tensiones inducidas, entre otros.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

Los trabajos que se desarrollen en redes o equipos desenergizados, deben cumplir las siguientes “Reglas de Oro”:

- a. **Efectuar el corte visible o efectivo de todas las fuentes de tensión**, mediante interruptores y seccionadores, de forma que se asegure la imposibilidad de su cierre intempestivo. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser 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 indicando “No energizar” o “prohibido maniobrar”.
- 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, al cual se debe probar su funcionamiento, antes y después de cada utilización. Se debe probar la ausencia de tensión en todos y cada uno de los conductores que estén en el entorno del lugar del trabajo, el hecho que una o dos fases del circuito no tengan tensión no descarta que la tercera esté energizada. En aquellos casos donde no sea posible la verificación mediante el detector de tensión, como el caso de las subestaciones encapsuladas, se deben seguir los procedimientos establecidos por el manual de operación y mantenimiento de la instalación, con el propósito de garantizar la ausencia de tensión en la instalación.
- d. **Puesta a tierra** y en cortocircuito de todos los conductores que puedan ser energizados por las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo.

En tanto no estén efectivamente puestos a tierra, todos los conductores o partes del circuito se consideran 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, y su intervención se debe realizar con técnicas de Trabajos con Tensión.

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 adquirir potencial durante el trabajo.

Cuando la estructura o apoyo tenga su propia puesta a tierra, se conecta a ésta.

Cuando vaya a “abrirse” 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 equipo, serán responsables de coordinar la colocación y retiro de los equipos de puesta a tierra en sus lugares de trabajo correspondientes.

- e. Señalar la instalación a intervenir 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 refractivas. En los trabajos nocturnos se deben utilizar conos o vallas fluorescentes y además señales luminosas.
- f. Cuando se trabaje sobre vías que no permitan el bloqueo del tránsito, se debe parquear el vehículo de la cuadrilla en la calzada más cercana al lugar de trabajo, atrás de este en la dirección de la vía y señalar en ambos lados.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **Artículo 3.15.6. Máximos acercamientos a circuitos aéreos energizados para realizar trabajos en partes sin tensión**

Quienes trabajan cerca de elementos con tensión deben ser personas competentes, que conocen bien los riesgos asociados a la actividad que se va a desarrollar cerca de elementos energizados y deben acatar las distancias mínimas de seguridad señaladas en la Tabla 3.15.6. a.

**Tabla 3.15.6. a.** Distancias mínimas de seguridad para trabajos cerca a redes y líneas energizadas

<b>Tensión nominal entre fases (kV)</b>	<b>Distancia mínima (m)</b>
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

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 del 2013.

**Nota 1:** Se considera distancia mínima de seguridad, para los trabajos a efectuarse en la proximidad de las instalaciones no protegidas de alta o media tensión, la existente entre el punto más próximo energizado y el operario, herramienta o elemento que pueda manipular con movimientos voluntarios o involuntarios. Se permite aplicar las distancias para trabajo en líneas energizadas establecidas en el estándar 516 de la IEEE.

**Nota 2:** Las distancias de las Tablas 3.15.8.a.y 3.15.6.a. aplican hasta 900 msnm, para trabajos a mayores alturas y tensiones mayores a 57,5 kV, debe hacerse la corrección por altura del 3% por cada 300 m.

**Nota 3:** No se deben interpolar distancias para tensiones intermedias a las citadas.

**Nota 4:** Las distancias mínimas de seguridad indicadas pueden reducirse si se protegen adecuadamente las instalaciones eléctricas y la zona de trabajo, con aislantes o barreras, adecuadas para el nivel de tensión del elemento energizado. Cuando se instalen, trasladen o retiren postes o cualquier elemento cerca de líneas aéreas energizadas, se deben tomar precauciones a fin de evitar el contacto directo con las fases. Los trabajadores que ejecuten dicha labor deben evitar poner en contacto partes de su cuerpo con el poste o elemento a mover.

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

### **Artículo 3.15.7. Apertura de transformadores de corriente y seccionadores**

El secundario de un transformador de corriente no debe ser abierto bajo ninguna condición, mientras se 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 y marcados por el fabricante para esta condición, o que se realice con un equipo especial para apertura con carga.

### **Artículo 3.15.8. Máximo acercamiento de personas no competentes a un elemento energizado**

Las personas no competentes no podrán acercarse directamente o con algún elemento conductor a elementos energizados a distancias menores a las establecidas en la Tabla 3.15.8. a., esta condición es válida siempre y cuando no esté realizando trabajos cerca de los elementos energizados que puedan romper esa distancia por efectos de movimientos voluntarios o involuntarios o con alguna herramienta o material conductor.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

**Tabla 3.15.8. a.** Distancias mínimas de seguridad que se puede acercar una persona no competente a un elemento energizado

<b>Tensión de la instalación</b>	<b>Distancia (m)</b>
Instalaciones menores a 1 000 V	0,4
Mayor o igual a 1 kV y menor a 57,5 kV	3
Mayor o igual a 57,5 kV y menor a 110 kV	4
Mayor o igual a 110 kV y menor a 220 kV	5
Mayor o igual a 220 kV	8

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

## **TÍTULO 16 – TRABAJOS CON TENSIÓN O CON SISTEMAS O REDES ENERGIZADAS**

Este artículo debe ser aplicado en los trabajos de baja, media, alta y extra alta tensión.

### **Artículo 3.16.1. Métodos de trabajo con tensión**

Los métodos de trabajo más comunes en sistemas energizados son:

**Trabajo a distancia:** En este método, el operario ejecuta el trabajo con la ayuda de herramientas montadas en el extremo de pértigas aislantes.

**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.

**Trabajo a potencial:** En el cual el operario queda al potencial de la línea de transmisión en la cual trabaja, mediante vestuario conductivo.

### **Artículo 3.16.2. Organización del trabajo con tensión**

Todo trabajo con tensión está subordinado a la aplicación de un procedimiento previamente estudiado, el cual debe comprender:

- a. Un título que indique la naturaleza de la instalación intervenida, la descripción precisa del trabajo y el método de trabajo.
- b. Medios físicos (materiales y equipos de protección personal y colectiva) y recurso humano.
- c. Descripción ordenada de las diferentes fases del trabajo, a nivel de operaciones concretas.
- d. Croquis, dibujos o esquemas necesarios.
- e. Todo trabajo en circuitos energizados de más de 450 V debe hacerse con un grupo de trabajo de al menos dos personas, sin embargo, cuando se realicen labores en circuitos por encima de 1 000 V, se debe contar además con un jefe que coordine y supervise las labores, quien estará atento para controlar cualquier riesgo que pueda afectar el desarrollo del trabajo. Los trabajos de desenergización y energización de transformadores o ramales de redes en media tensión, cambios de fusibles en cortacircuitos, maniobra y operación de interruptores o seccionadores, los puede ejecutar un solo operario, siempre y cuando, se realice un previo análisis de riesgos, se usen las herramientas adecuadas y se sigan los protocolos seguros adoptados por la empresa.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **Artículo 3.16.3. Procedimientos de ejecución de los trabajos con tensión**

Las empresas que realicen trabajos con tensión o con redes energizadas, deben disponer y aplicar procedimientos claros, precisos y seguros, para lo cual deben cumplir los siguientes lineamientos, además de dar cumplimiento a los requisitos de seguridad y salud en el trabajo, establecidos en la legislación y regulación colombiana vigente y en particular la Resolución No. 5018 de 2019, expedida por el Ministerio del Trabajo, o las que las modifiquen, adicionen o sustituyan:

- a. El responsable de la instalación debe garantizar que todo operario de trabajo con tensión, sea persona competente y esté autorizado para tal fin.
- b. Todo operario de trabajo con tensión, debe estar afiliado a la seguridad social y riesgos profesionales. Además, debe practicársele exámenes periódicos para calificar su estructura ósea o para hallar deficiencias pulmonares, cardíacas o psicológicas y enfermedades como la epilepsia. Igualmente, es importante detectar consumo de drogas y alcoholismo.
- c. El jefe del trabajo antes de comenzar las labores, debe reunir y exponer al personal competente el procedimiento de ejecución que se va a realizar, cerciorándose que ha sido perfectamente comprendido, que cada trabajador conoce su función y que cada uno comprende cómo se integra en la operación conjunta.
- d. El jefe del trabajo es responsable de las decisiones y acciones de cualquier orden que afecten la seguridad. Al terminar los trabajos, debe verificar su correcta ejecución y comunicar al centro de control la finalización de los mismos.
- e. Ningún operario puede participar en un trabajo con tensión si no dispone de sus elementos de protección personal, que comprenden:
  1. En todos los casos: Casco aislante y guantes de protección.
  2. En casos particulares, los equipos previstos en los procedimientos de ejecución a utilizar son, entre otros: 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 y protección personal contra arco eléctrico.
- f. Cada operario debe velar por la conservación de su dotación personal. Estos elementos, equipos y herramientas deben mantenerse en lugar seco, al abrigo de la intemperie y transportarse en fundas, estuches o compartimientos previstos para este uso y no deben sacarse de los mismos hasta el momento de su utilización.
- g. Antes de trabajar a potencial, el operario debe conectarse eléctricamente al conductor energizado para asegurar su equipotencialidad.
- h. En caso de tormenta eléctrica, lluvia o niebla, los trabajos no deben comenzarse y de haberse iniciado se deben interrumpir. Cuando las condiciones atmosféricas impliquen la interrupción del trabajo, se debe retirar al personal hasta que las condiciones vuelvan a ser favorables, no obstante, los dispositivos aislantes se pueden dejar instalados.
- i. Cuando se emplee el método de trabajo a contacto, los operarios deben llevar guantes aislantes revestidos con guantes de protección mecánica y guantes de algodón en su interior.
- j. Todo operario que trabaje a potencial debe llevar una protección total tipo Jaula de Faraday para instalaciones en media, alta y extra alta tensión.
- k. En trabajos a distancia 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

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

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.

- l. Todo equipo de trabajo con tensión debe ser sometido a ensayos periódicos de acuerdo con las normas técnicas o recomendaciones del productor. A cada elemento de trabajo debe abrírsele y llenársele una ficha técnica.
- m. 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 que tenga aseguramiento metrológico, mínimo cada seis meses.
- n. Para las mangas, cubridores, protectores, mantas, pértigas, tensores, escaleras y demás equipos, se debe hacer mínimo un ensayo de aislamiento al año en laboratorio.
- o. Los vehículos deben ser sometidos a una inspección general y ensayos de aislamiento a las partes no conductoras, mínimo una vez al año en laboratorio acreditado.

**Parágrafo 1:** Se entiende por distancia mínima de aproximación la distancia entre un conductor o elemento energizado y una parte cualquiera del cuerpo del operario estando éste situado en la posición de trabajo más desfavorable.

**Parágrafo 2:** Para garantizar la seguridad, las pruebas de verificación rutinarias, es decir, las que se realizan antes de cada jornada de trabajo, a los equipos referidos en los literales m, n y o pueden ser efectuadas por personal de la empresa debidamente entrenado. De estos hechos deben llevarse registros y mantenerlos disponibles para atender solicitudes de autoridad competente.

## **TÍTULO 17 – REQUISITOS DE INSTALACIÓN DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS UTILIZADOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

### **Artículo 3.17.1. Aerogeneradores**

La instalación de los aerogeneradores utilizados como fuente de energía eléctrica para instalaciones de uso final o para aquellos conectados a la red general de distribución, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Se debe verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos de protección como fusibles o termistores, frente a una operación anormal del mismo aerogenerador o del sistema eléctrico externo, que pueda ocasionar una condición de inseguridad. Lo anterior, según lo indicado en la norma IEC 60204-1, numerales 7.1 al 7.5 y 7.8. Seguridad de las máquinas.
- b. Deben existir medios para desconectar todos los conductores portadores de corriente asociados al aerogenerador. No se incluye el conductor de puesta a tierra.
- c. En las instalaciones de baja tensión, conectadas a una fuente alternativa con aerogeneradores, se debe contar con una protección diferencial. El interruptor general debe ser termomagnético y bipolar en el caso de instalaciones monofásicas, y tetrapolar en el caso de instalaciones trifásicas.
- d. Se deben instalar medios de desconexión para los equipos como inversores, baterías, controladores de carga, bancos de condensadores y similares. Si el equipo está energizado desde más de una fuente, los medios de desconexión deben estar agrupados e identificados.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- e. Los armónicos de corriente originados en el aerogenerador deben asegurar que la distorsión total de la forma de onda de tensión en el punto de conexión a la red no exceda el límite superior aceptable para la red eléctrica. Esto se puede verificar mediante protocolos de pruebas o cálculos realizados por el fabricante del equipo o mediciones realizadas por el constructor de la instalación.
- f. Inversores, controladores eléctricos de potencia, y compensadores estáticos VAR, se deben seleccionar de tal manera que los armónicos de la corriente de línea y la distorsión de la forma de onda de la tensión no interfieran con el relé de protección de la red eléctrica.
- g. Debido a que la ubicación de los equipos de aerogeneración, buscan el mayor aprovechamiento del viento, en la mayoría de los casos, estos se instalan en alturas superiores a las edificaciones aledañas o sobre las mismas. Por tal motivo se deben tener en cuenta los requisitos generales para la protección contra descargas atmosféricas establecidas en el Título 13 del presente Libro.
- h. Se debe contar mínimo con un tomacorriente alimentado del sistema eléctrico eólico, para actividades de mantenimiento o adquisición de datos. Los tomacorrientes utilizados para este fin, deben contar con protección contra sobrecorriente y protección para el personal por medio de interruptores de circuito por falla a tierra.
- i. Se debe contar con un dispositivo de protección contra tensiones transitorias DPS para la conexión de la carga de un sistema eólico.
- j. Se permite el uso de torres o postes que sostienen los aerogeneradores como sistemas de canalización, siempre y cuando estos elementos hayan hecho parte del proceso de certificación de producto del aerogenerador.
- k. Para los armarios y otros equipos eléctricos, se deben garantizar los espacios de trabajo establecidos en el Título 4 del presente Libro. Para sistemas de más de 1 000 V, se deben cumplir los espacios establecidos en las secciones 110.32, 110.33 y 110.34 (A) de la norma NTC 2050 segunda actualización. Para aerogeneradores donde personas competentes ingresan al equipo, se permite que los espacios libres de trabajo cumplan con la Tabla 694.7 de la mencionada norma.
- l. En las instalaciones de aerogeneradores que alimenten unidades de vivienda, las partes vivas de los circuitos de más de 150 V a tierra deben ser accesibles únicamente a personas competentes, cuando se encuentre energizados.
- m. Los circuitos de salida de un aerogenerador, los circuitos de salida del inversor, los conductores del circuito del banco de baterías y los demás equipos asociados al sistema de generación eólica, deben contar con protección contra sobrecorriente.
- n. En los circuitos conectados a más de una fuente eléctrica, se deben instalar de modo que brinden esa protección desde todas las fuentes.
- o. Se debe proveer un medio de desconexión mediante interruptores o interruptores automáticos de circuito operables manualmente, y debe cumplir los siguientes requisitos:
  - 1. Estar ubicado donde sea fácilmente accesible.
  - 2. Ser operable desde el exterior sin que el operador se exponga al contacto con partes vivas.
  - 3. Estar claramente marcado para indicar cuándo esté en la posición de abierto o cerrado, e instalar una placa de acuerdo con la sección 705.10 de la norma NTC 2050 segunda actualización.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

4. Tener un valor nominal de interrupción suficiente para la tensión nominal del circuito y para la corriente disponible en los terminales de línea de los equipos.
- p. El aerogenerador debe contar con una parada sistemática manual fácilmente accesible. Esta debe causar que la turbina del aerogenerador quede en un estado de espera, el cual debe detener el rotor de la turbina o permitir que una velocidad de rotor limitada se combine con un medio que desenergice el circuito de salida del aerogenerador. No aplica para aerogeneradores con un área de barrido de menos de 50 m<sup>2</sup>.
- q. El procedimiento para una parada sistemática de un aerogenerador, debe estar definido y permanentemente publicado en la ubicación de la parada sistemática y en el lugar del controlador o desconectador de la turbina, si la ubicación fuera diferente.
- r. Los circuitos de salida del aerogenerador en corriente continua, que ingresen a un edificio o estructura, deben usar canalizaciones metálicas o cables tipo MC.
- s. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de torres, góndolas de turbinas, otros equipos y encerramientos de conductores deben ser puestas a tierra y conectadas equipotencialmente al sistema de puesta a tierra general de la instalación.
- t. Las cimentaciones y demás obras civiles requeridas para la instalación segura del aerogenerador deben cumplir los requerimientos de la norma NSR-10 o equivalente.
- u. Se debe dar cumplimiento a los requisitos de rotulado y señalización establecidos en la parte VI del Artículo 694 de la norma NTC 2050 segunda actualización.

**Parágrafo 1:** Todos los equipos o mecanismos cuya potencia mecánica sea de tipo rotacional y su fin sea transformar la potencia mecánica en potencia eléctrica (Turbinas: hidráulicas, eólicas, de gas, de vapor; motores de combustión interna, “Stirling”, etc.), que se conecten a generadores eléctricos sincrónicos, asincrónicos o de imanes permanentes, deben cumplir con las normas técnicas nacionales o internacionales que les apliquen, así como los protocolos ambientales y de seguridad tanto humana como de los mismos equipos y bienes conexos a la instalación. Para los efectos de este Reglamento la conformidad de producto sólo será exigible a la parte eléctrica del generador.

### **Artículo 3.17.2. Aisladores**

Los aisladores utilizados en líneas de transmisión, redes de distribución, subestaciones, barrajes, tableros y en general en cualquier aplicación donde se requiera aislar partes energizadas o susceptibles de ser energizadas, deben ser seleccionados para la función requerida, teniendo en cuenta los niveles básicos de aislamiento, las tensiones mecánicas a las que estará sometido y el ambiente donde serán instalados.

Se debe garantizar la compatibilidad de la forma y dimensiones de los aisladores con los accesorios, adaptadores y herrajes de ensamble o acople. Igualmente, se debe asegurar que tanto el aislador como sus soportes resistan los esfuerzos mecánicos del elemento a aislar, para lo cual se deben seleccionar atendiendo estándares internacionales o de reconocimiento internacional y las instrucciones del proveedor.

- a. Los aisladores utilizados en las redes de distribución deben ser seleccionados e instalados para garantizar mínimo las siguientes cargas de rotura:
  1. Los de suspensión, deben garantizar por lo menos el 80% de carga de rotura del conductor utilizado.
  2. Los de Tipo carrete, deben garantizar por lo menos el 50% de la carga de rotura del conductor utilizado.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

3. Los de tipo espigo (o los equivalentes a Line Post), deben garantizar por lo menos el 10% de la carga de rotura del conductor utilizado.
  4. Los de tipo tensor, la carga de rotura seleccionada debe ser superior a los esfuerzos mecánicos a que será sometido por parte de la estructura y del templete en las condiciones ambientales más desfavorables.
- b. Para la determinación de la carga de rotura en los aisladores utilizados en líneas de transmisión se deben diferenciar las estructuras en suspensión y retención, con base en las cargas mecánicas a condición normal, aplicando los factores de seguridad calculados con base en el numeral 7.3.6 de la norma IEC 60826, así:
1. Aisladores para estructuras en suspensión. La carga de rotura mínima debe ser igual a la sumatoria vectorial de las cargas verticales y transversales (máximo absoluto en la cadena) por el factor de seguridad, el cual no podrá ser menor de 2,5.
  2. Aisladores para estructuras en retención. La carga de rotura mínima del aislador debe ser igual a la máxima carga longitudinal a que este expuesto por el factor de seguridad, el cual no debe ser menor de 2,5.
- c. Mantenimiento: El criterio para determinar la pérdida de su función, será la rotura o pérdida de sus cualidades eléctricas y mecánicas, al ser probados a tensión eléctrica y esfuerzo mecánico de acuerdo con las normas que le apliquen.

### **Artículo 3.17.3. Baterías o sistemas de acumulación de energía eléctrica**

Estos sistemas tienen como propósito permitir el almacenamiento de energía ya sea para suministro principal o como fuente de respaldo, de acuerdo con el alcance establecido en el Artículo 2.3.3 del Libro 2 del RETIE; éstos deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Para la conexión de los bornes de las baterías, se deben utilizar conectores antioxidantes, y no deben imponer una tensión mecánica en los bornes de la misma.
- b. Los conductores utilizados para la interconexión de las celdas y diferentes niveles, debe realizarse mediante un conductor que resista el aumento de temperatura por funcionamiento a carga máxima y temperatura ambiente máxima, siendo apropiados para estos propósitos; en el caso de baterías de plomo ácido, deben ser resistentes a los ácidos conforme a la NTC 6078 o norma equivalente.
- c. Debe disponerse de un medio de desconexión fácilmente accesible y estar ubicado al alcance de la vista desde el sistema de baterías; se permite el uso de medios de desconexión incorporados en electrobarras de corriente continua; adicionalmente debe estar rotulado en campo, de manera legible y durable para resistir las condiciones ambientales, conteniendo la siguiente información:
  1. Tensión nominal de la batería.
  2. Corriente máxima de cortocircuito disponible, derivada desde el sistema de baterías estacionarias.
  3. Los medios de desconexión de la batería deben ser rotulados de acuerdo con la sección 110.16 de la norma NTC 2050 segunda actualización.
- d. Cuando la corriente disponible de cortocircuito de una batería o banco de baterías de un sistema de generación sea mayor que la capacidad nominal de interrupción o la de soporte de los demás equipos instalados en el circuito, en cada uno de ellos y cerca de las baterías se debe instalar un dispositivo limitador de corriente o dispositivo de protección contra sobrecorriente, calculado para dicho sistema.
- e. Para baterías con sustancias químicas con electrolito corrosivo, la estructura que brinda soporte a la batería debe ser resistente al deterioro debido al electrolito. Las estructuras metálicas se deben suministrar con elementos de apoyo no conductores para las celdas, o se deben construir con un material aislante continuo. No se debe

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

considerar material de aislamiento a la pintura utilizada como único medio para tal fin.

- f. Los sistemas de acumulación de energía eléctrica que superen la capacidad de almacenamiento establecida en la tabla 3.17.3.a., deberán atender los requisitos establecidos en la sección 1206.2 del International Fire Code – IFC 2021.

**Tabla 3.17.3. a.** Energía de umbral de los sistemas de almacenamiento de baterías

Tecnología de la batería	Capacidad de Energía <sup>1</sup>
Baterías de flujo <sup>2</sup>	20 kWh
Plomo Acido, todos los tipos	70 kWh
Litio, todos los tipos	20 kWh
Níquel Cadmio	70 kWh
Sodio, todos los tipos	20 kWh <sup>3</sup>
Otras tecnologías de baterías	10 kWh

Fuente: Adaptada del International Fire Code – IFC 2021.

**Nota 1:** Para las baterías clasificadas en amperios-hora, los kWh serán iguales a la tensión clasificado multiplicado por la clasificación de amperios-hora dividido por 1 000.

**Nota 2:** Incluirá vanadio, zinc-bromo, polisulfuro-bromuro y otras tecnologías de tipo electrolito fluido.

**Nota 3:** 70 kWh para tecnologías de iones de sodio.

- g. Las partes energizadas de los sistemas de baterías en las edificaciones deben estar resguardadas para evitar el contacto accidental con personas u objetos, independientemente de la tensión o tipo de batería, y deben cumplir lo establecido en la sección 110.27 de la Norma NTC 2050 segunda actualización.
- h. Debe cumplir los espacios de montaje y equipos del Título 4 del presente Libro, y mantener una distancia de 25 mm entre un contenedor de celda y cualquier muro o estructura que esté del lado que no requiera acceso para mantenimiento.
- i. No deben permitirse tuberías para gas combustible en cuartos para baterías.
- j. Las baterías en procesos de generación con Fuentes No Convencionales de Energía – FNCER, deben ser de tipo ciclo profundo con una profundidad de descarga mayor al 80%.
- k. Se deben atender las normas ambientales y de salud relacionadas con el uso y disposición final de las baterías para lo cual se debe establecer y ejecutar un plan de mantenimiento, el cual debe estar incluido en el manual de operación y mantenimiento que trata el Título 6 del presente Libro, y que permita maximizar el tiempo de vida útil, prevenir fallas evitables y reducir reemplazos prematuros; de las labores de mantenimiento se deben dejar los registros, las mediciones y verificación se debe hacer trimestralmente en los siguientes parámetros que apliquen:
1. Tensión de flotación de cada batería.
  2. Apariencia, limpieza general y neutralización de las baterías, estructuras y área destinada para su operación y /o almacenamiento.
  3. Corriente y tensión de salida del cargador.
  4. Niveles de electrolito.
  5. Fisuras en baterías o evidencia de fuga de electrolito.
  6. Revisión física de corrosión en terminales, conectores, estructuras y gabinetes.
  7. Temperatura ambiente y ventilación.
  8. Conexiones a tierra no intencionales.
  9. Verificación de operación de sistemas de monitoreo de baterías (si existen).

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

10. (Resistencia interna, conductancia) por batería.
11. Temperatura ambiente del cuarto de baterías.
12. Temperatura de cada batería medida sobre el terminal negativo.

#### **Artículo 3.17.4. Bóvedas**

Las bóvedas para alojar transformadores aislados con aceite mineral, independiente de su potencia, transformadores tipo seco de más de 112.5 kVA, transformadores secos con tensión mayor a 35 kV, transformadores aislados con líquidos de alto punto de combustión, o transformadores aislados en líquidos no inflamables, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Las paredes, pisos y techos de la bóveda deben soportar como mínimo tres (3) h al fuego, manteniendo su condición estructural sin que se deforme o permita que la cara no expuesta al fuego supere los 150 °C, cuando se tenga en el interior de la bóveda una temperatura hasta de 1 000 °C. No se permite el uso de bóvedas construidas con paredes, techos o piso en placas prefabricadas que puedan ser degradadas en procesos como el de limpieza. Para la instalación en interiores de transformadores aislados con líquidos de alto punto de combustión (mayor a 300 °C) se permite que la bóveda soporte el fuego por mínimo 1 h.
- b. Las bóvedas deben contar con los sistemas de ventilación, para operación normal de los equipos y con los dispositivos que automáticamente cierren en el evento de incendio. Al cierre se debe asegurar que las juntas de las puertas y ventanas de ventilación queden selladas de forma tal que impida el paso de gases calientes o entre aire que ayude a la combustión.
- c. Las bóvedas para alojar transformadores aislados con aceite mineral, independiente de su potencia o transformadores tipo seco de más de 112.5 kV, transformadores secos con tensión mayor a 35 kV, instalados en interiores de edificios, requieren que las entradas desde el interior del edificio estén dotadas de puertas cortafuego, capaces de evitar que el incendio del transformador se propague a otros sitios de la edificación.
- d. Para transformadores secos, de potencia mayor o igual a 112,5 kVA, con RISE (aumento de temperatura) menor de 80 °C y tensión inferior a 35 kV, se acepta una bóveda o cuarto de transformadores resistente al fuego durante 1 h.
- e. Para transformadores secos, de potencia mayor o igual a 112,5 kVA, con RISE (aumento de temperatura) mayor de 80 °C y tensión inferior a 35 kV, no requiere puerta resistente al fuego, siempre y cuando estén instalados en cabina o gabinete metálico (celda) con abertura de ventilación.
- f. La bóveda debe contar con puerta, umbral o brocal y cerraduras que cumpla la sección 450.43 literales (A), (B) y (C) de la NTC 2050 segunda actualización, acorde con los requerimientos señalados para el tipo de transformador que allí se aloje. Para la instalación en interiores de transformadores aislados con líquidos de alto punto de combustión (mayor a 300 °C), se debe cumplir la sección 450.23 literal (A), y para transformadores aislados en líquidos no inflamables el numeral 450.24 de la NTC 2050 segunda actualización.

#### **Artículo 3.17.5. Cajas y conduletas**

Las cajas y conduletas, son elementos fundamentales para la protección contra contacto directo. Por tal razón en la instalación se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

- a. El volumen de las cajas, calculado de acuerdo con el artículo 314.16(A) de la norma NTC 2050 segunda actualización, no debe ser menor al volumen de ocupación calculado de acuerdo con el artículo 314.16(B) de dicha norma. Se deben limpiar y retirar todos los materiales o elementos que no correspondan a la instalación. La

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

cantidad de\* conductores a instalar en las conduletas debe realizarse de acuerdo con el artículo 314.16(C) de la norma NTC 2050 segunda actualización.

- b. Las cajas utilizadas en salidas para artefactos de alumbrado (portalámparas), deben estar diseñadas para ese fin y no se permite la instalación de cajas rectangulares.
- c. No se permite la instalación de cajas redondas cuando las canalizaciones que llegan a la caja requieren uso de accesorios como contratueras o boquillas que deban acoplarse a la parte lateral de una caja.
- d. En paredes o cielorrasos construidos en madera u otro material combustible, las cajas deben quedar a ras o sobresalir de la superficie de acabado.
- e. No se deben retirar tapas de entrada de ductos no utilizadas, ni se deben hacer perforaciones adicionales.
- f. Las aberturas no utilizadas de las cajas deben estar cerradas para que ofrezcan una protección similar a la pared del equipo.
- g. En los procesos de vaciado y curado de concreto, se debe proteger adecuadamente el interior de las cajas para evitar la pérdida del galvanizado.
- h. Las cajas metálicas deben estar equipotencializadas y conectadas al sistema de puesta a tierra
- i. En lugares con presencia de humedad, las cajas, cuerpos de tubo (conduit), campanas de cajas de salida y accesorios deben ser a prueba de agua para evitar el ingreso y la acumulación de humedad dentro de la caja, cuerpo de tubo (conduit) o accesorio.
- j. La instalación de cajas no metálicas se permite únicamente con alambrados abiertos sobre aisladores, con alambrados ocultos de perilla y tubo, con métodos de alambrado con recubrimientos totales no metálicos, cordones flexibles y canalizaciones no metálicas. También se permite la instalación de cajas no metálicas a canalizaciones metálicas o cables con armadura metálica cuando la caja cuenta con un medio interno de unión equipotencial entre todas las entradas.

### **Artículo 3.17.6. Canalizaciones y bandejas portacables**

#### **3.17.6.1. Requisitos generales para la instalación de canalizaciones**

Las canalizaciones según su tipo y aplicación, deben cumplir los siguientes requisitos generales:

- a. Las partes de canalizaciones que estén expuestas o a la vista, deben marcarse en franjas de color naranja de al menos 10 cm de anchas para distinguirlas de otros usos.
- b. En ambientes corrosivos, con humedad permanente o bajo tierra, no se aceptan elementos metálicos para alojamiento de conductores, que no estén apropiadamente protegidos contra la corrosión y que no cumplan con la resistencia al impacto y al aplastamiento requeridas.
- c. En las juntas de dilatación se debe instalar canalización flexible conforme los requisitos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.
- d. Cuando en una misma canalización se instalen conductores eléctricos con cableados o tuberías para otros usos, debe existir una separación física entre ellos.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- e. Cuando las condiciones específicas de la instalación lo requieran, las canalizaciones y accesorios deben cumplir los requisitos establecidos para esa condición.
- f. En la selección e instalación del tipo de canalización, se deben evaluar las condiciones particulares de la instalación y su ambiente y aplicar los elementos más apropiados teniendo en cuenta los usos permitidos y las prohibiciones, de los elementos disponibles en el mercado.
- g. Igualmente deben cumplir los requisitos de instalación de la NTC 2050 segunda actualización especialmente los siguientes artículos:
  - 1. Artículo 342 Tubo (conduit) metálico intermedio – NTC 169 (tipo IMC).
  - 2. Artículo 344 Tubo (conduit) metálico rígido - NTC 171 (tipo rigid).
  - 3. Artículo 348 Tubería metálica flexible tipo FMC – Flexible metal conduct.
  - 4. Artículo 350 Tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFMC – Liquidtight Flexible Metal Conduit.
  - 5. Artículo 352 Tubo (conduit) rígido de cloruro de polivinilo tipo PVC – NTC 979.
  - 6. Artículo 353 Tubería (conduit) de polietileno de alta densidad tipo HDPE – High Density Polyethylene Conduit.
  - 7. Artículo 354 Tubería (conduit) subterránea no metálica con conductores tipo NUCC - Nonmetallic Underground Conduit with Conductors).
  - 8. Artículo 355 Tubo (conduit) de resina termofija reforzada RTRC – Reinforced Thermosetting Resin Conduit.
  - 9. Artículo 356 Tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFNC – Liquidtight Flexible Nonmetallic Conduit.
  - 10. Artículo 358 Tubería eléctrica metálica tipo EMT - NTC 105.
  - 11. Artículo 360 Tubería metálica tipo flexible FMT – Flexible Metallic Tubing.
  - 12. Artículo 362 Tubería (conduit) eléctrica no metálica tipo ENT – Electrical Nonmetallic Tubing).
  - 13. Artículo 366 canales auxiliares (gutters).
  - 14. Artículo 368 electrobarras.
  - 15. Artículo 370 bus de cables.
  - 16. Artículo 372 Canalizaciones en pisos celulares de concreto.
  - 17. Artículo 374 Canalizaciones en pisos metálicos celulares.
  - 18. Artículo 376 Canaletas metálicas (ducto).
  - 19. Artículo 378 Canaletas no metálicas (ductos no metálicos).
  - 20. Artículo 384 Canal tipo soporte (strut-type channel raceway).
  - 21. Artículo 386 Canalizaciones superficiales metálicas.
  - 22. Artículo 388 Canalizaciones superficiales no metálicas.
  - 23. Artículo 390 Canalizaciones bajo el piso.

### **3.17.6.2. Bandejas portacables para instalaciones de uso final**

En instalaciones de uso final se pueden instalar bandejas portacables de fondo continuo, canal ventilado de malla o escalera, de material metálico o no metálico, y puede soportar canalizaciones o directamente los conductores siempre y cuando estos estén certificados y rotulados para uso en bandejas, en la instalación se deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Se debe asegurar la continuidad eléctrica y la equipotencialidad entre las distintas secciones de la bandeja metálica, ver normas tales como la IEC 61537 o norma equivalente.
- b. Los conductores a instalar deben estar certificados y rotulados para usar en bandeja portacable. En las partes accesibles, deben estar identificados con el código de colores del presente Libro.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- c. Se podrán adoptar los requisitos de montaje de instalación y las recomendaciones, de las normas IEC 60364-5-52, NTC 2431 y las IEEE 525/12.3.4, sobre bandejas portacables.
- d. Debe permitirse el uso de bandejas portacables como sistema de soporte para conductores de acometida, alimentadores, circuitos ramales, circuitos de comunicaciones, circuitos de control, circuitos de señalización; también se incluyen circuitos de iluminación de tensión nominal no mayor a 30 Vac o 60 Vcc, para los cuales se debe tener en cuenta las ampacidades de la tabla 725.144 de la NTC 2050 Segunda Actualización.
- e. Las bandejas portacables ubicadas en sitios clasificados como peligrosos sólo deben contener los tipos de cables y canalizaciones permitidos para este uso.
- f. Las bandejas portacables se deben instalar como un sistema completo. Si se hacen curvas o modificaciones durante la instalación, se deben hacer de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema de bandeja portacables y el soporte de los cables. Debe permitirse que los sistemas de bandejas portacables tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre los tramos de las bandejas portacables o entre los tramos de bandejas portacables y los equipos.
- g. Las bandejas portacables deben estar expuestas y accesibles, excepto en lo permitido por la sección 392.10 literal (D) de la NTC 2050 segunda actualización.
- h. Las bandejas portacables que contengan conductores de un valor nominal de más de 600 V deben tener una notificación de advertencia permanente y legible, con el siguiente texto: “PELIGRO — RIESGO ELÉCTRICO — MANTÉNGASE ALEJADO”, colocado en lugar fácilmente visible sobre todas las bandejas portacables y el espaciamiento de las notificaciones de advertencia no debe exceder de 3 m.
- i. Debe permitirse que los cables multiconductores que funcionan a 1 000 V o menos sean instalados en la misma bandeja.
- j. Los cables que funcionan a más de 1 000 V y los que funcionan a 1 000 V o menos, instalados en la misma bandeja portacables, deben cumplir cualquiera de los siguientes requisitos:
  - 1. Los cables que funcionan a más de 1 000 V son de tipo MC.
  - 2. Los cables que funcionan a más de 1 000 V están separados de los cables que funcionan a 1 000 V o menos mediante una barrera sólida fija de un material compatible con la bandeja portacables.
- k. Cuando los cables de los conductores individuales que conforman cada fase, neutro o conductor puesto a tierra de un circuito de corriente alterna se conecten en paralelo, los conductores se deben instalar en grupos que consten máximo de un conductor por fase, neutro o conductor puesto a tierra, minimizando así los efectos de los campos electromagnéticos. Los circuitos deben ser marcados de tal forma que permita su identificación.
- l. Cuando alguno de los conductores individuales instalados en una bandeja portacables de escalera o fondo ventilada sea de sección transversal de 53,5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) al 107,21 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), se deben instalar en una sola capa todos los conductores individuales.
- m. En una misma bandeja portacables no deben instalarse conductores eléctricos con tuberías para otros usos no eléctricos, tales como gases líquidos u otros fluidos.
- n. Para el dimensionamiento de las bandejas deben usarse las tablas 3.17.6.2. a. y 3.17.6.2. b. del presente Libro, de acuerdo con el tipo de cables, bandeja e instalación. Se debe tener en cuenta lo contemplado en los numerales 392.22 (A) y (B) de la NTC 2050 Segunda Actualización para la correcta aplicación de las tablas.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

**Tabla 3.17.6.2. a.** Área de ocupación permisible para cables multiconductores en bandejas portacables de tipo escalera, fondo ventilado o fondo sólido para cables de 2 000 V nominales o menos.

Ancho interior de la bandeja en mm	Área de llenado máxima permisible en mm <sup>2</sup> para cables multiconductores			
	Bandejas portacables tipo escalera o fondo ventilado, 392.22 (A)(1)		Bandejas portacables tipo fondo sólido, 392.22 (A)(3)	
	Columna 1 Aplicable sólo por 392.22 (A)(1)(b)	Columna 2* Aplicable sólo por 392.22(A)(1)(c)	Columna 3 Aplicable sólo por 392.22(A)(3)(b)	Columna 4* Aplicable sólo por 392.22(A)(3)(c)
50	1,5	1,5 - (30 Sd)**	1,2	1,2 - (25 Sd)**
100	3	3 - (30 Sd)**	2,3	2,3 - (25 Sd)
150	4,5	4,5 - (30 Sd)**	3,5	3,5 - (25 Sd)**
200	6	6 - (30 Sd)**	4,5	4,5 - (25 Sd)
225	6,8	6,8 - (30 Sd)	5,1	5,1 - (25 Sd)
300	9	9 - (30 Sd)	7,1	7,1 - (25 Sd)
400	12	12 - (30 Sd)	9,4	9,4 - (25 Sd)
450	13,5	13,5 - (30 Sd)	10,6	10,6 - (25 Sd)
500	15	15 - (30 Sd)	11,8	11,8 - (25 Sd)
600	18	18 - (30 Sd)	14,2	14,2 - (25 Sd)
750	22,5	22,5 - (30 Sd)	17,7	17,7 - (25 Sd)
900	27	27 - (30 Sd)	21,3	21,3 - (25 Sd)

Fuente: Adoptada de la norma NTC 2050 Segunda Actualización.

**Tabla 3.17.6.2. b.** Área de ocupación permisible para cables de un solo conductor en bandejas portacables tipo malla metálica, escalera o fondo ventilado, para cables de 2 000 V nominales o menos.

Anchura interior de la bandeja en mm	Área máxima admisible de ocupación para cables de conductor sencillo en mm <sup>2</sup>	
	Columna 1 Aplicable sólo por 392.22(B)(1)(b)	Columna 2* Aplicable sólo por 392.22(B)(1)(c)
50	1,4	1,4 - (28 Sd)**
100	2,8	2,8 - (28 Sd)
150	4,2	4,2 - (28 Sd)**
200	5,6	5,6 - (28 Sd)
225	6,1	6,1 - (28 Sd)
300	8,4	8,4 - (28 Sd)
400	11,2	11,2 - (28 Sd)
450	12,6	12,6 - (28 Sd)
500	14	14 - (28 Sd)
600	16,8	16,8 - (28 Sd)
750	21	21 - (28 Sd)
900	25	25,2 - (28 Sd)

Fuente: Adoptada de la norma NTC 2050 Segunda Actualización.

- o. Se deben tener en cuenta los máximos esfuerzos mecánicos permitidos que puede soportar la bandeja portacable a instalar.
- p. Tanto los cables instalados como la bandeja portacables, expuestos a radiación ultravioleta deben ser resistentes a este tipo de radiación, como lo señala ANSI UL 568.
- q. En instalaciones no industriales, se acepta el montaje de conductores monopolares de calibres menores o iguales a 1/0 en bandejas portacables, siempre que dichos cables se protejan de efectos mecánicos y térmicos ocasionados por los cables de calibres mayores, teniendo en cuenta el derrateo por temperatura conforme a NTC 2431, separándolos por una pared rígida de material compatible con el de la bandeja y realizándoles amarres que impidan los desplazamientos que puedan causarles esfuerzos perjudiciales al aislamiento, la separación entre travesaños o peldaños de la bandeja horizontal no debe superar 15 cm para conductores entre 1/0 y 8 AWG, y 10 cm para conductores entre 10 y 12 AWG.
- r. La instalación no debe ser manipulada por personas no competentes.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- s. No se permite el uso de bandejas portacables en instalaciones residenciales, fosos de ascensores, canales o buitrones de ventilación, sitios con alta concentración de personas y demás ubicaciones definidas en NTC 2050 segunda actualización para las que no se permita la utilización de bandejas portacables,
- t. El uso de bandejas portacables en infraestructura común de edificaciones que alojen conductores que sirven a cuentas múltiples de oficinas o unidades de comercio, se permite siempre y cuando se cumplen los siguientes requisitos:
  - 1. Que los equipos de medida estén agrupados en tableros de medidores.
  - 2. Que las bandejas se instalan en espacios o áreas comunes a la copropiedad.
  - 3. Que los conductores soportados en la bandeja aguas abajo de la medición, están agrupados e identificados por cada cuenta.
  - 4. Que cada cuenta esté debidamente identificada y las marcaciones se repitan en tramos no mayores a 10 m.
  - 5. Que en el Reglamento de copropiedad, las bandejas portacables que sirven varias cuentas y los cables allí incorporados estén definidos como bienes comunes de la copropiedad y se establezca que la intervención, manipulación o modificaciones de las bandejas o de los conductores soportados en ellas, sean ejecutadas por personas competentes, con la autorización previa escrita y bajo control de la administración de los bienes comunes de la copropiedad y la administración de dichos bienes ejerza el control y cuidado para asegurar un buen funcionamiento y operación, tal como lo señala la Ley 675 sobre propiedad horizontal.

### **3.17.6.3. Canalizaciones eléctricas prefabricadas o electroductos.**

La canalización metálica prefabricada, también llamada bus de barras, canalización con barras, electroducto, electrobarra, canalización eléctrica con barras incorporadas, “busways” o “busbar trunking system”; contiene conductores desnudos o aislados (generalmente barras, varillas o tubos de cobre, aluminio o aluminio recubierto en cobre u otros materiales para reducir el par galvánico), además de sus accesorios y fijaciones. Se utilizan generalmente para distribución de potencia en edificios, oficinas, hoteles, centros comerciales, instalaciones agrícolas e industriales y están consideradas como un sistema de cableado completo. Para su adecuada selección e instalación se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

- a. Con el fin de facilitar la conexión y posteriores labores de mantenimiento, evitar la deformación y aflojamiento de las uniones, ante movimientos sísmicos, asentamiento de la estructura de la edificación, desajustes de tornillos y movimientos dinámicos asociados a fallas y corto circuitos y mitigar el “Efecto Creep”, se debe asegurar la flexibilidad del sistema de electroductos, en las uniones de barras, las conexiones entre tramos alimentadores, curvas, T, cruces y otros accesorios de los electroductos, para lo cual se recomiendan las uniones monobloques tipo “Joint” y usar arandelas tipo Belleville DIN 6796 o equivalente.
- b. En las salidas de derivación (salidas tipo “Plug-in”, “Tap-off” y cajas de derivación), se debe asegurar un adecuado acoplamiento al sistema eléctrico.
- c. Cuando se empleen electrobarras con conductores de aluminio y derivaciones en cobre o viceversa, es indispensable emplear terminales bimetálicas certificadas en los puntos donde los diferentes metales (aluminio – cobre) estén en contacto, evitando que se produzca corrosión por efectos del par galvánico, aflojamiento, puntos calientes o arco eléctrico, además de garantizar que no se afecte la integridad o condiciones técnicas del equipo.
- d. Cuando se requieran hacer provisiones para la remoción de barreras, la apertura del encerramiento o la extracción de partes del encerramiento (puertas, carcacas, tapas y similares) se debe cumplir con los siguientes requerimientos destinados a mitigar el riesgo de contacto directo:

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

1. La remoción, apertura o extracción debe hacerse mediante el uso de herramientas apropiadas.
  2. Asegurar el aislamiento de todas las partes vivas que puedan ser tocadas después de abrir una puerta; por ejemplo mediante el uso de enclavamientos entre la puerta y el elemento de desconexión de una caja de derivación de modo que la puerta se pueda abrir únicamente si el elemento de desconexión se encuentra en la posición "abierto", o mediante la inclusión de una barrera o cortina interna que confine las partes vivas, de manera que no puedan ser tocadas inadvertidamente cuando la puerta se encuentre abierta. En este caso no debe ser posible la remoción de esta barrera o cortina sin el uso de una herramienta adecuada.
- e. La altura de instalación de un electroducto no debe ser menor de 1,85 m sobre el piso o plataforma de trabajo, exceptuando los casos en los cuales el nivel del piso sea inferior, siempre y cuando se asegure que el electroducto no sea un obstáculo para la circulación de personas y traslado de objetos según IEEE 141 en el Capítulo 13 y sección 13.7.
  - f. Cuando la etiqueta o placa no especifique los puntos de soporte, estos deben ser instalados a no más de 1,5 m, según el Artículo 368.3 de la NTC 2050 segunda actualización y no se deben ubicar dónde están los puntos de unión o “Joints”. En todos los casos se debe asegurar que las piezas del sistema del electroducto queden debidamente soportadas.
  - g. Se deben dejar los espacios apropiados entre canalizaciones, que permitan ejecutar las labores de operación, mantenimiento y reposición. En la perforación entre pisos (pasa losa) se deben dejar los espacios de tal forma que a los lados y parte trasera se separe 20 cm de la barra y 30 cm de frente.
  - h. Las fijaciones del recorrido vertical de los electroductos deben soportar los movimientos telúricos y dinámicos a los cuales el sistema sea expuesto, dando cumplimiento al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.
  - i. En instalaciones verticales en donde la canalización con barras incorporadas pasa a través de varios pisos, en cada uno de ellos se debe instalar un muro de mínimo 11 cm de altura alrededor de la canalización y distanciado del borde del orificio al menos 30 cm, con el fin de proteger la canalización de derrames de líquidos.
  - j. Cuando se instale el electroducto de forma vertical en instalaciones residenciales y comerciales debe tener un IP no menor a 55.
  - k. Una vez instalado el electroducto, se debe realizar una prueba de medición de la resistencia de aislamiento entre partes activas y tierra del sistema, la prueba debe superar las medidas establecidas por cada fabricante con la finalidad de descartar corrientes de fuga como lo señala la IEEE 141 en su sección 13.11.
  - l. En instalaciones en las cuales la medida de energía (por parte del Operador de Red) se realice aguas abajo de instalación de la electrobarra, todas las uniones y sus tapas, cajas de derivación y tapa final que no sean continuas o permitan el acceso a partes vivas, deben disponer de pestañas para la instalación de sellos de seguridad.

#### **3.17.6.4. Sistemas de canales y de ductos cerrados de sección no circular**

Deben cumplir lo siguientes requisitos generales de instalación:

- a. En ambientes corrosivos, con humedad permanente o bajo tierra, no se aceptan elementos metálicos para alojamiento de conductores, que no estén apropiadamente protegidos contra la corrosión que no cumplan con la resistencia al impacto y al aplastamiento requeridas.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- b. En las juntas de dilatación se debe instalar canalización flexible conforme los requisitos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.
- c. Cuando en una misma canalización se instalen conductores eléctricos con cableados o tuberías para otros usos, debe existir una separación física entre ellos.
- d. Cuando las condiciones específicas de la instalación lo requieran, las canalizaciones y accesorios deben cumplir los requisitos establecidos para esa condición.
- e. No se permite el uso de canales no metálicas en: Instalaciones ocultas (excepto cuando atraviesan muros o paredes), donde estén expuestas a daño físico, en ambientes con temperaturas superiores a las certificadas para la canalización ni donde alojen conductores cuyos límites de temperatura del aislamiento de los conductores excedan aquellos para los cuales se certifica la canal.
- f. Deben instalarse de tal manera que se asegure la continuidad mecánica, y en las metálicas, la continuidad eléctrica por medio de puentes equipotenciales.
- g. Deben estar sólidamente soportadas y con encerramiento completo.
- h. Se debe evitar la abrasión o el corte del aislamiento de los conductores, mediante el uso de pasacables, tubos o accesorios adecuados.

#### **3.17.6.5. Otras canalizaciones**

Es permitido utilizar tecnologías de enterramiento directo para transmisión y distribución subterránea de potencia eléctrica mediante puentes, túneles, bancos de ductos, excavaciones u otras estructura compartidas, siempre y cuando los conductores utilizados se encuentren certificados para dicho uso, se cumplan los requerimientos de instalación establecidos por él productor y se sigan las directrices establecidas en la **NTC 2050 segunda actualización**, por el **CIGRE** o en la **ANSI/IEEE C2**, en cuanto a servicios y requerimientos generales necesarios para este tipo de aplicación.

#### **3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios**

En toda instalación eléctrica la tubería debe cumplir la función de protección de los conductores contra daños, especialmente de sus cubiertas de aislamiento, por lo que en su instalación se deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. No deben instalarse tuberías no metálicas en lugares expuestos a daños físicos o a la luz solar directa, o directamente enterradas en el suelo si no están certificadas para ser utilizadas en tales condiciones.
- b. Las tuberías eléctricas plegables (flexible) no metálicas deben ir ocultas dentro de cielorrasos, cielos falsos, pisos, muros o techos, siempre y cuando los materiales constructivos utilizados tengan una resistencia al fuego de mínimo 15 min, o menos de 15 min si se tiene un sistema contra incendio de rociadores automáticos en toda la edificación.
- c. Los espacios entre elementos que soporten tuberías no metálicas, no podrán ser mayores a 1,2 m para tubería hasta de 19 mm de diámetro; 1,5 m para tuberías entre 25 y 51 mm; 1,8 m para tuberías entre 63 y 76 mm y 2,1 m para tuberías entre 89 y 102 mm. Los soportes para tuberías metálicas deben asegurar que no se presenten deflexiones y las tuberías flexibles deben llevar amarres o grapas que aseguren su posición de forma permanente.
- d. No se podrán usar tuberías no metálicas, en espacios donde por efectos de la carga eléctrica en los conductores u otra fuente de calor, se tengan temperaturas por encima de las tolerables por la tubería.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- e. No se permite el uso de tubería eléctrica plegable no metálica, como soporte de aparatos ni para tensiones mayores de 600 V, a no ser que esté certificada para esos usos.
- f. Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o ciellorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min; siempre que tal encerramiento la proteja contra daños y no le permita deflexiones con desplazamientos mayores al diámetro de la tubería.
- g. En construcciones con tuberías embebidas en concreto, los instaladores deben tener especial cuidado en no deformarlas ni permitir la entrada de materiales que les ocasionen taponamientos. Previo al vaciado del concreto se les debe colocar en los extremos tapones provisionales. Para tuberías no metálicas se recomienda calentar y comprimir las puntas expuestas para asegurar que no sean removidos los tapones hasta cuando se instalen las cajas de conexión o paso.

**Parágrafo 1:** Se permite el uso de tuberías no metálicas de material termoplástico reforzado con materiales como fibra de vidrio, siempre y cuando cumplan con la norma **NEMA TC 14** o una norma equivalente.

### **Artículo 3.17.7. Cargadores de baterías para vehículos eléctricos e híbridos enchufables**

Los cargadores de baterías para vehículos eléctricos – VE e híbridos enchufables se clasifican según el modo de recarga de acuerdo con **IEC 61851-1 o NTC-IEC 61851-1**, así:

- I. Modo 1: La conexión a la red eléctrica se realiza directamente por medio de un tomacorriente monofásico o trifásico tipo doméstico, con una puesta a tierra incorporada. Tanto el cargador, el sistema de control y el cable hacen parte del vehículo.
- II. Modo 2: La conexión a la red eléctrica se realiza por medio de un tomacorriente monofásico o trifásico tipo doméstico a través de un monitor de recarga, que puede tener incorporado o no el cable de recarga. La carga se limita a 10 A.
- III. Modo 3: La conexión a la red eléctrica se realiza a través de una base con tomacorrientes especiales que se alimenta desde un circuito dedicado. El sistema de monitoreo de la recarga está incorporado a la base.
- IV. Modo 4: Es el caso típico de estaciones de carga. La conexión a la red eléctrica se realiza en corriente continua, en tiempo corto. El cargador se encuentra fijo y tiene las funciones de monitoreo de recarga y protección.

También pueden clasificarse por niveles según lo establecido en las normas **SAE J1772 o NTC 6537**:

Nivel de carga 1: Es aquel que utiliza un tomacorriente estándar de Corriente Alterna - c.a.. Su potencia nominal es inferior a 3,7 kilovatios [kW].

Nivel de carga 2: Es aquel que requiere la instalación de una Estación de carga con conexión a Corriente Alterna - c.a. Su potencia nominal se encuentra entre 3,7 kilovatios [kW] a 22 kilovatios [kW].

Nivel de carga 3: Es aquel que consiste en una carga rápida con conexión a Corriente Alterna - c.a. o Corriente Directa - c.c. Su potencia nominal es superior a 22 kilovatios [kW] en c.a. y superior a 50 kilovatios [kW] en c.c.

La instalación de los equipos de carga debe cumplir los siguientes requisitos:

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- a. En el diseño de la instalación eléctrica para los cargadores de baterías se debe asegurar que la acometida, alimentadores y el circuito ramal donde se conecte el cargador pueda entregar la potencia de la carga durante el tiempo requerido sin generar calentamiento de los conductores por encima de los 60 °C.
- b. En los sistemas de carga en instalaciones domiciliarias o similares, se debe disponer de un circuito eléctrico independiente de mínimo 20 A exclusivo para ese propósito.
- c. En estaciones de carga, se debe asegurar que la red de distribución soporta la carga instalable que requiere el cargador y sus elementos de control.
- d. Los cargadores de más de 60 A o más de 150 V a tierra, deben tener un medio de desconexión instalado en un lugar fácilmente accesible, y contar con elementos de bloqueo mecánico en la posición de abierto.
- e. Para sistemas de carga de vehículos eléctricos en un espacio interior encerrado, se deben cumplir los requisitos establecidos en la sección 625.52 de la NTC 2050 Segunda Actualización y las condiciones adicionales de ventilación establecidas por el productor según el tipo de equipo a instalar.
- f. Los cargadores de baterías de vehículos eléctricos, bajo la responsabilidad de los propietarios o tenedores de la instalación del equipo, deben ser revisados técnicamente por personal competente, según el manual de mantenimiento del equipo y con la periodicidad que recomiende el productor, para validar su funcionalidad.
- g. En los modos de carga 3 y 4 deben tomarse las precauciones a las que haga referencia el productor, para prevenir la conexión accidental del vehículo al punto fijo de alimentación del cargador.
- h. La ubicación de los Equipos de Suministro, deben estar a una altura no menor a 0,45 m del suelo y no mayor a 1.2 m. Para equipos instalados en el exterior, la distancia mínima de altura será de 0,6 m. No aplica para la conexión de equipos portátiles.
- i. Una clavija o conector de vehículo no debe suministrar carga a varios vehículos eléctricos simultáneamente.
- j. El acoplador el vehículo debe cumplir con los requisitos de la NTC 2050 Segunda actualización sección 625.10.
- k. Se debe proteger el equipo de influencias externas tales como:
  1. Presencia de agua (AD). Cuando el punto de conexión está instalado al aire libre, el equipo será seleccionado con un grado de protección de al menos IPX4 para proteger contra salpicaduras de agua (AD4).
  2. Presencia de cuerpos extraños sólidos (AE). Cuando el punto de conexión está instalado al aire libre, el equipo deberá ser seleccionado o provisto de un grado de protección de al menos IP4X con el fin de proteger contra el ingreso de objetos pequeños (AE3).
  3. Impacto (AG). El equipo instalado en las zonas públicas y sitios de parqueo debe estar protegido contra daños mecánicos (impacto de la severidad media AG2).
- l. La protección básica del equipo debe incluir las siguientes condiciones:
  1. Cada punto de conexión deberá estar protegido individualmente por un interruptor diferencial con una corriente residual de funcionamiento que no exceda de 30 mA a excepción de los circuitos que utilizan la medida de protección de la separación eléctrica. Los dispositivos seleccionados deben desconectar todos los conductores activos, incluido el neutro.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

2. Dispositivo de protección contra sobrecorriente. Cada punto de conexión deberá ser suministrada por un circuito individual protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorrientes.
3. La longitud total de cordones y cables que se puede utilizar no debe exceder 7,5 m a menos que estén equipados con un sistema de manejo de cables que sea parte del equipo de alimentación para vehículos eléctricos.
4. Para los diferentes modos de recarga tiene que preverse un conductor de puesta a tierra de protección entre el borne de tierra en la entrada de alimentación en c.a. del equipo recarga y el vehículo eléctrico.
5. Los equipos de alimentación para vehículos deben estar provistos por un interruptor que genere una desconexión automática del vehículo con la fuente de alimentación en caso de falla.

**Parágrafo 1:** Para controlar las influencias externas se permite el uso de sistemas de protección no menores a IP 66 o NEMA 4.

**Parágrafo 2:** La nomenclatura utilizada para la identificación de los grados de protección es tomada de las normas IEC 60364-5-51 e IEC 60529 o NTC-IEC 60529.

#### **Artículo 3.17.8. Celdas y tableros**

Las celdas y tableros son equipos de frecuente riesgo de arco eléctrico, el cual es considerado el mayor riesgo de origen eléctrico en las instalaciones; para minimizar este riesgo, se deben aplicar las siguientes prescripciones:

- a. Cuando la celda o el tablero este diseñado para uso en interior el equipo debe ser almacenado en posición vertical en un lugar seco y ventilado, protegido de la lluvia, temperaturas extremas y el polvo, esto con el fin de evitar el deterioro de características propias del producto.
- b. Los tableros con sistema de instalación tipo riel DIN, no podrán superar el nivel de ocupación definido por el productor.
- c. El piso donde se instalen los tableros o celdas, debe ser plano y las máximas desviaciones de nivel serán las permitidas por el fabricante.
- d. Salvo que el fabricante especifique otro valor, la distancia de la celda al techo no debe ser menor de 60 cm. No aplica para celdas para alojar transformadores siempre y cuando dicha celda no cuente con aberturas de ventilación en la parte superior.
- e. Los barrajes de tierra de un conjunto de secciones modulares deben quedar interconectadas, utilizando tornillos y tuercas mínimo grado o clase 5, con la presión adecuada a la tornillería.
- f. Cuando las conexiones van directamente a los terminales de los equipos, se deben aplicar los torques especificados por el fabricante.
- g. La instalación de cables al interior de la celda o tablero no deben pasar por detrás, por encima o atravesar los barrajes no puestos a tierra y no aislados.
- h. En el proceso de instalación, se debe priorizar la conexión del barraje de tierra del tablero a la malla de tierra para asegurar la protección del personal.
- i. La instalación de amarra-cables o cualquier otro elemento ajeno al tablero o celda, no debe afectar el grado de protección IP.
- j. Se deben utilizar terminales para hacer las conexiones entre cables y barrajes. Si la conexión es con cable de aluminio se deben utilizar conectores bimetálicos. A los barrajes no se les debe realizar perforaciones adicionales distintas a las previstas

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

desde fábrica con las cuales se probó el prototipo para efectos de certificación, ya que la pérdida de material debilita el barraje y propicia su falla.

- k. Cuando la conexión involucra varias barras por fase, los conectores se deben colocar enfrentados y con espaciadores de cobre entre las barras.
- l. Se deben respetar las distancias de seguridad definidas por el productor para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, siempre y cuando no contradiga las distancias de seguridad establecidas por el presente Reglamento.
- m. Los cables del sistema de control deben alambrarse en canales, bajo los siguientes criterios:
  - 1. Los canales se deben asegurar por lo menos cada 600 mm.
  - 2. Los canales no deben llenarse a más del 70% de su capacidad.
  - 3. Las conexiones deben ser hechas en borneras.
  - 4. Todos los hilos de un conductor deben insertarse en el agujero del borne.
  - 5. Ajustar firmemente, teniendo el cuidado de no cortar los hilos.
  - 6. Los conductores deben ser blindados, cuando sean para señales de comunicaciones y se debe conectar a tierra el blindaje.
- n. El instalador deberá realizar mínimo las siguientes verificaciones en el sitio de instalación, antes de proceder con la energización de la Celda o Tablero:
  - 1. Funcionalidad de las rejillas de ventilación, las tapas laterales y las puertas.
  - 2. Identificaciones del tablero y de los conductores de control y potencia.
  - 3. Conexión a tierra de las puertas.
  - 4. Remover el polvo.
  - 5. Medir equipotencialidad entre partes conductoras del tablero.
  - 6. Verificar los torques de las uniones mecánicas, eléctricas y de anclaje.
  - 7. Verificar los enclavamientos mecánicos de los equipos del tablero.
  - 8. Inspeccionar visualmente de toda la estructura del tablero, especialmente la pintura. Hacer retoques si es necesario.
  - 9. Engrasar ligeramente los contactos eléctricos (grasa contactal).
  - 10. Remover todos los objetos extraños que puedan impedir la operación del tablero (restos de cables, tuercas, tornillos, herramientas, etc.).
  - 11. Realizar las pruebas de aislamiento: Las mediciones deben ser realizadas usando un megóhmetro a una tensión de por lo menos 500 Vcc. El valor de la resistencia de aislamiento debe ser no menor de 1 000  $\Omega/V$ .
  - 12. Después de estos pasos y dejando registros de evidencia podrá proceder con la energización.
- o. Si el tablero o celda ha sufrido alguna modificación durante la instalación, se debe actualizar el diagrama unifilar e identificar los cambios efectuados.
- p. Se debe garantizar que los tableros o celdas, cuenten con conexiones efectivas con el sistema de puesta a tierra, dichas conexiones deben cumplir con lo establecido en el Título 12 del presente Libro.
- q. Después de armado e instalados los conductores y demás elementos de la celda o tablero, se debe verificar mediante una inspección visual, que no exista ninguna condición que afecte el grado de protección IP e IK de los equipos.
- r. El tablero debe ser fácilmente accesible, es decir que no se requiera de elementos adicionales ni retirar obstáculos para poder acceder a él, debe permitir accionar manualmente los interruptores y el espacio de trabajo donde se localice el tablero debe tener las dimensiones adecuadas que permita la movilidad del operario que requiera retirar sus tapas, abrir sus puertas y sustraer, reparar o mantener sus componentes, tal como lo establece el Título 4 del presente Libro.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- s. Verificar que los tableros de distribución tengan adherida de manera clara, permanente y visible los rotulados e instructivos que lo caracterizan y su respectivo diagrama unifilar. Los paneles de distribución deben estar rotulados de forma duradera por el fabricante con su corriente y tensión nominales, el número de fases para los que están diseñados y el nombre del fabricante o marca comercial, de manera visible aún después de su instalación.
- t. Todo alambrado de potencia del tablero debe cumplir el código de colores establecido en el título 5 del presente Libro.
- u. Las partes metálicas de los armarios, gabinetes, tableros y marcos de los paneles de distribución deben estar equipotencializadas y conectadas al sistema de puesta a tierra.
- v. Se prohíbe la instalación de tableros en paredes adyacentes a los peldaños de las escaleras. Se permite la instalación bajo escaleras siempre y cuando se cumplan los espacios de trabajo establecidos en el Título 4 del presente Libro.
- w. Se deben identificar los circuitos en el cuerpo del tablero y de forma visible.
- x. Cada tablero de distribución, equipo de tablero de distribución o panel de distribución, si se utiliza como equipo de acometida, debe tener un puente de conexión equipotencial principal, dimensionado de acuerdo con lo establecido en la sección 250.28(D) de la NTC 2050 Segunda actualización o su equivalente.
- y. Los tableros de distribución y los equipos de tableros de distribución que tengan alguna parte energizada expuesta deben estar ubicados en lugares permanentemente secos y únicamente donde estén bajo supervisión competente y sean accesibles únicamente a personas competentes. Los tableros de distribución y equipos de tableros de distribución se deben ubicar de modo tal que la probabilidad de daños debidos a equipos o procesos se reduzca al mínimo.
- z. Los paneles de distribución deben estar protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente que tenga un valor nominal no mayor que el del panel de distribución, salvo para las excepciones de la sección 408.36 de la NTC 2050 segunda actualización.
- aa. Cada conductor puesto a tierra debe terminar dentro del panel de distribución en un terminal individual que no sea utilizado para otro conductor.

#### **Artículo 3.17.9. Cercas eléctricas**

- a. No se deben instalar cercas eléctricas en sitios clasificados como peligrosos relacionados en el Artículo 3.28.3 del presente Libro.
- b. Las cercas de púas o cortantes como la concertina, no deben ser energizadas por un controlador.
- c. Todo controlador debe tener un sistema de puesta a tierra. Si la resistividad del terreno es muy alta, se admite un cable de tierra paralelo con la cerca.
- d. La cerca no debe energizarse desde dos controladores diferentes o desde circuitos diferentes de un mismo controlador.
- e. El alambrado de toda cerca debe montarse sobre aisladores.
- f. Debe haber un mínimo de 2 m entre dos cercas diferentes alimentadas con fuentes independientes.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- g. La cerca eléctrica debe estar a una distancia de separación mínima, en dirección radial, de las redes eléctricas aéreas adyacentes, de acuerdo con la Tabla 3.17.9. a.

**Tabla 3.17.9. a.** Distancias mínimas de seguridad de cercas eléctricas a circuitos de distribución

TENSIÓN DE LA RED (kV)	DISTANCIA DE SEGURIDAD (m)
< 1	3
> 1 y < 33	4
≥33	8

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

- h. La altura de las cercas eléctricas en inmediaciones de líneas aéreas de energía no debe sobrepasar los 2 m sobre el suelo.
- i. Toda cerca paralela a una vía pública debe ser claramente identificada, mediante una placa de 10 cm x 20 cm con el anuncio “PRECAUCIÓN – CERCA ELÉCTRICA” con impresión indeleble, inscrita a ambos lados, las letras deben ser mínimo de 2,5 cm en color negro sobre fondo amarillo. En tramos horizontales de más de 10 m, se debe disponer una placa cada 5 m.
- j. Se permitirá el uso de cercas eléctricas como barreras de seguridad en edificaciones o espacios domiciliarios, comerciales o industriales, siempre que no estén al alcance de las personas y hayan sido construidas por personas competentes.
- k. La instalación de las cercas eléctricas hace parte del alcance de la certificación de la instalación eléctrica de uso final que la alimenta; en caso de que la cerca eléctrica se instale tiempo después de haber sido dictaminada la instalación, la persona competente responsable de la instalación de la cerca, deberá emitir la declaración de cumplimiento del constructor, en la que se verificará el cumplimiento de los requisitos del presente numeral y los demás que le apliquen.

### **Artículo 3.17.10. Clavijas y tomacorrientes**

La instalación de clavijas y tomacorrientes de baja tensión debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

- a. La conexión de los conductores eléctricos a los terminales de los tomacorrientes y clavijas, debe ser realizado por una persona competente, quien debe garantizar que no se generen calentamiento de los contactos por malas prácticas en la instalación.
- b. Los tomacorrientes instalados en lugares húmedos o mojados deben tener un grado de encerramiento IP o NEMA, adecuado para la aplicación y condiciones ambientales que se esperan y deben identificar este uso.
- c. Las clavijas y tomacorrientes para uso en intemperie deben tener un grado de encerramiento IP o NEMA adecuado para la aplicación y condiciones ambientales que se esperan. Los tomacorrientes instalados en lugares expuestos a la lluvia o salpicadura de agua deben tener una cubierta protectora o encerramiento a prueba de salpicadura.
- d. En ambientes con chorros de agua (lugares de lavado) se deben usar clavijas y tomacorrientes con encerramiento no menor a IP 67 o NEMA 6. Los tomacorrientes con protección de falla tierra no son aptas para estas aplicaciones, a menos que el productor así lo garantice.
- e. Donde se tenga la presencia permanente de niños menores de siete años, los terminales de los tomacorrientes deben ser protegidos para evitar que introduzcan objetos y hagan contacto con partes energizadas. En sala cunas o jardines infantiles, áreas de pediatría o sitios de alta concentración de niños menores de siete años, los tomacorrientes deben tener protección contra contacto a partes energizadas, tales como protección aumentada, a prueba de manipulación “tamper

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

resistant” o estar localizadas a una altura superior o igual a 1,70 m, que no afecte la seguridad de los niños.

- f. Cuando los tomacorrientes se instalen de forma horizontal, el contacto superior debe corresponder al neutro, si el diseño del tomacorriente lo permite. Cuando exista un arreglo de varios tomacorrientes en un mismo producto, el contacto superior debe ser el neutro.
- g. En lugares clasificados como peligrosos se deben utilizar clavijas y tomacorrientes aprobados y certificados para uso en estos ambientes.
- h. Los tomacorrientes deben instalarse de acuerdo con el nivel de tensión de servicio, tipo de uso y la configuración para la cual fue diseñado.
- i. Las clavijas y tomacorrientes utilizados en áreas clasificadas deben instalarse de tal forma que no se deteriore el grado de encerramiento requerido.
- j. En lugares sometidos a inundaciones frecuentes, la altura de instalación de los tomacorrientes debe ser tal que supere el nivel histórico de inundación.
- k. Cuando se instalen tomacorrientes en redes con conductores de aluminio, la conexión debe hacerse mediante conectores de compresión dual (Cu-Al), conectores bimetálicos o borneras de aleación de aluminio serie 6 000, siguiendo los lineamientos de la sección 110.14 de la NTC 2050 segunda actualización. Si la clavija y tomacorriente están rotulados como CO/ALR, no se necesitan los conectores indicados anteriormente ya que el conductor de aluminio puede ser conectado directamente a estos dispositivos, la persona responsable de la instalación deberá garantizar que, en caso de reemplazo de una clavija o tomacorriente, este sea por uno de iguales características técnicas.
- l. Las clavijas y tomacorrientes para usos especiales, deben seleccionarse según la aplicación señalada en el certificado de Conformidad de Producto.

### **Artículo 3.17.11. Compuertas de ventilación**

Las compuertas de ventilación “dámper” y los fusibles deben asegurar que en el evento de incendio la compuerta se cierre automáticamente impidiendo la entrada de aire a la bóveda.

Adicionalmente, el fabricante deberá suministrar los empaques intumescentes o componentes que garanticen la hermeticidad al momento del incendio.

- a. Durante el proceso de inspección, se deberá verificar la funcionalidad del sistema de cierre automático de la compuerta (compuerta y empaque).
- b. Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles.
- c. Debe permitirse que una bóveda ventilada por circulación natural de aire tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas necesarias para ventilación en una o más aberturas cerca del piso y la restante en una o más aberturas en el techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda el área requerida para ventilación esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él.
- d. Para una bóveda ventilada por circulación natural del aire hacia un área exterior, el área neta total combinada de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser inferior a 1 900 mm<sup>2</sup> por kVA de capacidad de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen una capacidad inferior a 50 kVA, en ningún caso el área neta debe ser inferior a 0,1 m<sup>2</sup>.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- e. Todas las aberturas de ventilación que den al interior de una edificación, deben estar dotadas de compuertas contra incendios de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio en la bóveda.

### **Artículo 3.17.12. Condensadores y bancos de condensadores de baja y media tensión**

La instalación de condensadores permite la reducción de la energía reactiva transportada, generando beneficios para la instalación, entre los cuales están la posibilidad de disminuir la sección de los conductores a instalar, y las caídas de tensión en la línea, así como reducir las pérdidas por efecto Joule que se producen en los conductores y transformadores. En la instalación de estos productos se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

- a. Previo a la instalación, se debe comprobar que la tensión nominal del banco de condensadores o condensadores individuales, corresponda con la tensión de la red en la cual serán conectados.
- b. Se debe tomar precauciones para evitar cualquier riesgo para las personas, proporcionando protección contra los contactos accidentales, mediante una conexión a tierra del equipo.
- c. Deben colocarse en un lugar ventilado favoreciendo la circulación de aire a través de las rejillas y evitar temperaturas ambiente superiores a 40°C. No se deben cubrir nunca las rejillas de ventilación del lugar de instalación.
- d. Para realizar trabajos sobre condensadores, una vez desconectados se debe esperar el tiempo de descarga predefinido, de acuerdo con las características del equipo, luego se equipotencializan sus terminales y se ponen directamente a tierra o por intermedio de la carcasa, antes de iniciar los trabajos. Estos productos no se deben abrir con tensión. Además, se debe disponer de un mecanismo que evite su re-acumulación de energía.
- e. Para instalaciones donde la distorsión armónica total de tensión – THD, sea superior al 5% en el punto de conexión, los bancos capacitivos deben ser dotados de reactancias de sintonización o en su defecto se deben implementar filtros activos de armónicos.
- f. Se debe atender las recomendaciones suministradas por el proveedor para el montaje, operación y mantenimiento de los condensadores y bancos de condensadores.
- g. Los condensadores y bancos de condensadores deben tener protección contra acceso a partes vivas.

### **Artículo 3.17.13. Conductores aislados**

En las instalaciones de uso final, los conductores aislados a instalar deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Todos los conductores aislados utilizados en instalaciones interiores o en lugares donde se tenga presencia de materiales combustibles, deben ser retardantes a la llama y no propagadores del fuego.
- b. Se establecen como usos permitidos para cordones y cables flexibles, los relacionados en la sección 400.10 de la NTC 2050 segunda actualización, tales como los que se enuncian a continuación:
  - 1. Colgantes.
  - 2. Alambrado de luminarias.
  - 3. Conexión de luminarias portátiles, anuncios portátiles o móviles, o artefactos.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

4. Cables de ascensores.
  5. Alambrado de grúas colgantes y elevadores de carga.
  6. Conexión de equipos de uso final para facilitar su intercambio frecuente.
  7. Prevención de la transmisión de ruido o vibraciones.
  8. Artefactos cuyos medios de fijación y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para permitir un fácil desmonte para su mantenimiento y reparación y que el artefacto esté destinado o identificado para conexión con cordón flexible.
  9. Conexión de partes móviles.
  10. Cuando se permita específicamente en otras partes de la NTC 2050 Segunda Actualización.
  11. Entre la salida de un tomacorriente existente y una entrada, donde la entrada suministra energía a una salida adicional individual de tomacorriente.
- c. En bandejas portacables o canalizaciones sin encerramiento, no se deben instalar conductores que no sean probados y certificados para ese uso.
- d. Las uniones entre conductores se deben hacer de tal manera que se asegure mantener las características mecánicas y la continuidad eléctrica sin la generación de puntos calientes, para lo cual se debe utilizar métodos de empalme adecuados o uniones con soldadura, borneras o conectores certificados; si los conductores son aislados se debe asegurar que el empalme o unión mantenga el nivel de aislamiento de los conductores. Los empalmes o uniones sólo se permiten en partes accesibles, como en, cajas de empalme, conexión o inspección.
- e. Se debe asegurar que los conductores en una canalización cerrada no superen la proporción de área que impida su ventilación natural, no se debe superar el número de conductores establecidos en la NTC 2050 segunda actualización Capítulo 9 Tabla 1 para tubos y tuberías, ni los artículos 392.20 y 392.22 para bandejas portacables.
- f. Los conductores no se deben someter a esfuerzos mecánicos que comprometan el aislamiento. Igualmente, en ningún caso las canalizaciones u otros elementos distintos deben someter a esfuerzo mecánico al conductor.
- g. Se debe respetar el radio mínimo de curvatura que recomienda el productor para evitar daños en la pantalla, el aislamiento o el conductor. Los conductores de calibre 8 AWG o mayor deben ser cables; no se debe aceptar alambre de estos calibres.
- h. Los conductores no deben operar a una temperatura mayor a la de diseño del elemento asociado al circuito eléctrico (canalizaciones, accesorios, dispositivos o equipos conectados) que soporte la menor temperatura nominal, la cual en la mayoría de los equipos o aparatos no supera los 60 °C, de acuerdo con el Artículo 110.14 literal (C) de la NTC 2050 segunda actualización. En interiores o en espacios donde se tenga la presencia de materiales inflamables, no se deben instalar conductores que permitan propiciar la llama o facilitar su propagación.
- i. En general en los sitios con alta concentración de personas, en lugares clasificados como peligrosos y en las instalaciones en minas y túneles, a excepción de la zonas donde se requieran estrictamente el uso de conductores con alto grado de resistencia mecánica como los recubrimientos CPE, se deben instalar conductores eléctricos con aislamiento libre de halógenos, baja emisión de gases tóxicos, baja densidad de humos opacos y no propagadores de llama, según los requisitos del numeral 2.3.10.2 del Libro 2 de productos del RETIE.
- j. El conductor de aluminio y el de aluminio recubierto en cobre, se debe instalar con los cuidados de no generar curvaturas de radios muy pequeños que puedan producir agrietamientos o fracturas al conductor, En el caso del recubierto de cobre, no se debería permitir la pérdida de recubrimiento de cobre, si esto sucede, se puede dar

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

inicio a la corrosión galvánica por lo que se debe garantizar la integridad de la capa de cobre durante el proceso de instalación.

- k. Para conductores de aluminio recubierto de cobre, los cálculos de resistencia y capacidad de corriente se tomarán igual a la del conductor de aluminio, conforme con el artículo 310 de la NTC 2050 segunda actualización o la parte pertinente de la IEC 60364.
- l. Excepto en circuitos ramales de uso final en unidades residenciales, se aceptan cables o alambres de aluminio en acometidas, alimentadores y ramales de instalaciones de uso final, cuando se cumplan los siguientes requisitos:
  - 1. Se deben aplicar buenas prácticas en el uso de conductores de aluminio, fundamentalmente en los siguientes aspectos:
    - i. Recubrir las piezas de aluminio desnudo con estaño o electroplatearlas, para impedir el proceso de oxidación del aluminio, que genera alúmina y por tanto produce altas resistencias de contacto.
    - ii. Usar arandelas tipo “Belleville” norma DIN 6796 o su equivalente, para contrarrestar el “efecto creep”.
    - iii. Reducir el par galvánico utilizando gel inhibidor y conectores bimetálicos en las derivaciones de cables, recubrir las barras con estaño o electroplatearlas y usar láminas aluminio/cobre para uniones entre barras.
    - iv. Aplicar un torque adecuado de apriete en las piezas pernadas en contacto con aluminio, conforme con normas como la DIN 43673, UL 486A, NEMA C.119.4 NTC 2215 o NTC 2244 y verificar el ajuste por medio de un torquímetro.
  - 2. Se debe atender las recomendaciones del diseñador sobre las particularidades, especificaciones y cuidados especiales que se debe tener en instalaciones cuando estas incluyen el uso de conductores de aluminio, adicionalmente es deber del constructor eléctrico revisar y cumplir con dichas especificaciones.
  - 3. Sobre el cuerpo del dispositivo o equipo para uso directo con conductores de aluminio, se debe fijar un rotulado de advertencia en fondo de color amarillo y letra negra, en el cual se informe al usuario que el reemplazo de dicho dispositivo o equipo debe hacerse con uno apto para conexión de aluminio.
  - 4. Los conectores utilizados deben estar en concordancia con el calibre de los conductores utilizados, no se deben conectar conductores de aluminio con nomenclatura AWG con conectores especificados en mm<sup>2</sup> o viceversa.
- m. Los conductores para conectar aparatos móviles deben ser de cableado adecuado para manejar altas velocidades y movimiento constante. En aplicaciones de equipos automatizados, servomotores, robots, sistemas automáticos de manipulación, sistemas de bandas transportadoras, aerogeneradores, ventiladores, etc., deben ser flexibles, tal como lo señala la norma UL 2277 o normas equivalentes de acuerdo con su aplicación.
- n. Para evitar el sobrecalentamiento de conductores, en sistemas trifásicos de instalaciones de uso final con cargas no lineales, los conductores de neutro deben ser dimensionados por lo menos al 173% de la corriente de fase según los lineamientos de las normas la IEEE 519 o IEEE1100. Igualmente, se debe aceptar el dimensionamiento del conductor de neutro como se indica en la norma IEC 60364-5-52 (artículos 523, 524 y Anexo E), cuando se conocen con precisión las corrientes armónicas de tercer orden, que efectivamente circulen por el neutro. En todo caso en el diseño se debe hacer mención expresa de la norma utilizada.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

### Artículo 3.17.14. Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias – DPS

Los DPS, también llamados supresores o limitadores de sobretensiones, utilizados en las instalaciones objeto del presente Reglamento deben cumplir los siguientes requisitos:

- La coordinación de protección contra sobretensiones, debe estar de acuerdo con la IEC 61643-12 para sistemas de corriente alternada o IEC 61643-32 para sistemas de corriente continua.
- Para efectos de seguridad, la instalación de DPS en tableros principales debe realizarse en modo común, y los que actúen como protección complementaria, pueden instalarse en modo diferencial.

La Figura 3.17.14.a. indica el esquema general de conexión de un DPS en modo común. En instalaciones de baja tensión, se debe tener como objetivo que la tensión residual del DPS sea casi igual a la aplicada al equipo, para lo cual la distancia “b” en lo posible no debe ser mayor de 50 cm y el conductor de conexión entre el DPS y el equipo lo más corto posible.

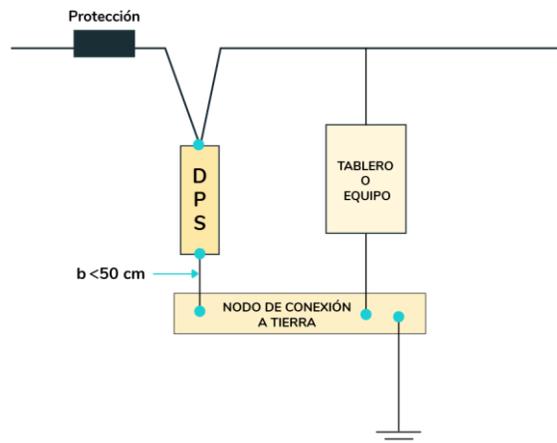


Figura 3.17.14. a. Montaje típico de DPS.

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

- Para la instalación de un DPS se debe tener en cuenta que la distancia entre los bornes del mismo y los del equipo a proteger debe ser lo más corta posible de tal manera que la inductancia sea mínima.
- Cuando se requieran DPS, se debe dar preferencia a la instalación en el origen de la red interna. Se permite instalar DPS en interiores o exteriores, pero deben ser inaccesibles para personal no competente. Se permite que un bloque o juego de DPS proteja varios circuitos. Cuando se instalen varias etapas de DPS, debe aplicarse una metodología de zonificación y deben coordinarse por energía y no sólo por corriente.
- No se deben instalar en redes eléctricas de potencia DPS contruidos únicamente con tecnología de conmutación de la tensión, salvo en los casos que la coordinación de protecciones con DPS limitadores, establezca un efectivo funcionamiento del conjunto de protecciones.
- La capacidad de cortocircuito del DPS debe estar coordinada con la capacidad de falla en el nodo donde va a quedar instalado. En los casos que no sea posible, se debe justificar de manera técnica la desviación e instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en serie con el DPS.
- En baja tensión, los conductores de conexión del DPS a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 14 AWG en cobre o 12 AWG en aluminio. En media, alta y extra alta tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 6 AWG.
- El valor nominal del descargador de sobretensiones debe ser igual o superior a la máxima tensión continua de operación disponible en el punto de aplicación. La tensión máxima de operación del descargador de sobretensiones debe tener en cuenta el régimen de puesta a tierra y el modo de conexión del equipo.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

- i. La ubicación de los DPS tipo 1, tipo 2 y tipo 3, o Categoría A, B o C, de tensión nominal inferior a los 1 000 V, en una instalación de uso final, se debe hacer según lo establecido en la siguiente figura.

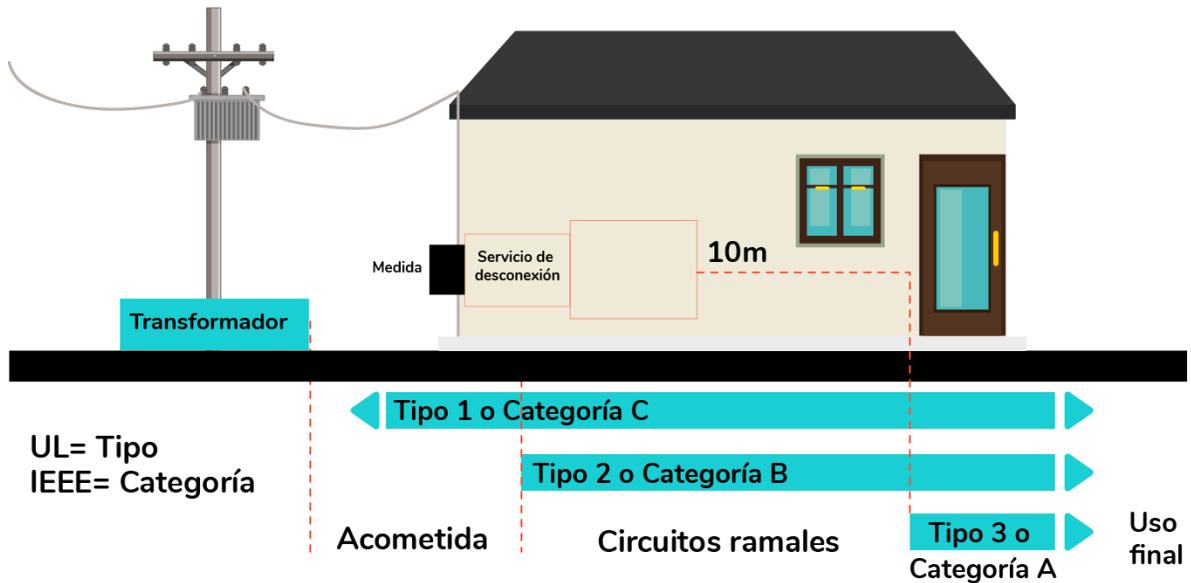


Figura 3.17.14. b. Ubicación de los DPS tipo 1, 2, y 3.  
Fuente: Elaboración propia.

### Artículo 3.17.15. Duchas eléctricas y calentadores de paso

Debido al alto riesgo de contacto a que se exponen las personas que utilizan duchas o calentadores de paso eléctricos, la instalación de estos equipos debe asegurar que se cumplan los siguientes requisitos:

- a. La instalación de la ducha debe atender los requisitos e instrucciones de instalación suministrados por el productor.
- b. Las duchas eléctricas y calentadores de paso deben alimentarse mediante un circuito exclusivo, diseñado para las condiciones particulares de la instalación y las características de corriente nominal etiquetada por el fabricante, con su respectiva protección termomagnética. Cuando solo se disponga del circuito de alimentación, sin incluir la instalación de la ducha, se debe dimensionar considerando una corriente nominal de 30 A.
- c. El circuito de alimentación ya sea mediante alambrado permanente o salida de tomacorriente desde un circuito exclusivo, debe tener protección diferencial contra falla a tierra, en el caso de duchas sin resistencia blindada.
- d. El circuito de alimentación no debe tener derivaciones y debe garantizar la conexión permanente de la ducha o calentador, o el tomacorriente que alimenta a dichos equipos.
- e. La protección del circuito de alimentación debe estar localizada fuera del alcance de una persona ubicada en un área mojada.
- f. La conexión eléctrica del circuito de alimentación y la ducha o calentador debe ser a prueba de agua. No se permite empalme con protección de cinta aislante si la conexión está expuesta o a la vista. Para tal efecto se debe utilizar un conector a prueba de agua.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- g. En caso de usar tomacorrientes para la alimentación, no se deben instalar ni dentro ni directamente por encima del compartimento de la ducha. Aquellos tomacorrientes que estén ubicados a menos de 1,8 m medidos como la distancia más corta desde el borde exterior de la ducha, deben contar con protección diferencial contra falla a tierra y cumplir lo establecido en el literal b).
- h. El circuito que alimenta la ducha debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos, el cual debe estar conectado tanto al barraje de puesta a tierra del tablero de circuitos como a la terminal de puesta tierra de la ducha.

#### **Artículo 3.17.16. Elementos de conexión (conectores, terminales, empalmes y bornes para conductores eléctricos)**

La instalación de conectores, empalmes, terminales y bornes para conductores, utilizados como elementos de unión, conexión o fijación de conductores en cualquier instalación eléctrica, debe cumplir los siguientes requisitos y los particulares de cada proceso.

- a. Asegurar el mayor contacto eléctrico entre los elementos conductores, para lo cual el conductor se debe instalar en toda la ranura del conector hasta el final de la cavidad o la mayor parte posible de la superficie de contacto.
- b. No se deben instalar dos o más conectores o terminales sobrepuestos en el mismo borne o al mismo tornillo, únicamente se permitirá para los casos en que se cumplan con los lineamientos de una norma de reconocimiento internacional que avale este tipo de instalación, o cuando el fabricante de la celda o tablero indique en sus manuales que dicha conexión es posible, en todo caso el instalador debe indicar tal condición en el manual de operación y mantenimiento de la instalación eléctrica. Se permite el uso máximo de dos terminales sujetos por un solo tornillo para conexiones en pletinas o barras conductoras de corriente (cobre, aluminio etc.), cuando las terminales se coloquen en lados opuestos de la pletina o barra (enfrentadas), siempre y cuando el tornillo que sujeta dichas terminales este diseñado para resistir el aumento de temperatura ocasionado por los dos terminales.
- c. No se deben mezclar, en un terminal o en un conector de empalme, conductores de materiales distintos que puedan producir par galvánico, tales como cobre - aluminio, a menos que el dispositivo esté certificado para esa condición de uso.
- d. Para evitar fallas en las conexiones y puntos calientes, se deben usar conectores, uniones a presión, o terminales soldados apropiados para el tipo de conductor y las condiciones ambientales del lugar. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes o compuestos, deben ser adecuados para el uso y de un tipo que no cause daño a los conductores, a los aislamientos, a la instalación o a los equipos.
- e. El uso de materiales retardantes, geles o inhibidores de corrosión debe asegurar que no se comprometa la conductividad del empalme, conector o terminal y que la parte del conductor cercana a la unión no produzca corrosión, ni deterioro a las condiciones dieléctricas del aislamiento.
- f. En la instalación de los conectores se debe tener en cuenta los criterios de normas tales como IEC 60840, IEC 62067, guías técnicas IEEE 1283, IEEE 1215, IEEE 524 o equivalentes, según corresponda.
- g. La conexión de los conductores a los terminales a los elementos de conexión debe ser completa sin dañar los conductores y debe hacerse por medio de conectores a presión (incluido el tipo de tornillo prisionero), lengüetas soldadas o empalmes a terminales flexibles. Para conductores de sección transversal 5,25 mm<sup>2</sup> (10 AWG) o menores, se permite la conexión por medio de tornillos o pernos de sujeción de cables y tuercas, que tengan lengüetas dobladas hacia arriba o equivalentes.
- h. Todos los empalmes y uniones y los extremos libres de los conductores se deben cubrir con un aislamiento o un dispositivo aislante certificado para este uso.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- i. Los conectores o medios de conexiones instalados en conductores que van directamente enterrados, deben ser los indicados para este uso.
- j. Los empalmes de conductores aéreos deben garantizar operar por lo menos al 90% de la tensión mecánica de rotura sin que el conductor se deslice.
- k. Las uniones entre conductores se deben hacer de tal manera que se asegure mantener las características mecánicas y la continuidad eléctrica sin la generación de puntos calientes, para lo cual se debe utilizar métodos de empalme adecuados o uniones con soldadura, borneras o conectores certificados; si los conductores son aislados se debe asegurar que el empalme o unión mantenga el nivel de aislamiento de los conductores. Los empalmes o uniones sólo se permiten en partes accesibles, como en, cajas de empalme, conexión o inspección.
- l. En la instalación se debe asegurar compatibilidad con los equipos del sistema por lo que se debe tener en cuenta los efectos de dilatación térmica “creep”, corrosión y par galvánico. Para esto, los conectores utilizados para unir conductores de aluminio con elementos de cobre deben ser bimetálicos, certificados de acuerdo con los requisitos y ensayos de producto establecidos en el presente Reglamento.

#### **Artículo 3.17.17. Equipos de media tensión: seccionadores, seccionalizadores con control manual/remoto, cortacircuitos, reconectores, interruptores de media tensión**

Los siguientes requisitos aplican para cortacircuitos, fusibles, interruptores, reconectores, seccionalizadores y seccionadores utilizados en media tensión, como sistemas de corte o como sistemas de protección de cortocircuito, falla y sobrecorriente.

- a. Se debe hacer una adecuada coordinación de protecciones, los fusibles e interruptores automáticos no se deben sustituir por otros de mayor capacidad, sin un debido análisis de protecciones.
- b. Se debe garantizar que las partes metálicas de los equipos estén sólidamente aterrizadas, en cumplimiento con el Título 12 del presente Libro.
- c. Se deben cumplir los requisitos de instalación, operación y mantenimiento estipulados por los fabricantes de los equipos, siempre y cuando se cumplan los requisitos mínimos establecidos en el título 6 del presente libro.
- d. Cuando los equipos se alojen en celdas, se deberán garantizar los espacios que determine el fabricante de los equipos, de manera tal que facilite el acceso para inspección y asegure la ventilación del equipo.
- e. Se deberá garantizar que los espacios de trabajo alrededor de los equipos se encuentren acorde a lo establecido en el título 4 del presente libro el nivel de tensión correspondiente.
- f. La conexión del cableado a los equipos de media tensión y de control deberá realizarse con los conectores adecuados especificados por el fabricante.

#### **Artículo 3.17.18. Herrajes para redes de distribución y transmisión**

Se consideran bajo esta denominación todos los elementos para la fijación de los aisladores a la estructura, del conductor al aislador, de cable de guarda a la estructura, de las retenidas (templetes), los elementos de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor. Comprenden elementos tales como: abrazaderas, grillete de anclaje, grapa de suspensión, grapa de retención, amarres preformados, accesorios de conexión (adaptador anillo y bola, adaptador anillo, bola y bola alargada, adaptador horquilla y bola, adaptador rótula y ojo u otros) descargadores, camisas para cable, varillas de blindaje,

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

amortiguadores, separadores de línea. La instalación de dichos productos debe cumplir los siguientes requisitos para los procesos de transmisión y distribución:

- a. Los herrajes deben ser apropiados para el tipo de línea, dimensión de conductores y cables de guarda, además de las condiciones eléctricas, mecánicas y ambientales del medio donde se van a instalar. Para los casos de herrajes utilizados en conductores con cubiertas, el herraje no debe degradar la cubierta de los cables.
- b. Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de guarda o por los aisladores deben tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a tres, respecto a su carga de trabajo nominal. En los casos que la carga mínima de rotura haya sido comprobada mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.
- c. Los herrajes empleados en las redes de distribución y transmisión deben ser seleccionados de acuerdo a su función mecánica y eléctrica y deben resistir la acción corrosiva durante su vida útil, para estos efectos se deben tener en cuenta las características predominantes del ambiente en la zona donde se requieran instalar.
- d. Las grapas de retención del conductor deben soportar un esfuerzo mecánico en el cable no menor del 80% de la carga de rotura del mismo para redes de distribución, y un 90% para redes de transmisión sin que se produzca deslizamiento.
- e. Los herrajes utilizados para sujetar los conductores deben ser apropiados a las características y tipos de conductores, no deben permitir el deslizamiento, ni producir par galvánico con el conductor.

### **Artículo 3.17.19. Interruptores automáticos de baja tensión**

Los interruptores automáticos, son los elementos de mayor uso como protección de sobrecorriente, falla a tierra y cortocircuito, por lo que se deben utilizar productos certificados y su selección e instalación debe tener en cuenta sus principales características: Tensión nominal, Corriente nominal, Frecuencia nominal, Capacidad de Interrupción kA, Número de polos y Tipo de curva (tiempo corriente), el tipo de instalación, los cables asociados a cada borne (Material Cobre o Aluminio, Temperatura de operación), los cuales deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Los dispositivos de interrupción de corriente por fuga a tierra, pueden ir incorporados en los interruptores automáticos o ubicados al lado del mismo formando un conjunto dentro del panel o tablero que los contiene.
- b. Las instalaciones de uso final domiciliarias o similares se deben proteger contra sobrecarga y contra corto circuito; para estos fines el interruptor termomagnético es un dispositivo automático de protección de los circuitos eléctricos, donde la parte térmica actúa ante una sobrecarga del circuito y la parte magnética lo hace ante un cortocircuito.
- c. No se deben reutilizar interruptores automáticos, es decir ya usados en otra instalación.
- d. Los interruptores automáticos destinados para protección de un circuito no deben desconectar el conductor puesto a tierra del mismo.
- e. Los interruptores automáticos de circuito deben ser de tipo accionable desde el exterior e ir montados en tableros o encerramientos aptos para dicho uso. En instalaciones eléctricas residenciales, los tableros se deben instalar con sus debidas tapas para evitar contactos directos por personal no competente.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- f. No se deben instalar interruptores automáticos dentro de espacios para bañeras o duchas, a menos que se instalen como parte de un conjunto apto para tales espacios.
- g. Se deben ubicar de manera tal que se puedan accionar desde un lugar fácilmente accesible, de forma tal que el centro de agarre de la palanca del interruptor o del interruptor automático del circuito, cuando está en su posición más elevada, no esté a más de 2,0 m por encima del piso o de la plataforma de trabajo salvo para las excepciones relacionadas en la sección 404.8 de la NTC 2050 segunda actualización.
- h. Los interruptores automáticos deben fijarse en una posición tal que, el circuito alimentador llegue al terminal de línea y la salida se conecte a los terminales de carga. En caso de transferencias, el interruptor de planta podrá alimentarse por los terminales de carga y conectarse al barraje por los terminales de línea, siempre que el fabricante del interruptor indique tal condición, la cual deberá ser transcrita en el manual de operación y mantenimiento de la instalación eléctrica.

#### **Artículo 3.17.20. Interruptores manuales de baja tensión**

Este artículo aplica únicamente a interruptores operados manualmente, o con otras partes del cuerpo humano, destinados a instalaciones eléctricas, industriales, comerciales, domiciliarias y similares de baja tensión, tanto interiores como exteriores.

- a. Los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase.
- b. No debe conectarse un interruptor de uso general en el conductor puesto a tierra (Neutro).
- c. En ambientes especiales (clasificados como peligrosos) deben utilizarse interruptores apropiados, aprobados y certificados para su uso en estos ambientes.
- d. La caja metálica que alberga al interruptor debe conectarse sólidamente a tierra.
- e. Los interruptores deben ser provistos de sus respectivas tapas que impidan el contacto con partes energizadas.
- f. Cuando se instalen interruptores en redes con conductores de aluminio, la conexión debe hacerse mediante conectores de compresión dual (Cu-Al), conectores bimetálicos o borneras de aleación de aluminio serie 6 000, siguiendo los lineamientos de la sección 110.14 de la NTC 2050 segunda actualización. Si el interruptor es de tipo CO/ALR no se necesitan los conectores indicados anteriormente ya que el cable de aluminio puede ser conectado directamente a estos dispositivos, la persona responsable de la instalación deberá garantizar que en caso de reemplazo de un interruptor, este sea por uno de características técnicas iguales o equivalentes.
- g. Se debe tener en cuenta las recomendaciones de instalación dadas por el proveedor.

#### **Artículo 3.17.21. Inversores**

Es el equipo encargado de transformar la energía recibida del generador o sistema de almacenamiento (en forma de corriente continua) y adaptarla a las condiciones requeridas según el tipo de cargas, normalmente en corriente alterna, para el posterior suministro a la red. Al instalar los inversores se deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Se debe asegurar que el inversor este protegido contra sobretensiones, sobrecorrientes, riesgos mecánicos, incendio, sobrepresiones de sonido, conforme a normas tales como la IEC 62109-2 u otra norma equivalente. Dichas protecciones

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

pueden ser instaladas de manera externa al inversor o que éste las incluya de fábrica de manera interna.

- b. El inversor debe tener suficiente capacidad para la carga con mayor potencia de arranque, asumiendo que las otras cargas están operando. Debe tener protección contra sobre descarga de las baterías.
- c. Debe tener protección contra sobrecorriente, cortocircuito, y contra sobretemperatura interna, ya sea que dichas protecciones se instalen de manera externa al inversor o que éste las incluya de fábrica de manera interna.
- d. Los cables deben ser de calibre apropiado para que la caída de tensión no sea mayor a 3%, medido entre dos puntos cualesquiera entre la salida del inversor y el punto de conexión de acuerdo con los alcances de la sección 705-12 (A) y (B) NTC 2050 segunda actualización, debiendo cumplir asimismo con el criterio de capacidad de conducción de corriente.
- e. Si se usa tubo (conduit) para las interconexiones del arreglo, los cables deben ser especificados para uso en presencia de agua a 90° C.
- f. Se deben seguir los criterios de instalación estipulados por el proveedor del equipo.
- g. Se debe proporcionar una conexión a tierra de los equipos, esto significa que todas las partes metálicas expuestas del sistema, (incluyendo gabinete del controlador, gabinete del interruptor del arreglo, marco de los módulos y estructuras de montaje), deben ser puestas a tierra mediante conductores, así mismo se debe disponer de un punto común equipotencial para conectar a tierra todos los elementos que conforman el sistema asociado al inversor.
- h. En el caso de sistemas solares fotovoltaicos, el cable de puesta a tierra de los equipos debe ser de cobre aislado de color verde, y debe estar dimensionado de acuerdo con lo establecido en la sección 690.45 de la NTC 2050 Segunda Actualización.
- i. En caso de usarse fusibles externos al inversor, como protección contra sobrecorrientes, estos deben estar especificados para corriente continua en circuitos c.c. y para corriente alterna en circuitos de c.a., y en ambos casos deben contar con certificación de producto.
- j. Seguridad personal y protección del equipo: Se debe disponer de por lo menos los siguientes mecanismos de protección:
  - 1. Protección de isla: El inversor debe permitir que el generador cese la energización de la red del operador de red local en un tiempo no mayor a 2,0 s contados a partir de la pérdida de la tensión de la red.
  - 2. Respuesta a recuperación de la red: El generador distribuido debe responder a la recuperación de la red del operador local.

### **Artículo 3.17.22. Motores, generadores eléctricos y grupos electrógenos**

Para los efectos del presente Reglamento los generadores y grupos electrógenos para instalaciones de uso final y aquellos conectados a la red de distribución, los motores eléctricos deben atender los siguientes requisitos de instalación:

- a. Se debe atender las indicaciones y recomendaciones de montaje, operación y mantenimiento del motor o generador suministradas por el proveedor.
- b. En lugares clasificados como peligrosos y en equipos especiales como electrobombas, se deben utilizar motores aprobados y certificados para uso en estos ambientes o aplicaciones y la información de la placa de características debe localizarse en lugar visible del conjunto ensamblado.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- c. Se debe instalar conforme con la posición de trabajo de la máquina (horizontal o vertical) indicada por el productor.
- d. Las carcasas de las máquinas eléctricas rotativas deben ser sólidamente conectadas a tierra.
- e. El motor o generador debe ser apropiado para el tipo de uso y condiciones ambientales del lugar donde opere.
- f. Queda totalmente prohibida la utilización de motores abiertos en espacios o lugares accesibles a personas o animales, excepto en aplicaciones de investigación de la misma máquina.
- g. Los sistemas accionados por motores eléctricos que impliquen riesgos mecánicos para las personas, deben tener un sistema de parada de emergencia, el cual debe estar identificado mediante rótulos o placas fácilmente accesibles a la vista. Igualmente, estas paradas de emergencia deben instalarse en bandas transportadoras, parques de juegos mecánicos y las demás máquinas que involucren rodillos y elementos cortantes.
- h. Todo motor con corriente nominal igual o superior a 3A se le debe instalar una protección termomagnética dedicada (exclusiva para el motor). De igual forma los generadores deben contar con protección contra sobrecorriente.
- i. Motores para ensamble en bombas deben tener un grado de protección a la penetración de líquidos o partes sólidas apropiado para ese uso, para bombas de trasiego de agua el grado de protección no debe ser menor a IP 55 o NEMA 12, deben estar certificados y la placa de características debe permanecer visible en el conjunto armado.
- j. La capacidad del motor se debe calcular teniendo en cuenta la corrección por la altura sobre el nivel del mar donde va a operar.
- k. Para motores instalados en bombas contra incendio solo se debe instalar la protección contra cortocircuito, en caso de requerirse protección contra sobrecorriente, el diseñador debe especificar las razones por las cuales implementa dicha protección y se debe instalar de acuerdo con los requisitos establecidos en la sección 695.4 (B) de la NTC 2050 Segunda Actualización.

**Parágrafo 1:** Si el producto se incorpora a un equipo, que no permita la libre observación de la placa de características, debe instalársele una segunda placa para ser fijada en un lugar visible.

### **Artículo 3.17.23. Paneles solares fotovoltaicos**

Aplica a los paneles solares fotovoltaicos para proveer energía eléctrica en instalaciones de construcciones de uso domiciliario, comercial, industrial o establecimientos públicos o instalaciones para conectarse a la red de distribución de uso general, como generadores o autogeneradores. Estos requisitos no aplican a sistemas de potencia menores a 100 W para aplicaciones individuales no conectadas a la red de uso general.

En la instalación de los paneles solares se debe dar cumplimiento a los siguientes requisitos:

- a. Toda instalación eléctrica conectada a la red de distribución que cuente con generación fotovoltaica, debe estar claramente identificada mediante una placa, la cual debe estar ubicada en la zona de desconexión, donde se indique que dicha instalación cuenta con un sistema de generación fotovoltaica, la capacidad de la fuente, la potencia máxima, la corriente nominal, la tensión de operación, la tensión máxima del sistema y la corriente de cortocircuito.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- b. Los métodos de cableado y encerramientos que contengan conductores de fuentes de circuito de c.c. de sistemas solares fotovoltaicos deben estar marcados con el término “ADVERTENCIA: FUENTE DE ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA”, mediante etiquetas adheridas de manera permanente u otra marca permanente aprobada, de acuerdo a lo establecido en la sección 690.31 literal (G) numeral (4) de la norma NTC 2050 segunda actualización; aplica para los siguientes métodos de cableado y encerramientos:
  - 1. Canalizaciones expuestas, bandejas portacables y otros métodos de cableado.
  - 2. Cubiertas o encerramientos de cajas de paso y cajas de conexiones.
  - 3. Cuerpos de tubo (conduit) en los que cualquiera de las aberturas disponibles del tubo (conduit) no se utilizan.
- c. Debe proporcionarse un medio que desconecte el sistema solar fotovoltaico de todos los sistemas de cableado, incluidos sistemas de potencia, sistemas de almacenamiento de energía y equipos de uso final y su cableado de predios asociados, y se debe instalar en un lugar fácilmente accesible, de acuerdo con lo establecido en la sección 690.13 de la NTC 2050 Segunda Actualización.
- d. Cableado de conexión de los paneles solares: Para conectar los distintos paneles solares con el tablero de conexión y con los equipos de control protección y medida, los conductores deben ser de tipo cables aislados con materiales de alta calidad para que se asegure la durabilidad y la fiabilidad del sistema a la intemperie y a la humedad, certificados para usos en sistemas solares fotovoltaicos de acuerdo con los requisitos y ensayos de producto establecidos en el presente Reglamento e instalados de forma que se reduzca al máximo el riesgo de falla a tierra, cortocircuito, y contacto directo o indirecto a personas. El cableado debe cumplir las demás disposiciones del presente Reglamento que le apliquen.
- e. Las conexiones eléctricas entre paneles se deben hacer con terminales como bornes, localizados en la parte posterior del panel, preferiblemente encerradas en cajas de conexión, que permitan un montaje rápido, manteniendo la seguridad y la impermeabilidad del sistema.
- f. Para facilitar la ejecución de las labores de mantenimiento y reparación, se deben incluir en la instalación fotovoltaica, los elementos requeridos de seccionamiento tales como interruptores, para la desconexión de forma simultánea, de los conductores no puestos a tierra, así como de todas las fuentes de energía, de inversores, baterías, controladores de carga, etc., dichos elementos de seccionamiento pueden estar incorporados dentro de alguno de los equipos que compone el sistema fotovoltaico.
- g. La interconexión de los módulos y/o paneles fotovoltaicos debe realizarse mediante conectores que cumplan con los siguientes requisitos:
  - 1. Ser a prueba de agua Tipo MC4 o equivalente, diseñado para aplicaciones de energía fotovoltaica, que cumpla con los requisitos de instalación en conformidad a la familia de normas IEC 60998 o equivalente.
  - 2. Ser polarizados, del tipo que permita su enclavamiento o bloqueo, contruidos e instalados de modo que eviten el contacto accidental de las personas con partes con tensión.
  - 3. Deben ser capaces de interrumpir el paso de la corriente por el circuito sin causar riesgos al personal competente, o deben ser de un tipo que requiera del uso de una herramienta para su apertura, y estar marcados con la inscripción “No desconectar bajo carga” o “No usar para interrumpir la corriente”.
- h. Los empalmes de los conductores se deben realizar en cajas de derivación, con los accesorios correspondientes para dicho uso.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- i. Los conductores deben estar identificados mediante el código de colores del presente Reglamento en todos los puntos accesibles de terminación, conexión y empalmes.
- j. Los circuitos de los paneles solares fotovoltaicos y los circuitos fotovoltaicos de salida no deben estar contenidos en la misma canalización, bandeja portacables, cable, caja de salida, caja de conexiones o accesorios similares como conductores, alimentadores, circuitos ramales de otros sistemas no fotovoltaicos, o circuitos de salida de inversores, a menos que los conductores de los distintos sistemas estén separados por una barrera física.
- k. Los conductores de los circuitos deben estar protegidos e instalados en cable Tipo MC o mediante canalización. Los conductores que requieran ser protegidos contra radiación solar y temperatura, deben ir encerrados en tubería (conduit) o canalización igualmente resistente a estos propósitos. La tubería puede estar montada sobre las estructuras para el caso de tubería metálica o embebida para el caso de tubería no metálica, la sujeción de las tuberías se efectuará mediante bridas de sujeción. Asimismo, los conductores de circuitos fotovoltaicos c.c. pueden ser instalados en bandejas portacables de acuerdo con el artículo 690.31 (C) (2) de la NTC 2050 segunda actualización.
- l. Los circuitos de c.c. que se extiendan en el interior de un edificio, deben estar contenidos en canalizaciones metálicas, cables de tipo MC revestidos de metal que proporcione una efectiva trayectoria de la corriente de falla a tierra, o en encerramientos metálicos desde el punto de penetración de la superficie del edificio hasta el primer medio de desconexión fácilmente accesible.
- m. Los arreglos y conexiones de las unidades de generación fotovoltaicos deben ser diseñados y ejecutados de tal forma que no se generen corrientes inversas entre los distintos arreglos. En caso de presentarse corrientes inversas, estas no deben ser mayores que la corriente inversa máxima que soportan los módulos y/o paneles fotovoltaicos, de lo contrario deben ser limitadas mediante la utilización de diodos de bloqueo o protecciones de sobrecorriente (fusibles o interruptores automáticos).
- n. Para minimizar las corrientes inversas en la instalación se debe tener en cuenta:
  - 1. En un arreglo no se deben instalar módulos y/o paneles fotovoltaicos de distintos modelos.
  - 2. Se debe garantizar la ausencia de sombras parciales sobre los módulos y/o paneles mediante protecciones las cuales podrán venir incluidas en los equipos.
  - 3. En un mismo en un mismo arreglo o cadena asociada a un mismo seguidor del punto de máxima potencia – MPPT del inversor, no se debe dar diferentes orientaciones a los módulos y/o paneles, a menos que se instalen convertidores dc – dc.
- o. Para las estructuras de soporte se deben tener en cuenta el peso y las dimensiones del panel (alto, ancho, profundidad), incluyendo sus dilataciones por efectos térmicos, asegurando que los paneles no se someten a esfuerzos mecánicos que los puedan dañar o causar daños a la edificación donde se hace el montaje. Además, deben preverse las pasarelas y accesos para montaje y mantenimiento.
- p. Las instalaciones fotovoltaicas instaladas en cubierta, tejados o en campo abierto, deben ser sometidas a una evaluación del nivel de riesgo por descargas atmosféricas de acuerdo con lo establecido en el Título 13 del presente Libro y los criterios establecidos por la norma IEC TR 63227.
- q. Los sistemas que operan a 80 V c.c. o más, entre dos conductores cualesquiera se deben proteger por medio de un interruptor de circuito por falla de arco FV u otros componentes del sistema para brindar protección equivalente. El sistema debe

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

detectar e interrumpir las fallas de formación de arcos que resulten de una falla en la continuidad prevista de un conductor, conexión, módulo y/o panel u otro componente del sistema en los circuitos de c.c. del sistema solar fotovoltaico, dicha protección puede estar incorporada dentro del inversor.

- r. Cuando se requiera protección contra sobrecorriente, se debe dar cumplimiento a los requisitos establecidos en la sección 690.9 de la NTC 2050 segunda actualización.
- s. No se deben instalar módulos y/o paneles fotovoltaicos que presenten defectos producto de la fabricación, almacenamiento, transporte o instalación, tales como roturas o fisuras.
- t. La instalación de los módulos y/o paneles solares fotovoltaicos debe emplear una o más de las configuraciones de puesta a tierra del sistema, establecidas en la sección 690.41 literal (A) de la NTC 2050 segunda actualización.
- u. Los arreglos de paneles solares fotovoltaicos de c.c. deben estar provistos de protección contra fallas a tierra que cumpla los requisitos de las secciones 690.41 literal (B) numerales (1) y (2) y 690.42 de la NTC 2050 segunda actualización, dicha protección puede estar incorporada dentro del inversor.

#### **Artículo 3.17.24. Puertas cortafuego**

Requieren puerta cortafuego resistente al fuego mínimo 3 h, las bóvedas que alojen: transformadores aislados en aceite mineral o aceite de bajo punto de combustión (menor de 300° C), transformadores tipo seco de más de 112,5 kVA, o transformadores tipo seco con tensión mayor a 35 kV, instalados en el interior de edificios, siempre que la entrada a la bóveda se haga desde el interior del edificio o desde un lugar donde se pueda propagar el fuego. Para bóvedas que alberguen transformadores aislados con líquidos de alto punto de combustión (mayor a 300 °C) se permite que la puerta cortafuego sea resistente al fuego mínimo 1 h.

Los requisitos que deben cumplir la instalación de las puertas cortafuego son los siguientes:

- a. El usuario debe atender las condiciones de mantenimiento indicadas por el fabricante.
- b. Frente a las puertas cortafuego debe dejarse un área libre a una distancia no menor a un metro medido desde la puerta. Esta área debe ser demarcada con franjas reflectivas y no podrán ubicarse materiales combustibles o vehículos.
- c. Además del tiempo mínimo de resistencia al fuego, el instalador debe considerar las condiciones climáticas de la región donde se instalen las puertas cortafuego.
- d. Cuando los transformadores estén protegidos por rociadores automáticos, agua pulverizada, dióxido de carbono o halón, debe permitirse una puerta con valor nominal de resistencia al fuego de 1 h.

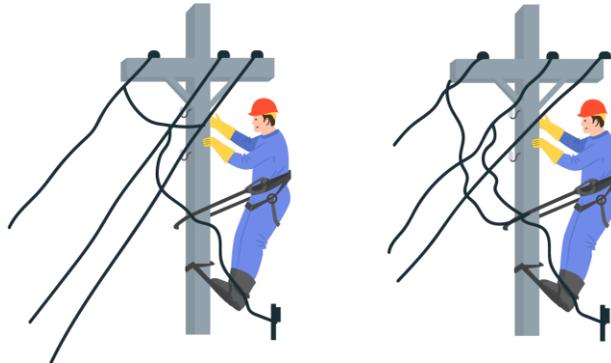
#### **Artículo 3.17.25. Puestas a tierra temporales**

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

- a. Para garantizar la seguridad del operario, se debe tener en cuenta las “Reglas de oro” indicada en el artículo 3.15.5 del presente Libro.
- b. Atender la guía de instalación, inspección y mantenimiento de la puesta a tierra temporal entregada por el proveedor.
- c. El montaje para redes o líneas aéreas debe hacerse de tal manera que los pies del liniero queden al potencial de tierra y que los conductores que se conectan a las

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

líneas tengan la menor longitud e impedancia posible, tal como se muestra en la Figura 3.17.25. a., adoptada de la guía IEEE 1048.



**Figura 3.17.25. a.** Montajes típicos de puestas a tierra temporales en redes aéreas.  
Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

- d. La secuencia de montaje debe ser desde la tierra hasta la última fase y para desmontarla debe hacerse desde las fases hasta la tierra.
- e. En el evento que la línea esté o sea susceptible de interrumpirse en la estructura, se debe conectar a tierra en ambos lados de la estructura.
- f. En redes o líneas subterráneas, la puesta a tierra temporal se debe instalar en el punto accesible más cercano al lugar de trabajo, sin afectar el aislamiento de los conductores o equipos y siguiendo los procedimientos recomendados por el fabricante.
- g. La zona alrededor del barreno o electrodo de puesta a tierra, el cual debe estar en pleno contacto con el terreno, debe ser delimitada, y restringido el acercamiento del personal durante el desarrollo de la actividad.
- h. Para su instalación en subestaciones se deben tener en cuenta las consideraciones particulares del proveedor, así como las establecidas en el capítulo 6 de la guía IEEE Std 1246-2020.

### **Artículo 3.17.26. Sellos cortafuego**

En las transiciones entre espacios confinados, encerramientos, cuartos eléctricos y ductos que alojen conductores eléctricos y en general en los sitios del entorno de la instalación eléctrica que se requiera controlar o impedir el paso de fuego, gases o líquidos, objetos sólidos o animales, se deben colocar los sellos correspondientes.

Al instalar los sellos cortafuego se deben atender las recomendaciones o instrucciones del fabricante o proveedor para sellos prefabricados o del material utilizado en sitio para cumplir la función de sello.

### **Artículo 3.17.27. Transferencias automáticas y sus sistemas de control**

Las instalaciones de transferencias automáticas deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Los módulos de transferencias utilizadas en sistemas de emergencia o suplencias de circuitos, deben estar incorporadas en un encerramiento.
- b. La transferencia debe estar habilitada para operar en los niveles de tensión de la red a la cual va a ser conectada, para dicho fin se podrán utilizar transformadores de potencial, y ajustar la relación de transformación, esta condición debe ser verificable, tanto para los valores de tensión monitoreados como para los límites programados.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- c. Las transferencias deben cumplir con las características del circuito principal y del de emergencia, para lo cual se deben vigilar todas las fases activas tanto de la red principal como la de emergencia o suplencia.
- d. En la instalación de transferencias se deben tener en cuenta los ajustes del tiempo de reacción a la falla sensada, y el tiempo de conmutación de la carga entre fuente de suplencia y la red, al momento de regresar los niveles de tensión señalados por el fabricante.
- e. No se podrán utilizar tableros de transferencias con interruptores motorizados alimentados de la red pública, a menos que estos cuenten con un mecanismo de desconexión de la carga en caso de falla de la fuente alternativa de energía.
- f. Se debe atender las indicaciones y recomendaciones de montaje, operación y mantenimiento suministradas por el proveedor.

### **Artículo 3.17.28. Transformadores de potencia y distribución**

La instalación de los transformadores eléctricos de potencia y distribución de capacidad mayor o igual a 3 kVA y tensión mayor de 100 V, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Cuando el transformador no sea de tipo sumergible y se aloje en cámaras subterráneas sujetas a inundación, éstas deben ser debidamente impermeabilizadas para evitar humedad y en lo posible debe separarse de la cámara de maniobras. Cuando la cámara subterránea no sea impermeable se debe instalar transformador y caja de maniobras tipo sumergible.
- b. Cuando un transformador aislado en aceite que requiera instalación en bóveda de acuerdo con el artículo 450 parte III de la norma NTC 2050 segunda actualización, se debe garantizar que a temperaturas por encima de 150 ° C en el interior, no permita la entrada de aire a la bóveda y así apagar el incendio por ausencia de oxígeno. La bóveda debe cumplir los requisitos señalados en el numeral 3.17.4 del presente Libro. En los casos de estar ubicados en zonas de parqueadero, debe garantizarse mediante obra civil que no pueda obstaculizarse el ingreso al cuarto eléctrico por un vehículo y se garantice la apertura total de la puerta.
- c. Los transformadores refrigerados en aceite con punto de combustión menor a 300 °C, no deben ser instalados en niveles o pisos que estén por encima o contiguos a sitios de habitación, oficinas y en general sitios destinados a ocupación permanente de personas, equipos o materiales que puedan ser objeto de incendio o daño por el derrame del aceite.
- d. Para las distancias y/o barreras de protección contra fuego entre un transformador y una edificación, o entre transformadores, se deben tener en cuenta los requisitos establecidos en el numeral 8.7.2 de la norma IEC 61936-1:21 o cualquiera que la modifique, esto siempre y cuando dichos requisitos no contradigan lo establecido en el presente Reglamento.
- e. Para la instalación de transformadores secos, se deben atender las recomendaciones del fabricante, en especial cuando se requieren en instalación con algunas de las siguientes características: altitudes superiores a 1 000 msnm, temperaturas superiores a 40 °C; temperaturas del medio de enfriamiento superiores a las de diseño, exposición a humedad excesiva, atmósfera salobre, gases, polvos o humos perjudiciales al equipo, exposición a materiales combustibles o explosivos en forma de gases o polvo, requerimientos de aislamiento diferente a los especificados en el diseño, limitación del espacio de instalación o vibraciones anormales.
- f. Los transformadores secos deben ser instalados sobre fundaciones niveladas y resistentes para soportar su peso, debe asegurarse que el equipo sea apoyado de

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

forma pareja en sus puntos de base para garantizar su estabilidad y evitar deformaciones.

- g. Sin perjuicio de los espacios mínimos de trabajo propios de la potencia y tensión, señalados en el presente Reglamento, los transformadores secos que no sean alojados en celdas, deben tener un espacio libre no menor de 0,6 m entre transformadores, y 0,20 m entre un transformador y una pared o muro (si entre estos no hay circulación de personas), o los espacios que determine el fabricante del transformador si estos son mayores, de manera tal que facilite el acceso para inspección y asegure la ventilación del equipo. El recinto donde se instale el transformador debe permitir una ventilación natural apropiada o forzada, por lo que se recomienda contar con aperturas de entrada de aire localizadas en la parte inferior y de salida en la parte superior.
- h. Para los sistemas puestos a tierra, el conductor del electrodo de puesta a tierra y el conductor de puesta a tierra del sistema, deben conectarse directamente al buje o terminal del transformador destinado para tal fin y no solamente a la cubierta metálica.
- i. Todo transformador con tensión nominal superior a 1 000 V debe protegerse por lo menos en el primario con protecciones de sobrecorriente; estas protecciones deben ser seleccionadas de acuerdo con una adecuada coordinación de protecciones.
- j. En el caso de transformadores zigzag, conectados a la conformación delta del devanado terciario de los transformadores de potencia, estos deben ser incorporados a los esquemas de protección del transformador principal.
- k. El nivel de ruido en la parte externa accesible al público no debe superar los valores establecidos en las disposiciones ambientales sobre la materia, de acuerdo con la exposición a las personas.
- l. Los transformadores de potencia superior a 2MVA, deben ser protegidos contra sobrepresiones dinámicas ocasionadas por arcos internos u otros tipos de fallas, dicha protección debe actuar en los primeros milisegundos de ocurrencia del primer frente de onda, que usualmente es el que origina la explosión, esto según los criterios establecidos en la norma NFPA 850.
- m. Los transformadores tipo seco ubicados en exteriores, deben estar instalados en una carcasa o en un encerramiento no combustible y resistente a la humedad que ofrezca protección contra la inserción accidental de objetos extraños, acorde con el literal t).
- n. Debe permitirse que los interruptores u otros equipos que funcionen a 1 000 V nominales o menos y que estén conectados únicamente a equipos dentro del encerramiento del transformador, estén instalados dentro de este encerramiento si sólo son accesibles a personas competentes.
- o. Las piezas metálicas expuestas no portadoras de corriente de las instalaciones de transformadores, incluidas cercas, protecciones, entre otros, se deben poner a tierra y conectar equipotencialmente.
- p. Los transformadores, diferentes a los transformadores de la Clase 2 o Clase 3, deben tener un medio de desconexión localizado ya sea a la vista del transformador o en un lugar remoto. Cuando esté localizado en un lugar remoto, el medio de desconexión debe poder bloquearse de acuerdo con lo establecido en la sección 110.25 de la NTC 2050 Segunda Actualización y la ubicación debe estar rotulada en campo en el transformador.
- q. Los transformadores individuales de tipo seco de más de 112,5 kVA nominales y con tensiones mayores a 35kV se deben instalar en un cuarto de transformadores de construcción resistente al fuego, según los requisitos establecidos en los

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

artículos 3.17.4 y 3.17.24 del presente Libro, a excepción de los transformadores con sistemas de aislamiento Clase 155 o superior, y separados de materiales combustibles por una barrera resistente al fuego y aislante del calor, o por una distancia no menor a 1,83 m horizontalmente y 3,7 m verticalmente, o los transformadores con sistemas de aislamiento Clase 155 o superior encerrados completamente, excepto por las aberturas de ventilación.

- r. Los transformadores de tipo seco instalados en interiores y de 112,5 kVA nominales o menos, deben instalarse con una separación mínima de 0,3 m de materiales combustibles, a menos que estén separados de ellos por una barrera resistente al fuego y aislante del calor, a excepción de los transformadores aptos para 1 000 V nominales o menos, que estén completamente cubiertos por un encerramiento, excepto las aberturas para ventilación.
- s. Los transformadores de tipo seco instalados en exteriores de más de 112,5 kVA no se deben ubicar a una distancia menor de 0,3 m de los materiales combustibles de los edificios, a menos que el transformador tenga sistemas de aislamiento Clase 155 o mayores y esté encerrado completamente, excepto por las aberturas de ventilación.
- t. Los transformadores de tipo seco instalados en exteriores deben tener un encerramiento a prueba de intemperie mínimo de grado IP 23 o equivalente.
- u. Debe permitirse instalar transformadores aislados con fluidos dieléctricos, identificados como no inflamables, tanto en interiores como en exteriores. Si dichos transformadores son instalados en interiores y cuentan con una tensión de más de 35 kV nominales deben ser instalados en una bóveda, además de esto deben estar provistos con un área para confinamiento de líquidos y una válvula de alivio de presión.
- v. Los transformadores aislados con líquidos de alto punto de combustión, deben instalarse cumpliendo los requisitos establecidos en la sección 450.23 literales (A) y (B) de la norma NTC 2050.
- w. Debe permitirse que los encerramientos para el aceite sean diques, áreas con reborde o estanques resistentes al fuego, o zanjas rellenas de piedra gruesa triturada. Cuando la cantidad de aceite y la exposición sean tales que su eliminación sea importante, los recipientes de aceite deben estar dotados con medios para drenaje.
- x. Para los transformadores con aislamiento de aceite instalados en exteriores, se debe dar cumplimiento a lo establecido en la sección 450.27 de la NTC 2050 Segunda Actualización, el cual establece las medidas a implementar en caso de que la instalación del transformador presente peligro de incendio; dicho peligro debe ser identificado mediante el análisis de riesgo que trata el Art. 3.3.1 del presente Libro.
- y. Si el transformador incluye ruedas, debe disponer del mecanismo de freno o bloqueo de giro.

### **Artículo 3.17.29. Unidades de potencia ininterrumpida – UPS**

Para los efectos del presente Reglamento, la instalación de las UPS debe dar cumplimiento a los siguientes requisitos:

- a. Se debe cumplir cada una de las recomendaciones dadas por el fabricante para su correcta instalación.
- b. El montaje de la UPS debe tener en cuenta los espacios de trabajos establecidos por el presente Reglamento.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- c. Los circuitos de alimentación y de salida de la UPS, deben estar identificados con el código de colores.
- d. No se deben unir los terminales de tierra y neutro en el barraje de conexión de la UPS.
- e. El medio de desconexión instalado para alimentar la UPS, debe desconectar también las baterías de su carga.
- f. Los conductores de puesta a tierra tanto de entrada como de salida deben ser aislados.
- g. Cuando se instalen unidades en paralelo, debe tenerse especial atención con la sincronización de ellas, así como el retorno de tensión desde la carga y la sobrecarga permitida.
- h. Cuando una UPS se utilice para alimentar un sistema de emergencia se deben cumplir los criterios de instalación que le apliquen de la sección 700.12 (A) y (B) de la NTC 2050 segunda actualización o la parte que le aplique de la IEC 60364, de acuerdo con el tipo de instalación y uso para el cual se instala el equipo.
- i. De manera permanente se debe tener a la mano las instrucciones de operación de la UPS.

### **Artículo 3.17.30. Unidades de tensión regulada (reguladores de tensión)**

Las unidades reguladoras de baja tensión de potencia mayor o igual a 500 VA, utilizadas para mantener en un rango predeterminado la tensión en una instalación eléctrica y los reguladores para el control de carga de las baterías para sistemas solares fotovoltaicos o de acumulación de carga para las instalaciones eléctricas objeto de este Reglamento, en la instalación se deben tener en cuenta los siguientes aspectos.

- a. Los dispositivos de corte y protección de los reguladores de tensión deben ser dimensionados como los de un circuito ramal.
- b. El tipo de conductor (cable o cordón flexible) y los terminales de conexión deben ser adecuados para la capacidad de corriente de toda la carga conectada, el conductor debe ser de cobre calibre no menor a 14 AWG.
- c. Adicionalmente se debe asegurar una secuencia de desconexión apropiada para los reguladores mediante el uso de una de las siguientes opciones:
  - 1. Interruptor(es) de derivación para regulador con secuencia mecánica.
  - 2. Enclavamientos mecánicos.
  - 3. Un procedimiento de desconexión presentado en forma notoria en el lugar de la desconexión.
- d. Los reguladores y controladores de tensión o de carga, utilizados en los sistemas con almacenamiento deben asegurar las siguientes funciones:
  - 1. Proteger la batería contra posibles sobrecargas causadas por excedentes provenientes de la fuente de generación.
  - 2. Evitar descargas mayores a las permitidas en la batería.
  - 3. En el caso de sistemas solares fotovoltaicos, se deben eliminar las corrientes que puedan fluir desde la batería hacia el panel y/o módulo fotovoltaico, cuando éste no recibe energía solar.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

## **CAPÍTULO 2 – REQUISITOS PARA EL PROCESO DE GENERACIÓN**

Central o planta de generación es el conjunto de instalaciones que contienen máquinas que transforman una fuente de energía en energía eléctrica, además incluyen, máquinas motoras, aparatos de control, maniobra, protección y medida. No incluye, las consideradas como plantas de emergencia, de reserva legalmente requeridos y de reserva opcionales.

En los procesos de cogeneración, el presente capítulo aplica únicamente lo que corresponde a la generación de energía eléctrica.

Para efectos del presente Reglamento, una central de generación por tener implícitos los procesos de transmisión, transformación, distribución y uso final, debe cumplir con los requisitos de cada proceso que le sean aplicables. Los requisitos de este capítulo son de obligatorio cumplimiento y deben ser tomados como complementarios de los contenidos en los demás capítulos del presente Libro.

Los procesos de generación conectados a la red de uso general deben cumplir los requisitos de seguridad contemplados en el presente Reglamento, incluyendo los requisitos de instalación de cada uno de los productos que componen el proceso de generación.

Los procesos de Generación y/o Autogeneración a Pequeña Escala AGPE y/o Cogeneración no conectados a la red general destinados a alimentar únicamente instalaciones de uso final, serán certificados dentro del alcance de generación asociada a uso final y deben cumplir los requisitos establecidos en el Artículo 3.18.3. Cuando aplique, y los de instalación de cada uno de los productos que componen el proceso de generación.

Las instalaciones de Generación, Autogeneración a pequeña escala, FNCER, Generación Distribuida y Generación de energía con varias fuentes, que se conecten a la red de transmisión local, regional o nacional, indistintamente de su potencia, deben contar con certificación plena; igualmente las instalaciones de autogeneración y cogeneración a pequeña escala asociadas al uso final (que no se conectan a la red) con capacidad de potencia instalada igual o superior a los 10 kVA la certificación de la conformidad debe ser plena. Es decir que, además de la declaración suscrita por el responsable de la instalación, deben ser inspeccionada por un organismo de inspección acreditado por el ONAC.

En el presente capítulo se diferencian dos tipos de generación, aplicables a centrales de generación (Hidráulicos y térmicos) y los que se pueden conectar a la red de distribución, como generación distribuida o para inyectar excedentes de autogeneración, principalmente de fuentes no convencionales de energía.

## **TÍTULO 18 – REQUISITOS GENERALES PARA CENTRALES DE GENERACIÓN**

Adicional al cumplimiento de los permisos y requerimientos ambientales, de planeación municipal o distrital, así como las concesiones a que haya lugar; la central de generación eléctrica, cualquiera que sea la fuente de energía, debe cumplir los siguientes requisitos generales:

### **Artículo 3.18.1. Edificaciones de centrales de generación**

- a. Las edificaciones y estructuras de las centrales de generación deben cumplir el Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente NSR-10 en su versión vigente al momento de la construcción.
- b. Los generadores, se deben instalar y operar en superficies secas y bajo una cubierta o estructura que impida que el agua alcance partes eléctricas activas.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- c. El edificio de la central de generación eléctrica debe ser independiente de toda construcción no relacionada con las instalaciones de generación. Se exceptúan de este requisito las instalaciones en industrias que tengan procesos de cogeneración.
- d. Está prohibido el almacenamiento de materiales combustibles en las proximidades de las canalizaciones y de las máquinas o equipos bajo tensión, solo se permite el manejo de estos materiales en áreas cercanas, siempre y cuando estén debidamente protegidos para evitar su ignición y el resultado de clasificación de áreas y análisis de riesgo establezca no presentan ningún peligro para la instalación o las personas.
- e. El centro de control de la planta debe disponer de un mímico que represente el diagrama unifilar de la central, que cubra los sistemas de media y alta tensión de la central y subestación asociada, y las líneas de transmisión con conexión física directa a la central, el cual debe ir sobre paneles o en pantallas de computador y cerca de los centros de mando.
- f. Las compuertas de captación de las centrales hidráulicas deben tener un sistema de control automático y un control manual mecánico para la apertura o cierre según sea el caso.
- g. En las plantas térmicas que poseen chimeneas de alturas mayores de 25 m, éstas deben pintarse con los requerimientos de la señalización aeronáutica.
- h. No se debe construir depósitos de agua sin confinar en el interior de las centrales y en las zonas próximas a las instalaciones de alta tensión.
- i. En los cuartos de baterías no deben existir vapores de alcohol, amoníaco, ácido acético, clorhídrico, nítrico o residuos volátiles. Estos cuartos no deben tener comunicación directa con el centro de control, deben ser secos, bien ventilados y no estar sujetos a vibraciones perjudiciales que puedan originar desprendimientos de gases y desgastes prematuros. Igualmente, debe disponer además de un dispositivo para lavado de ojos y manos en caso de emergencia, a excepción de los cuartos con baterías de tecnología VRLA - Batería sellada o libre de mantenimiento.
- j. Para edificaciones en caverna se deben utilizar transformadores aislados con líquido aislante de alto punto de combustión (clase k), o transformadores tipo seco para los sistemas de servicios auxiliares y en general sistemas de baja tensión.
- k. Los pasillos de gran longitud (mayor a 30 m) y en general donde exista la posibilidad de producirse arcos eléctricos según el análisis de riesgo correspondiente, deben tener dos accesos como mínimo. Los cables que vayan por estos pasillos y los pasatapas deben ser de materiales retardantes a la llama.
- l. La central de generación debe tener un sistema automático de detección y extinción de incendios en las partes críticas susceptibles a incendio y un plan de emergencias.
- m. Los sistemas de protección contra incendios deben operar mínimo a las señales de temperatura y humo.
- n. Todos los circuitos de baja tensión situados en las proximidades de máquinas, aparatos u otros circuitos de alta tensión, deben ser considerados como pertenecientes a instalaciones de alta tensión, en los casos en que, por falta de protección, se pueda presentar un contacto entre ellos.
- o. Las canalizaciones eléctricas no se deben instalar en las proximidades de tuberías de calefacción, de conducciones de vapor y en general de lugares con temperatura elevada y de ventilación defectuosa que puedan afectar la integridad de las canalizaciones y/o conductores eléctricos. El cableado debe estar ordenado, amarrado y con sus circuitos debidamente identificados en todos los canales. Los

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

cables deben tener un aislamiento en material auto extingible o con retardantes de llama.

- p. Todos los sitios de circulación de personas, tales como accesos, salas, pasillos, etc., deben estar libres de objetos que puedan dar lugar a accidentes o interrumpen visiblemente la salida en casos de emergencia. Las rutas de evacuación deben estar demarcadas con avisos y señales de salida que sean luminosas, conectadas al circuito de emergencia de la central.
- q. Para evitar los peligros que pudieran originar el incendio de un transformador refrigerados en aceite, de más de 100 kVA o un interruptor de gran volumen de aceite, se debe construir un foso o sumidero en el que se colocarán varias capas de gravilla que servirán como filtro y para ahogar la combustión. Para transformadores aislados con líquido aislante de alto punto de combustión, los derrames de líquido aislante se pueden contener proporcionando pisos impermeables con umbrales alrededor del área donde se encuentra el equipo, o recolectando el líquido derramado en un área de retención designada en la edificación.
- r. Los transformadores aislados en aceite con potencia igual o mayor 100 kVA, ubicados al interior de la casa de máquinas deben ser instalados en celdas diseñadas con muros y puertas cortafuego. Cada celda debe tener un sistema automático de extinción de incendio y además un sistema de renovación de aire por medio de una unidad manejadora. Igual tratamiento para los transformadores secos, a menos que se adapten a las excepciones de la sección 450.21 de la NTC 2050 segunda actualización. Edificaciones con transformadores con aceite aislante de alto punto de combustión, ubicados al interior de la casa de máquinas deben seguir los requisitos del numeral 8.7.2.3 de la norma IEC 61936-1.
- s. Las subestaciones deben seguir los requisitos de protección contra incendios del numeral 8.7.2 de la norma IEC 61936-1.
- t. Las conducciones de gas deben ir siempre separadas de las canalizaciones eléctricas. Queda prohibida la ubicación de ambas conducciones en un mismo ducto o banco de ductos. En áreas que se comuniquen con tuberías donde se presente acumulación de gas combustible, es obligatorio el uso de equipos a prueba de explosión.
- u. Las centrales de generación deben cumplir con los límites de emisiones, de ruido y demás normas establecidas por las autoridades ambientales; igualmente el Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente NSR-10 en su versión vigente, para lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente:
  - 1. No se debe instalar ni operar generadores propulsados por motores de combustión en áreas encerradas o cercanas a estructuras u obstáculos que impidan la ventilación y puedan acumular CO, en proporciones peligrosas.
  - 2. En cuartos o cabinas para los generadores, es necesario que el aire ingrese por la parte posterior del generador a través de trampas de entrada de aire fresco y salida de aire caliente que permitan la circulación adecuada del aire.
  - 3. El ruido producido por las instalaciones de generación no debe superar los valores señalados por las autoridades ambientales. En caso de ser necesario la planta eléctrica debe contar con un sistema de insonorización que reduzca el nivel de ruido, En el caso de cabinas, debe proveerse un sistema que permita la entrada y salida de aire, y al interior este recubierto con material acústico que atenúe el ruido sin afectar la operación del equipo.

### **3.18.1.1. Distancias de seguridad**

Las centrales de generación deben cumplir las distancias de seguridad, y todo lo concerniente a las mismas, establecidas en el Título 10 del presente Libro y las distancias para espacios de trabajo.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **3.18.1.2. Puestas a tierra**

Con el fin garantizar la seguridad del personal en las centrales de generación, se deben cumplir los criterios establecidos en el Título 12 del presente Libro. En todos los casos las centrales de generación deben disponer de sistemas de puesta a tierra con el neutro conectado a dicho sistema, de tal forma que se asegure que en eventos de falla no se presenten tensiones de paso, contacto o transferidas peligrosas, siguiendo la Guía IEEE 665 “Guide for Generating Station Grounding” o norma equivalente.

### **3.18.1.3. Valores de campos electromagnéticos**

En sitios de trabajo debe verificarse que los niveles de exposición a campos eléctricos y magnéticos no superen los valores establecidos en el Título 11 del presente Libro.

### **3.18.1.4. Otras estructuras asociadas a la central de generación**

Las estructuras asociadas a la central de generación tales como: Presas o diques, estructuras de captación, conducción y descarga de agua, edificios de máquinas, edificios de calderas, patios de subestaciones o de almacenamientos, bodegas, y campamentos, deben cumplir normas técnicas internacionales o de reconocimiento internacional para estas estructuras, el Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente NSR-10 en su versión vigente, las normas ambientales que le apliquen y las normas y disposiciones de planeación municipal o distrital donde se localice la central. El constructor debe señalar las normas aplicadas.

### **3.18.1.5. Operación y mantenimiento de las centrales de generación**

La operación y mantenimiento de la central de generación debe cumplir todos los requerimientos de tipo regulatorio, comercial, ambiental y de planeación municipal o distrital, así como los permisos y concesiones que le apliquen.

Las empresas encargadas del proceso de generación deben establecer y desarrollar planes de mantenimiento, los cuales deben contar con protocolos seguros y eficientes para que en la ejecución no se presenten mayores impactos, tanto para la seguridad de las personas, como a las instalaciones o los bienes relacionados con la generación y el servicio.

## **Artículo 3.18.2. Requisitos generales para instalaciones de generación con fuentes no convencionales de energía, autogeneradores a pequeña escala – AGPE y generación distribuida – GD**

Todo generador con fuentes no convencionales de energía, autogeneradores de pequeña escala – AGPE y Generación Distribuida – GD conectado al Sistema de Distribución Local – SDL, Sistema de Transmisión Regional – STR o al Sistema de Transmisión Nacional – STN, para generar y entregar energía eléctrica a la red, debe cumplir todas y cada una de las condiciones incluidas en el presente Reglamento que le apliquen, la regulación establecida por la CREG, las señaladas por las autoridades ambientales, y las señaladas por las entidades territoriales y los entes de planeación local y regional donde se localice el proyecto de generación.

Para la generación de electricidad proveniente de fuentes convencionales de energía como la Térmica o Hidráulica, y no convencionales tales como energía solar, energía eólica, energía de la biomasa y energía geotérmica, adicional a los requisitos establecidos para centrales de generación que le apliquen, debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

- a. Los equipos, las instalaciones y los requerimientos operativos de generación con fuentes no convencionales, autogeneración a pequeña escala y generación distribuida que se conecten al STR o SDL, no deben afectar la operación, seguridad, estabilidad, ni los parámetros de calidad de la energía de cualquiera de estas instalaciones incluidas en los Códigos de Redes y de Distribución, las normas del operador de red y demás regulación establecida por la CREG.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- b. Las instalaciones eléctricas de generación deben dimensionarse para que su potencia máxima no supere la potencia aprobada por el operador de red para su conexión, teniendo en cuenta que la potencia máxima aprobada por el operador de red, puede ser menor o igual a la capacidad instalada del sistema de generación, para tal efecto se requiere del conocimiento de la información técnica, tanto de los equipos a conectar, como de la capacidad y condiciones de la red en el punto de conexión al momento de la solicitud. El interesado podrá instalar o suministrar mayor potencia previo acuerdo con el operador de red para determinar las condiciones técnicas y económicas de las modificaciones que la red requiera para la conexión y operación de la planta generadora.
- c. Toda planta de generación, sistema de autogeneración a pequeña escala o de generación distribuida con fuentes no convencionales de energía que se conecte a la red de uso general (SDL, STR o STN), debe disponer por lo menos de los siguientes equipos:
  - 1. Equipos de Interrupción: Toda conexión entre un generador con fuentes no convencionales de energía y el STN debe ser controlada por interruptores de potencia capaces de interrumpir la máxima corriente de cortocircuito en el Punto de Conexión.
  - 2. Equipos de Protección: Tanto las fallas en los equipos del generador conectado directamente a la red, como las fallas en la parte conectada directamente al equipo del Generador, deben despejarse en tiempos no mayores a los señalados en el Código de Conexión de la CREG, teniendo en cuenta que como mínimo se deben disponer de protecciones de sobretensión y sobrecorriente.
- d. Los equipos que hagan parte de las instalaciones de generación, tales como Paneles solares, Aerogeneradores, Inversores, Reguladores y Baterías o sistemas de acumulación, deben cumplir los requisitos de instalación establecidos en el presente Reglamento, según corresponda.

### **Artículo 3.18.3. Instalaciones de generación de energía eléctrica con varias fuentes**

Los siguientes requisitos aplican a la instalación de generación de energía eléctrica que operan en paralelo, con varias fuentes primarias de electricidad, ya sea para alimentación de instalaciones de uso final, o para generación interconectados con la red pública.

- a. En cada lugar donde se ubique la acometida y donde existan fuentes de generación de energía eléctrica que se puedan interconectar, se debe instalar una placa permanente o un directorio que indique la ubicación de todos los medios de desconexión de las fuentes de energía eléctrica. El rotulado debe cumplir la sección 110.21 literal (B) de la norma NTC 2050 segunda actualización.
- b. Se deben instalar medios de desconexión para todas las fuentes de energía y los equipos asociados, de los conductores no puestos a tierra del sistema y entre las mismas fuentes.
- c. El medio de desconexión de los conductores no puestos a tierra debe ser uno o varios interruptores o interruptores automáticos de circuito, manuales o de operación eléctrica. En caso de que los terminales puedan ser energizados, tanto por los terminales de línea como los de carga, se deben rotular de acuerdo con lo establecido en la sección 690.13 literal (B) de la norma NTC 2050 segunda actualización.
- d. El punto de conexión de la salida de una fuente de generación de energía eléctrica interconectada se debe realizar de acuerdo con lo establecido en la sección 705.12 literales (A) o (B) de la norma NTC 2050 segunda actualización.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- e. La salida de un generador u otra fuente de generación de energía eléctrica que funcione en paralelo con un sistema de suministro de energía eléctrica, deben tener tensión, forma de onda y frecuencia compatibles con el sistema al cual se conecta.
- f. Los equipos y conductores conectados a más de una fuente de alimentación eléctrica deben tener un número suficiente de dispositivos de protección contra sobrecorriente, ubicados de modo que brinden protección desde todas las fuentes.
- g. Las fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas se deben poner a tierra según los criterios establecidos en el presente Reglamento.

### **CAPÍTULO 3 – REQUISITOS PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN**

Las disposiciones contenidas en el presente capítulo se refieren a los requisitos técnicos que deben cumplir las líneas de transmisión aéreas de alta y extra alta tensión de corriente alterna trifásica a 60 Hz de frecuencia nominal y las líneas aéreas, marinas o subterráneas en corriente continua – HVDC.

Para los efectos del presente Reglamento, se considera transmisión a la transferencia (o transporte) de energía eléctrica en altas y extra altas tensiones, iguales o mayores a 57,5 kV y no se debe confundir con los nombres y niveles de tensión establecidos en la regulación dirigida a aspectos de tipo comercial o de calidad del servicio.

Las líneas de transmisión entregan la energía desde las plantas generadoras a las subestaciones y a grandes instalaciones industriales, desde las cuales las redes de distribución proporcionan el servicio a las zonas residenciales y comerciales. También sirven para interconectar plantas de generación, permitiendo el intercambio de energía, cuando las plantas generadoras están fuera de servicio por haber sufrido un daño o por reparaciones de rutina.

Los requisitos de este capítulo son de obligatorio cumplimiento y deben ser tomados como complementarios de los contenidos en los otros capítulos del presente Reglamento.

Las disposiciones contenidas en este Reglamento, son de aplicación en todo el territorio colombiano y deben ser cumplidas por las empresas que diseñen, construyan y operen líneas de transmisión de energía con tensiones iguales o superiores a 57,5 kV en corriente alterna y continua.

### **TÍTULO 19 – REQUISITOS GENERALES DE LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN**

Las disposiciones contenidas en el presente Reglamento se refieren a las prescripciones técnicas mínimas que deben cumplir las líneas eléctricas aéreas de alta y extra alta tensión.

Toda línea de transmisión construida o modificada en la vigencia del presente Reglamento, debe contar con Certificación Plena.

En líneas de transmisión, según los estudios medioambientales realizados de para la aprobación de los proyectos por parte de las autoridades competentes, en los casos en donde el entorno lo requiera, se deben implementar sistemas de protección de la fauna y la flora silvestre, incluyendo zonas urbanas. Dichos sistemas y dispositivos deben estar basados en normas técnicas internacionales o de reconocimiento internacional, tales como la IEEE 1651 u otra que tenga alcance para dicho propósito.

#### **Artículo 3.19.1. Zonas de servidumbre**

Para efectos del presente Reglamento, las zonas de servidumbre deben cumplir los siguientes requisitos:

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- a. Toda línea de transmisión aérea con tensión nominal igual o mayor a 57,5 kV, debe tener una zona de seguridad o derecho de vía que tiene por objeto servir como margen de seguridad para la construcción, operación y mantenimiento de la línea, así como para tener una interrelación segura con el entorno. Esta zona debe estar definida antes de la construcción de la línea, para lo cual se deben adelantar las gestiones para la constitución de la servidumbre, ya sea por mutuo acuerdo con los propietarios del terreno o por vía judicial.
- b. Dentro de la zona de servidumbre, el operador de red que opere o administre la línea de transmisión, debe impedir la siembra o crecimiento natural de árboles o arbustos, que con el transcurrir del tiempo, comprometan la distancia de seguridad y se constituyan en un peligro para las personas y animales o afecten la confiabilidad de la línea. En caso de que el propietario del predio impida la realización de las actividades por parte del operador de red, con fines de dar cumplimiento al presente requisitos, este deberá denunciar el hecho ante las autoridades ambientales, administrativas y/o judiciales correspondientes.
- c. En las zonas de servidumbre no se deben construir edificaciones, viviendas, casetas o cualquier tipo de estructuras que comprometan la distancia de seguridad establecida en el Título 10 del presente Libro, y en donde se pueda albergar personas o animales. Tampoco se debe permitir alta concentración de personas, la presencia permanente de trabajadores o personas ajenas a la operación o mantenimiento de la línea, el uso permanente de estos espacios como lugares de parqueo o reparación de vehículos, o para el desarrollo de actividades comerciales o recreacionales, excepto lo incluido en el artículo 3.10.2 del presente Libro. Las oficinas de planeación municipal y las curadurías no deben otorgar licencias o permisos de construcción en dichas áreas y los municipios deberán atender su responsabilidad en cuanto al control del uso del suelo y el espacio público de conformidad con la Ley.
- d. En los instrumentos del Sistema multinivel de Ordenamiento Territorial y Ambiental, se deben incluir y actualizar las zonas de servidumbre de líneas de transmisión de energía e incorporar las limitaciones descritas en el presente artículo en la definición de sus usos del suelo. Igualmente, estos instrumentos deben tener en cuenta los planes de expansión del Sistema Interconectado Nacional – SIN para poder garantizar la prestación del servicio de energía eléctrica.
- e. En los casos en que los Planes de Ordenamiento Territorial no permitan la construcción de una línea aérea en la zona urbana o las afectaciones por campos electromagnéticos o distancias de seguridad, superen los valores establecidos en el presente Reglamento, la línea debe ser subterránea, teniendo en cuenta los espacios adecuados para la operación y el mantenimiento.
- f. El operador de red debe negar la conexión a la red de distribución local, a una instalación que invada la zona de servidumbre, por el riesgo que representa para la vida de las personas.
- g. En la zona de servidumbre, a un metro de altura del piso, los campos electromagnéticos no deben superar los valores establecidos en el Título 11 del presente Libro, para exposición ocupacional. En los alrededores de las áreas de servidumbre, los valores a considerar serán los de exposición del público en general; si en los límites de la zona de servidumbre se tienen edificaciones, deben medirse a un metro de altura del piso donde permanezcan las personas. En caso de ser necesario, el organismo de inspección podrá coordinar con el operador de red la energización provisional de la línea, única y exclusivamente con objeto de realizar la medición; esto previo a la verificación por parte del organismo, del cumplimiento de los demás requisitos aplicables que garanticen la seguridad eléctrica en la línea.

El propietario u operador de la línea debe hacer uso periódico de la servidumbre ya sea para la revisión y mantenimiento de la infraestructura, la ejecución de obras complementarias requeridas para garantizar su adecuado funcionamiento, la

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

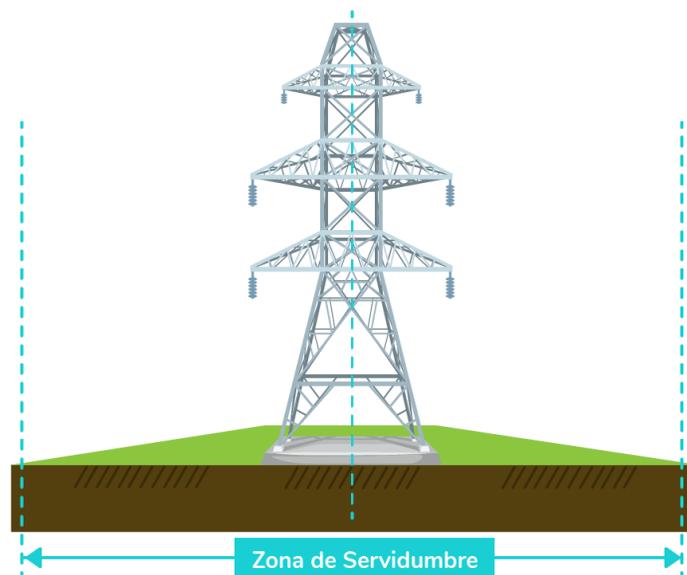
intervención de la vegetación acorde con lo establecido en el literal b. y a la normatividad ambiental vigente, y la identificación y retiro de las construcciones señaladas en el literal c.; en todo caso debe dejar evidencia de todas actividades desarrolladas. En los casos en que la zona de servidumbre se vea invadida o perturbada con situaciones relacionadas a las descritas en los literales b. y c., o no se permita el acceso al operador de red a estas zonas para cumplir con sus obligaciones, éste debe informar a la autoridad administrativa municipal, regional o nacional, para que éstas adelanten las acciones correspondientes.

- h. Para efectos del presente Reglamento y de acuerdo con las tensiones normalizadas o nominales en el país, en la Tabla 3.19.1. a. se fijan los valores mínimos requeridos para el ancho de la zona de servidumbre, cuyo centro es el eje de la línea.

**Tabla 3.19.1. a.** Ancho de la zona de servidumbre de líneas de transmisión [m]

TIPO DE ESTRUCTURA	TENSIÓN c.a (kV)	Tensión c.c. (kV)	ANCHO MÍNIMO (m)
Torres/postes	500 (2 Ctos.)	400 (2 Ctos.)	65
	500 (1 Cto.)	400 (1 Cto.)	60
Torres/postes	345 (2 Ctos.)	300 (2 Ctos.)	37
	345 (1 Cto.)	300 (1 Cto.)	34
Torres	220/230 (2 Ctos.)	200 (2 Ctos.)	32
	220/230 (1 Cto.)	200 (1 Cto.)	30
Postes	220/230 (2 Ctos.)	200 (2 Ctos.)	30
	220/230 (1 Cto.)	200 (1 Cto.)	28
Torres	110/115 (2 Ctos.)		20
	110/115 (1 Cto.)		20
Postes	110/115 (2 Ctos.)		15
	110/115 (1 Cto.)		15
Torres/postes	57,5/66 (1 o 2 Ctos.)		15

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.



**Figura 3.19.1. a.** Ancho de la zona de servidumbre.  
Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

**Nota 1:** Cuando en una misma estructura se instalen circuitos de diferente nivel de tensión, el ancho de servidumbre mínimo debe ser el que le corresponde a la línea de mayor tensión.

**Nota 2:** Para líneas de transmisión en corriente directa – HVDC los anchos mínimos de las franjas de servidumbre, son los establecidos en la Tabla 3.19.1. a ; sin embargo, podrán ser ajustados conforme con resultados de un estudio técnico en un caso particular, el cual debe estar basado en una metodología de una norma técnica de reconocimiento internacional.

**Nota 3:** Los valores de servidumbre establecidos en la Tabla 3.19.1.a. hacen alusión a anchos mínimos, no obstante, atendiendo el principio de economía y la reducción del impacto visual y ambiental, los anchos máximos no deben superar los valores señalados en la tabla más el 10%, a menos que se esté reservando mayor espacio para una futura ampliación del nivel de tensión sobre el mismo corredor, o se requiera instalar/reponer infraestructura que utilice arriostramiento o templetos donde sea necesario para su instalación zonas de retiro superiores.

**Nota 4:** Se podrá disminuir el ancho de servidumbre en un 10% de los valores indicados en la tabla 3.19.1.a aplicando la siguiente ecuación, precisando que para el cálculo del parámetro B se debe tener en cuenta la metodología CIGRE 348 “Tower top geometry and mid span clearances”:

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

$$S = 2 \cdot (A + B + C) \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

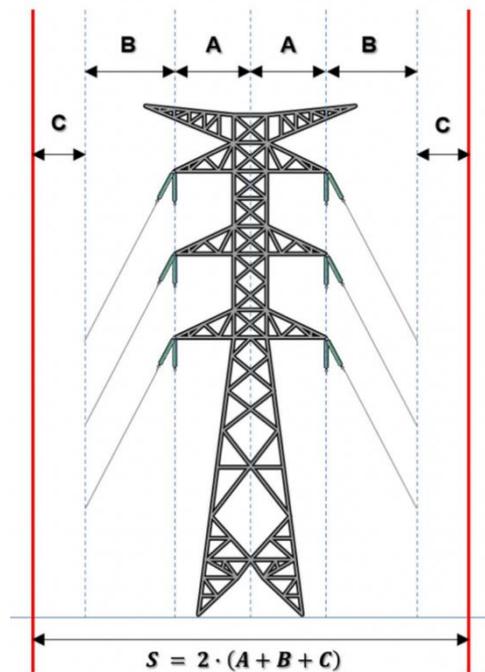
*S* : Ancho total de la zona de servidumbre(m).

*A* : Distancia horizontal entre el eje de la estructura y la proyección del punto energizado más alejado (m).

*B* : Distancia de desplazamiento del conjunto de aislamiento y cable, debido a la presión del viento (m), considerándola como la proyección horizontal del conductor debido al ángulo de balanceo generado por la presión de viento sobre los conductores y la cadena de aisladores, tomando una velocidad de viento utilizado para el cálculo correspondiente a un periodo de retorno de 50 años con promedios de 10 min.

*C* : Distancia de seguridad eléctrica entre el cable y la proximidad de una infraestructura (m).

Este valor corresponde a la distancia de seguridad fase tierra a cualquier elemento que pueda tener un acercamiento horizontal a los conductores de la línea, proveniente del cálculo en la coordinación de aislamiento de la línea para sobretensiones a frecuencia industrial.



**Figura 3.19.1. b.** Ancho de la zona de servidumbre.  
Fuente: Adoptada de la UPME – CAPT 2022.

- i. Servidumbre en líneas compactas: El ancho mínimo de la servidumbre en los tramos compactos de una línea nueva, se determinará como la distancia entre los puntos a ambos lados de la línea, a partir de los cuales a un metro de altura del suelo o el piso donde pueda haber presencia de personas o animales, el campo eléctrico y el campo magnético no superan los valores establecidos en el Título 11 del presente Libro, para exposición del público en general, incluyendo las condiciones más críticas de temperatura, vientos o fuerzas electromagnéticas a que puedan estar sujetos los conductores en la línea de transmisión. Dicha servidumbre nunca podrá ser menor que la que resulte de aplicar las zonas de servidumbre establecidas en el literal j del presente numeral.
- j. Para líneas de transmisión con tensión nominal menor o igual a 500 kV que crucen zonas urbanas o áreas industriales y para las cuales las construcciones existentes

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

imposibilitan dejar el ancho de la zona de servidumbre establecido en la tabla 3.19.1. a., se acepta construir la línea aérea, bajo los siguientes requisitos:

1. Que el Plan de Ordenamiento Territorial existente en el momento de la planeación del proyecto así lo permita.
  2. Que un estudio de aislamiento del caso en particular, demuestre que no hay riesgos para las personas o bienes que se encuentran en las edificaciones.
  3. Que en la edificación los valores de campos electromagnéticos para público en general no sean superados.
  4. Que los valores de radiointerferencia ni ruido acústico superen los valores establecidos por las autoridades competentes.
  5. Que se asegure cumplir distancias de seguridad horizontales de por lo menos 3,5 m para 57,5 kV, 4 m para 115 kV, 6 m para 230 kV y 8,6 m para 500 kV, teniendo en cuenta los máximos movimientos de acercamiento a la edificación que pueda tener el conductor, estas distancias se deben medir entre la proyección vertical más saliente del conductor y el punto más cercano de la edificación.
  6. Para estos casos se podrá usar líneas compactas y utilizar corredores de líneas de otras tensiones, montando varias líneas en la misma estructura ya sea torre o poste. En ningún caso la línea podrá ser construida sobre edificaciones o campos deportivos que tengan asociado algún tipo de construcción.
- k. Desde el diseño, las líneas que compartan las servidumbres o áreas de paso con infraestructura existente para otras aplicaciones, tales como vías, oleoductos o poliductos, puentes, entre otros, se deben evaluar los riesgos que se puedan causar a esa infraestructura, tanto en la construcción tales como (socavamientos, deslizamientos, rompimientos o deformaciones) como en la operación de la línea (tensiones inducidas, tensiones de paso, de contacto o transferidas; corrosión por corrientes inducidas) y se deben proyectar las medidas que mitiguen esos efectos, en tales casos se debe consultar y concertar con las demás partes involucradas.

**Parágrafo 1:** Los valores de servidumbres constituidas con anterioridad a la vigencia del RETIE (1 de mayo de 2005) podrán mantenerse, siempre y cuando se conserve el mismo nivel de tensión y no se contravenga lo señalado en el literal “j” del presente artículo.

### **Artículo 3.19.2. Puestas a tierra**

Para efectos del presente Reglamento y con el fin de garantizar la seguridad tanto del personal que trabaja en las líneas como de los usuarios, se deben cumplir los criterios establecidos en el Título 12 del presente Libro. Adicionalmente, las tensiones de paso y contacto deben ser cumplidas y comprobadas en las estructuras de líneas de transmisión con tensión igual o superior a 110 kV localizadas en zonas urbanas y en estructuras localizadas a menos de 50 m medidos desde el borde más próximo de la estructura hasta escuelas, viviendas, industrias, comercios y en general en sitios con alta concentración de personas.

Para líneas de transmisión HVDC, la conexión al sistema de puesta a tierra se realizará tanto en las estaciones de suministro como en las de carga. La conexión debe hacerse al neutro del sistema. El electrodo de tierra o de conexión a tierra puede ser externo o ubicado de forma remota desde cada una de las estaciones. Una de las dos estaciones puede tener su conexión a tierra hecha a través de descargadores de sobretensión siempre que el neutro de la otra estación esté efectivamente conectado a tierra. Cuando las estaciones no estén separadas geográficamente como en las estaciones convertidoras del tipo “back to back”, el neutro del sistema debe estar conectado a tierra en un solo punto.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **Artículo 3.19.3. Requisitos mecánicos en estructuras o apoyos de líneas de transmisión**

Los diseños, materiales empleados, forma constructiva y montaje de la estructura deben garantizar el cumplimiento de los requerimientos mecánicos a que pueda estar sometida, según los siguientes tipos de aplicación y condiciones de operación:

#### **3.19.3.1 Estructuras de Suspensión**

- a. **Condición normal:** Todos los conductores y cable(s) de guarda sanos, viento máximo de diseño y temperatura coincidente.
- b. **Condición anormal:**
  1. Para líneas con conductores en haz:
    - i. El 50% de los subconductores rotos en cualquier fase; los demás subconductores, fases y cables de guarda sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.
    - ii. Un cable de guarda roto y las fases y el cable de guarda restante (si existe) sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.
  2. Para líneas con un solo conductor por fase:
    - i. Un conductor roto en cualquier fase. Las demás fases y el (los) cable (s) de guarda sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.
    - ii. Un cable de guarda roto y las fases y el cable de guarda restante (si existe) sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

#### **3.19.3.2 Estructuras de Retención**

- a. **Condición normal:** Todos los conductores y cables de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.
- b. **Condición anormal**
  1. Para líneas con conductores en haz:
    - i. Todos los subconductores en cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existen), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.
  2. Para líneas con un solo conductor por fase:
    - i. Cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.
    - ii. Dos fases diferentes rotas. La fase restante y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

#### **3.19.3.3 Estructuras Terminales**

- a. **Condición normal:** Todos los conductores y cables de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.
- b. **Condición anormal.**
  1. Para las líneas con conductores en haz:
    - i. Todos los subconductores en cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- ii. Todos los subconductores rotos en dos fases diferentes. La fase restante y el (los) cable(s) de guarda, sano(s). Viento máximo promedio y temperatura coincidente.
2. Para línea con un solo conductor fase:
  - i. Cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.
  - ii. Dos fases diferentes rotas. La fase restante y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

#### **Artículo 3.19.4. Aislamiento**

El aislamiento debe ser apropiado para las características eléctricas de la línea, teniendo en cuenta entre otros aspectos, el nivel de tensión, el número de salidas aceptadas por la regulación, densidad de rayos a tierra de la zona, sobretensiones por maniobra, polución o contaminación ambiental del lugar y tensión mecánica de conductores que determine cargas de rotura.

- a. La resistencia mecánica correspondiente a cadenas paralelas, puede tomarse igual al producto del número de cadenas que la forman por la resistencia de cada cadena simple, siempre y cuando en estado normal la carga se reparta entre todas y con una cadena rota se reparta por igual entre las demás.
- b. Los aisladores deben someterse a mantenimiento para conservar sus características aislantes. El criterio para determinar la pérdida de la función de un aislador, es la rotura o pérdida de sus propiedades aislantes, al ser sometido simultáneamente a tensión eléctrica y esfuerzo mecánico.
- c. En la transición entre cables subterráneos con líneas aéreas los terminales de cable aislado de alta tensión deben ser protegidos con DPS.
- d. El nivel de aislamiento de los conductores de líneas subterráneas, debe cumplir normas internacionales o de reconocimiento internacional, de acuerdo con el nivel de tensión utilizado.
- e. Los conductores de líneas subterráneas deben tener cámaras de inspección y de transposición.

#### **Artículo 3.19.5. Distancias mínimas de seguridad**

- a. Las líneas de transmisión deben cumplir las distancias mínimas de seguridad establecidas en el Título 10 del presente Libro, en las condiciones más críticas de temperatura, vientos o fuerzas electromagnéticas que soporten los conductores.
- b. Las distancias de seguridad en el interior del vano y en el apoyo, así como las distancias externas a edificios, otras líneas de potencia, áreas de recreo entre otras, deberán estar acorde a lo establecido en los numerales 5.8 y 5.9 de la norma UNE-EN 50341-1 o una norma de reconocimiento internacional aplicable.
- c. El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe definir mediante combinación de las distancias mínimas correspondientes a las sobretensiones debidas a descargas eléctricas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las de frecuencia industrial. Adicionalmente, se deben tener en cuenta los niveles de contaminación, la altura sobre el nivel del mar, las distancias mínimas para mantenimiento con tensión, y las demás que el diseñador considere relevante para dicho dimensionamiento.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **Artículo 3.19.6. Conductores y cables de guarda**

Los conductores de fase y los cables de guarda utilizados en líneas de transmisión, deben cumplir los siguientes requisitos específicos para su instalación y operación, además de los propios del producto:

- a. Deben ser apropiados para las condiciones ambientales donde se instalen.
- b. La tensión mecánica de tendido del conductor no debe superar el 25% de la tensión de rotura del conductor sin carga.
- c. Los herrajes utilizados para empalmar o sujetar los conductores deben ser apropiados a las características y tipos de conductores, y no deben permitir el deslizamiento.
- d. Se deben reparar o empalmar en el menor tiempo posible los conductores que presenten rotura de algunos de sus hilos.
- e. Deben disponer de los elementos para amortiguar oscilaciones mecánicas de los conductores y cables de guarda causadas por vientos, fuerzas electromecánicas y cambios bruscos de temperatura.
- f. Los cables de guarda para zonas costeras o de alta contaminación deberán ser de acero cubierto de aluminio o de acero cubierto de cobre, que cumplan con las características mecánicas y eléctricas del diseño de la línea.
- g. La sujeción del cable de retención o templete al poste debe ser por medio de un herraje-soporte adecuado, con la carga mecánica según la resistencia a la rotura del cable de templete.
- h. Los cables de guarda y de retención o templete deben ser puestos a tierra o equipotencializados cumpliendo los requisitos establecidos en Título 12 del presente Libro o una norma de reconocimiento internacional aplicable para casos particulares.
- i. Cuando el cable de retención o templete está cerca de las líneas de fase, el aislador tensor debe ser adecuado con el nivel de aislamiento que exija la configuración de la línea. Se permite el uso de tubo de fibra de vidrio reforzado en resina con la tensión mecánica y longitudes que garanticen la distancia eléctrica y el nivel de aislamiento, de acuerdo con los criterios de la GTC-136 (IEEE-1410) o aisladores tipo tensor de materiales adecuados.
- j. La sujeción del cable templete al herraje del soporte, al aislador tensor y a la varilla de anclaje debe ser por medio de amarres preformados o grapas pernadas.

### **Artículo 3.19.7. Señales de aeronavegación**

En las superficies limitadoras de obstáculos y conos de aproximación a aeropuertos reguladas por Aerocivil, deben instalarse balizas en los conductores de las fases o los cables de guarda de mayor altura, cumpliendo los requisitos del Reglamento Aeronáutico de Colombia (Resolución 01092 de 2007 publicada en el Diario Oficial 46591 del 4 de abril del 2007) o la norma que la modifique o sustituya.

Para efectos del presente Reglamento, las balizas de señalización diurna, deben cumplir los siguientes requisitos de instalación:

- a. Para la fijación de las balizas se deben utilizar mordazas, cables o aditamentos apropiados, en material galvánicamente compatible con el material del cable donde se instale y ajustable a diferentes calibres.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- b. El color de las balizas debe ser “Rojo Aviación” o “Naranja Aeronáutica Internacional” o los establecidos por la reglamentación técnica expedida por la Aerocivil.
- c. Si tienen operaciones nocturnas con cruces cercanos a líneas se deben instalar balizas de señalización nocturna, las cuales pueden ser lámparas estroboscópicas de encendido por inducción de la línea u otras tecnologías. En todo caso se debe cumplir los requerimientos de la reglamentación aeronáutica.

### **Artículo 3.19.8. Repotenciación de líneas**

La actividad de repotenciar una línea está relacionada simplemente con el aumento de la capacidad de energía que puede transportar dicha línea según su diseño original. La repotenciación se puede hacer por varios métodos, como por ejemplo aumentar la tensión de operación de la línea o aumentar el calibre o cantidad de los conductores, entre otros.

La repotenciación de líneas de transmisión debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- a. La repotenciación de líneas existentes, que impliquen el cambio del calibre o el tipo de conductor, sin incrementar el valor de la tensión, no requiere ampliación de la zona de servidumbre.
- b. Las líneas de transmisión construidas con anterioridad a la vigencia del RETIE podrán repotenciarse manteniendo el ancho de servidumbre que han venido manejando desde su construcción, siempre que se cumplan los valores mínimos requeridos en el ancho de la zona de servidumbre, señalados en el Artículo 3.19.1 del presente Libro.
- c. Si una línea de transmisión existente se encuentra operando a una tensión inferior a la tensión de diseño, en el momento que sea energizada a la tensión definitiva, la conformidad con el Reglamento se debe evaluar con los requisitos establecidos en el momento que se construyó. Sin embargo, se debe verificar que en las nuevas condiciones no se presenten aspectos que puedan generar altos riesgos, en tal caso se deben tomar las medidas complementarias que dieran lugar, como las indicadas en el Artículo 3.12.3 del presente Libro.
- d. Si una línea de transmisión existente construida para doble circuito, se encuentra operando con uno solo de los circuitos, al momento de instalar el segundo circuito se debe evaluar la conformidad con el RETIE de acuerdo a los requisitos establecidos en el momento que se construyó, que le apliquen para líneas de doble circuito. Sin embargo, se deben verificar que aspectos no contemplados en la construcción inicial puedan generar altos riesgos, en tal caso se deben tomar las medidas complementarias que dieran lugar, como las indicadas en el Artículo 3.12.3 del presente Libro.

### **Artículo 3.19.9. Uso de nuevas tecnologías en líneas de transmisión**

La implementación de nuevas tecnologías en líneas de transmisión, están sujetas al cumplimiento de cada uno de los siguientes requisitos:

- a. Se permite el uso de nuevas tecnologías en líneas de transmisión, tales como las GIL – Gas Insulated Lines, las HPFF – High Pressure Fluid Filled Lines, los VFT – Variable Frequency Transformers, HVDC – High Voltage Direct Current transmission systems, FACTS – Flexible AC Transmission Systems y los conductores de alta temperatura y baja flecha, siempre que estén sujetos al cumplimiento de estándares internacionales o a guías de uso y aplicación de entidades como CIGRE, IEEE, IEC o semejantes. Por ejemplo para las GIL existentes “IEEE PC37.122.4 Guide for Application and User Guide for Gas-Insulated Transmission Lines, Rated 72,5 kV and Above”.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- b. Las líneas de transmisión en corriente directa para alta tensión, debe considerar los requerimientos de tecnologías como convertidores c.a./c.c. (rectificadores) y c.c./c.a. (inversores), transformadores de conversión, líneas de transporte filtros c.a. y c.c., los cuales deben cumplir los requisitos de una norma técnica de reconocimiento internacional.
- c. Se permite el uso de nuevas tecnologías diferentes a las mencionadas anteriormente, siempre y cuando estén sujetos al cumplimiento de estándares internacionales o a guías de uso y aplicación de entidades como CIGRE, IEEE, IEC o semejantes, y se demuestre que dicha tecnología fue probada con éxito en un entorno real.

#### **Artículo 3.19.10. Líneas de transmisión subterráneas**

Considerando que es deber del Estado asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos a todos los habitantes del territorio nacional (Art. 365 de la CN) y dados los altos costos que implica subterranizar líneas eléctricas, así como las dificultades técnicas que conlleva la coordinación de las protecciones en las transiciones entre los tramos aéreos y los subterráneos, será obligatorio subterranizar las líneas de transmisión solo en los casos que las condiciones particulares de seguridad debidamente justificadas así lo exijan.

La transmisión subterránea podrá realizarse por diversos tipos de canalización tales como ductos, bóvedas o enterramiento directo, así como utilizando la infraestructura existente, es decir, puentes, túneles u otro tipo de estructuras compartidas, siempre y cuando se tengan las condiciones mecánicas y de espacio que no pongan en riesgo a las personas, a la infraestructura o a la instalación eléctrica.

- a. Toda línea subterránea debe disponer de planos donde se identifique la ruta y profundidad, tener señalizaciones apropiadas en su recorrido, para evitar que, al realizar excavaciones, se pueda comprometer la seguridad de las personas o de la misma línea. La profundidad de enterramiento debe cumplir normas técnicas internacionales o de reconocimiento internacional para este tipo de líneas.
- b. En aquellos tramos de línea subterránea donde hay alta probabilidad de inundación, se deben realizar inspecciones periódicas para detectar pérdida de aislamiento o aumento de la corriente residual, como parte de un programa de mantenimiento preventivo, antes de que la situación alcance niveles críticos que pongan en riesgo la vida de las personas.
- c. Cuando el banco de ductos es de material no metálico y pasa por estructuras civiles como puentes, túneles y cárcamos, estos deben ser de material polímero termoestable reforzado en fibra de vidrio.
- d. La selección del calibre del cable debe ser de acuerdo con la capacidad de transporte de corriente, nivel de tensión y los factores de corrección como el tipo de instalación como banco y número de ductos, temperatura, resistividad térmica del suelo, profundidad de la instalación, factor de puesta a tierra, túneles, ductos al aire, tipo de ductos y estructuras de soporte al aire de acuerdo con los criterios de normas tales como la IEC 60287 o la IEEE-835.
- e. Para evitar el ingreso de personas sin autorización a las cámaras y evitar accidentes, las tapas deben contar con mecanismos de sujeción a las cámaras.
- f. Cuando la cámara pueda estar sujeta a explosiones por presencia de gases, las tapas deben contar con válvulas que permitan el relevo de gas.
- g. Se permite el uso de cajas y tapas prefabricadas para redes subterráneas, siempre y cuando estén certificadas para ese uso mediante el cumplimiento de una norma técnica que aplique.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **Artículo 3.19.11. Información de seguridad a personas cercanas a la línea**

Los propietarios u operadores de líneas de transmisión deben informar periódicamente a los residentes aledaños a las franjas de servidumbre de la línea, sobre los riesgos de origen eléctrico u otros riesgos que se puedan generar por el desarrollo de prácticas indebidas con la línea o dentro de la franja de servidumbre y deben dejar evidencias del hecho. En el evento que los habitantes del lugar se nieguen a recibir o permitir dejar las evidencias de la información, se debe recurrir a afiches, volantes, letreros o placas que se adhieran a la estructura en una parte visible al público u otro mecanismo que permita servir como prueba del desarrollo de estrategias de comunicación.

## **CAPÍTULO 4 – REQUISITOS PARA LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN**

Para los efectos del presente Reglamento se calificará como instalación eléctrica de distribución todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados para transporte y transformación de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o superiores a 120 V y menores a 57,5 kV. En general, comprende los procesos eléctricos de las redes de servicio general, hasta el punto de la derivación de la acometida que entrega la energía a un usuario.

Los requisitos de este capítulo son de obligatorio cumplimiento y deben ser tomados como complementarios de los contenidos en los demás capítulos del RETIE.

Las disposiciones contenidas en este Reglamento, son de aplicación en todo el territorio colombiano y deben ser cumplidas por las empresas de distribución de energía que operen en el país y demás propietarios de redes eléctricas comprendidas dentro de esta categoría.

## **TÍTULO 20 – REQUISITOS GENERALES DE REDES DE DISTRIBUCIÓN**

### **Artículo 3.20.1. Alcance para redes de distribución**

Para efectos del presente Reglamento un sistema típico de distribución consta de:

- a. Subestaciones de distribución, que deben cumplir los requisitos que le apliquen, del capítulo 5 del presente Libro. Incluye transformadores de distribución en capacidades nominales superiores a 3 kVA, los cuales pueden instalarse en postes, sobre emplazamientos a nivel del suelo o en bóvedas, en la cercanía de los consumidores.
- b. Circuitos primarios o “alimentadores”, que suelen operar en el rango de 7,6 kV a 44 kV y que alimentan a la carga en una zona geográfica bien definida.
- c. Celdas de maniobra, medida y protección para los transformadores de distribución secundaria en el caso de subestaciones de potencia.
- d. Circuitos secundarios de baja tensión, que llevan la energía desde el transformador de distribución hasta los usuarios finales, a lo largo de las vías, espacios públicos o terrenos de particulares. Específicamente es la red comprendida entre el transformador de distribución y las acometidas a los usuarios.
- e. Las estructuras de soporte.
- f. Los elementos de control y protección.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **Artículo 3.20.2. Requisitos básicos de operación y mantenimiento para redes de distribución**

Adicional a lo establecido en la Resolución CREG 070 de 1998 o las que la modifiquen o sustituyan en lo referente a operación y mantenimiento de las redes de distribución, las demás disposiciones del presente Reglamento que le apliquen, el operador de red o propietario de la instalación de distribución eléctrica, debe cumplir los siguientes requisitos:

- a. Todo proyecto de distribución debe contar con un diseño, con memorias de cálculos y planos de construcción, con el nombre, firma y matrícula profesional del responsable del diseño. Se exceptúan de este requisito los tramos en baja tensión señalados en el Artículo 3.3.2. del presente Libro.
- b. La empresa debe dejar un registro de las pruebas técnicas y rutinas de mantenimiento, tanto de la instalación como de los equipos que permitan hacer la trazabilidad del mantenimiento.
- c. La empresa que opere una red de distribución, debe proporcionar capacitación a cada uno de las personas competentes que laboren en las instalaciones energizadas o en las proximidades de éstas, la cual debe incluir información sobre los riesgos eléctricos; así mismo tiene que asegurarse que cada uno de las personas que trabajan en dichas instalaciones sean competentes y estén autorizados para atender las exigencias de rutina del trabajo.
- d. Toda persona competente que desarrolle actividades asociadas a las redes de distribución, debe estar capacitada sobre los procedimientos que deben seguirse en caso de que ocurra alguna emergencia de tipo eléctrico, así como de las reglas de primeros auxilios, incluyendo los métodos probados de reanimación. Copias de dichas reglas y procedimientos deben mantenerse en sitios visibles tanto en vehículos como en lugares donde el número de trabajadores o la naturaleza del trabajo lo justifiquen.
- e. El responsable de la construcción, operación y mantenimiento debe proveer los elementos de protección adecuados para que las personas competentes puedan cumplir con los requerimientos de la labor que se va a emprender, los cuales deben estar disponibles en lugares fácilmente accesibles y visibles.
- f. Las personas competentes deben conocer perfectamente las normas de seguridad y pueden ser evaluados en cualquier momento (por la autoridad o la empresa propietaria de la red) para demostrar sus conocimientos sobre las mismas. Así mismo, si la labor se realiza en las proximidades de equipos o líneas energizadas, deben ejecutar sólo aquellas tareas para las cuales han sido capacitados, equipados y autorizados. Aquellos que no tengan la suficiente experiencia, deben trabajar bajo la dirección de una persona competente y ejecutar sólo tareas dirigidas.
- g. Los operadores de otros servicios que comparten la infraestructura para la prestación del servicio de energía eléctrica, deben garantizar la disponibilidad de espacios y cumplir los procedimientos seguros para el montaje, adecuación, operación y mantenimiento tanto de la infraestructura de esos servicios como el de electricidad. Igualmente, debe garantizarse que las exigencias de esfuerzos mecánicos resultantes en cada estructura de soporte, por el peso de cables, equipos y demás cargas aplicadas, cumplan las exigencias del RETIE en las actividades de diseño, supervisión, construcción, operación, mantenimiento, reposición u otras relacionadas con las líneas, las redes eléctricas y los equipos asociados, será responsabilidad del Operador propietario de la instalación garantizar el cumplimiento de este requisito, para tal efecto los operadores de otros servicios deben informar y solicitar autorización de manera escrita al operador de red para la una instalación nueva que utilice infraestructura de la red eléctrica.
- h. Las instalaciones objeto del presente Reglamento que hagan parte del sistema de distribución deben contar con el Certificado de Conformidad con el RETIE y estar

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

disponible para cuando lo requiera la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y demás autoridades competentes.

- i. En el caso del servicio de alumbrado público, el nivel de tensión debe estar dentro del rango de funcionamiento normal de los equipos, es decir, si el conjunto eléctrico de las luminarias tiene balastos electromagnético tipo reactor, la variación de tensión de alimentación no podrá tener una variación de tensión mayor de  $\pm 5\%$  de la tensión nominal de los balastos que tengan las luminarias de alumbrado público.
- j. Los circuitos de baja tensión dedicados exclusivamente al alumbrado público, como en avenidas, parques y grandes áreas, deben alimentarse con transformadores exclusivos de potencias estandarizadas que faciliten su adquisición y no debe ser mayor a 75 kVA.
- k. En sectores residenciales y pequeños comercios, la red eléctrica de distribución en baja tensión podrá ser compartida con las instalaciones de alumbrado público.

### **Artículo 3.20.3. Puestas a tierra de redes de distribución**

Para los efectos del presente Reglamento y con el fin garantizar la seguridad tanto del personal que trabaja en los circuitos de distribución como del público en general, se deben atender los siguientes requisitos:

- a. En los sistemas de puesta a tierra se deben cumplir los criterios establecidos en el Título 12 del presente Libro.
- b. El operador de red debe entregar a los diseñadores de un proyecto, el valor de la máxima corriente de falla a tierra esperada en el nodo respectivo.
- c. Los trabajadores deben considerar todas las partes metálicas no puestas a tierra, como energizadas con la tensión más alta a la cual están expuestos, a menos que se verifique mediante pruebas que estas partes están sin tensión.

### **Artículo 3.20.4. Estructuras de soporte**

Las redes de distribución aéreas se deben soportar en estructuras tales como: torres, torrecillas, postes de concreto en cualquiera de sus técnicas de construcción (armado o pretensado), postes metálicos, de madera, de fibras poliméricas o de otros materiales; siempre que estén certificados y cumplan los siguientes requisitos:

- a. Los postes, torres o torrecillas utilizados como soportes de redes de distribución deben tener una tensión de rotura no menor a la suma de las tensiones mecánicas resultantes de la interacción de los diferentes esfuerzos a que este sometida la estructura multiplicada por el factor de seguridad, para lo cual, se debe tener en cuenta todos los esfuerzos de los cables de la red eléctrica y los de los demás cables y elementos que actúen sobre la estructura, en caso que se agreguen conductores y sean modificadas las condiciones iniciales para las cuales fue seleccionada la estructura, el responsable de esta modificación deberá validar que se cumpla el presente requisito.
- b. Se permite el uso de estructuras o postes metálicos o de materiales poliméricos reforzados, de resistencia a la rotura entre 250 kgf y 510 kgf, siempre que la resistencia de trabajo supere las resultante de las fuerzas que actúan sobre el poste, generadas por la red en condiciones de menor temperatura y máximo viento y su aplicación se haga en lugares de difícil acceso, en los lugares aledaños a su instalación no se presenten concentración de personas y su resistencia mecánica a la rotura esté probada por un laboratorio para las condiciones ambientales similares a las del sitio de utilización.
- c. En áreas aisladas de escasa presencia de personas (zonas rurales de muy baja circulación de personas), se permite el uso de postes de 7 m de altura para la

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

instalación de redes secundarias. Igualmente, donde se utilicen conductores aislados o semiaislados y para acometidas secundarias aisladas. Para soportar alimentadores aéreos aislados desde el medidor de energía, hasta el tablero de distribución de la edificación, se permite el uso de postes de menor longitud, hasta de 6 m de altura (tipo alfardas), siempre que su resistencia a la rotura no sea menor de 250 kgf y se garantice la altura mínima de la acometida en el cruce de vías.

- d. No se permite el montaje de transformadores en postes de madera.
- e. Se podrán aceptar postes seccionados, siempre que la resistencia mecánica a la rotura no sea menor a la requerida para soportar todas las fuerzas que actúen sobre él.
- f. Independiente del tipo de material, los postes o crucetas que presenten fisuras u otros deterioros que comprometan las condiciones mecánicas y la seguridad de la estructura, no deben ser instalados, o en caso de estar en funcionamiento, estos deben ser cambiados.
- g. Los postes o estructuras en suspensión pueden ser de materiales sintéticos, siempre y cuando su resistencia de rotura sea mayor a 250 kgf y en general que su resistencia mecánica a la rotura supere la resultante de las fuerzas que actúan sobre el poste en condiciones de menor temperatura y máximo viento y esté certificado para condiciones ambientales similares a las del sitio de instalación.
- h. En zonas urbanas o semiurbanas, susceptibles de iluminación pública, las estructuras de las redes deben instalarse teniendo en cuenta alturas e interdistancias apropiadas para el sistema de alumbrado público que cumpla los objetivos y requisitos del RETILAP.
- i. En todo caso cuando se instale un poste o estructura de soporte de líneas y redes, se debe garantizar el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad establecidas en el Título 10 del presente Libro.
- j. En las vías, se deben ubicar los postes en las zonas de acceso peatonal o franjas para infraestructura de servicios públicos y no en la calzada de tráfico vehicular.
- k. Se les debe instalar una puesta a tierra a los postes de concreto o estructuras metálicas, excepto los destinados a baja tensión.
- l. El poste debe ser empotrado a una profundidad igual a 60 cm más el 10% de la longitud del poste y siempre se debe verificar que no presente peligro de volcamiento.

$$D = H * 0,1 + 0,6 m \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

*D: Profundidad de enterramiento del poste*  
*H: longitud del poste en metros*

**Parágrafo 1:** Si las condiciones específicas de la instalación exigen cargas de rotura o longitudes mayores a las estandarizadas en el presente Reglamento, el usuario justificará su uso y precisará las especificaciones técnicas requeridas al fabricante.

### **Artículo 3.20.5. Aislamiento**

Las redes de distribución deben cumplir los requerimientos de aislamiento de las partes energizadas para evitar contactos accidentales a personas, energización de partes que no están diseñadas para tal fin y evitar fugas de corriente que pongan en riesgo seres vivos o los bienes del entorno de la instalación. Estos factores de riesgo pueden ser generados por

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

disminución en las distancias de seguridad, cuando el aislamiento es el aire, o por deficiencias o insuficiencias de los materiales aislantes.

En redes de distribución, según los estudios medioambientales realizados de para la aprobación de los proyectos por parte de las autoridades competentes, en los casos en donde el entorno lo requiera, se deben implementar sistemas de protección de la fauna y la flora silvestre, incluyendo zonas urbanas. Dichos sistemas y dispositivos deben estar basados en normas técnicas internacionales o de reconocimiento internacional, tales como la IEEE 1651 u otra que tenga alcance para dicho propósito.

### **3.20.5.1 Distancias de seguridad en redes de distribución**

El aire es un buen medio de aislamiento para lo cual no se deben sobrepasar las distancias mínimas de seguridad, con las siguientes condiciones:

- a. Los conductores desnudos y demás partes energizadas de los circuitos de distribución deben cumplir las distancias mínimas de seguridad establecidas en el Título 10 y las establecidas para subestaciones en el Capítulo 5 del presente Libro, que le apliquen.
- b. Para el caso de redes aéreas de media tensión que crucen por encima de puentes peatonales, se debe cumplir la distancia de seguridad “d” del Artículo 3.10.2. del presente Libro, medida desde el techo o borde superior más próximo al conductor de la red aérea.
- c. Los proyectos nuevos o de ampliación de edificaciones que se presenten ante las oficinas de planeación municipal, curadurías o demás autoridades que expidan las licencias o permisos de construcción, deben dar estricto cumplimiento al RETIE, en especial lo referente a distancias mínimas de seguridad. Sin perjuicio de las acciones legales, cuando el funcionario o curador no de cumplimiento a este requisito, el operador de red que se vea afectado por la decisión debe denunciar ante la Procuraduría General de la Nación, ya que la licencia o permiso es un acto propio de función pública.
- d. Quien detecte que los constructores de las edificaciones no cumplen con las distancias mínimas de seguridad en las redes de distribución eléctrica, podrá denunciar el hecho ante la autoridad competente (SIC o alcaldía) por el incumplimiento de Reglamentos técnicos. De igual forma cuando se presuma el incumplimiento por parte de la construcción de una red de distribución nueva, podrá denunciar el hecho ante la SSPD.
- e. En los planes de ordenamiento territorial se debe tener en cuenta lo dispuesto en la Ley 388 de 1997 o en las normas que la modifiquen, sustituyan o reglamenten, en lo que respecta a limitaciones en el uso del suelo, en el sentido de apropiar y respetar los espacios para las redes de los servicios públicos.
- f. El operador de red debe abstenerse prestar el servicio de suministro de energía eléctrica a instalaciones de edificaciones que violen las distancias mínimas de seguridad.

### **Artículo 3.20.6. Conductores, cables de guarda y cables de retención**

Los conductores, cables de guarda y cables de retención utilizados en redes de distribución deben cumplir los requerimientos eléctricos y mecánicos para las condiciones donde sean instalados.

#### **3.20.6.1 Conductores Aéreos**

En las redes de distribución se podrán utilizar cables desnudos, semiaislados o aislados, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- a. Los conductores no deben ser sometidos a tensiones mecánicas por encima de las especificadas y el tendido en redes aéreas no debe pasar el 25% de la tensión de rotura.
- b. Deben instalarse con los herrajes apropiados para el tipo, material y calibre del conductor.
- c. En el diseño debe tenerse en cuenta el criterio de pérdidas técnicas en la selección del conductor económico.
- d. En áreas donde no se puedan garantizar las distancias de seguridad, deben utilizarse conductores aislados o semiaislados, teniendo en cuenta las restricciones establecidas para estos productos.
- e. Los empalmes de conductores aéreos deben garantizar operar por lo menos al 90% de la tensión mecánica de rotura sin que el conductor se deslice.
- f. Los conectores o uniones con otros conductores deben ser de materiales apropiados que no produzcan par galvánico, que pongan en riesgo de rotura el conductor.
- g. Cuando se observe deterioro del conductor por la pérdida de hilos, afectaciones por arcos o cortocircuitos que impliquen la disminución de su tensión de rotura, deben cambiarse o tomarse las acciones correctivas.
- h. El propietario o tenedor de una red aérea debe re-tensionar los cables que por el uso se han des-tensionado y estén violando la altura mínima de seguridad. Si con esa medida no se logra la altura requerida debe ampliar la altura de las estructuras de soporte o usar cables aislados o semiaislados.

### **3.20.6.2 Cables cubiertos**

Los cables cubiertos, también llamados ecológicos o semiaislados, deben cumplir los siguientes requisitos de instalación:

- a. Cuando sea requerido en zonas arborizadas o de altos vientos, se permite utilizar cables del tipo cubierto para tensiones de hasta 46 kV.
- b. Los cables cubiertos deben ser instalados en aisladores tipo PIN o de suspensión, el amarre o grapa del aislador para sujetar el cable no debe desprenderse por efectos térmicos ni eléctricos ni afectar las capas de aislamiento.
- c. Cuando el cable cubierto de dos o tres capas, se utilice en redes compactas (para reducir distancias mínimas de seguridad), se debe instalar aisladores denominados espaciadores o separadores de fases, en tramos no mayores de 10 m. El espaciador no se debe zafar del cable mensajero que soporte la red, ni de los conductores que separa.
- d. Para instalar este tipo de cables se debe asegurar la compatibilidad entre el cable, los aisladores y espaciadores, en aspectos dimensionales, de rigidez dieléctrica y capacidad mecánica y térmica.
- e. En la vestida de estructuras de retención o terminales, el cable cubierto se debe sujetar con amarres preformados cubiertos para evitar roce o abrasión sobre la última capa del cable, a excepción de redes abiertas, en las cuales se permite también el uso de grapas tipo recta o pistola.
- f. El cable cubierto debe ser protegido por DPS cuando cambia a redes con conductores eléctricos desnudos.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- g. Las derivaciones del cable a dispositivos o aparatos deben hacerse por medio de conectores y conductores semiaislado (cubiertos).
- h. En zonas de edificaciones, cuando pasen a menos de 1 metro del límite definido por las distancias de seguridad del Título 10, se deben instalar en haz y colocar sobre estos avisos con la leyenda visible “cable no aislado”.

### **3.20.6.3 Conductores subterráneos**

Los cables subterráneos son cables aislados resistentes a la humedad, y tanto las redes del operador de red como las de los usuarios, se deben aplicar los siguientes requisitos:

- a. Las canalizaciones o ductos deben ser de materiales que reúnan las siguientes condiciones:
  - 1. No higroscópicos.
  - 2. Mantener un grado de protección adecuado al tipo de uso.
  - 3. Garantizar que no rasguen o deterioren el aislamiento de los conductores.
  - 4. Bajo coeficiente de fricción.
- b. Cuando el banco de ductos es de material no metálico y pasa por estructuras civiles encerradas, ya sean puentes o túneles estos deben ser de material polímero termoestable reforzado en fibra de vidrio.
- c. Se acepta el uso de tubos corrugados de doble pared (tipo TDP), o de ductos de material de polímero termoestable reforzado en fibra de vidrio o de polietileno alta densidad, para la protección mecánica y térmica de cables de redes de media y baja tensión.
- d. Debe mantenerse una distancia útil mínima de 0,20 m entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, calefacción, vapor, aire comprimido, entre otros). Si esta distancia no puede ser establecida, se deben separar en forma efectiva las instalaciones a través de una hilera cerrada de ladrillos u otros materiales dieléctricos resistentes al fuego y al arco eléctrico, de al menos 5 cm.
- e. El conductor dentro del ducto debe conservar la misma disposición y adecuación a lo largo de todo su recorrido, asegurando que se mantenga la separación de los circuitos.
- f. No se admite la instalación de cables sobre el nivel del suelo terminado, se entiende por “suelo terminado” el que habitualmente es pisado por las personas.
- g. La profundidad de enterramiento de ductos para redes de distribución exteriores, internas de un edificio, urbanización cerrada, planta industrial o propiedad privada, deben estar acorde a lo establecido en la Tabla 300.5 de la NTC 2050 segunda actualización para tensiones hasta 1 000 V y la Tabla 300.50 para tensiones mayores a 1 000 V nominales. Excepción: cuando existan conflictos con otras instalaciones subterráneas existentes en áreas peatonales para menos de 150 V a tierra, pueden ser enterradas a una profundidad no menor a 0,45 m.
- h. Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 0,1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita el recubrimiento de relleno sobre el ducto.
- i. Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones deben estar alojados en un ducto que salga como mínimo 0,30 m del perímetro de la construcción.
- j. Se debe instalar todos los conductores de un circuito de la línea, sea monofásica o polifásica con su conductor de neutro (cuando aplique) y puesta a tierra de protección en el mismo ducto, si por las dimensiones del ducto no caben todos los conductores del circuito, se deben utilizar ductos paralelos, siempre que estén

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

cercanos y no sean de materiales conductores de la electricidad. En ductos metálicos todo el circuito debe ir en el mismo ducto.

- k. Las canalizaciones subterráneas en ductos deben tener cámaras de inspección o de paso, se deben instalar en tramos rectos a distancias no mayores a 80 m, salvo cuando existan causas debidamente justificadas en cálculos de tensión de halado que exijan una distancia diferente (por ejemplo, cruce de grandes avenidas), en cuyo caso debe quedar sustentado en la memoria o especificación técnica del proyecto.
- l. Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa, libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá con una barrera de protección contra el deterioro mecánico, para lo cual se podrán utilizar ladrillos u otro tipo de cubierta mecánica. A una distancia entre 20 y 30 cm por encima del cable deben instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo menor a la vida útil del cable enterrado.
- m. Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección, hechas en concreto, mampostería o materiales poliméricos que permitan mantener las condiciones y grados de protección aplicables, también se debe cumplir cuando la canalización se cruce con otros servicios y estructuras subterráneas. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida deben ser adecuadas a las funciones específicas y permitir el tendido en función de la sección de los conductores.
- n. Se debe proveer de sistemas de drenaje en las cámaras o cajas de inspección, con el fin de evitar que las inundaciones generen riesgo eléctrico. El constructor de la instalación eléctrica debe indicar las condiciones de operación y mantenimiento de dichos drenajes.
- o. El circuito y sus conductores de fase deben quedar debidamente identificados en los terminales y en las cámaras de inspección y también deben cumplir con el código de colores establecido en el presente Reglamento.
- p. Los empalmes y derivaciones de los conductores deben hacerse en las cámaras para ser accesibles. Estos deben ser aptos para lugares mojados.
- q. Las uniones entre conductores deben ser herméticos al agua y no deben alterar su sección transversal interna. Cuando se utilicen ductos metálicos, estos deben ser galvanizados en caliente y estar conectados eléctricamente a tierra.
- r. Se permite el uso de conductores de aluminio, en redes subterráneas de baja y media tensión, siempre que el cable esté diseñado con los aislamientos, cubiertas y bloqueos contra la humedad necesarios, que garanticen su buen funcionamiento y sea instalado por profesionales competentes.
- s. La selección del calibre del cable debe ser de acuerdo con la capacidad de transporte de corriente, nivel de tensión y los factores de corrección como el tipo de instalación, banco y número de ductos, temperatura, resistividad térmica del suelo, profundidad de la instalación, factor de aterrizamiento, túneles, ductos al aire, tipo de ductos y estructuras de soporte al aire de acuerdo con los criterios de las normas IEC 60287, la IEEE-835, ANSI/NEMA WC 51-ICEA P-54-440, NTC 2431 y/o las tablas desde la 310-60(C)(67) hasta 310-60(C)(86) de la NTC-2050 segunda actualización.
- t. Las cámaras y tapas deben tener facilidad para que el operario entre y salga de ella sin dificultad. Para las dimensiones, espacio para trabajo del operario, ventilación, drenaje, protección mecánica y demás consideraciones de seguridad estructural ante el paso de vehículos en vías de alto tráfico vehicular pesado, deben tenerse en cuenta los requisitos del numeral 323 de la IEEE C2, las normas de cajas y cámaras prefabricadas y los requisitos del ministerio de transporte.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- u. Si las cajas y cámaras son de concreto con marco y refuerzo metálico que están a menos de 30 m de escuelas y sitios con alta concentración de personas que puedan tener contacto con éstas, se debe asegurar que estén al mismo potencial de tierra.
- v. Los bancos de ductos, excavaciones y rellenos deben cumplir con la carga estructural de acuerdo con las normas de instalación de ductos, tales como de la IEEE C2 en los numerales 321 y 322 y los requisitos ambientales y estructurales que determinan las normas de planeación urbana si es en zona verde, peatonal y vía pública
- w. Los cables deben ser tendidos y halados de acuerdo con las tensiones de halada dinámica máxima recomendada por los fabricantes y los radios de curvatura, los coeficientes de fricción, el tipo de chaqueta y forro metálico.
- x. Las tapas deben tener mecanismos de sujeción a las cámaras para evitar el ingreso de personas sin autorización y evitar accidentes peatonales y vehiculares.
- y. Los soportes, grapas, amarres bandejas metálicas y/o no metálicas o mixta deben cumplir con las fuerzas electrodinámicas producidas por el cortocircuito, cargas mecánicas y corrosión específicas del sitio de instalación.

#### **3.20.6.4 Cables de guarda y templetes**

Los cables de guarda deben ser de acero galvanizado, acero aluminizado, o cables ACSR con la capacidad mecánica adecuada de calibre adecuado para soportar la corriente originada por una descarga atmosférica, deben estar unidos a las estructuras con los herrajes apropiados y deben estar puestos a tierra, por lo menos cada tres estructuras y en las terminales.

En redes abiertas de baja tensión el conductor de neutro podrá cumplir funciones de cable de guarda, por lo que se debe colocar en la parte superior de los conductores de fase y debe estar puesto a tierra por lo menos cada tres estructuras y en las estructuras terminales.

Los templetes, también llamados retenidas de las redes de distribución, deben ser en cables o anillos de acero galvanizado de calibre apropiado para resistir y contrarrestar la fuerza resultante ejercida por los conductores sobre la estructura.

Los templetes deben estar conectados al sistema de puesta a tierra, a excepción de aquellos en los que se instalen uno o más aisladores tipo tensor que impidan que el templete pueda energizarse dentro de 2.45 m medidos sobre el nivel del suelo.

En estructuras retenidas, los templetes deben tener una camisa protectora u otro sistema de señalización.

#### **Artículo 3.20.7. Tableros de distribución en espacios de uso público**

La instalación de tableros en espacios públicos debe atender los lineamientos del planeamiento urbano del municipio o distrito y en ningún caso debe generar riesgos para el público en general. En todo caso se debe asegurar un grado de protección no menor a IP 55 o NEMA 12 para espacios a la intemperie, además del cumplimiento de distancias de seguridad a partes energizadas, establecidas por el fabricante siempre y cuando no contravenga el presente Reglamento.

El tablero instalado en espacios públicos, no debe impedir la movilidad de las personas y cuando no se estén adelantando labores en el tablero este debe permanecer con sus puertas cerradas y debidamente aseguradas para evitar que personal ajeno lo manipule y ponga en riesgo la seguridad de las personas.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **Artículo 3.20.8. Mantenimiento del sistema de distribución**

El operador de red o quien tenga el manejo de la red debe asegurar un mantenimiento adecuado de sus redes y subestaciones de distribución que minimice o elimine los riesgos, tanto de origen eléctrico como mecánico asociados a la infraestructura de distribución, para lo cual debe contar con un plan de mantenimiento. Así mismo debe dejar evidencias, mediante registros, de las actividades desarrolladas en la ejecución del plan de mantenimiento.

En el mantenimiento se debe asegurar el cumplimiento, entre otros, de los siguientes aspectos:

- a. Distancias mínimas de seguridad a partes energizadas.
- b. Estabilidad mecánica de la red.
- c. Control de fugas de corriente por deficiencias de los aisladores.
- d. Operatividad de las protecciones tanto de sobrecorriente como de sobretensión.
- e. Funcionamiento del sistema de puesta a tierra.
- f. En general el control de cualquier factor de riesgo asociado al sistema de distribución.

## **TÍTULO 21 – INFORMACIÓN DE SEGURIDAD PARA EL USUARIO Y PÚBLICO EN GENERAL**

Los responsables de la operación de redes de distribución eléctrica, deben mantener informada a la población de los riesgos asociados a la electricidad. La información se debe divulgar en la factura o en volantes anexos a ésta, como mínimo cada seis meses. La SSPD constatará el cumplimiento de este requisito.

### **Artículo 3.21.1. Cartilla de seguridad**

Adicional al requisito señalado anteriormente, el operador de red debe producir y difundir cartillas orientadas a los usuarios residenciales, comerciales e industriales, en las cuales se hará énfasis en las condiciones de seguridad y correcta utilización de la energía eléctrica, teniendo en cuenta mínimo lo siguiente:

- a. Estar escrita de manera práctica, sencilla y concisa, en lo posible con ilustraciones al texto de referencia.
- b. Estar dirigida al usuario final y al potencial, ser entregada el día en que se pone en servicio una instalación eléctrica. Igualmente, debe estar disponible y permitir ser consultada en puntos de atención al público.
- c. Indicar los procedimientos a seguir para adquirir información e ilustración relativa al servicio de energía eléctrica, incluidos los procedimientos relativos a las solicitudes de ampliación del servicio, identificación y comunicación con la empresa prestadora del servicio.
- d. Informar de una manera resaltada, cómo y dónde reportar emergencias que se presenten en el interior o en el exterior del domicilio.
- e. Resumir las principales acciones de primeros auxilios en caso de contacto eléctrico.
- f. Contener recomendaciones prácticas relacionadas con el manejo de los artefactos eléctricos.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- g. Tenerlas disponible y accesible a los usuarios por lo menos en todos los centros de atención al público.

### **Artículo 3.21.2. Información periódica a usuarios y público en general**

Los responsables de la prestación del servicio, ya sea el operador de red, el comercializador o las entidades territoriales, según sea el caso, deben instruir al usuario del servicio de energía, al menos cada seis meses, sobre recomendaciones de seguridad, escritas en letras con un tamaño de fuente mínimo ocho, impresa en la factura, en volantes anexos a ésta, o mediante el medio que disponga el operador para aquellos clientes bajo la modalidad prepago y que no reciben factura. Igualmente, deben realizar campañas de advertencia de los riesgos asociados a las redes, en particular aquellas aledañas a viviendas.

En el mantenimiento preventivo o correctivo de redes y en sus modificaciones o reparaciones, el operador de red debe informar a los residentes cercanos al lugar del trabajo objeto del mantenimiento (en redes urbanas mínimo al costado de la manzana donde se hace el mantenimiento), sobre los riesgos de origen eléctrico que se pueden ocasionar por inadecuadas prácticas que rompan las distancias mínimas de seguridad o la zona de servidumbres y dejarán evidencias del hecho. Igual tratamiento se dará en los procesos de revisión y supervisión de las redes en aquellos lugares que a juicio del operador de red presentan mayor vulnerabilidad al riesgo de origen eléctrico.

## **CAPÍTULO 5 – REQUISITOS PARA INSTALACIONES DE TRANSFORMACIÓN (SUBESTACIONES)**

Las disposiciones contenidas en este Reglamento son de aplicación en todo el territorio colombiano y deben ser cumplidas por las empresas que involucren el proceso de transformación de energía y que operen en el país; aplican a las subestaciones con tensiones nominales mayores a 1 kV.

Una subestación eléctrica es un conjunto de equipos utilizados para transferir el flujo de energía en un sistema de potencia, garantizar la seguridad del sistema por medio de dispositivos automáticos de protección y redistribuir el flujo de energía a través de rutas alternas durante contingencias.

Una subestación puede estar asociada con una central de generación, controlando directamente el flujo de potencia al sistema, con transformadores de potencia convirtiendo la tensión de suministro a niveles más altos o más bajos o puede conectar diferentes rutas de flujo al mismo nivel de tensión.

Las subestaciones, deben hacer distinción entre los diferentes tipos de subestaciones, por su uso, nivel de tensión y potencia que manejen.

Todo propietario de subestación debe responder por el cumplimiento de RETIE en lo que le corresponda. Los requisitos de este capítulo son de obligatorio cumplimiento y deben ser tomados como complementarios de los contenidos en los otros capítulos del presente Reglamento.

En subestaciones tipo exterior de alta o extra alta tensión, según los estudios medioambientales realizados de para la aprobación de los proyectos por parte de las autoridades competentes, en los casos en donde el entorno lo requiera, se deben implementar sistemas de protección de la fauna y la flora silvestre, incluyendo zonas urbanas. Dichos sistemas y dispositivos deben estar basados en normas técnicas internacionales o de reconocimiento internacional, tales como la IEEE 1264 u otra que tenga alcance para dicho propósito.

Para efectos del presente Reglamento las subestaciones se clasificarán en:

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- a. Subestaciones de patio de alta y extra alta tensión (puede incluir, maniobra, transformación o compensación).
- b. Subestaciones de alta y extra alta tensión tipo interior o exterior encapsulada generalmente aislada en gas, tal como el hexafluoruro de azufre - SF<sub>6</sub>.
- c. Subestaciones de patio de distribución de media tensión.
- d. Subestaciones de patio híbridas de media y alta tensión, conformadas por bahías encapsuladas o compactas más equipos de patio con aislamiento en aire. Las bahías compactas incluyen todas las funciones necesarias para un campo de conexión, mediante operación de los equipos que la conforman como el interruptor, seccionador de barras, seccionador de línea, seccionador de puesta a tierra, transformadores de corriente y transformadores de potencial.
- e. Subestaciones de distribución en media tensión, localizadas en interiores de edificaciones y bajo control y operación del operador de red.
- f. Subestaciones en interiores de edificaciones (de propiedad y operación del usuario).
- g. Subestaciones tipo pedestal.
- h. Subestaciones prefabricadas o prearmadas, de tipo superficial o subterráneas.
- i. Subestaciones sumergibles (tanto el transformador como los equipos asociados de maniobra deben ser este tipo) IP 68.
- j. Subestaciones semisumergibles o a prueba de inundación las celdas deben estar protegidas a una inmersión temporal de 24 h bajo una columna de agua de hasta 40 cm por encima de la parte superior de los equipos y la bóveda, cámara o subestación debe garantizar el drenaje en un tiempo menor al soportado por el equipo, de modo que durante este tiempo se garantice la continuidad del servicio del circuito principal.
- k. Subestaciones de distribución tipo poste.

## **TÍTULO 22 – REQUISITOS GENERALES DE SUBESTACIONES**

Las subestaciones, cualquiera que sea su tipo, deben cumplir los siguientes requisitos que le apliquen:

- a. Toda subestación debe contar con un diseño eléctrico en concordancia con el Artículo 3.3.1 del presente Libro.
- b. Para los distribuidores, grandes consumidores y transportadores, el tiempo máximo de despeje de falla de la protección principal, desde el inicio de la falla hasta la extinción del arco en el interruptor de potencia, no debe ser mayor que 150 ms, se podrán especificar tiempos superiores siempre y cuando estén debidamente justificados en la coordinación de protecciones, y esto no afecte la seguridad de la instalación.
- c. En los espacios en los cuales se encuentran instaladas las subestaciones con partes energizadas expuestas, deben colocarse y asegurarse la permanencia de cercas, pantallas, tabiques o paredes, de tal modo que limite la posibilidad de acceso a personal sin autorización, este requisito no se aplica para subestaciones tipo poste que cumplan las distancias mínimas de seguridad. Igualmente, se debe asegurar que se cumplan los espacios de trabajo requeridos por el nivel de tensión y condiciones de los equipos allí instalados.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- d. En cada entrada de una subestación eléctrica debe fijarse una señal con el símbolo de riesgo eléctrico de acuerdo con las características establecidas en el numeral 1.3.3.2 del Libro 1 del presente Reglamento, y el nivel de tensión del lugar, así como en la parte exterior de la malla eslabonada, cuando sea accesible a personas.
- e. Los muros o mallas metálicas que son utilizados para encerrar las subestaciones, deben tener una altura mínima de 2,50 metros y deben estar debidamente conectados a tierra. Se deben incluir los accesos como parte del cerramiento. No aplica para subestaciones tipo pedestal que no requieran cerramiento.
- f. En todas las subestaciones se deben calcular las tensiones de paso, contacto y transferidas, para asegurar que no se exponga a las personas a tensiones por encima del umbral de soportabilidad.
- g. Los encerramientos utilizados en las subestaciones para alojar en su interior los equipos de corte y seccionamiento deben ser metálicos y los límites de dichos encerramientos no deben incluir las paredes del cuarto dedicado la subestación. Las ventanas de inspección deben garantizar el mismo grado de protección del encerramiento (IP) y el mismo nivel de aislamiento.
- h. Las cubiertas, puertas o distancias de aislamiento, no deben permitir el acceso de personal no competente, a barrajes o elementos energizados.
- i. En el caso que los elementos energizados sean removibles se debe garantizar que no se puedan retirar mientras el sistema opere en condiciones normales, para lo cual deben implementarse sistemas de cerraduras o enclavamientos. Si los elementos energizados son fijos, debe asegurarse que no se puedan retirar sin la ayuda de herramientas.
- j. Se debe contar con enclavamientos entre los diferentes elementos de corte y seccionamiento en una subestación, ya que estos son indispensables por razones de seguridad de las personas y conveniencia operativa de la instalación para no permitir que se realicen maniobras indebidas.
- k. Para el caso de equipos del tipo extraíble, los enclavamientos deben asegurar que las siguientes operaciones no sean posibles de realizar:
  - 1. Extracción del interruptor de protección a menos que esté en posición abierto.
  - 2. Operación del interruptor, a menos que éste se encuentre en servicio, desconectado, extraído o puesto a tierra.
  - 3. Cerrar el interruptor, a menos que esté conectado al circuito auxiliar o diseñado para abrir automáticamente sin el uso de un circuito auxiliar.
  - 4. Inserción o extracción del interruptor de protección a menos que esté se encuentre en posición abierto.
- l. Los equipos fijos deben poseer los enclavamientos necesarios para evitar maniobras erróneas.
- m. La continuidad e integridad del sistema de puesta a tierra deben ser aseguradas teniendo en cuenta el esfuerzo térmico y mecánico causado por la corriente que éste va a transportar en caso de falla.
- n. Las envolventes de cada uno de los equipos deben ser conectados al conductor de tierra de protección.
- o. Todas las partes metálicas puestas a tierra que no pertenezcan a los circuitos principales o auxiliares, deben ser conectadas al conductor de tierra directamente o a través de la estructura metálica. Cuando las conexiones se realicen directamente, el calibre de los conductores utilizados para la puesta a tierra debe tener la capacidad de soportar las corrientes de cortocircuito.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- p. Con el fin de realizar las labores de mantenimiento en las subestaciones con seguridad para el personal encargado, es imprescindible que el sistema permita poner a tierra las partes energizables.
- q. La posición de los elementos que se utilicen para la realización de maniobras de puesta a tierra de la celda, debe estar claramente identificados a través de un elemento que indique visualmente la maniobra a realizar en el equipo.
- r. En las subestaciones está prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.
- s. Para evitar los peligros de propagación de un incendio ocasionado por derrame de aceite mineral inflamable, se debe construir un foso o sumidero en el que se agregarán varias capas de gravilla que sirvan como filtro absorbente para ahogar la combustión. Para evitar derrame de líquidos aislantes con alto punto de combustión superior a 300°C, se debe construir un tanque o un sumidero con depósitos independientes que sean impermeables a los líquidos de manera que permita extraer el líquido aislante. Se exceptúan las subestaciones tipo poste, las de tipo pedestal y las subestaciones con transformadores en aceite cuya capacidad total no supere 112,5 kVA.
- t. Toda subestación debe contar con las protecciones de sobrecorriente. En los circuitos protegidos por fusibles la capacidad máxima de los fusibles debe ser la establecida por un estudio de coordinación de protecciones y debe garantizar la adecuada protección del transformador y la desenergización del circuito en el evento que se requiera. Para lo cual el operador de red establecerá una tabla con los valores para estos fines.
- u. En cualquier tipo de subestación debe haber ventilación adecuada para disipar las pérdidas del transformador a plena carga sin dar lugar a aumentos de temperatura que superen sus valores nominales.
- v. En las subestaciones sujetas a inundación, el grado de protección debe ser mínimo IP 67 o NEMA 6.
- w. No se debe suministrar el servicio de energía con acometida, alimentadores o circuitos ramales de una edificación a otra, en consecuencia, para subestaciones que alimenten varias edificaciones de un mismo proyecto, cada edificación debe contar con una acometida o alimentador y un tablero de distribución y protecciones de los distintos circuitos y cuentas dentro de la edificación. En dicho tablero también se podrán instalar los medidores siempre y cuando esté diseñado para tal fin.
- x. No se debe dar servicio definitivo a usuarios finales desde el servicio provisional.

#### **Artículo 3.22.1. Distancias de seguridad en subestaciones exteriores**

Los cercos en mallas que son instalados como barreras para el personal sin autorización, deben colocarse de tal manera que las partes expuestas energizadas queden por fuera de la zona de distancia de seguridad, tal como se ilustra en la Figura 3.22.1.a. y las distancias mínimas a cumplir son las de la Tabla 3.22.1. a.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

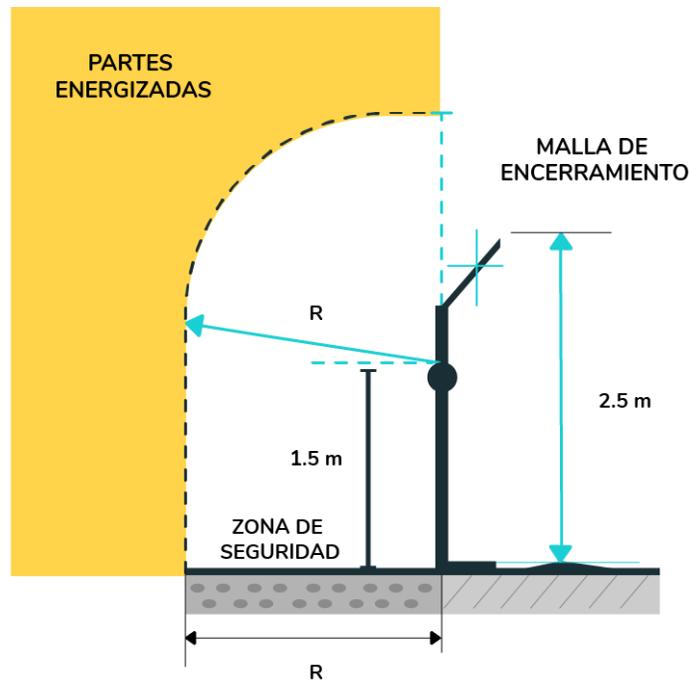


Figura 3.22.1. a. Distancias de seguridad para prevenir contactos directos en subestaciones exteriores.  
Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

Tabla 3.22.1. a. Distancias de seguridad para la Figura 3.22.1. a.

Tensión nominal entre fases (kV)	Dimensión "R" (m)
0,151-7.2	3,0
13,8/13,2/11,4	3,1
34,5/44	3,2
66/57,5	3,5
115/110	4,0
230/220	4,7
500	5,3

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

En subestaciones de media tensión, con encerramiento en pared, la distancia horizontal entre la pared y elementos energizados podrá reducirse al valor del espacio libre de trabajo dado Tabla 3.22.1. b., siempre y cuando, la pared tenga mínimo 2,5 m de altura y no tenga orificios por donde se puedan introducir elementos conductores que se acerquen a partes energizadas. En todos los casos se debe asegurar que se cumplen los espacios mínimos para la ventilación y acceso de los equipos.

Tabla 3.22.1. b. Distancia horizontal entre la pared y elementos energizados

Tensión nominal A tierra (V)	Distancia mínima en metros entre partes energizadas expuestas a un lado y puestas a tierra al otro lado (m)
601 - 2 500	1,2
2 501 - 9 000	1,5
9 001 - 25 000	1,8
25 001 - 75 000	2,4
Más de 75 000	3

Fuente: Adaptada de la norma NTC 2050 Segunda Actualización.

Las subestaciones exteriores o de patio de alta y extra alta tensión deben cumplir las distancias de seguridad y lineamientos expresados en las Figuras 3.22.1. a., 3.22.1. b., 3.22.1. c. y 3.22.1. d. y las Tablas 3.22.1. a. y 3.22.1. c. relacionadas con la coordinación de aislamiento y el Comité 23 del CIGRE y la norma IEC 60071-2.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

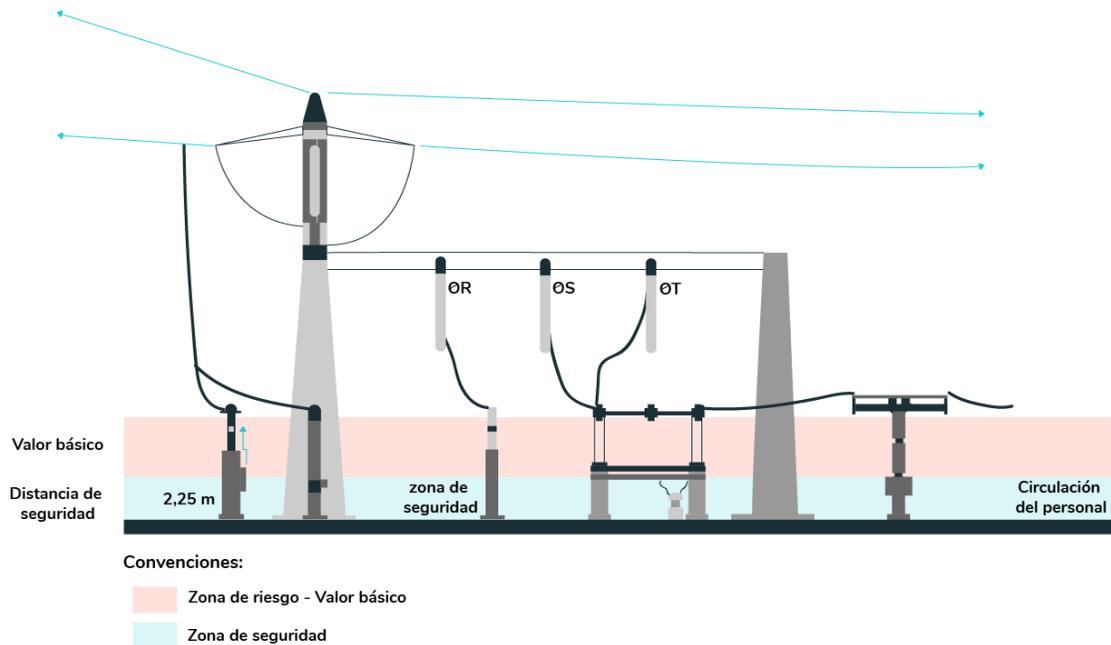


Figura 3.22.1. b. Zona de seguridad para circulación de personal.  
Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

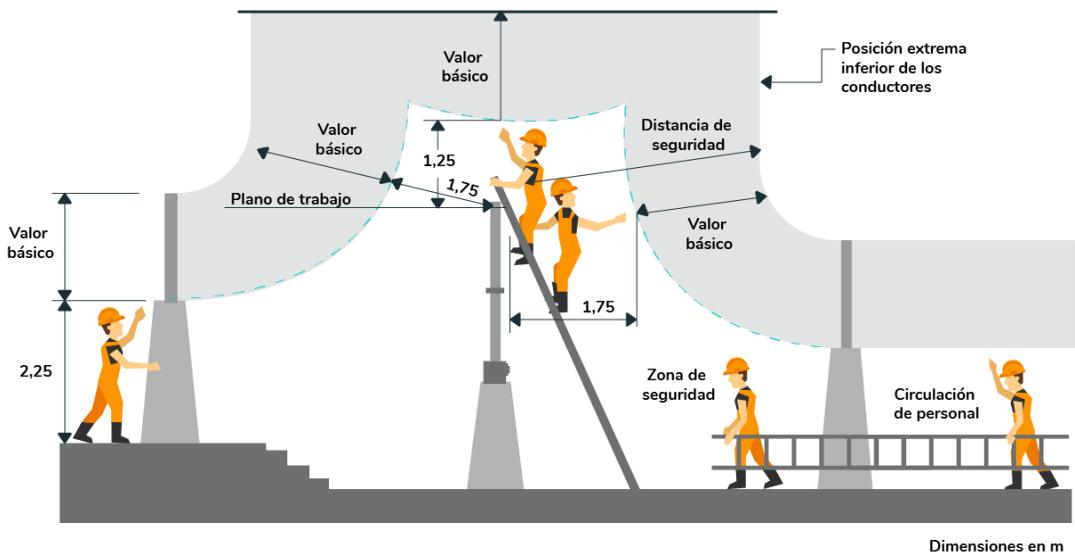


Figura 3.22.1. c. Zonas de seguridad.  
Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

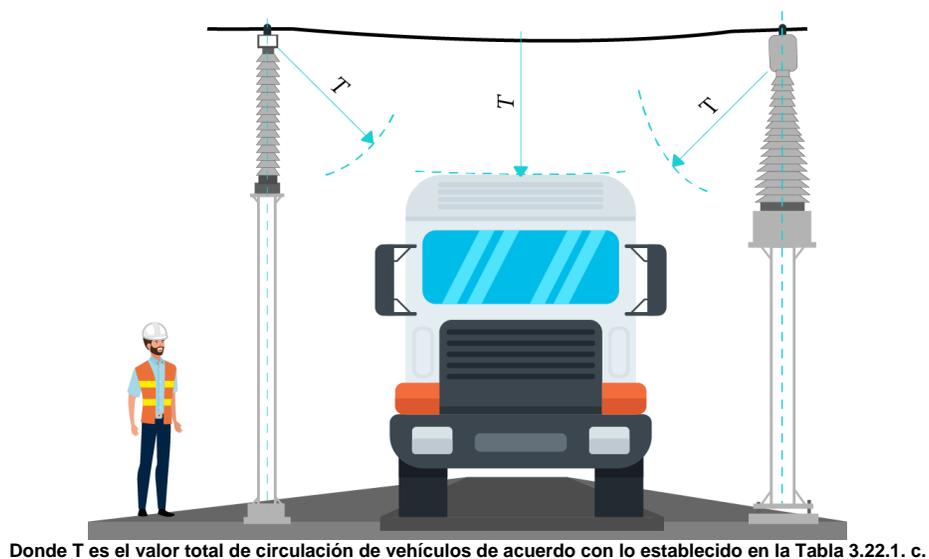


Figura 3.22.1. d. Distancia para circulación de vehículos.  
Fuente: Elaboración propia.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

Tabla 3.22.1. c. Distancias de seguridad en el aire, para las Figuras 3.22.1. b., 3.22.1. c. y 3.22.1. d.

BIL de la subestación	Distancia mínima según IEC	Distancia de seguridad												
		Valor básico		Circulación de personal		Zona de trabajo en ausencia de maquinaria pesada				Circulación de vehículos				
		Cantidad que se adiciona	Valor básico	Bajo conexiones		Horizontal		Vertical		Zona de seguridad		Valor Total [m]		
				Zona de seguridad	Valor total	[m]	[m]	Zona de seguridad	Valor total	Gálbo	Tolerancia	Valor total		
[kV]	[m]	%	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
[1]	[2]	[3]	[4]	[5] = [2]+[4]	[6]	[7] = [5]+[6]	[8]	[9]	[10] = [5]+[9]	[11]	[12] = [5]+[11]	[13]	[14]	[15] = [5]+[13]+[14]
60	0,09	10	0,01	0,10	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
75	0,12	10	0,01	0,13	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
95	0,16	10	0,02	0,18	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
125	0,22	10	0,02	0,24	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
170	0,32	10	0,03	0,35	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
200	0,38	10	0,04	0,42	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
250	0,48	10	0,05	0,53	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
325	0,63	10	0,07	0,70	2,25	(*)	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
380	0,75	10	0,08	0,83	2,25	3,08	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
450	0,90	10	0,10	1,00	2,25	3,25	2,25	1,75	(*)	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
550	1,10	10	0,11	1,21	2,25	3,46	2,25	1,75	2,96	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
650	1,30	10	0,13	1,43	2,25	3,68	2,25	1,75	3,18	1,25	(*)	(**)	0,70	(**)
750	1,50	10	0,15	1,65	2,25	3,9	2,25	1,75	3,40	1,25	2,90	(**)	0,70	(**)
850	1,70	10	0,17	1,87	2,25	4,12	2,25	1,75	3,62	1,25	3,12	(**)	0,70	(**)
950	1,90	10	0,19	2,09	2,25	4,34	2,25	1,75	3,84	1,25	3,34	(**)	0,70	(**)
1 050	2,10	10	0,21	2,31	2,25	4,56	2,25	1,75	4,06	1,25	3,56	(**)	0,70	(**)
1 175	2,35	10	0,24	2,59	2,25	4,84	2,25	1,75	4,34	1,25	3,84	(**)	0,70	(**)
1 300	2,60	10	0,26	2,86	2,25	5,11	2,25	1,75	4,61	1,25	4,11	(**)	0,70	(**)
1 425	2,85	6	0,17	3,02	2,25	5,27	2,25	1,75	4,77	1,25	4,27	(**)	0,70	(**)
1 550	3,10	6	0,19	3,29	2,25	5,54	2,25	1,75	5,04	1,25	4,54	(**)	0,70	(**)

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 de 2013.

(\*) El valor mínimo recomendado es 3 m, el cual puede ser menor según las condiciones locales y procedimientos estandarizados de trabajo.

(\*\*) Se determina en cada caso.

### Artículo 3.22.2. Distancias de seguridad en subestaciones interiores

Las distancias de seguridad que se deben mantener en los interiores de un cuarto destinado a subestación con partes energizadas expuestas son las estipuladas en el Título 10 del presente Libro y las distancias de seguridad y espacios de ventilación y de trabajo de las Tabla 3.22.1. a., 3.22.1. b y 3.22.1. c.

### Artículo 3.22.3. Salas de operaciones, mando y control

La sala en donde haya instalado equipo eléctrico, de operación, mando o control, de una subestación, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a. La ubicación de las edificaciones deberá ser tal, que, para el incendio de mayor intensidad en la subestación, no se afecte la operación de los equipos dentro de la casa de control.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- b. Los materiales de construcción deben ser de alto punto de combustión, en atención a los requisitos que el Reglamento NSR-10 establezca para la protección contra incendio en este tipo de edificaciones.
- c. En las estructuras de varios pisos, todas las aberturas en el piso y la pared deberán sellarse de una manera que no se reduzca su resistencia al fuego. Los conductos deberán sellarse en el techo, el piso y el cruce de las paredes, para prevenir la propagación de incendios de productos líquidos, humo, gases inflamables o vapores, de un área a otra. Los conductos deberán ser de materiales retardantes de la propagación del fuego.
- d. Las instalaciones deben estar libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no serán utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.
- e. Debe estar suficientemente ventilada con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos y minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.
- f. Las instalaciones eléctricas deben permanecer secas. En las subestaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser apropiado para soportar las condiciones ambientales imperantes.
- g. Todo el equipo eléctrico debe permanecer fijo y asegurado. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tales como transformadores deben permanecer debidamente asegurados en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerzas dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales según las recomendaciones del fabricante.
- h. En la sala de control debe haber indicación de la posición de los contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento que muestren el estado real de la operación que se está ejecutando.
- i. Todas las salas de control y casetas de patio donde existan tableros de control, protección, comunicaciones u operación, deben contar con sistemas de detección de incendios. La alarma general del sistema debe ser enviada al sistema de control, junto con las alarmas asociadas al cargador de baterías y fuentes seguras que alimentan los sistemas de control, protección y telecomunicaciones.
- j. En subestaciones tele controladas, también llamadas no atendidas, incluyendo las denominadas semi-atendidas, los equipos de detección y extinción de incendios deben ser automáticos. En caso de no ser automáticos, la subestación debe contar con la presencia permanente de personal calificado para su operación, sin distinción de la fecha de entrada en operación de la subestación."
- k. Cualquier falla de los servicios auxiliares esenciales, debe ser atendida de manera prioritaria en un lapso no mayor al tiempo máximo con que cuenta la subestación en capacidad de almacenamiento de energía para el banco de baterías o capacidad del tanque de la planta de emergencia de respaldo.
- l. Se debe mantener un registro en el listado de eventos y alarmas del centro de control de al menos una alarma principal correspondiente al monitoreo de los inversores, UPS y cargadores que hacen parte de las cargas esenciales de la subestación. Estas alarmas se consideran críticas y en caso de que persistan debe asegurarse que un operador permanezca en la subestación hasta que estas se restablezcan a su estado normal.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

## **TÍTULO 23 – REQUISITOS ESPECÍFICOS SEGÚN TIPO DE SUBESTACIÓN**

Según el tipo de subestación deben cumplir los siguientes requisitos específicos:

### **Artículo 3.23.1. Subestaciones de alta y extra alta tensión**

- a. Deben ser construidas bajo estándares que garanticen tanto la seguridad como la confiabilidad.
- b. La subestación debe estar provista de manuales de operación y mantenimiento, precisos que no den lugar a equivocaciones.
- c. Deben medirse las tensiones de paso, contacto y transferidas, la medición debe hacerse en las mallas de encerramiento y hasta un metro del lado externo en el momento de construcción de la instalación, en el caso de encontrar valores superiores a los establecidos en el presente Reglamento, se deben tomar las medidas para asegurar que no se exponga a riesgo a personas con tensiones por encima del umbral de soportabilidad.

### **Artículo 3.23.2. Subestaciones de media tensión tipo interior o en edificaciones**

#### **3.23.2.1 Requisitos Generales**

Independiente de que la subestación pertenezca a un operador de red o a uno o varios usuarios, las subestaciones deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. A las subestaciones debe destinársele el espacio con las dimensiones apropiadas de acuerdo con el tipo de subestación y los requisitos de este Reglamento.
- b. En las subestaciones ubicadas al interior de edificios, estas deben ser de fácil acceso desde el exterior, localizado en áreas comunes, con medios apropiados que faciliten la entrada y salida de los equipos, para permitir a las personas competentes las labores de mantenimiento, revisión e inspección.
- c. En subestaciones y cuartos eléctricos debe asegurarse que una persona sin autorización no pueda acceder a las partes energizadas del sistema, ni tocándolas de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan poner en contacto con un elemento energizado.
- d. Para prevenir accidentes por arcos eléctricos al interior de la subestación, se debe cumplir cada uno de los siguientes requisitos:
  1. Las celdas deben cumplir los requisitos de producto y ensayos mínimos requeridos incluidos en el Libro 2 del RETIE.
  2. Las puertas deben tener seguros y permanecer cerradas.
  3. Todos los elementos fijos deben estar debidamente soportados o asegurados para que no se presenten desprendimientos.
  4. No deben colocarse elementos combustibles o que propaguen el fuego dentro del alcance de un arco eléctrico.
  5. Las mallas y cerramientos deben estar sólidamente conectados a tierra.
- e. Toda subestación alojada en cuartos debe disponer del número y forma apropiada de salidas de emergencia, para evitar que un operador quede atrapado en caso de un accidente.
- f. Las subestaciones y bóvedas de transformadores donde puedan quedar personas atrapadas, deben contar con puertas que abran hacia afuera y estén dotadas de cerradura antipánico u otro mecanismo certificado para este propósito. Se exceptúan de este requisito los cuartos con sistemas de menos de 600 V, cuyo

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

espacio libre total frente a los equipos supere el doble de los requerimientos mínimos de espacios de trabajo establecidos por el presente Reglamento.

- g. Toda subestación eléctrica alojada en cuartos inundables y sótanos, debe contar con los elementos de drenaje o bombeo que impida la inundación; en caso que esta condición no se pueda garantizar, el equipo debe ser tipo sumergible.
- h. Los equipos eléctricos de la subestación o de cuartos eléctricos deben estar separados de la planta de emergencia y sus elementos asociados, por un muro o barrera que impida el acercamiento de personas no competentes a elementos energizados.
- i. Los cuartos que alojen equipos eléctricos, deben cumplir los requisitos de distancias mínimas de seguridad y ventilación, y no deben albergar equipos de medición o control de instalaciones de gas, combustible, de agua u otros líquidos. Si el cuarto eléctrico está destinado a equipos que energizan, controlan o protegen equipos hidráulicos, se debe contar con barreras de separación que impidan que las partes energizadas entren en contacto con el agua o las personas al realizar la operación y mantenimiento del sistema eléctrico lo hagan desde espacios mojados.
- j. Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios.
- k. Verificar que las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas duraderas, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.
- l. Se debe asegurar la no propagación del fuego al resto de la edificación para lo cual se requiere el uso de bóvedas, cuartos eléctricos, puertas y sellos cortafuego. Las bóvedas, ventanas de ventilación, cuartos eléctricos, puertas y sellos cortafuego, deben considerarse como sistemas capaces de detectar el fuego, impedir su propagación y si es posible extinguirlo.
- m. En subestaciones de media tensión tipo interior se deberá presentar los cálculos correspondientes que garanticen suficiente ventilación, la cual debe proveerse por medios no vulnerables a los cortes de energía del transformador en condiciones de plena carga.

### Artículo 3.23.3. Subestaciones tipo poste

Las subestaciones que tengan el transformador montado sobre postes deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. En áreas urbanas, se podrán instalar subestaciones con transformador en un solo poste, sin encerramiento adicional, siempre que se cumplan los valores mínimos de carga de rotura estipulados en la siguiente tabla.

**Tabla 3.23.3. a.** Requerimientos estructurales para la instalación de transformadores en subestaciones tipo poste

Potencia	Peso del transformador	Carga de rotura del poste
Menor o igual a 112,5 kVA	Menor a 600 kgf	Mayor o igual a 510 kgf
Mayor a 112,5 kVA y menor o igual a 150 kVA	Menor a 700 kgf	Mayor o igual a 750 kgf
Mayor a 150 kVA y menor o igual a 250 kVA	Menor 800 kgf	Mayor o igual a 1 050 kgf

Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 de 2013.

- b. Para el caso de diferentes configuraciones y combinaciones de postes, se debe hacer un análisis de esfuerzos y garantizar la estabilidad mecánica tanto de la estructura del montaje como del transformador, y sus elementos de sujeción, conexión y protección.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- c. En instalaciones rurales, pequeños caseríos los transformadores menores o iguales a 25 kVA deberán instalarse en postes con resistencia de rotura no menor a 510 kgf.
- d. Los elementos de fijación del transformador deben soportar por lo menos 2,5 veces el peso de este. En todos los casos se debe hacer un análisis de esfuerzos y garantizar la estabilidad mecánica tanto de la estructura del montaje como del transformador, y sus elementos de sujeción, conexión y protección.
- e. Toda subestación tipo poste debe tener por lo menos en el lado primario del transformador protección contra sobrecorrientes y contra sobretensiones – DPS.
- f. Los DPS deben instalarse en el camino de la corriente de impulso y lo más cerca posible de los bujes del transformador, cumpliendo los requisitos de instalación del presente Reglamento
- g. El transformador debe tener punto del neutro y la carcasa sólidamente conectados a tierra. La conexión debe hacerse desde el buje del neutro. La conexión a tierra de media tensión y baja tensión en un transformador tipo poste deben realizarse de manera separada.
- h. En la instalación se debe garantizar que se cumplan las distancias de seguridad que le apliquen, establecidas en el Título 10 del presente Libro.
- i. Las conexiones en media tensión, deben tener una forma y rigidez mecánica que no les permita moverse con el viento o vibraciones, de tal forma que las ponga en contacto con partes que no se deben energizar, o acercamientos que produzcan arcos eléctricos.
- j. Con el fin de garantizar la seguridad tanto del personal del operador de red, como del público en general, se deben cumplir los requisitos de puesta a tierra que apliquen, establecidos en el Título 12 del presente Libro.
- k. Subestaciones tipo poste instaladas con anterioridad a la vigencia del presente Libro, que el operador evidencie que presenten acercamientos de personas a partes energizadas en media tensión con lugares accesibles que las pongan en peligro inminente, el operador de la red debe tomar las medidas necesarias para impedir que la persona en riesgo haga contacto con la parte energizada. En los demás lugares en los cuales se evidencie incumplimiento a las distancias mínimas de seguridad, siempre y cuando no se evidencie un peligro inminente para la seguridad, el operador de red en sus planes de remodelación tomará las medidas para minimizar el riesgo. Si la causa que pone en alto riesgo a las personas no fue generada por el operador de red, debe exigirle al responsable directamente, por la vía legal, mediante amparo policivo o la intervención de las entidades territoriales correspondiente, para que se elimine el peligro inminente y debe dejar los registros del hecho.
- l. Se deben atender las normas de planeamiento municipal o distrital, sobre uso del suelo y espacio público y propiciar que la subestación no genere contaminación visual, especialmente cuando se comparte la infraestructura con otros servicios.

**Parágrafo 1:** En espacios públicos de áreas urbanas se debe evitar el uso de estructuras con doble poste para la instalación de transformadores, ya que generan mayor impacto visual e incomodidad en la movilidad.

#### **Artículo 3.23.4. Subestaciones tipo pedestal o tipo jardín**

Los transformadores de distribución tipo pedestal “Pad Mounted”, son diseñados para ser alimentados por redes subterráneas y para ser instalados como tipo interior o exterior, normalmente van montados sobre una base de concreto y deben cumplir los siguientes requisitos generales:

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- a. Los transformadores tipo pedestal trifásicos deben ser fabricados con los compartimentos de primario y secundario separados y equipados con puertas frontales; para el caso de transformadores tipo pedestal monofásicos deben ser fabricados con un único compartimento de primario y secundario y equipados con una o dos puertas frontales.
- b. Para transformadores tipo pedestal trifásico o monofásicos, cuando tengan dos puertas, cada compartimento debe tener una puerta construida de tal manera que proporcione acceso al compartimento del primario solo después que de que se haya abierto la puerta del secundario.
- c. El sistema de cierre, debe permitir al usuario instalar un candado de seguridad externo.
- d. Por seguridad, todas las partes energizadas deben estar en compartimientos bloqueables.
- e. Para subestaciones tipo pedestal o tipo jardín expuestas al contacto del público en general, que en condiciones normales de operación la temperatura exterior del cubículo supere en 45 °C la temperatura ambiente, se deben colocar avisos que indiquen la existencia de una “superficie caliente”. Si el transformador posee una protección que garantice el corte o desenergización cuando exista una sobretemperatura o no este localizada en espacios accesibles al público, no requiere dicha barrera.

#### **Artículo 3.23.5. Cuartos de subestación paquetizados o prefabricados**

Los cuartos de subestación prefabricados o paquetizados, incluyendo las subestaciones móviles, deben certificarse plenamente como instalación de transformación, para tal efecto, las declaraciones de cumplimiento del diseñador y del constructor las deben suscribir con su nombre legible y firma, los responsables del diseño y del montaje o armado de los equipos y la verificación la debe hacer un organismo de inspección acreditado con alcance en instalaciones de transformación, en el lugar de operación, con las respectivas conexiones del equipo con el resto de la instalación.

La instalación de subestaciones paquetizadas o prearmadas, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Debe contar con instrucciones para el transporte, almacenamiento, instalación, operación y mantenimiento de la subestación prefabricada. Las instrucciones de transporte y almacenamiento deben darse a tiempo, en todo caso antes de la entrega, y las de instalación, operación y mantenimiento deben entregarse a más tardar el día de la entrega.
- b. Se debe proporcionar toda la información necesaria para la preparación del sitio, como por ejemplo:
  1. Los movimientos de tierra civiles necesarios;
  2. Los terminales de tierra externos y barras de compensación de potencial si es necesario;
  3. La posición de las entradas de cables;
  4. Conexión a la red externa de drenaje pluvial, indicando el tamaño y disposición de la tubería, cuando aplique.
- c. El fabricante o proveedor deberá indicar cualquier otra condición o restricción que considere necesaria para la correcta instalación y / u operación de la subestación prefabricada.
- d. La instalación eléctrica de los cuartos de subestación paquetizados o prefabricados, debe cumplir los requisitos generales de subestaciones que le apliquen; en caso de

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

que el fabricante, según su diseño y norma de fabricación, considere que se deben hacer ensayos particulares en sitio, el responsable de la instalación del equipo deberá llevar a cabo dichos ensayos y verificar el correcto funcionamiento del mismo.

- e. Además de las instrucciones de funcionamiento específicas de cada equipo, el fabricante debe proporcionar la siguiente información adicional, de modo que el usuario pueda comprender claramente los principios fundamentales de operación:
  - 1. Una descripción de los aspectos de seguridad de la subestación prefabricada y una lista de los medios o herramientas especiales proporcionados por razones de seguridad, así como sus instrucciones de uso.
  - 2. Funcionamiento de los dispositivos de ventilación, enclavamientos y candados.
  - 3. Proporcionar al tenedor o responsable del equipo, un manual de mantenimiento que incluya al menos la información siguiente:
    - i. Instrucciones de mantenimiento completas para el equipo, de acuerdo con los requisitos de las normas aplicables.
    - ii. Instrucciones de mantenimiento del cerramiento o de la envolvente de la subestación paquetizada, si procede, incluida la periodicidad y el procedimiento de mantenimiento.
- f. En cada punto de acceso para personas a la subestación paquetizada o prearmada, debe fijarse una señal con el símbolo de riesgo eléctrico de acuerdo con las características establecidas en el numeral 1.3.3.2 del Libro 1 del presente Reglamento, y el nivel de tensión del lugar, toda la información que aplique de los requisitos generales de subestaciones del presente Reglamento.
- g. Los conductores eléctricos de los circuitos de entrada o de salida de la subestación paquetizada o prearmada, así como alambrado interno de potencia incluyendo barrajes, deben cumplir con el código de colores establecido en el presente Reglamento.
- h. El espacio de trabajo de la subestación paquetizada o prearmada, debe ser como mínimo 2,0 m de altura (medidos verticalmente desde el nivel del piso o de la plataforma), 0,92 m de ancho (medidos paralelamente al equipo) o el ancho del equipo para tensiones menores a 1 000 V, siempre y cuando este no sea menor a 0,76 m, y una profundidad mínima de 0,9 m; si la subestación paquetizada es diseñada bajo la norma IEC 62271-202, la profundidad mínima deberá ser de 0,8 m que puede reducirse máximo a 0,5 m cuando las puertas estén abiertas o los accionamientos mecánicos sobresalen del aparato.

### **Artículo 3.23.6. Mantenimiento de subestaciones**

A las subestaciones eléctricas se les deben realizar mantenimientos periódicos que aseguren la continuidad del servicio y la seguridad tanto de los equipos y demás componentes de la instalación como del personal que allí interviene. La periodicidad de los mantenimientos y limpieza dependerá del tipo de subestación y las condiciones ambientales del lugar; para lo cual el operador de cada subestación debe tener un plan de mantenimiento que debe incluir todos los equipos que conformen la subestación y la periodicidad con la que se interviene cada uno de ellos. Para transformadores de media tensión de tipo poste y de tipo pedestal, el plan de mantenimiento puede estar contemplado en el plan de mantenimiento de la red de distribución.

En toda subestación debe asegurarse una revisión y mantenimiento periódico de los equipos de potencia, control, protección, alarma y comunicación cuando aplique, con personal especializado; además debe realizarse la limpieza adecuada de los elementos y espacios de trabajo que faciliten las labores de operación, revisión y mantenimiento.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

De las actividades de mantenimiento y de limpieza de las subestaciones, se deben dejar los registros y evidencias respectivas, las cuales podrán ser requeridas por cualquier autoridad de control y vigilancia.

El constructor de las subestaciones debe entregar un manual de la instalación con las recomendaciones y periodicidad del mantenimiento de la subestación al propietario de la instalación.

## **CAPÍTULO 6 – REQUISITOS PARA INSTALACIONES DE USO FINAL**

### **TÍTULO 24 – APLICACIÓN DE NORMAS TÉCNICAS**

Debido a que el contenido de la NTC 2050 segunda Actualización (Código Eléctrico Colombiano), del 11 de noviembre de 2019, basada en la norma técnica NFPA 70 versión 2017, encaja dentro del enfoque que debe tener un Reglamento técnico y considerando que tiene aplicación en las instalaciones para la utilización de la energía eléctrica, incluyendo las de edificaciones utilizadas por empresas prestadoras del servicio de electricidad, se adaptan algunos requisitos tomados de los primeros siete capítulos con las tablas relacionadas incluidas las tablas del capítulo 9 de NTC 2050.

Las normas referenciadas en el presente Libro que no relacionen una versión específica, se entenderá la aplicación de esta en su última versión. En caso de que la actualización de una norma contradiga algún requisito o criterio establecido en el presente Reglamento, primará lo que indique el Reglamento sobre la norma.

### **TÍTULO 25 – RÉGIMEN DE CONEXIÓN A TIERRA – RCT**

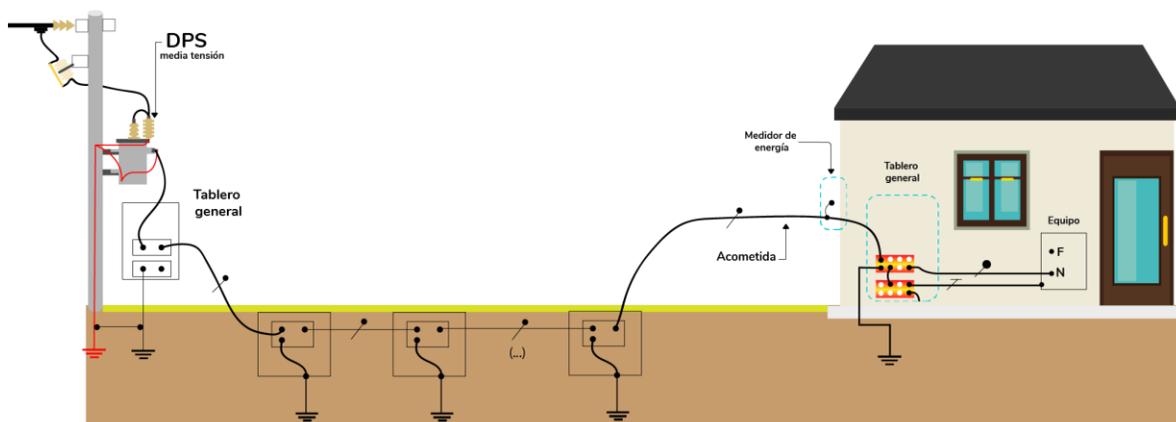
Los regímenes de conexión a tierra – RTC, también llamados “regímenes de neutro”, tienen una clasificación acordada internacionalmente para sistemas eléctricos de baja tensión, los cuales se consideran equivalentes en cuanto a seguridad de personas frente a contactos indirectos, cada uno tiene sus ventajas. Los más reconocidos son TN y TT, cuyo código de letras es aceptado en las normas internacionales y significan:

TT: Punto de neutro de transformador puesto a tierra sólidamente y las carcasas o masas metálicas expuestas conectadas a una puesta a tierra diferente o independiente.

TN: Punto de neutro de transformador puesto a tierra sólidamente y las carcasas o masas metálicas expuestas conectadas al conductor puesto a tierra, que generalmente es el conductor de neutro.

Salvo las excepciones establecidas en el presente Libro, en la red de baja tensión para servicio domiciliario o similar, sólo se aceptan como regímenes de conexión a tierra, los de conexión sólida (TN-C-S o TN-S) o los de impedancia limitadora TN, esto significa que el punto neutro del transformador debe ser puesto a tierra sólidamente y el usuario debe conectar la masas al conductor puesto a tierra (casi siempre el conductor neutro). La letra S significa que las funciones de neutro (N) y de protección (P) se hacen con conductores separados y la letra C significa que las funciones de neutro y de protección están combinadas en un solo conductor (PEN). Queda expresamente prohibido el régimen en el cual las funciones de neutro y de protección las cumple el mismo conductor (TN-C). La Figura 3.25. a. muestra el esquema indicativo del régimen de conexión TN-C-S.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”



**Figura 3.25. a.** Esquema indicativo del régimen de conexión a tierra TN-C-S.  
Fuente: Adaptada de la Resolución 90708 del 2013.

Aguas abajo del primer medio de desconexión de la instalación de uso final para servicio domiciliario o similar, se debe considerar el sistema TN-S.

El régimen IT debe ser aplicado a algunas zonas o procesos específicos, no a la conexión de una acometida. Requiere un esquema de detección de fallas a tierra y monitoreo de aislamiento.

## TÍTULO 26 – ACOMETIDAS

La acometida de una instalación eléctrica de uso final, debe cumplir los siguientes requisitos adaptados del Artículo 230 de la NTC 2050 segunda actualización, su dimensionamiento debe tener en cuenta la sección 220 parte III. En el evento que la instalación se diseñe y construya bajo parámetros de IEC o una norma de reconocimiento internacional, se deberán cumplir los requisitos particulares de dichas normas y los siguientes requisitos generales que no estén incluidos las mismas:

- a. En acometidas aéreas que atraviesen vías vehiculares los cables deben estar sólidamente sujetos tanto a la estructura de soporte de la red de uso general como a la edificación a alimentar, la altura no podrá ser menor a 5,5 m o la que supere la altura máxima autorizada para vehículos que transiten en esa vía, en el caso que la altura de la edificación no permita lograr dicha altura se deben utilizar una tubería de acero galvanizado tipo intermedio o pesado, de diámetro y resistencia mecánica adecuada y si es necesario un poste o torrecilla que realce los conductores en el cruce.
- b. La tubería de entrada debe disponer de un capacete o elemento que impida la penetración de agua, el tubo o poste debe permitir el anclaje de una percha o gancho de sujeción de los cables de acometida y debe estabilizarse mecánicamente con la ayuda de templetes, o apoyos debidamente empotrados que no generen riesgos de volcamiento o rotura.
- c. En acometidas que no crucen la vía se permite la derivación directa en cualquier parte del vano siempre que se utilicen los conectores apropiados y no se generen tensiones mecánicas en la red de uso general que afecten su seguridad.
- d. El cable de acometida aérea de baja tensión debe ser de tipo antifraude como el concéntrico, o trenzado cumplir los requisitos de producto relacionados en el presente Libro, debe ser apto para instalaciones a la intemperie, de cobre calibre no menor a 8 AWG y 6 AWG para conductor en aluminio, en todos los casos deberá estar validado por el cálculo conforme con la sección 220 parte III de la NTC 2050 segunda actualización. En el evento de utilizar conductores de aluminio grado eléctrico debe ser de serie AA 8 000 la sección debe ser calculada conforme a la sección 220 parte III y se debe utilizar los conectores bimetálicos que se requieran para controlar corrosión por efectos del par galvánico, aflojamiento, puntos calientes

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

o arco eléctrico. El operador de red podrá aceptar otros tipos de cables aptos para acometidas, siempre que cumplan los requerimientos de la capacidad instalable, de uso a la intemperie y estén certificados para este uso.

- e. Las acometidas subterráneas deben cumplir los requisitos establecidos en la parte III de la sección 230 de la NTC 2050 Segunda Actualización y en caso de utilizar conductor de aluminio, este debe ser grado eléctrico serie AA 8 000.
- f. Se debe asegurar que la regulación (caída de tensión) en la acometida no supere el 3% calculada en el dispositivo de corte, y la caída de tensión en alimentadores y circuitos ramales a carga plena de diseño, no sea mayor al 5%.
- g. En la fachada no se permite el uso de conductores a la vista, ni empotrados directamente, los cables que lleguen a la caja del medidor deben ser canalizados en tubería no metálica empotrada y en los lugares donde por limitaciones de los materiales de las paredes no se pueda empotrar la canalización, esta debe ser tipo metálica o tipo intemperie y a prueba de impacto no menor al de la tubería metálica tipo intermedio. Se aceptarán cables a la vista sólo si el cable de la acometida es tipo concéntrico con cubierta XLPE o HDPE, no presenta bucles que generen contaminación visual en la fachada, no contravengan las normas de planeación municipal o disposiciones de las autoridades municipales competentes sobre fachadas y se le comunique previamente al usuario. No serán necesarios acuerdos ni disposiciones especiales con las autoridades municipales ni con los usuarios, cuando al usuario se le ha comprobado fraude o cuando las pérdidas atribuibles a los usuarios superen el 10%, después de restarle a los valores de la macromedición en BT, en el transformador objeto de control, la energía facturada a todos los usuarios alimentados desde ese transformador y las pérdidas técnicas de la red de BT.
- h. En la instalación de la acometida se deben tomar las medidas necesarias para evitar que ésta se convierta en canal de transporte de agua lluvia a la fachada o al equipo de medida u otro equipo eléctrico.
- i. Se podrán aceptar conductores de acometida empalmados, siempre que para el empalme se utilice un procedimiento técnico aprobado y aceptado por el operador de red.
- j. No se debe suministrar energía a un inmueble directamente desde otro inmueble, ni compartir conductores activos como el neutro o el conductor de tierra. Cada inmueble debe contar con su acometida y sus elementos de medida y protección.

## **TÍTULO 27 – PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE USO FINAL**

Las instalaciones para uso final de la electricidad deben contar con elementos y medidas de protección para impedir los efectos de las sobrecorrientes y sobretensiones, resguardar a los usuarios de los contactos directos a partes energizadas y anular los efectos de los contactos indirectos, que puedan causar choque eléctrico. Igualmente, debe contar con las protecciones para evitar daños en la instalación o en el medio que la rodea.

En toda instalación de uso final, el conductor neutro y el conductor de puesta a tierra deben ir independientes entre sí y deben conectarse con un puente equipotencial solo en el tablero general, donde está la protección principal y la conexión al electrodo de puesta a tierra.

### **Artículo 3.27.1. Medidas de protección básica**

Para minimizar los riesgos de choque eléctrico por contacto directo con partes energizadas, las instalaciones eléctricas deben cumplir los siguientes requisitos según aplique al tipo de instalación:

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- a. Contar con el aislamiento apropiado acorde con el nivel de tensión de la parte energizada.
- b. Evitar la aproximación de las personas a partes bajo tensión garantizando las distancias de seguridad de acuerdo con el nivel de tensión, utilizando obstáculos o barreras que impidan el acceso de las personas sin autorización a las partes energizadas.
- c. Emplear sistemas de muy baja tensión en algunos tipos de aplicaciones, como piscinas y zonas húmedas.
- d. Disponer de dispositivos de corte automático de la alimentación para cada circuito individualmente.
- e. Usar sistemas de potencia aislados en algunas instalaciones, tales como minas, lugares críticos en instalaciones del cuidado de la salud.
- f. Para evitar el sobrecalentamiento de conductores, en sistemas trifásicos de instalaciones de uso final con cargas no lineales, los conductores de neutro deben ser dimensionados por lo menos al 173% de la corriente de fase según los lineamientos de las normas la IEEE 519 o IEEE1100. Igualmente, se debe aceptar el dimensionamiento del conductor de neutro como se indica en la norma IEC 60364-5-52 (artículos 523, 524 y Anexo E), cuando se conocen con precisión las corrientes armónicas de tercer orden, que efectivamente circulen por el neutro. En todo caso en el diseño se debe hacer mención expresa de la norma utilizada.

### **Artículo 3.27.2. Medidas de protección contra falla de aislamiento**

Toda instalación eléctrica debe cumplir los siguientes requisitos para evitar fallas y el posible contacto con partes energizadas indirectamente:

- a. El aislamiento debe ser adecuado para el nivel de tensión de los equipos.
- b. Toda instalación, debe disponer de un sistema de puesta a tierra.
- c. Para los sistemas de corriente alterna mencionados en la sección 250.21 de la NTC 2050 segunda actualización, no se les exige estar puestos a tierra.
- d. Todas las carcasas o masas de equipos deben contar con conexión eléctrica a tierra, que protejan a las personas frente a las corrientes de fuga.
- e. Utilizar protecciones diferenciales de alta sensibilidad (GFCI o RCD) en las áreas donde la instalación genere mayor vulnerabilidad de la persona al paso de la corriente, tales como lugares húmedos y mojados.
- f. Se debe buscar la inaccesibilidad simultánea entre elementos conductores y tierra.
- g. Se debe disponer de conexiones equipotenciales.
- h. Los circuitos protegidos por un interruptor diferencial de fuga deben operar con una curva de sensibilidad que supere la exigencia de la curva C1 de la Figura 1.5.1.2. a del Libro 1 de disposiciones generales.
- i. En algunas instalaciones como piscinas y zonas húmedas se deben utilizar sistemas de muy baja tensión, menores o igual a 12 V.
- j. En algunas instalaciones como minas, lugares críticos en instalaciones del cuidado de la salud o piscinas se debe disponer de circuitos aislados galvánicamente, con transformadores de aislamiento.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **Artículo 3.27.3. Protecciones contra sobrecorrientes**

Toda instalación eléctrica para el uso final de la electricidad debe contar con protecciones de sobrecorriente, fácilmente accesibles, las cuales debe cumplir los siguientes requisitos:

- a. La instalación eléctrica de cualquier edificación debe contar con por lo menos un tablero general con al menos una protección de sobrecorriente para cada alimentador o acometida.
- b. Cada circuito debe ser provisto de un interruptor automático, que lo proteja de sobrecorrientes y debe ser identificado. Igualmente, cada circuito ramal de un panel de distribución debe estar provisto de protección contra sobrecorriente.
- c. La importancia de este tipo de instalación entre otras cosas, radica en que los pacientes en áreas críticas pueden sufrir electrocución con corrientes del orden de microamperios, que pueden no ser detectadas ni medidas, especialmente cuando se conecta un conductor eléctrico directamente al músculo cardíaco del paciente, por lo que es necesario extremar las medidas de seguridad.
- d. No se debe cambiar el interruptor automático por uno de mayor capacidad que supere la capacidad de corriente de los conductores del circuito a proteger. La corriente de disparo del interruptor nunca debe superar la corriente a la cual el aislamiento del conductor o los equipos asociados alcancen la temperatura máxima de operación permitida.
- e. Debe instalarse protección contra falla a tierra de equipos, en sistemas en estrella sólidamente puestos a tierra, con una tensión a tierra superior a 150 V, sin que supere los 1 000 V entre fases, por cada dispositivo de desconexión de la acometida de 1 000 A nominales o más. El sensor puede abarcar todos los conductores del circuito o sólo el puente equipotencial principal, teniendo en cuenta las consideraciones y excepciones descritas en el artículo 230.95 de la NTC 2050 segunda actualización.
- f. Los dispositivos de interrupción de corriente por fuga a tierra deben ir incorporados en los interruptores automáticos o ubicados al lado del mismo formando un conjunto dentro del panel o tablero que los contiene.
- g. No se debe conectar permanentemente en el conductor puesto a tierra de cualquier circuito, un dispositivo contra sobrecorriente, a menos que la apertura del dispositivo abra simultáneamente todos los conductores de ese circuito.
- h. Se debe dar cumplimiento a los requisitos de instalación de interruptores automáticos señalado en el Libro 2 de Productos del RETIE.
- i. La instalación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente debe atender a lo establecido en el estudio de coordinación de protecciones según título 8 del presente libro.

## **TÍTULO 28 – CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE USO FINAL Y REQUISITOS ESPECÍFICOS SEGÚN EL TIPO DE INSTALACIÓN**

### **Artículo 3.28.1. Instalaciones básicas**

Son aquellas instalaciones de baja complejidad y riesgo, incluyendo las redes externas de baja tensión, tanto para uso particular, como destinadas a la prestación del servicio público de electricidad. Las cuales deben cumplir los siguientes requisitos adaptados de la norma NTC 2050 segunda actualización:

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- a. Las instalaciones básicas deberán cumplir los requisitos generales para instalaciones eléctricas establecidos en el artículo 110 de la NTC 2050 segunda actualización.
- b. Los requisitos generales de instalación para circuitos ramales, alimentadores y acometidas, así como los cálculos asociados deberán cumplir lo establecido en los artículos 110, 210, 215, 220, 225 y 230 de la NTC 2050 segunda actualización.
- c. Las protecciones contra sobrecorriente deberán ser dimensionadas y cumplir los requisitos de instalación establecidos en el artículo 240 de la NTC 2050 segunda actualización.
- d. Los sistemas de puesta a tierra y conexiones equipotenciales necesarias para este tipo de instalaciones deberán cumplir los requisitos del artículo 250 de la NTC 2050 segunda actualización.
- e. En el caso que sea necesaria la instalación de descargadores de sobretensión en media tensión (Tensiones de operación superiores a 1 000 V) Estos deberán cumplir los requisitos de instalación definidos en el artículo 280 de la NTC 2050 segunda actualización, para tensiones iguales o inferiores a 1 000 V se deberán cumplir los requisitos del artículo 285 de la mencionada norma.
- f. Los métodos de alambrado utilizados para este tipo de instalaciones deberán estar acorde a los lineamientos establecidos en el artículo 300 de la NTC 2050 segunda actualización.
- g. Las salidas de tomacorriente, deben contar con una protección para las personas mediante un interruptor de circuito por falla a tierra, si está localizada en los lugares que especifica la sección 210.8 literales (A), (B) y (D) de la NTC 2050 segunda actualización.
- h. Los tomacorrientes GFCI para protección en zonas húmedas, se podrán remplazar por un interruptor con protección diferencial, localizado en el tablero general, centros de carga o tableros de distribución.
- i. En unidades de vivienda con capacidad instalable menor o igual a 7 kVA y área menor a 50 m<sup>2</sup>, se permite que un tomacorriente con protección de falla a tierra, en un solo circuito, proteja en cascada los demás tomacorrientes para pequeños artefactos de cocina, y los de la iluminación y fuerza del baño. Esto siempre y cuando, en el mesón de la cocina no se instale más de tres salidas de tomacorriente y en el baño no más de una salida de tomacorriente, las cuales pueden ser dobles o sencillas.
- j. Los interruptores manuales para iluminación no se deben instalar dentro de espacios para bañeras o duchas, a menos que se instalen como parte de un conjunto apto para bañeras o duchas. No se permiten interruptores manuales instalados en áreas mojadas tales como los lavamanos cuando éstos estén instalados a menos de 80 cm de la puerta de la zona de la ducha.
- k. Los cuartos de baño de áreas sociales en viviendas se exceptúan de la instalación de tomacorrientes cercano al lavamanos, siempre que en este recinto no se utilicen equipos eléctricos a más de 25 V, distintos al sistema fijo de iluminación del cuarto y los demás cuartos de baño de la vivienda cuenten con tomacorriente con protección de falla a tierra.
- l. Las instalaciones eléctricas de las unidades de vivienda, de área construida menor a 50 m<sup>2</sup> y capacidad instalable no mayor a 7 kVA, deben ser construidas mínimo con los siguientes circuitos:

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

1. Un circuito para pequeños artefactos de cocina, despensa y comedor, de capacidad no menor a 20 A, a este circuito se le puede incorporar la carga del cuarto de baño.
  2. Un circuito para conexión de plancha y lavadora de ropa, de capacidad no menor a 20 A.
  3. Un circuito para iluminación y tomacorrientes de uso general en el resto de la vivienda, de capacidad no menor a 20 A.
- m. Todas las instalaciones de uso final tipo residencial, localizadas en alturas por encima de 1500 msnm, deben disponer de un circuito exclusivo para ducha eléctrica, a menos que en el momento de demostrar la conformidad con el RETIE, se pueda evidenciar que el cuarto de baño dispone de otro medio para el calentamiento del agua para el aseo personal.
- n. En los circuitos de alimentación de tomacorrientes en la zona de la cocina, se debe dimensionar los circuitos con objeto que en dicha área se tenga la capacidad suficiente para la instalación de mínimo una estufa eléctrica.
- o. En dormitorios con área menor o igual a 9 m<sup>2</sup> se podrá aceptar que se disponga de sólo dos tomacorrientes dobles, siempre que estén ubicados en paredes opuestas. En el resto de la vivienda se debe atender lo establecido en la sección 210.52 de la NTC 2050 segunda actualización, teniendo en cuenta las excepciones de movilidad.
- p. Los productos que se encuentren incluidos en la tabla 2.1.2.1 a del libro 2 que se incorporen o hagan parte de los sistemas de alambrados prefabricados, los muebles y divisiones de oficinas prealambrados, deben demostrar la conformidad mediante alguna de las alternativas indicadas en el numeral 4.2.1 del libro 4, lo cual deberá verificarse en el proceso de inspección.

**Parágrafo:** Las viviendas y edificaciones prefabricadas deben cumplir lo establecido en el presente artículo.

### **Artículo 3.28.2. Instalaciones provisionales**

Para efectos de cumplimiento del RETIE, se entenderá como instalación provisional aquella que se construye para suministrar el servicio de energía a un proyecto en construcción, con un tiempo de vigencia hasta la energización definitiva; para el suministro temporal de energía para pruebas con fines de certificación, montajes de equipos, demoliciones y proyectos de investigación tales como pruebas sísmicas o perforaciones exploratorias o instalaciones transitorias como ferias, espectáculos, apartamentos modelo o instalaciones de emergencia. La condición de provisionalidad se otorgará para periodos no mayores a seis meses (prorrogables según el criterio del operador de red o quien preste el servicio, previa solicitud del usuario). El operador de red y en general quien preste el servicio provisional debe suspender el suministro de energía de la instalación provisional, cuando la instalación presente alto riesgo o en la operación se apliquen prácticas inseguras, que pongan en peligro inminente la salud o la vida de las personas, el medio ambiente o los bienes físicos conexos a la instalación.

La instalación provisional debe cumplir los criterios de instalación que le apliquen de acuerdo con lo establecido en el presente Reglamento y los siguientes requisitos:

- a. Los productos utilizados en instalaciones provisionales deben contar con certificado de conformidad con el presente Reglamento.
- b. La alimentación de la instalación provisional debe hacerse a través de un tablero o sistema de distribución, con la protección de sobrecorriente y protección de falla a tierra, excepto para los equipos que no lo permitan porque la protección diferencial puede causar mayor riesgo, dicha protección debe estar adecuadamente dimensionada para las necesidades de carga y cableado de la instalación.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- c. El servicio de energía a instalaciones provisionales debe estar condicionado a que una persona competente presente ante el operador de red, un esquema constructivo de la instalación y un procedimiento escrito de control de los riesgos eléctricos de esta instalación; dicha persona será responsable del cumplimiento de este directamente o en cabeza de otra persona competente. El procedimiento, el esquema constructivo, y el nombre y número de matrícula profesional responsable, debe estar a disposición de las autoridades competentes.
- d. Por su carácter transitorio y las continuas modificaciones que presentan este tipo de instalaciones, no se requiere contar con la documentación establecida en el Libro 4 Demostración de la Conformidad con el RETIE, la cual se reemplaza por la documentación establecida en el literal c), suscrito por el personal competente responsable del cumplimiento, durante el tiempo de existencia de este tipo de instalación.
- e. En ningún caso la instalación provisional se debe dejar como definitiva, ni de la instalación provisional se debe prestar el servicio definitivo a usuarios finales, será responsabilidad del constructor de la instalación, el propietario y el operador de red que asignó el servicio, garantizar que el uso de esta sea exclusivamente de tipo provisional. Se exceptúan aquellas instalaciones presentadas ante el operador de red que tengan como función inicial la de una instalación provisional, pero que una vez finalizada la etapa de provisionalidad, y según su diseño en cumplimiento de los requisitos aplicables del Reglamento, puedan convertirse en instalaciones definitivas; esta condición debe ser verificada por el operador de red quien debe garantizar el cumplimiento de los requisitos aplicables a la instalación objeto de cumplimiento RETIE.
- f. Para las instalaciones eléctricas provisionales de ferias y espectáculos, las autoridades locales responsables de los eventos deben exigir y verificar que se cumplan los requisitos de seguridad en dichas instalaciones. El operador de red podrá suspender el servicio a aquellas instalaciones que presenten peligro inminente para las personas.
- g. Durante la construcción de una instalación provisional, se deben tener en cuenta los siguientes criterios técnicos:
  - 1. Todo circuito ramal debe tener una protección de sobrecorriente adecuadamente dimensionada para las necesidades de carga y cableado de la instalación, con el encerramiento apropiado contra contacto directo o indirecto de personas.
  - 2. No se permite la instalación directa en el piso de cables que puedan ser pisados por las personas, animales o vehículos a menos que estén certificados para trabajo pesado o extrapesado.
  - 3. No se permite el uso de tomacorrientes sin su caja correspondiente.
  - 4. Los conductores móviles deben ser tipo cable y con revestimiento para dicho uso.
- h. Las instalaciones provisionales que se alimenten desde una instalación de uso privado, previamente certificada y con energización definitiva, deben igualmente dar cumplimiento a lo establecido en los literales b) y c) del presente artículo.
- i. Las instalaciones de más de 600 V nominales se deben proteger con vallas, barreras u otro medio eficaz que evite el acceso a la misma de personal sin autorización y no competente.
- j. No se deben instalar tomacorrientes en circuitos ramales para alumbrado temporal.
- k. Los tomacorrientes utilizados para suministrar energía temporal al equipo utilizado por el personal durante la construcción, remodelación, mantenimiento y reparación de edificios, estructuras, equipos o en actividades similares, deben brindar protección para el personal por medio de interruptores de circuito por falla a tierra.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### **Artículo 3.28.3. Instalaciones especiales**

Se consideran instalaciones especiales aquellas que por estar localizadas en ambientes clasificados como peligrosos, en espacios con condiciones peligrosas o por alimentar equipos o sistemas vitales y estar dentro del grupo de uso I o II en zona de amenaza sísmica intermedia o alta, o del grupo de uso III y IV sin importar la zona de amenaza sísmica según el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10, presentan mayor probabilidad de riesgo que una instalación básica y por tanto requieren de medidas especiales para mitigar o eliminar tales riesgos, en consecuencia, deben cumplir los requisitos que les aplique de las instalaciones básicas (excepto lo modificado por el presente artículo), los requisitos que le apliquen del Reglamento NSR-10 y los siguientes:

- a. Las instalaciones especiales deben cumplir normas internacionales, de reconocimiento internacional o NTC que apliquen, tales como IEC 60079-0/14; IEC 60079-31; ANSI/NFPA 30; ANSI/NFPA 32; ANSI/NFPA 33; ANSI/NFPA 34; ANSI/NFPA 35; ANSI/NFPA 36; ANSI/NFPA 45; ANSI/NFPA 50<sup>a</sup>; ANSI/NFPA 50B; ANSI/NFPA 58; ANSI/NFPA 59; ANSI/NFPA 325; ANSI/NFPA 496; ANSI/NFPA 497; ANSI/NFPA 499; ANSI/NFPA 820; ANSI/NFPA 913; ANSI/UL 1203; ANSI/API 500; API RP 2003; API 545; ANSI/ISA-S12.10.
- b. Para verificar si un producto es el apropiado para las condiciones especiales, el inspector de la instalación debe comparar el alcance de la norma técnica en la cual se soporta el Certificado de Conformidad de Producto, con las condiciones especiales en las cuales operará la instalación.

#### **3.28.3.1 Instalaciones eléctricas en lugares clasificados como peligrosos**

En el entorno de las instalaciones eléctricas, se debe evitar que estén presentes materiales inflamables y combustibles tales como (gas, vapor, niebla o polvo) y aire (oxígeno) en condiciones y cantidades apropiadas para producir una mezcla explosiva.

Si no se puede garantizar esta condición, se deben tomar acciones especiales para controlar la energía de las fuentes de ignición.

En las áreas clasificadas como peligrosas o de alto riesgo se pueden generar atmósferas potencialmente inflamables o explosivas debido a las condiciones locales y operacionales, que permiten que continúe un proceso de combustión, después que tuvo lugar la ignición, por lo tanto, las instalaciones deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Debido a que, durante la elaboración, procesamiento, transporte y almacenamiento de sustancias inflamables, productos químicos y derivados del petróleo es inevitable que ocurran escapes que, en contacto con el oxígeno de la atmósfera, pueden producir mezclas de una concentración explosiva, los lugares donde se tenga presencia de una instalación o equipo eléctrico se deben clasificar. La clasificación se debe hacer dependiendo de las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables y los polvos o fibras combustibles que pueda haber en ellos y por la posibilidad de que se produzcan concentraciones o cantidades inflamables o combustibles, que se genere una atmósfera potencialmente explosiva. Cuando los únicos materiales utilizados o manipulados en estos lugares sean pirofóricos (materiales que se inflaman al contacto con el aire), estos lugares no deben ser clasificados.
- b. Para la clasificación del área se deben considerar al menos los siguientes factores:
  1. Temperatura ambiente.
  2. Presión barométrica.
  3. Humedad.
  4. Ventilación.
  5. Distancia a la fuente del gas o vapor.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

6. Características fisicoquímicas del producto manejado (densidad, presión, temperatura de evaporación mejor conocida como “flash point”, temperatura de ignición, límites de explosividad, etc.).
- c. Se deben considerar las fuentes de ignición o factores de riesgo, tales como:
1. Superficies calientes.
  2. Llamas.
  3. Gases y partículas calientes.
  4. Chispas de origen mecánico.
  5. Chispas y arcos de origen eléctrico.
  6. Corrientes eléctricas parásitas.
  7. Electricidad estática.
  8. Rayos.
  9. Ondas electromagnéticas.
  10. Radiaciones ionizantes.
  11. Ultrasonidos.
  12. Compresión adiabática y ondas de choque.
  13. Reacciones exotérmicas.
- d. Deben tenerse en cuenta los siguientes niveles de energía:
1. MIE “Minimum Ignition Energy” Mínima energía de ignición.
  2. MEIC “Most Easily Ignited Concentration” Concentración más fácilmente inflamable.
  3. LEL “Lower Explosive Limit” Límite inferior de explosividad o inflamabilidad.
  4. UEL “Upper Explosive Limit” Límite superior de explosividad o inflamabilidad.
- e. La clasificación de áreas debe hacerse de acuerdo con la metodología de IEC (Zonas) o la de NFPA (Clases, Divisiones), adicionalmente se debe tener en cuenta lo referente a grupos y códigos de temperatura, así:

Según IEC la clasificación se basa en zonas, así:

1. **La Zona 0**, abarca áreas, en las cuales exista la presencia de una atmósfera de gas inflamable de manera permanente o por períodos prolongados.
2. **La Zona 1**, abarca áreas, en las cuales se puede esperar que exista la presencia de una atmósfera de gas inflamable de manera ocasional o poco frecuente.
3. **La Zona 2**, abarca áreas, en las cuales sólo puede esperarse la presencia de una atmósfera de gas inflamable de manera muy poco frecuente o de atmósfera inflamable constituida por una mezcla de aire con sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla y si ella se genera, existirá únicamente por períodos breves.
4. **La Zona 20**, abarca áreas, en las cuales exista la presencia de polvos combustibles o fibras inflamables de manera permanente o por períodos prolongados.
5. **La Zona 21**, abarca áreas, en las cuales se puede esperar que exista la presencia de polvos combustibles o fibras inflamables de manera ocasional o poco frecuente.
6. **La Zona 22**, abarca áreas, en las cuales sólo puede esperarse la presencia de polvos combustibles o fibras inflamables de manera muy poco frecuente o de atmósfera inflamable constituida por una mezcla de aire con sustancias inflamables en polvo y si ella se genera, existirá únicamente por períodos breves.

IEC también tiene especificadas zonas para lugares destinados al cuidado de la salud, zonas para polvos y fibras combustibles y una clasificación independiente para la minería subterránea.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

En el sistema de clasificación por zonas, existen tres grupos para gases y vapores:

1. Grupo IIC para Hidrógeno y Acetileno
2. Grupo IIB para Acetaldehído y Etileno
3. Grupo IIA Para Metano, Gasolina y Propano

Y tres grupos para polvos y fibras combustibles:

1. Grupo IIIA Fibras combustibles
2. Grupo IIIB Polvos combustibles y a base de carbono
3. Grupo IIIC Polvos conductivos

Según la NFPA las **clases** están asociadas al tipo o forma de sustancias existentes en el ambiente:

1. Clase I: Gases, vapores y líquidos inflamables.
2. Clase II: Polvos combustibles.
3. Clase III: Fibras y partículas combustibles.

La división hace referencia a la frecuencia que en un sitio puede estar presente en el aire gases o vapores inflamables, polvos o fibras combustibles, en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables en:

1. División 1: Condiciones normales de Operación o de Mantenimiento.
2. División 2: operación anormal, o lugar adyacente a División 1.

Los grupos, se refieren a clasificaciones más precisas por el poder inflamable o explosivo y límites de explosividad de los materiales, así:

1. Para Clase I: son divididos en los siguientes cuatro grupos: A, B, C y D, cuyos materiales más representativos son: Acetileno, Hidrógeno, Etileno y Propano respectivamente.
2. Para Clase II, solo en División 1, se clasifica en tres grupos: E Metales, F Carbón y G granos orgánicos.
3. Para la Clase III, no hay clasificación por grupos.

Similar al método de clasificación por Clases o áreas peligrosas, el método de las Zonas también agrupa a los gases o vapores peligrosos y se apoya con las características de esos gases o vapores.

- f. Código de temperatura. Tanto en el método de las Clases como el de las Zonas, se requiere que los equipos a utilizar en áreas clasificadas estén marcados con la clase de temperatura superficial máxima de operación, que en ningún caso deben ser superior al 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor presente.
- g. Para su clasificación, cada lugar, local, sección o área se debe considerar individualmente, incluyendo la incidencia sobre el área a clasificar de las zonas adyacentes. Los equipos deben estar contruidos e instalados de manera que garanticen un funcionamiento seguro en condiciones adecuadas de uso y mantenimiento. Cada proceso industrial se debe clasificar separadamente, usando sólo uno de los métodos indicados, sin mezclarlos en el mismo proceso y sin que se pueda traslapar las áreas clasificadas entre los dos métodos.
- h. Las estaciones de servicio que suministran gasolina y/o gas natural vehicular deben contar con los planos de clasificación de áreas actualizados, en concordancia con la Resolución 40405 de 24 de diciembre de 2020 emitida por el Ministerio de Minas y Energía y sus modificaciones.
- i. Las instalaciones que cuenten con áreas clasificadas, deben tener disponibles y vigentes los planos de clasificación de áreas de la instalación, los cuales hacen parte del estudio de clasificación de áreas y deben ser elaborados y firmados por un

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

ingeniero experto en áreas clasificadas; los planos de clasificación deben mostrar entre otros, las distancias o cotas de los sitios clasificados incluyendo las alturas; estos son documentos de seguridad muy importantes en los cuales debe basarse el diseñador de la instalaciones eléctricas de dichas áreas. Estos planos deben estar disponibles con las memorias de cálculo del estudio realizado para clasificar estos riesgos de explosión.

- j. La clasificación es activa, es decir que debe permanecer actualizada cada vez que se modifiquen procesos o magnitudes de producción, o cada vez que los usuarios midan atmósferas inflamables o combustibles por fuera de los sitios ya clasificados.
- k. Los equipos eléctricos instalados en áreas peligrosas deben estar certificados para los parámetros de la clasificación del área correspondiente, deben estar rotulados y cumplir con los requisitos de una norma internacional, de reconocimiento internacional o NTC aplicada al producto para uso en esas condiciones.
- l. Se aceptan dos metodologías de control del riesgo: Aquellas que evitan la atmósfera inflamable o combustible, sustituyendo la sustancia inflamable o combustible por otra, limitando su concentración, inertizado o propiciando la ventilación adecuada, o las que limitan los efectos de la explosión, haciendo que los elementos constructivos la lleven a niveles aceptables; debe aplicar una de estas dos metodologías para controlar el riesgo. Algunas de las técnicas de protección aceptadas son:
  - 1. Equipos a prueba de explosión. Contienen la explosión y permiten que los gases se enfríen y escapen de la envoltura a través de las juntas roscadas, juntas planas o juntas dentadas. Estas envolturas metálicas están taladradas y roscadas para el uso de tubería metálica o conectores tipo glándula.
  - 2. Seguridad Intrínseca. Un tipo de protección en el que el aparato eléctrico contiene circuitos que no tienen posibilidad de provocar una explosión en la atmósfera circundante. Un circuito o una parte de un circuito tienen seguridad intrínseca, cuando alguna chispa o efecto térmico en este circuito, producidos en las condiciones de operación normal o de falla, no puede ocasionar una ignición.
  - 3. Seguridad aumentada. Este tipo de protección es usado para aparatos eléctricos que, bajo condiciones normales de operación, no forman una ignición. Aparatos que producen arcos o chispas durante su operación normal o aparatos que generen calor “excesivo” no son apropiados en este tipo de protección. Por esta razón este tipo de protección no es usada en equipos como un interruptor, estaciones de arranque-paro o motores.
  - 4. Equipo antideflagrante. Un tipo de protección en el que las partes, que pueden encender una atmósfera inflamable o combustible, son colocadas en una caja herméticamente sellada, la cual puede resistir la presión generada durante una detonación interna de una mezcla inflamable o combustible y que evita la propagación de la explosión a las atmósferas inflamable o combustible que rodean la caja. La transmisión de la explosión al entorno atmosférico circundante esta prevenida.
  - 5. Presurización. Un tipo de protección en el que se evita el ingreso de una atmósfera circundante en la caja del equipo eléctrico, manteniendo en el interior de la mencionada caja un gas protector (aire, gas inerte u otro gas apropiado) a una mayor presión que la de la atmósfera circundante.
  - 6. Inmersión en Aceite. Un tipo de protección en el que el equipo eléctrico o una parte de él es sumergido en aceite de manera tal que una atmósfera inflamable, que puede generarse arriba del aceite o afuera de la caja protectora no pueda encenderse.
  - 7. Relleno de polvo. Un tipo de protección en el que la cubierta del equipo eléctrico está rellena de un material en estado de gránulos finos de modo que, en las previstas condiciones de operación, cualquier arco que se produzca dentro de la caja del equipo no encenderá la atmósfera circundante.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

8. Moldeado. Un tipo de protección en el que las partes que pueden encender una atmósfera inflamable o combustible, son encerradas dentro una resina, con resistencia efectiva a las influencias ambientales, de modo que esta atmósfera no pueda ser encendida por chispas o calentamiento, que pudieran generarse dentro del encapsulado.

También son válidos los sistemas de detección de gas combustible y los equipos a prueba de ignición de polvos.

- m. Los productos eléctricos seleccionados para operar en un ambiente clasificado como peligroso, deben estar diseñados y manufacturados para un uso seguro, con la adecuada instalación y mantenimiento y deben demostrar tal condición mediante un certificado de producto, donde señale la aplicación para la cual está certificado y la norma que le aplica. Debe tenerse presente que frecuentemente se pueden ubicar la mayor parte de los equipos en lugares menos peligrosos o no peligrosos, con lo que se reduce el número de equipos especiales necesarios.
- n. En la selección de los equipos, estos deben ser aprobados no solo para la Clase, División (o Zona), Grupo y Clasificación (Código) de Temperatura del lugar, sino también con base en las propiedades inflamables o combustibles del gas, vapor, polvos, fibras o partículas que están presentes. Adicionalmente, se debe considerar el calor que producen los equipos; los cuales no deben operar con temperaturas por arriba de la señalada por el productor, ya que pudiera ser potencialmente una fuente de ignición.
- o. El equipo eléctrico debe seleccionarse de tal modo que se asegure, que la Clase Térmica indicada en los equipos, no exceda la temperatura de ignición de la sustancia inflamable o combustible existente en el sitio donde está instalado.
- p. Las conexiones equipotenciales se deben hacer mediante accesorios u otros medios adecuados para ese propósito. Como medio de conexión equipotencial no se debe depender del contacto de las boquillas del tipo con contratuerca o con doble contratuerca. Los medios para conexiones equipotenciales se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, armarios, etc. involucrados entre los lugares Clase I, II o III y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida, o de un sistema derivado independiente. Cuando se utilice tubo metálico flexible o tubo metálico flexible hermético a los líquidos y se empleen esos tubos como el único medio de puesta a tierra de los equipos, se deben instalar puentes equipotenciales internos garantizando la interconexión entre los tubos y que cumplan lo establecido en el Sección 250.28 de la NTC 2050 segunda actualización.
- q. Se permite el uso de bandejas portacable cuando estas alberguen conductores eléctricos del tipo PLTC, PLTC-ER, MC, MV, TC o TC-ER en áreas Clase I división 2, Clase II División 2, Clase III división 1 y 2, y en circuitos intrínsecamente seguros.
- r. La clasificación de áreas, el alambrado y la selección de equipos debe ser realizada por un ingeniero competente en estos procedimientos, demostrable con experiencia certificada. Todas las áreas designadas como lugares peligrosos deben estar adecuadamente documentadas. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados a diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

### **3.28.3.2 Instituciones de asistencia médica**

El objetivo primordial de este apartado es la protección de los pacientes y demás personas que laboren o visiten los inmuebles destinados para asistencia médica, reduciendo al mínimo los riesgos eléctricos que puedan producir electrocución o quemaduras en las personas e incendios y explosiones en las áreas médicas.

La importancia de este tipo de instalación entre otras cosas, radica en que los pacientes en áreas críticas pueden sufrir electrocución con corrientes del orden de microamperios,

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

que pueden no ser detectadas ni medidas, especialmente cuando se conecta un conductor eléctrico directamente al músculo cardíaco del paciente, por lo que es necesario extremar las medidas de seguridad.

- a. Los requisitos para este tipo de instalación, aplican tanto a las partes de las áreas dedicadas exclusivamente a la asistencia médica de pacientes, como las dedicadas a otros propósitos en cuyo interior funcione al menos un área para el diagnóstico y cuidado de la salud (tratamiento o procedimiento) del paciente, sea de manera permanente o ambulatoria; igualmente aplica a clínicas odontológicas, centros de salud y en general aquellos lugares en donde el paciente sea o pueda ser sometido a procesos invasivos con equipos electromédicos. Estas instalaciones deben cumplir los requisitos generales de las instalaciones de uso final que les aplique y los siguientes requisitos de carácter específico: En los laboratorios, salas de aislamiento/infecciones aerógenas, salas con protección de ambiente, áreas de medicina nuclear donde se usa material radioactivo y en general aquellos lugares donde sea indispensable la circulación del aire, se debe instalar un sistema de extracción con suficiente ventilación, para evacuar los gases, vapores, humos u otros como el óxido de etileno (elemento inflamable y tóxico); se deben tener en cuenta las características de los gases y los posibles riesgos de explosión.
- b. Las clínicas, hospitales, centros de atención con enfermeras, centros de cuidados generales (Categoría 2) y otras instalaciones para asistencia médica que presten servicios críticos (Categoría 1), deben contar con dos fuentes de alimentación independientes y deben disponer de una o más transferencias automáticas que permitan alimentar el sistema eléctrico esencial a través de cualquiera de las dos fuentes.
- c. En hospitales y clínicas debe instalarse una fuente alterna de suministro de energía eléctrica que entre en operación dentro de los 10 s siguientes al corte de energía del sistema normal. Además, debe proveerse un sistema de transferencia automática con interruptor de conmutador de red “by pass” que permita, en caso de falla, la conmutación de la carga eléctrica al sistema normal. En las cargas del sistema eléctrico esencial, cada circuito ramal debe tener uno más conmutadores de transferencia, a excepción de lo indicado en los numerales 517.31 (B) y 517.42 (B) de la NTC 2050 Segunda Actualización.
- d. En las áreas para cuidados críticos, donde la continuidad del servicio de energía es esencial para conservar la vida, debe instalarse un sistema ininterrumpido de potencia en línea para los equipos eléctricos de asistencia vital, de control de gases medicinales y de comunicaciones. El circuito alimentador de estas áreas no debe tener una variación de tensión superior a  $\pm 3\%$  y debe contar con protección en cascada contra sobretensiones y los elementos de protección deben ser de tipo extraíble o desenchufable, para garantizar un fácil reemplazo en caso de falla.
- e. En las áreas para cuidados críticos, es decir en quirófanos, salas de cirugía o de neonatología, unidades de cuidados intensivos, unidades de cuidados especiales, unidades de cuidados coronarios, salas de partos, laboratorios de cateterismo cardíaco o laboratorios angiográficos, salas de procedimientos intracardíacos, así como en áreas donde se manejen anestésicos inflamables (áreas peligrosas) o donde el paciente esté conectado a equipos que puedan introducir corrientes de fuga en su cuerpo y en otras áreas críticas, debe proveerse un sistema de potencia aislado o no puesto a tierra denominado IT aplicable a transformadores de aislamiento, monitor de aislamiento y tablero de aislamiento, los cuales deben dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 2.3.27.2 del Libro 2 del presente Reglamento; éstos deben conectarse a los circuitos derivados exclusivos del área crítica, que deben ser construidos con conductores eléctricos de muy bajas corrientes de fuga. Para minimizar el tiempo de búsqueda de una zona de la instalación eléctrica con pérdida de aislamiento se recomienda el uso de dispositivos que permitan localizar las fallas a tierra.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- f. En las áreas húmedas donde la interrupción de corriente eléctrica bajo condiciones de falla pueda ser admitida, como en piscinas, baños y tinas terapéuticas, debe instalarse interruptores diferenciales de falla a tierra para la protección de las personas contra electrocución, así como junto a los lavamanos, independientemente de que estos se encuentren o no dentro de un baño. En caso de que el corte no sea admitido la instalación debe estar alimentada a través de un sistema de potencia aislado.
- g. Con el fin de prevenir que la electricidad estática produzca chispas que generen explosión, en las áreas médicas donde se utilicen anestésicos inflamables, en las cámaras hiperbáricas o donde aplique, debe instalarse un piso conductivo. Los equipos eléctricos no podrán fijarse a menos de 1,52 m sobre el piso terminado (a no ser que sean a prueba de explosión) y el personal médico debe usar calzado conductivo.
- h. Se debe instalar piso conductivo en los lugares donde se almacenen anestésicos inflamables o agentes desinfectantes volátiles inflamables. En estos lugares, todo equipo eléctrico a usarse a cualquier altura debe ser a prueba de explosión. Este requerimiento no aplica para cuartos donde se almacenen exclusivamente productos de limpieza de las locaciones.
- i. En todas las áreas para cuidado de pacientes, para dar protección contra electrocución, los tomacorrientes y equipos eléctricos fijos deben estar conectados a un sistema de puesta a tierra redundante, conformado por:
  - 1. Un conductor de cobre aislado debidamente calculado, instalado junto con los conductores de suministro del circuito derivado (circuito ramal) correspondiente y conectado tanto al terminal de tierra del tomacorriente como al punto de tierra del panel de distribución.
  - 2. Una canalización metálica o un cable ensamblado con forro o armadura metálica que aloje en su interior al circuito derivado mencionado y conectada en ambos extremos al terminal de tierra. Tanto la canalización como el cable ensamblado deben calificar como un conductor de puesta a tierra de equipos, (no se admiten canalizaciones no metálicas).
- j. Las canalizaciones del sistema eléctrico esencial, que estén empotradas en no menos de 50 mm de concreto, se les permite la utilización de tubos (conduit) de PVC Schedule 40, canalizaciones no metálicas flexibles o metálicas con cubierta, o ensambles de cables metálicos con cubiertas para su instalación en concreto. Se permite el uso de canalizaciones metálicas no flexibles, cables del tipo, MI, tubos (conduit) de tipo RTRC rotulados con el sufijo -XW o tubo (conduit) de PVC Schedule 80 para instalación a la vista o expuesta. Las canalizaciones no metálicas no se deben usar para circuitos ramales que alimentan áreas para cuidado de pacientes.
- k. Los tableros o paneles de distribución de los sistemas normal y esencial que alimenten la misma cama del paciente, deben conectarse equipotencialmente entre sí mediante un conductor de cobre aislado de calibre no menor al 10 AWG. Los tableros principales de distribución y transferencia deben prever mecanismos de servicio rápido en caso de falla, como por ejemplo incorporar módulos extraíbles o componentes enchufables.
- l. En sala de cirugía y áreas de cuidados críticos, la longitud de los conductores y la calidad de su aislamiento debe ser tal que no genere corrientes de fuga mayores a 10  $\mu$ A y tensiones capaces de producir corrientes en el paciente mayores a 10 mA, considerando que la resistencia promedio del cuerpo humano con piel abierta es de 500  $\Omega$ . Los conductores de los sistemas normal, esencial y aislado no puesto a tierra, no podrán compartir las mismas canalizaciones.
- m. En ninguna circunstancia se podrán utilizar extensiones eléctricas en salas de cirugía o en áreas de cuidados críticos.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- n. Los tomacorrientes que alimenten áreas de pacientes generales o críticos deben diseñarse para alimentar el máximo número de equipos que necesiten operar simultáneamente y deben derivarse desde al menos dos fuentes de energía diferentes o desde la fuente de energía de suplencia (planta de emergencia) mediante mínimo dos transferencias automáticas. Dichos tomacorrientes deben contar con conector de polo a tierra del tipo grado hospitalario.
- o. En áreas donde se ubiquen camas de pacientes generales, debe instalarse un mínimo de ocho tomacorrientes de los cuales al menos uno ubicado en el área de cada cama debe estar conectado al ramal crítico, todos conectados a tierra mediante un conductor de cobre aislado.
- p. En áreas donde se ubiquen camas de pacientes críticos, debe instalarse un mínimo de catorce tomacorrientes, de los cuales al menos uno debe estar conectado al ramal del sistema normal, exigido en el artículo 517.19(A) de la NTC 2050 Segunda Actualización, o a un circuito ramal crítico alimentado por un interruptor de transferencia diferente del de los otros tomacorrientes en la misma área de ubicación de la cama del paciente, todos conectados a tierra mediante un conductor de cobre aislado.
- q. En quirófanos se deben instalar un mínimo de 36 tomacorrientes, divididos por lo menos entre dos circuitos ramales. Mínimo 12 y máximo 24 tomacorrientes, deben estar conectados al ramal del sistema normal o a un circuito ramal crítico alimentado por un interruptor de transferencia diferente del de los otros tomacorrientes, en el mismo lugar.
- r. En áreas psiquiátricas no debe haber tomacorrientes.
- s. En áreas pediátricas los tomacorrientes de 125 V de 15 o 20 A, deben ser del tipo a prueba de manipulación o abuso “tamper resistant”.
- t. Todos los tomacorrientes del sistema de emergencia deben ser tipo hospitalario, de color rojo y estar plenamente identificados con el número del circuito derivado y el nombre del tablero de distribución correspondiente. No se permite el uso de tomacorrientes con terminal de tierra aislada (triángulo naranja) en instalaciones en áreas para cuidado de pacientes.
- u. No se deben utilizar los interruptores automáticos, como control de encendido y apagado de la iluminación en un centro de atención hospitalaria.
- v. En áreas donde se utilicen duchas eléctricas, estas deberán instalarse de acuerdo con lo establecido en el artículo 3.17.15 del presente Libro.
- w. En el ramal vital, es decir, el subsistema de un sistema de emergencia, se deben incluir las puertas operadas automáticamente usadas en las salidas de los edificios.
- x. Los conductores de los circuitos aislados se deben identificar con el siguiente código de colores:
  - 1. Conductor aislado Nro. 1: naranja con por lo menos una banda de color distintivo que no sea blanca, verde ni gris a lo largo de toda la longitud del conductor.
  - 2. Conductor separado Nro. 2: marrón con por lo menos una banda de color distintivo que no sea blanca, verde ni gris a lo largo de toda la longitud del conductor.
  - 3. Para sistemas trifásicos el tercer conductor debe ser amarillo con por lo menos una banda de color distintivo que no sea blanca, verde ni gris a lo largo de toda la longitud del conductor. Cuando los conductores del circuito aislado alimenten tomacorrientes monofásicos, el conductor naranja se debe conectar al terminal del tomacorriente destinado para el conductor puesto a tierra.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- y. La instalación eléctrica de los equipos de rayos X, que hacen parte de una institución de asistencia médica, deben cumplir los requisitos establecidos en el numeral 3.28.4.3. literales a), c), d), g) y h) del presente Libro y los siguientes:
1. Los equipos móviles o portátiles de rayos X, pueden conectarse a través de una clavija con un cable o cordón de tipo pesado o extrapesado, siempre y cuando sean de tensión nominal de 120 V y corriente igual o inferior a 30 A.
  2. El dimensionamiento de los conductores de alimentación y circuitos ramales, se deben realizar teniendo en cuenta los criterios establecidos en el artículo de diseño del presente Reglamento.
- z. El diseño, construcción, pruebas de puesta en servicio, funcionamiento y mantenimiento, debe encargarse a profesionales especializados y deben seguirse las normas exclusivas para dichas instalaciones.

**Parágrafo 1:** Este numeral no les aplica a clínicas veterinarias, para este tipo de instalaciones el diseñador debe hacer el análisis de riesgo pertinente y cumplir los requisitos de instalaciones de uso final incluyendo sus instalaciones asociadas incluidas en el presente Reglamento.

**Parágrafo 2:** A los consultorios médicos, dedicados exclusivamente a consultas de pacientes, en los que no se atienden urgencias, no se realizan tratamientos, ni procedimientos, los pacientes no son sometidos a procesos invasivos con equipos electromédicos, no tienen uso de laboratorio, no cuenta con área de cuidados críticos ni áreas de cirugía, no les aplicaría este numeral, este tipo de instalaciones deben dar cumplimiento a los requisitos aplicables de instalaciones de uso final básico.

### **3.28.3.3 Instalaciones en sitios con alta concentración de personas y sitios de reuniones públicas**

A continuación se indican los requisitos aplicables a instalaciones en sitios con alta concentración de personas y sitios de reuniones públicas:

#### **3.28.3.3.1 Sitios con alta concentración de personas**

Estas instalaciones deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Deben proveerse con un sistema de potencia de emergencia, destinados a suministrar automáticamente energía eléctrica dentro de los 10 s siguientes al corte, a los sistemas de alumbrado y fuerza para áreas y equipos previamente definidos, y en caso de falla del sistema destinado a alimentar circuitos esenciales para la seguridad y la vida humana.
- b. Los sistemas de emergencia deben suministrar energía a las señales de salida, la ventilación, alarma contra incendio, bombas contra incendio, ascensores, sistemas de comunicación, procesos industriales y demás sistemas en los que la interrupción del suministro eléctrico puede producir serios peligros para la seguridad de la vida humana. En los sitios donde se requiera la fuente de respaldo de energía, el sistema debe proveer autonomía por lo menos 90 min a plena carga, sin que la tensión baje del 87,5% de su valor nominal. Cuando el sistema de emergencia utilice grupos de baterías de acumuladores, estos deben proveerse con cargador automático.

Cuando se use grupo electrógeno, en el cuarto debe disponerse de tomacorrientes para el precalentado, el cargador de baterías y para cualquier otro uso necesario.

- c. Las subestaciones para el servicio de sitios con alta concentración de personas o donde el fuego producido por el aceite mineral de transformadores se pueda propagar en todo el edificio, no deben tener transformadores con aislamiento en aceite mineral, a menos que estén confinados en una bóveda con resistencia al

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

fuego mínimo de 3 h. Para la instalación de transformadores aislados con líquidos de alto punto de combustión (mayor a 300 °C) se permite que la bóveda soporte el fuego por mínimo 1 h.

- d. Las instalaciones eléctricas deben ser operadas y mantenidas por personas competentes, quienes deben garantizar que la instalación en ningún caso genere un peligro inminente y se debe dejar registros del mantenimiento.
- e. El alambrado en sitios de alta concentración de personas debe ser mediante canalizaciones metálicas, canalizaciones metálicas flexibles, cables de los Tipos MI, MC, AC o canalizaciones no metálicas las cuales deben estar embebidas en concreto a una profundidad no inferior a 50 mm. El método de alambrado debe calificar como conductor de puesta a tierra de equipos, o debe tener un conductor aislado de puesta a tierra de equipos, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250.122 de la norma NTC 2050 segunda actualización.
- f. Se deben utilizar conductores eléctricos con aislamiento o recubrimiento libre de halógenos, según los requisitos de producto establecidos en el numeral 2.3.10.2. del Libro 2 de Productos del RETIE, incluyendo los conductores eléctricos utilizados en pasillos y rutas de evacuación asociadas a la instalación de alta concentración de personas.

#### **3.28.3.3.2 Sitios de reuniones públicas**

Estas instalaciones deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Deben proveerse con un sistema de potencia de emergencia, destinados a suministrar automáticamente energía eléctrica dentro de los 10 s siguientes al corte, a los sistemas de alumbrado y fuerza para áreas y equipos previamente definidos, y en caso de falla del sistema destinado a alimentar circuitos esenciales para la seguridad y la vida humana.
- b. Los sistemas de emergencia deben suministrar energía a las señales de salida, la ventilación, alarma contra incendio, bombas contra incendio, ascensores, sistemas de comunicación, procesos industriales y demás sistemas en los que la interrupción del suministro eléctrico puede producir serios peligros para la seguridad de la vida humana. En los sitios donde se requiera la fuente de respaldo de energía, el sistema debe proveer autonomía por lo menos 90 min a plena carga, sin que la tensión baje del 87,5% de su valor nominal. Cuando el sistema de emergencia utilice grupos de baterías de acumuladores, estos deben proveerse con cargador automático.
- c. Cuando se use grupo electrógeno, en el cuarto debe disponerse de tomacorrientes para el precalentado, el cargador de baterías y para cualquier otro uso necesario.
- d. Las subestaciones para el servicio de sitios de reuniones públicas donde el fuego producido por el aceite mineral de transformadores se pueda propagar en todo el edificio, no deben tener transformadores con aislamiento en aceite mineral, a menos que estén confinados en una bóveda con resistencia al fuego mínimo de 3 h. Para la instalación de transformadores aislados con líquidos de alto punto de combustión (mayor a 300 °C) se permite que la bóveda soporte el fuego por mínimo 1 h.
- e. Las instalaciones eléctricas deben ser operadas y mantenidas por personas competentes, quienes deben garantizar que la instalación en ningún caso genere un peligro inminente y se debe dejar registros del mantenimiento.
- f. En sitios de reuniones públicas se deben implementar los métodos de alambrado de la sección 518 de la NTC 2050 segunda actualización.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

#### **3.28.3.4 Edificios para usos agrícolas o pecuarios**

Las instalaciones eléctricas en edificaciones con alto contenido de humedad, gases inflamables, polvo, polvo con agua o atmósferas corrosivas, como las presentes en establos, granjas agrícolas, avícolas o piscícolas, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Se deben instalar planos equipotenciales en áreas interiores de confinamiento con pisos de concreto, o en áreas exteriores en baldosas de concreto, donde se ubica equipo metálico que se pueda energizar y sea accesible a los animales, dicho plano debe estar conectado equipotencialmente al sistema de puesta a tierra mediante un conductor sólido de cobre aislado, recubierto o desnudo de calibre no menor a 8 AWG.
- b. Los tomacorrientes que se ubiquen en áreas que tienen un plano equipotencial, en exteriores, en lugares mojados o húmedos o en áreas de confinamiento de suciedad de los animales, deben contar con protección con interruptor de circuito contra fallas a tierra.
- c. Los equipos, encerramientos de productos, cajas y conduletas para instalarse en ambientes con humedad, polvo, polvo con agua, gases inflamables o atmósferas corrosivas y deben ser certificados para uso en este tipo de ambientes.

#### **3.28.3.5 Casas flotantes y palafíticas**

Las instalaciones eléctricas de casas sometidas a inundaciones permanentes o periódicas que tengan una capacidad instalable mayor o igual a 10 kVA, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. La conexión de alimentación debe ser flexible, de modo que el movimiento del agua o cambios de nivel, no causen condiciones inseguras.
- b. Para la acometida se permite el uso de tubería metálica y no metálica del tipo flexible, o cables portátiles de uso extrapesado, aptos para lugares mojados y resistentes a la luz del sol.
- c. El conductor de puesta a tierra de equipos debe ser un conductor de cobre aislado conectado al terminal de puesta tierra del equipo de acometida.
- d. El terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida, debe estar puesto a tierra mediante la conexión de un conductor de puesta a tierra aislado, hasta un electrodo de puesta a tierra instalado en la orilla.
- e. El principal dispositivo de protección contra sobrecorriente que alimenta la estructura, debe tener protección contra fallas a tierra que no exceda 100 mA. Debe permitirse protección contra fallas a tierra de cada circuito individual o circuito alimentador como una alternativa adecuada.

#### **3.28.3.6. Viviendas móviles, vehículos recreativos, remolques estacionados**

- a. La fuente de alimentación para una casa móvil debe ser un ensamble alimentador que conste de máximo un cordón de alimentación para viviendas móviles, de 50 A, o un alimentador instalado en forma permanente, a no ser que estén construidas de acuerdo con los requisitos establecidos en la sección 550.32(B) de la NTC 2050 Segunda Actualización.
- b. La clavija de conexión debe ser de tres polos, tetrafilar, del tipo con polo a tierra, de 50 A nominales y 125/250 V, y el cordón debe estar marcado indicando “PARA USO CON CASAS MÓVILES”.

“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”

- c. El punto de entrada del ensamble alimentador a la casa móvil debe ser la parte exterior de la pared, del piso o del techo, y cuando el cordón de alimentación atraviese paredes o pisos, se debe proteger por medio de tubos (conduit) y pasacables o equivalentes.
- d. La longitud total del cordón de alimentación, medida desde uno de sus extremos, incluidas puntas desnudas, hasta la cara de la clavija de conexión, no debe ser inferior a 6,4 m ni exceder los 11 m.
- e. Cuando la carga calculada exceda los 50 A o se use un alimentador permanente, la alimentación se debe hacer mediante la instalación de un mástil con mufa para intemperie, instalada de acuerdo con el Artículo 230 de la NTC 2050 Segunda Actualización, o una canalización metálica o tubo (conduit) no metálico rígido, desde el medio de desconexión de la casa móvil hasta la parte inferior de la misma, con medios para la fijación a una caja de conexiones o accesorio adecuados a la canalización en la parte inferior de la casa móvil.
- f. Medios de desconexión y equipos de protección de circuitos ramales deber cumplir los requisitos establecidos en la sección 550.11 de la NTC 2050 Segunda Actualización.
- g. Los cables no metálicos ubicados a una distancia de 0,38 m del piso o menos, que estén expuestos, deben protegerse contra daños físicos mediante tableros de cubierta, tiras protectoras, o canalizaciones.
- h. Para los circuitos de iluminación, los interruptores no deben tener menos de 10 A de valor nominal para 120 a 125 V y en ningún caso menos de la carga conectada, en caso de motores u otras cargas se deben cumplir los requisitos establecidos en la sección 404.14 de la NTC 2050 Segunda Actualización.
- i. La puesta a tierra de las partes metálicas eléctricas y no eléctricas, se debe hacer mediante la conexión a un barraje de puesta a tierra del panel de distribución y se debe conectar a través del conductor aislado de color verde del cordón de alimentación o del alambrado del alimentador al barraje de puesta a tierra del equipo de entrada de la acometida, ubicado adyacente al lugar de la vivienda móvil o vehículo recreativo o remolque. Ni el chasis del vehículo ni el bastidor de ningún electrodoméstico se deben conectar al conductor del circuito puesto a tierra del vehículo. Donde el panel de distribución es el equipo de acometida, tal como lo permite la sección 550.32(B) de la NTC 2050 Segunda Actualización, los conductores del neutro y el barraje de puesta a tierra del equipo deben estar conectados.
- j. Los vehículos recreativos y remolques estacionados deben cumplir los requisitos establecidos en el Artículo 551 partes II y III de la NTC 2050 Segunda Actualización, cuando aplique.

#### **Artículo 3.28.4. Instalación de equipos especiales**

Para efectos del presente Reglamento, son considerados equipos especiales, las grúas colgantes y elevadores de carga, Ascensores, minicargas (*dumbwaiter*), escaleras mecánicas, andenes móviles (*moving walk*), plataformas elevadoras, salvaescaleras, equipos de rayos X, celdas electrolíticas, equipos de galvanoplastia, piscinas, fuentes e instalaciones similares y bombas contra incendios.

Las definiciones de los nombres y alcance de los equipos mencionados anteriormente, se toman como referencia de las definiciones del Capítulo 6 de la NTC 2050 Segunda Actualización para cada equipo específico.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

#### **3.28.4.1 Las grúas colgantes y elevadores de carga**

Las grúas colgantes, elevadores monorrieles, elevadores de carga en general y todo tipo de carrileras, deben cumplir mínimo los siguientes requisitos:

- a. Todos los conductores eléctricos utilizados para la alimentación de las grúas colgantes y elevadores de carga, deben estar protegidos por canalizaciones, a menos que se utilicen cables tipo AC, MC o MI.
- b. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, incluso los controles colgantes, deben estar conectadas equipotencialmente bien sea mediante conexiones mecánicas o puentes de conexión equipotencial
- c. No se debe considerar que las carcasas de troles y puentes estén puestas a tierra eléctricamente a través del puente, de las ruedas del trole y sus respectivos rieles, para tal efecto, se debe instalar un conductor separado de conexión equipotencial.
- d. La profundidad del espacio de trabajo frente al acceso a partes energizadas, debe ser mínimo de 0,75 m, y las puertas de los gabinetes deben poder abrir a 90° o por lo menos ser desmontables.
- e. Los conductores de los circuitos de control deben estar protegidos contra sobrecorriente, mediante dispositivos cuya corriente nominal o de ajuste sea de máximo el 300 % de la capacidad de corriente de los conductores de control, teniendo en cuenta las excepciones de la sección 610.53(A) o (B) de la NTC 2050 Segunda Actualización.
- f. Los alimentadores deben contar con una protección de sobrecorriente, considerando la suma de las corrientes nominales de placa de todas las cargas asociadas, aplicando los factores de demanda de la Tabla 610.14(E) de la NTC 2050 Segunda Actualización.

#### **3.28.4.2 Ascensores, escaleras y andenes móviles electromecánicos y rampas para el transporte de personas**

Las instalaciones eléctricas de ascensores para transporte vertical de personas, las escaleras electromecánicas y los andenes, rampas, bandas transportadoras de personas y salvaescaleras, entendiéndose y considerando cada uno de los equipos especiales anteriormente mencionados como un conjunto de la misma forma que una máquina y un equipo integrado, deben cumplir los siguientes requisitos de instalación:

- a. El cableado de control y de potencia deberá ser del tipo retardante a la llama.
- b. En el caso de ascensores contra incendios, de uso apto para la evacuación de ocupantes, se debe dar cumplimiento a los requisitos de instalación establecidos en la norma técnica NTC 2769-10 u otra equivalente.
- c. La instalación de los controladores, medios de desconexión y otros equipos eléctricos, deben cumplir con los espacios de trabajo establecidos en el Título 4 del presente Libro, salvo las excepciones establecidas en la sección 620 de la NTC 2050 segunda actualización. Adicionalmente la disposición física y ubicación de estos equipos debe cumplir las distancias de seguridad establecidas en el presente Reglamento.
- d. Los conductores eléctricos utilizados para la alimentación de los ascensores, escaleras y pasillos mecánicos, deben ser libres de halógenos.
- e. Las partes energizadas de los equipos eléctricos deben estar debidamente resguardadas, separadas o aisladas a fin de reducir la probabilidad de contacto

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

accidental con partes vivas, y los equipos se deben poder inspeccionar, ajustar, revisar o mantener estando energizados sin quitar esta protección.

- f. Los conductores y cables de fibra óptica ubicados en los pozos de los ascensores, en fosos de las escaleras mecánicas y andenes móviles (moving walk), en plataformas elevadoras y en los recorridos o vías de salvaescaleras, en los espacios de la maquinaria, en los espacios de control, en o sobre las cabinas, en los cuartos de control y cuartos de máquinas, sin incluir los cables móviles que conectan la cabina o el contrapeso con el cableado del pozo del ascensor, se deben instalar en tubo (conduit) metálico rígido, tubo (conduit) metálico intermedio, tuberías eléctricas metálicas del tipo EMT, tubo (conduit) rígido no metálico o canales (ducto) o mediante cables de los tipos MC, MI o AC.
- g. Se debe dejar un circuito ramal independiente para el alumbrado, tomacorrientes, fuente auxiliar de alumbrado y la ventilación de cada cabina de ascensor. El alumbrado exigido no se debe conectar al lado de carga de un interruptor de circuito contra fallas a tierra.
- h. En cada cuarto de máquinas o cuarto de control y espacio de maquinaria o espacio de control, debe proporcionarse como mínimo un tomacorriente doble monofásico a 125 V y 20 A, y el interruptor de alumbrado debe ubicarse de forma que se pueda accionar desde la puerta de acceso.
- i. El interruptor del alumbrado debe estar ubicado en el foso de modo que sea fácilmente accesible desde la puerta de acceso. El foso debe contar con mínimo un tomacorriente monofásico de 125 V y 20 A.
- j. Los tramos verticales de los canales (ductos) deben estar soportados firmemente a intervalos no mayores a 4,5 m y no deben tener más de una unión entre dos soportes. Las secciones consecutivas de canales (ducto) se deben unir firmemente, con el fin de formar una unión rígida.
- k. Debe permitirse unir los rieles del ascensor (los de la cabina y/o los del contrapeso) con los conductores de bajada del sistema de protección contra descargas atmosféricas. Dichos conductores no deben estar instalados dentro del pozo del ascensor. No se deben utilizar los rieles ni otros equipos existentes en el pozo del ascensor como conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas.
- l. Los conductores principales para la alimentación de potencia de los ascensores y minicargas (dumbwaiter), se deben instalar fuera del pozo del ascensor; excepcionalmente se permite instalarlos en el foso siempre y cuando no cuenten con ningún empalme o si los motores de accionamiento están ubicados dentro del mismo pozo o sobre la cabina o el contrapeso.
- m. Dado que se permite la instalación de cables flexibles al interior del pozo, la instalación segura de los mismos deberá tener en cuenta los criterios de la sección 620.41 de la NTC 2050 segunda actualización.
- n. Todos los tomacorrientes instalados en los fosos y pozos del ascensor, las cabinas de ascensores y minicargas (dumbwaiter) asociados con ascensores de torre de turbina eólica, en las plataformas o en las canalizaciones y espacios de maquinaria de las plataformas elevadoras y salvaescaleras y en el foso de las escaleras mecánicas y andenes móviles (moving walk), deben ser del tipo con interruptor de circuito contra fallas a tierra, o estar alimentados desde un interruptor diferencial; se incluyen aquellos instalados en los cuartos de máquinas, espacios de control y cuartos de control.
- o. Las canalizaciones metálicas y los cables de los tipos MC, MI o AC unidos a las cabinas de los ascensores, deben conectarse a las partes metálicas de la cabina que están unidas al conductor de puesta a tierra de equipos.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- p. Las carcasas de todos los motores, las máquinas elevadoras, controladores y encerramientos metálicos de todos los equipos eléctricos instalados sobre la cabina, dentro de ella o en el pozo del ascensor, deben estar conectados al sistema de puesta a tierra, según los requisitos establecidos en el presente Reglamento para tal fin.

**Parágrafo 1:** En el dictamen de inspección de la instalación eléctrica se debe dejar evidencia que el responsable de la instalación del ascensor efectuó las pruebas al equipo instalado confirmando que los resultados son satisfactorios, también se verificará que la instalación cuente con la declaración de cumplimiento del diseñador y del constructor. En el evento que el ascensor no se haya instalado ni esté funcionando a satisfacción, el organismo de inspección no deberá emitir dictamen de inspección hasta tanto no se tengan las pruebas del equipo funcionando correctamente.

### **3.28.4.3 Equipos de rayos X**

La instalación eléctrica de los equipos de rayos X de menos de 1 000 V, utilizados en aplicaciones industriales u otras que no sean médicas ni odontológicas deben cumplir mínimo los siguientes requisitos:

- a. Para equipos fijos y estacionarios de rayos X, alimentados de circuitos ramales de 30 A o menos, se permite la conexión a través de una clavija con un cable o cordón de tipo pesado o extrapesado.
- b. Los equipos móviles o portátiles de rayos X, pueden conectarse a través de una clavija con un cable o cordón de tipo pesado o extrapesado, sin importar su capacidad de corriente.
- c. Los equipos móviles o portátiles de rayos X, cuya capacidad de corriente sea inferior a 60 A, no necesitarán un circuito ramal individual.
- d. La alimentación debe contar con un medio de desconexión de capacidad mínima del 50% de la corriente necesaria para el régimen momentáneo, o de 100% necesaria para el régimen de larga duración; de estos dos, se debe escoger el que sea de mayor magnitud.
- e. Para el dimensionamiento de los conductores de alimentación y la protección de sobrecorriente, de un circuito de alimentación para 2 o más circuitos ramales que alimenten equipos de rayos X, se debe considerar el 100 % de la demanda nominal de régimen momentáneo, de los equipos de rayos X con mayor capacidad de corriente, más el 20 % del valor de régimen momentáneo de los demás equipos de rayos X.
- f. Para el dimensionamiento de los conductores de circuitos ramales y protección de sobrecorriente, se debe tener en cuenta el mismo criterio establecido en el literal c) del presente numeral.
- g. Todas las partes que funcionan a alta tensión, incluidos los tubos de rayos X, deben estar montadas dentro de encerramientos puestos a tierra.
- h. Las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos de rayos X y del equipo asociado (como los controles, mesas, soportes de los tubos de rayos X, tanques de los transformadores, cables blindados, cabezas de los tubos de rayos X, entre otros) deben estar puestos a tierra, según lo especificado en el Título 12 del presente Libro. Los equipos portátiles y móviles deben tener una clavija de conexión con polo a tierra.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

#### **3.28.4.4 Celdas electrolíticas**

Los componentes eléctricos y equipos accesorios de las celdas electrolíticas, líneas de celdas electrolíticas y de las fuentes de alimentación para los procesos de producción de aluminio, cadmio, flúor, cloro, cobre, peróxido de hidrógeno, magnesio, sodio, clorato de sodio y zinc, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Para las celdas que funcionen con corriente continua de más de 50V, se deben conectar al sistema de puesta a tierra, todos los encerramientos metálicos de los aparatos de alimentación, usando relés de protección o un conductor de calibre mínimo 2/0 AWG, u otro con una conductancia igual o mayor.
- b. Los racks y encerramientos de los equipos eléctricos portátiles utilizados en la zona de trabajo de la línea de celdas no se deben poner a tierra, salvo los casos en los que la tensión de la línea de celdas supere los 200 V c.c.
- c. Las celdas electrolíticas y líneas de celdas electrolíticas deben cumplir los requisitos para instalaciones de uso final que les aplique del capítulo 6 del presente Libro, salvo las excepciones planteadas en la sección 668.3 literal (C) de la norma NTC 2050 segunda actualización.

#### **3.28.4.5 Equipos de galvanoplastia**

La instalación de los componentes eléctricos y accesorios eléctricos de suministro de corriente y de control para procesos de galvanoplastia, anodizado, electro pulido y electro decapado, deben cumplir mínimo los siguientes requisitos:

- a. Los conductores del circuito ramal que alimentan a uno o más equipos de galvanoplastia, deben tener una capacidad de corriente no menor al 125 % del total de las cargas conectadas.
- b. Los conductores de c.c. deben estar protegidos contra sobrecorriente por medio de fusibles o interruptores automáticos de circuito y/o un dispositivo sensor de corriente que accione un medio de desconexión u otro medio certificado para el tipo de instalación.

#### **3.28.4.6 Piscinas, fuentes e instalaciones similares**

Como se señaló en el Libro 1 de disposiciones generales del RETIE, relacionado con la evaluación de riesgos eléctricos, la soportabilidad del cuerpo humano a la corriente eléctrica, con la piel mojada o sumergida es mucho menor que en condiciones de piel seca, por lo que se requiere que las instalaciones eléctricas en piscinas, jacuzzis, fuentes e instalaciones similares y en general en áreas mojadas, tengan incorporados los materiales y equipos adecuados para esa condición y la construcción de la instalación eléctrica y los montajes de los equipos sean ejecutados por personas competentes, Adicionalmente, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Las instalaciones de alumbrado dentro de la piscina, deben alimentarse desde un transformador de aislamiento cuyo circuito secundario no este puesto a tierra y no tenga una tensión superior a 12 V, con pantalla electrostática puesta a tierra entre los devanados, el cual debe estar certificado para este uso particular y su primario debe trabajar a una tensión menor o igual a 150 V. Igualmente, la instalación eléctrica del alumbrado de la piscina debe operar a una tensión máxima de 150 V, en ese caso se debe alimentar directamente desde un ramal protegido por un interruptor diferencial de falla a tierra.
- b. Todos los tomacorrientes monofásicos de 125 V, de 15 y 20 A, ubicados a una distancia máxima de 6 m de las paredes interiores de la piscina deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra. Para el caso de bañeras o jacuzzis, dicho requisito aplica para tomacorrientes ubicados a una

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

distancia máxima 3 m desde sus paredes interiores, incluyendo tomacorrientes de 30 A nominales.

- c. Los elementos de alumbrado, bombas sumergibles y otros equipos sumergibles, a menos que estén especificados para funcionar al límite de contacto de baja tensión o menos y estén alimentados por un transformador o fuente de alimentación que cumpla lo establecido en la sección 680.23 de la NTC 2050 segunda actualización, deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.
- d. No se debe permitir cableado subterráneo bajo las piscinas ni dentro de un área que se extiende hasta 1,5 m horizontalmente desde las paredes interiores de la piscina, a menos que este cableado sea necesario para alimentar los equipos de la piscina permitidos por este numeral.
- e. No se deben instalar equipos eléctricos en cuartos o fosos que no tengan un drenaje que impida la acumulación de agua durante el funcionamiento normal o mantenimiento de los filtros.
- f. Deben proporcionarse uno o más medios que desconecten simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra para todos los equipos de uso final que no sean de alumbrado. Cada medio debe ser fácilmente accesible y estar ubicado al alcance de la vista desde el equipo que se pretende desconectar; se debe ubicar a una distancia de no más de 1,5 m horizontalmente desde las paredes interiores de una piscina, jacuzzi, fuente o bañera térmica.
- g. En los ambientes descritos por la sección 680.14 literal (A), el alambrado de los circuitos se debe realizar mediante tubo metálico rígido, tubo metálico intermedio, tubo de cloruro de polivinilo y el tubo de resina termofija reforzada los cuales se consideran resistentes al ambiente corrosivo. En estos ambientes no se permite el uso de tubería en aluminio.
- h. Se debe realizar una conexión equipotencial al sistema de puesta tierra en los siguientes casos:
  - 1. **Cascos conductores de la piscina:** Se permite conectar el acero estructural siempre y cuando no esté encapsulado en materiales no conductores de electricidad o instalar una rejilla conductora de cobre.
  - 2. **Superficies del perímetro:** Se considera esta superficie como aquella que se prolonga 1 m horizontalmente desde las paredes de la piscina, incluyendo superficies sin pavimentar y otros tipos de pavimento. Las superficies separadas de la piscina por una pared permanente o un edificio de 1,5 m de altura o más, requerirán conexión equipotencial sólo en el lado de la piscina. Se permitirá la conexión del acero estructural siempre y cuando no esté encapsulado en materiales no conductores de electricidad o utilizar un conductor de cobre perimetral con calibre no menor a 8 AWG.
  - 3. **Componentes metálicos:** Todas las partes metálicas de la estructura de la piscina, incluso los refuerzos metálicos y acero estructural.
  - 4. **Alumbrado subacuático:** Todos los cascos formados y soportes de montaje metálicos de los elementos de alumbrados sin nicho.
  - 5. **Accesorios metálicos:** Todos los accesorios metálicos dentro o unidos a la estructura de la piscina.
  - 6. **Equipo eléctrico:** Las partes metálicas del equipo eléctrico asociado con el sistema de circulación de agua de la piscina, incluyendo los motores de las bombas y las partes metálicas del equipo asociado con la cubierta de la piscina, incluyendo los motores eléctricos, salvo que equipos que incorporan un sistema de doble aislamiento.
  - 7. **Partes metálicas fijas:** Todas las partes metálicas fijas incluidas, pero no limitadas a los cables y las canalizaciones con recubrimiento metálico, tubería metálica, toldos metálicos, cercas metálicas, puertas metálicas y los racks de las ventanas.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

### 3.28.4.7 Bombas contra incendio

Este es un tipo de equipo especial por la importancia en el control y extinción del fuego, por lo que requiere asegurar su operación continua aún en las condiciones más críticas, de calor y humedad, por lo que debe cumplir los siguientes requisitos:

- a. Las bombas contra incendio requieren alimentación eléctrica externa, la cual debe proveerse independiente de la acometida eléctrica general, es decir, desde otra acometida exclusiva para este propósito e independiente del resto de la instalación o desde un grupo electrógeno de emergencia, evitándose que un incendio producido en la acometida o en la subestación afecte las instalaciones de la bomba contra incendio. Para ello deben instalarse barreras cortafuego en el cableado.
- b. Para garantizar la continuidad del servicio de energía en el sistema contra incendio, la medida de energía asociada exclusivamente al sistema contra incendios se debe hacer con equipo de medición indirecto, es decir usando transformadores de corriente.
- c. La fuente de energía debe ser confiable y tener la capacidad adecuada para transportar indefinidamente las corrientes de rotor bloqueado del motor de la bomba contra incendio y las de los demás equipos asociados a la misma.
- d. Para evitar quemaduras del personal y daños a los equipos y lograr la protección contra incendios, los materiales conectados de manera estable, susceptibles
  1. Estar completamente encerrados en materiales resistentes a los arcos eléctricos y al calor del incendio. Los materiales de las carcasas dispuestas alrededor de los materiales eléctricos, deben soportar las temperaturas más altas susceptibles de ser producidas por el material eléctrico.
  2. Estar separados de los elementos de la construcción por pantallas resistentes a los arcos eléctricos y al incendio.
  3. Estar instalados a una distancia suficiente de los elementos de la construcción, sobre los cuales los arcos y chispas podrían tener efectos perjudiciales, permitiendo una extinción segura de los mismos.
  4. Las partes accesibles de los equipos eléctricos, no deben alcanzar temperaturas susceptibles de provocar quemaduras a las personas, ni daños a los equipos o materiales de la instalación eléctrica y deben satisfacer los límites establecidos en la Tabla 3.28.4.7.a.
- e. De producir arcos o chispas en servicio normal, deben de cumplir por lo menos una de las siguientes condiciones:

**Tabla 3.28.4.7. a. Límites de temperatura – equipo eléctrico**

Partes accesibles	Materiales de las partes accesibles	Temperatura máxima (°C)
Elementos de control manual	Metálicos	55
	No metálicos	65
Previstas para ser tocadas, más no destinadas a ser tomadas con la mano.	Metálicos	70
	No metálicos	80
No destinadas a ser tocadas en servicio normal.	Metálicos	80
	No metálicos	90

Fuente: Adoptada de la Resolución 90708 de 2013.

- f. Los circuitos que alimentan los motores eléctricos de accionamiento de las bombas contra incendios se deben conectar mediante un controlador de bombas contra incendio, o una combinación apta de controlador de bombas contra incendio e interruptor de transferencia de energía de bombas contra incendio.
- g. Los conductores de alimentación de la bomba contra incendios deben estar totalmente instalados de forma independiente del resto del cableado.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- h. Los conductores de alimentación de la bomba contra incendios se deben proteger del daño potencial de los incendios, fallas estructurales o accidentes operativos. Cuando estén instalados al interior de un edificio, deben proteger de incendio durante 2 h usando uno de los siguientes métodos:
  - 1. La canalización debe estar embebida como mínimo en 5 cm de concreto.
  - 2. El cable y la canalización del sistema contra incendio debe ser resistente al fuego.
  - 3. El cable y la canalización es un sistema protector de circuito eléctrico. Entre los sistemas protectores de circuito eléctrico se encontrarían, sin limitarse a ellos, barreras térmicas o un eje protector.
- i. El cableado que va desde los controladores hacia los motores de las bombas debe ser en tubos metálicos rígidos, en tubos metálicos intermedios, en tuberías metálicas eléctricas, en tubos metálicos flexibles herméticos a los líquidos o en tubos no metálicos flexibles herméticos a los líquidos, cable tipo MC con una cubierta impermeable, o cables de tipo MI.
- j. No debe instalarse protección del equipo contra fallas a tierra en ningún circuito de potencia para bombas contra incendios.
- k. Las bombas contra incendio, los motores de las bombas contra incendio y sus controladores deben contar con certificado de conformidad de producto de acuerdo con lo establecido en el numeral 2.3.27.1 del Libro 2 del presente Reglamento.
- l. Los conductores que alimentan los motores eléctricos de accionamiento de bombas contra incendios se deben conectar como está especificado en el artículo 695.4(A) de la NTC 2050 segunda actualización, sin ningún medio de desconexión o de protección de por medio. En caso de ser necesario instalar estos elementos, la instalación debe cumplir el artículo 695.4(B) de la NTC 2050 segunda actualización.

**Parágrafo 1:** los requisitos establecidos en el presente numeral no aplican a bombas de mantenimiento de presión (jockey o makeup).

#### **3.28.4.8 Sistemas de emergencia**

Son aquellos destinados a suministrar automáticamente energía eléctrica a sistemas de iluminación, de potencia o ambos, para las áreas y los equipos determinados, en caso de falla del suministro normal o falla en componentes de un sistema destinado para suministrar, distribuir o controlar la potencia o alumbrado esenciales para la seguridad de la vida humana.

Estos sistemas deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Los sistemas de emergencia deben contar con una transferencia automática para prevenir la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de emergencia. Los interruptores de dicha transferencia deben ser accionados eléctricamente y retenerse mecánicamente.
- b. Todos los circuitos de emergencia deben estar identificados como parte de un sistema de emergencia, y las cajas, encerramientos o gabinetes asociados al sistema, también deben estar debidamente identificados como un componente de un sistema o circuito de emergencia.
- c. Los circuitos asociados a los sistemas de emergencia, no deben compartir canalizaciones, cajas o gabinetes con otros circuitos provenientes de diferentes fuentes de energía, teniendo en cuenta las condiciones establecidas en la sección 700.10 literal (B) de la norma NTC 2050 segunda actualización.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- d. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema de emergencia, deben estar coordinados de manera selectiva con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de alimentación.
- e. Debe instalarse un DPS en o sobre todos los tableros de distribución y paneles de distribución de los sistemas de emergencia.
- f. El alambrado de los alimentadores provenientes del sistema de emergencia, debe cumplir una de las siguientes condiciones:
  - 1. Estar instalado en espacios o áreas totalmente protegidas por sistemas automáticos aprobados de extinción de incendios.
  - 2. Estar protegido por un sistema de protección del circuito eléctrico, con una clasificación nominal de resistencia al fuego de mínimo 2 h.
  - 3. El cable o canalización debe ser resistente al fuego.
  - 4. El cable o canalización está protegido mediante un ensamble adecuado, clasificado con resistencia nominal al fuego de 2 h y que contenga únicamente los circuitos del alambrado de emergencia.
  - 5. Estar embebido como mínimo en 5 cm de concreto.
- g. La fuente de alimentación de emergencia debe estar disponible para suplir energía en un tiempo no mayor a 10 s. Para suministrar energía a los sistemas de emergencia, se podrá utilizar celdas de combustible cumpliendo los requisitos de instalación del Artículo 692 de la NTC 2050 segunda actualización, u otras fuentes energéticas, siempre y cuando se mantenga la carga total del sistema de emergencia durante 2 h como mínimo.
- h. Los sistemas de emergencia se deben probar periódicamente, de acuerdo con un plan o cronograma establecido por el propietario o mantenedor de la instalación, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento, dichas pruebas se deben realizar siguiendo los procedimientos establecidos en una norma o guía técnica de reconocimiento nacional o internacional aplicable a dicho procedimiento, tales como la NFPA 110 o The Joint Commission.

### **Artículo 3.28.5. Túneles y cavernas subterráneas**

Las instalaciones eléctricas para túneles y cavernas subterráneas tanto en el proceso de diseño, como en su construcción y operación, deben garantizar seguridad a los equipos de baja y media tensión portátiles o móviles, tales como subestaciones, trailers, carros, excavadoras, dragas, grúas, taladros, compresores, bombas, bandas transportadoras, excavadoras subterráneas, entre otros. Las instalaciones eléctricas para túneles y cavernas deben cumplir los siguientes requisitos:

#### **3.28.5.1 Instalaciones provisionales para la construcción de túneles y cavernas**

Las instalaciones eléctricas provisionales, para la construcción de túneles o cavernas, deben cumplir los requisitos de las instalaciones definitivas en minas subterráneas y por su carácter provisional deben tener un protocolo aprobado conjuntamente con los responsables de la seguridad y salud en el trabajo, que debe ser atendido y supervisado por la persona competente responsable de la construcción de la instalación eléctrica, quienes deben estar inscritos en el “Registro de Productores e Importadores y Prestadores de Servicio” de la SIC.

#### **3.28.5.2 Instalaciones definitivas en túneles y cavernas**

En todo túnel o caverna, la instalación eléctrica definitiva debe cumplir los siguientes requisitos y los demás que le apliquen del presente Reglamento:

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- a. Los requerimientos de equipos y niveles de seguridad deben ser los señalados en el diseño para cada aplicación. Requieren especial atención las instalaciones eléctricas para túneles de carreteras, las cuales deben asegurar el suministro de electricidad de forma segura y confiable a los equipamientos que para este propósito señale la regulación vial y cualquier otro reglamento técnico que le aplique.
- b. Los sistemas eléctricos deben soportar las operaciones de seguridad de vida, las operaciones de emergencia contra incendios y las operaciones normales. En todo caso se debe asegurar la alimentación para cubrir los sistemas de iluminación de emergencia, los informáticos y control, la ventilación, detección y extinción de incendios.
- c. Se debe disponer de sistemas de emergencia que cumpla con lo establecido en el artículo 3.28.4.8 del presente libro, con capacidad suficiente para suministrar energía confiable para los siguientes procesos:
  1. Iluminación.
  2. Iluminación de vías de salida y áreas de refugio.
  3. Las señales de salida.
  4. Comunicaciones.
  5. Bomba(s).
  6. La ventilación del túnel de drenaje y el fuego durante una emergencia de incendio.
- d. Los sistemas eléctricos deben mantener la ventilación, iluminación, las comunicaciones, el drenaje y suministro de agua, deben identificar las zonas de refugio, salidas y rutas de salida, y deben indicar de forma remota y con alarma toda señal de emergencia relacionada con la instalación.
- e. Las instalaciones eléctricas deben disponer de doble fuente de suministro de energía, una de las cuales puede ser mediante un grupo electrógeno de emergencia o de un sistema de alimentación ininterrumpida. La autonomía y potencia de suministro, dependerá de los equipos requeridos, teniendo en cuenta las condiciones de longitud, número de carriles, ventanas de ventilación, flujo vehicular y complejidad del túnel.
- f. Los materiales en que se fabrican ductos, canales, conductos, armarios, cajas de equipos y materiales de acabado de superficie, ya instalados, deben estar en condiciones de soportar temperaturas de hasta 316 °C durante 1 h sin pérdida de su integridad estructural. Los sistemas eléctricos que se instalen en espacios confinados, no deben usar materiales que produzcan subproductos inflamables durante una falla en el circuito eléctrico o cuando se somete a un fuego exterior.
- g. Los aislamientos y recubrimientos de los conductores eléctricos deben ser no propagadores a la llama, libres de halógenos y de baja emisión de humos opacos, de acuerdo con los requisitos establecidos en el Libro 2 de Productos del RETIE.
- h. Los tableros para interruptores automáticos o contactores, no se deben usar como cajas de empalmes o derivaciones como canalizaciones para conductores que deriven a otros tableros. Los encerramientos de equipo eléctrico para uso en túneles serán a prueba de goteo, a prueba de intemperie o sumergibles, según lo requerido por las condiciones ambientales.
- i. En túneles de carreteras se deben utilizar canalizaciones metálicas, bandejas portacables metálicas, conductores libres de halógenos. Se permiten estas canalizaciones incrustadas en el concreto o en bancos de ductos eléctricos protegidos. Los conductores de media tensión en túneles deben ser instalados en conducto u otra canalización metálicos, cable tipo MC “Metal Clad” u otro cable multiconductor aprobado.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- j. Los sistemas de control y protección eléctricos, deben estar diseñados de tal manera que un fallo local, por cualquier causa, no afecte a los circuitos que no hayan sufrido daños.
- k. Los equipos operados por motor y los transformadores deben ser protegidos con protección contra sobrecorriente. En el caso de transformadores deben estar protegidos en el primario y el secundario, adicionalmente la instalación del transformador debe contar con protección diferencial en el secundario.
- l. Todas las partes metálicas no transportadoras de corriente de los equipos eléctricos y todas las canalizaciones y revestimientos metálicos de cables, deben estar sólidamente conectadas a tierra y conectadas equipotencialmente a todas las tuberías y rieles metálicos en el portal y a intervalos no mayores de 300 m desde un extremo a otro del túnel.
- m. Un conductor de puesta a tierra de equipos debe ser instalado con los conductores del circuito dentro de la canalización metálica o dentro de la chaqueta del cable multiconductor. Es permitido que dicho conductor de tierra de equipos sea aislado o desnudo.
- n. Todos los transformadores, interruptores, controladores de motor, motores, rectificadores y otros equipos instalados bajo tierra deben ser protegidos de daño físico por ubicación o por resguardo.
- o. Los terminales desnudos de transformadores, interruptores, controladores de motor y otro equipo serán encerrados para prevenir contacto accidental con partes energizadas.
- p. Para desconectar un transformador, debe instalarse a la vista un interruptor o seccionador que abra simultáneamente todas las fases. El seccionador para un transformador tendrá una clasificación de corriente no menor que la capacidad de los conductores de suministro del transformador.
- q. Cuando los túneles tengan aberturas de comunicación dentro de áreas encerradas usadas por el público, la ventilación al aire abierto será provista toda vez que sea posible.
- r. Los controles eléctricos para el sistema de ventilación deben ser dispuestos de tal manera que el flujo de aire pueda ser invertido.
- s. En las aberturas de acceso a los túneles para el personal no se deberá localizar los equipos eléctricos, tableros, ni conductores. Pueden ser permitidas sobre el equipo otras aberturas para facilitar la instalación, mantenimiento o reemplazo de equipo.

### **3.28.5.3 Instalaciones de más de 1 000 V en Túneles**

Las provisiones de esta parte aplicarán a la instalación y uso de los equipos de distribución y utilización de potencia de Media y Alta Tensión que son portátiles, móviles, o ambos, tales como subestaciones, tráileres, carros, excavadoras, dragas, grúas, taladros, compresores, bombas, bandas transportadoras, excavadoras subterráneas y otros equipos.

- a. Protección Contra Daño Físico. Los conductores y cables en túneles deberán ser protegidos de daño físico.
- b. Protección de Sobrecorriente. Los equipos operados por motor y los transformadores deben ser protegidos con protección contra sobrecorriente. En el caso de transformadores deben estar protegidos en el primario y el secundario
- c. Conductores. Los conductores de Media y Alta Tensión en túneles deben ser de cables certificados para ese uso, los cuales deberán ser instalados en

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

canalizaciones metálicas. El cable multiconductor portátil será permitido para alimentar equipos móviles.

- d. Conexión a Tierra y Equipotencialización. Todas las partes metálicas no transportadoras de corriente de los equipos eléctricos y todas las canalizaciones y revestimientos metálicos de cables deberán estar sólidamente conectadas a tierra y equipotencializados a todas las tuberías y rieles metálicos en el portal y a intervalos no mayores de 300 m desde un extremo a otro del túnel.
- e. Conductores de Tierra de Equipos. Un conductor de puesta a tierra de equipos debe ser instalado con los conductores del circuito dentro de la canalización metálica o dentro de la chaqueta del cable multiconductor. Se permite que dicho conductor de tierra de equipos sea aislado o desnudo
- f. Todos los transformadores, interruptores, controladores de motor, motores, rectificadores y otros equipos instalados bajo tierra serán protegidos de daño físico por ubicación o resguardado.
- g. Partes Energizadas. Los terminales desnudos de transformadores, interruptores, controladores de motor y otro equipo serán encerrados para prevenir contacto accidental con partes energizadas.
- h. Controles del Sistema de Ventilación. Los controles eléctricos para el sistema de ventilación serán dispuestos de tal manera que el flujo de aire pueda ser invertido.
- i. Medio de Desconexión. Se debe disponer de un interruptor o cortacircuitos que abra simultáneamente todos los conductores no conectados a tierra del circuito, debe ser instalado a la vista de cada ubicación del transformador o motor para desconectar el transformador o motor. El interruptor para un transformador tendrá una clasificación de corriente no menor que la capacidad de los conductores de suministro del transformador. El interruptor para un motor debe cumplir con los requisitos aplicables del Artículo 430, parte “XI. Más de 1 000 V nominales”, de la NTC 2050 Segunda Actualización.
- j. Encerramientos y Celdas. Los encerramientos de equipo eléctrico para uso en túneles deben ser a prueba de goteo, a prueba de intemperie o sumergibles, según lo requerido por las condiciones ambientales. Las celdas para interruptores automáticos o contactores no deben ser utilizados como cajas de empalmes o derivaciones o como canalizaciones para conductores que deriven a otras celdas.
- k. En las aberturas de acceso a los túneles para el personal no se deberá localizar los equipos eléctricos, tableros, ni conductores. Pueden ser permitidas sobre el equipo otras aberturas para facilitar la instalación, mantenimiento o reemplazo de equipo.
- l. Las aberturas de acceso para personal serán dispuestas de tal manera que una persona en el interior pueda salir cuando la puerta de acceso es bloqueada desde el exterior, o en el caso de bloqueo por candado, la disposición del bloqueo sea tal que el candado pueda ser cerrado sobre el sistema de bloqueo para prevenir bloqueo desde el exterior.

### **Artículo 3.28.6. Instalaciones eléctricas en minas**

Para efectos del presente Reglamento y con el fin de garantizar la seguridad de las personas y equipos contra riesgos de origen eléctrico. Las instalaciones eléctricas en las minas deben cumplir los siguientes requisitos adaptados de las normas IEC 61557-8 y NTC 6057.

#### **3.28.6.1. Requisitos generales**

- a. En toda instalación eléctrica en minas se debe realizar la clasificación de áreas de acuerdo con las condiciones establecidas en el Artículo 3.28.3.1 del presente Libro.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- b. Toda mina superficial o bajo tierra, donde se use electricidad debe disponer de planos o diagramas que muestren información actualizada del sistema eléctrico, la cual debe estar siempre disponible para su operación, mantenimiento o requerimiento de la autoridad competente.
- c. Las reparaciones, ampliaciones y cambios en las instalaciones eléctricas deben ser efectuadas solamente por personas competentes y deben ser plasmadas en los planos o esquemas.
- d. Se deben instalar interruptores en el punto de suministro de toda instalación temporal. Para este propósito se consideran instalaciones eléctricas temporales aquellas destinadas al mantenimiento y reparación de equipos o estructuras o al traslado de equipos exclusivamente mientras dura la actividad.
- e. Toda red aérea debe cumplir las distancias de seguridad establecidas en el Título 10 del presente Libro, incrementadas de acuerdo con las alturas máximas alcanzables por equipos de transporte y extracción. Las redes que estén fuera de servicio deben ser desconectadas de su fuente de alimentación, aisladas y puestas a tierra.
- f. Los medios de desconexión de un circuito deben estar bloqueados y etiquetados en la posición abierta, mientras se realicen trabajos en una máquina o equipo. En todo caso se deben cumplir las reglas de oro establecidas en el artículo 3.15.5 del presente libro.
- g. Toda área con equipo eléctrico debe contar como mínimo con un extintor multipropósito.
- h. Los cables portátiles de potencia que operen en circuitos que no excedan los 1 000 V, deben ser certificados para uso en minería como el tipo W, G, G-GC, G-CGC, SHD-GC, SHD-CGC o similares, aislados por lo menos para 2 000 V.
- i. Los cables portátiles de potencia instalados al interior de las minas o en sus vías de evacuación que operen a tensiones entre 1 000 y 4 600 V, deben ser conductores de potencia apantallados individualmente y con conductor de tierra, tal como el tipo SHD o conductores de potencia apantallados individualmente, con conductores de tierra y un conductor de monitoreo de tierra, tal como el SHD-GC o similares, aislados por lo menos para 5 kV. Para tensiones superiores deben ser aislados a 25 kV.
- j. Cuando una mina es abandonada o deja de ser operada, deben desenergizarse, etiquetar y bloquear todos los circuitos para evitar condiciones de riesgo.
- k. En lugares de almacenamiento de explosivos, no se permiten instalaciones eléctricas.
- l. Los polvorines en superficie deben estar ubicados, como mínimo a 60 m de redes aéreas y como mínimo a 100 m de subestaciones eléctricas.
- m. En todos los circuitos que operen a cualquier tensión, se deben instalar medios de desconexión del tipo apertura visible u otros que indiquen que los contactos estén abiertos y localizarse tan cerca como sea posible al punto de suministro. Se permite el uso de interruptores automáticos de caja moldeada sin apertura visible, siempre y cuando, se tomen medidas para asegurar que todas las fases queden abiertas.
- n. Se debe contar un sistema de alumbrado de emergencia cuando exista la posibilidad de peligro al personal por causa de una falla en el sistema de alumbrado, el cual debe cumplir con lo establecido en el título 14 del presente libro.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- o. Toda sección accesible de una banda transportadora accionada eléctricamente debe tener un cordón de seguridad que se extienda a lo largo de ella y que esté dispuesto de tal manera que pare la banda en caso de emergencia. El interruptor operado por el cordón de seguridad debe ser de reposición manual. Una banda transportadora usada en mina subterránea o una banda transportadora de más de 15 m de longitud instalada en un edificio u otra estructura cerrada debe tener un dispositivo de detección para parar el motor en el caso de que la banda se obstruya o se desvíe.
- p. Los acopladores que se usen para unir cables portátiles de potencia, deben tener un dispositivo de sujeción mecánico, para unir el acoplador de cable, con una resistencia a la tracción mayor que el de los cables portátiles de potencia; dispositivos liberadores de esfuerzo adecuados para el cable portátil de potencia y medios para prevenir el ingreso de humedad.

### **3.28.6.2. Sistema de conexión a tierra en instalaciones de minas**

- a. Para el propósito de mayor protección y reducción del arco en caso de falla a tierra, los circuitos de suministro deben ser puestos a tierra a través de una impedancia limitadora (sistema IT), el cual requiere un sistema de vigilancia o monitoreo del aislamiento de la red que permita indicar permanentemente la continuidad del circuito de tierra y proteja la instalación mediante desconexión, la cual debe hacerse como máximo en 1,5 s o que active un sistema de alarma. El monitoreo debe estar instalado en un circuito a prueba de fallas.
- b. La impedancia limitadora debe ser dimensionada para funcionamiento continuo, excepto cuando se provea un dispositivo de disparo de falla a tierra; monitoreada de tal manera que des energice la fuente si la impedancia se abre y conectada al neutro tan cerca como sea posible de la fuente.
- c. En redes con tensiones nominales de hasta 1 000 V, debe instalarse una indicación luminosa intermitente en zonas de permanencia de personas, la cual debe indicar en amarillo si la resistencia de aislamiento de la red desciende por debajo de 100  $\Omega$  o rojo si desciende por debajo de 50  $\Omega$  por cada voltio de tensión nominal fase-tierra, tal como indica la norma IEC 60364-5-53 Anexo H. Cuando se use una alarma visible para indicar una falla a tierra, esta alarma será continua hasta que se elimine la falla. En caso de que se usen alarmas audibles y visibles, la alarma audible deberá ser cancelada y remplazada por la alarma visible hasta que se elimine la falla.
- d. Cuando se tengan sistemas no puestos a tierra se debe instalar un dispositivo indicador de falla a tierra acoplado con la protección del circuito. En estos casos, una falla a tierra debe ser investigada y eliminada tan pronto como sea posible.

### **3.28.6.3. Requisitos para equipos**

**Equipos Mviles** Los equipos mviles que operen a cualquier tensin y estn conectados a una fuente de tensin deben instalarse con un cable portátil de potencia de acuerdo con el diseo elctrico del equipo mvil.

**Equipos Móviles.** Los cables portátiles de potencia utilizados para alimentar a los equipos eléctricos mviles deben ser del tipo SHD- GC o SHD-CGC o similar y certificados para uso en minería; tener conectores de entrada del cable que eviten el ingreso de agua, polvo y otras condiciones ambientales a las cajas de empalme y caja de interruptores.

**Vehículos Mineros.** Toda locomotora o vehculo elctrico sobre rieles, debe ser equipado con lámparas que permanecerán energizadas si el interruptor está en la posición de encendido.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- a. Toda locomotora en movimiento debe emitir una luz en la dirección del viaje la cual otorgue una iluminación para hacer claramente visible a las personas y objetos a una distancia mínima de 30 metros.
- b. Toda locomotora o vehículo eléctrico sobre rieles debe ser equipado con algún tipo de control del tipo "hombre muerto" el que debe quitar la energía automáticamente cuando el operador abandona su compartimiento.

**Subestaciones móviles.** Las subestaciones que consistan en un conjunto de equipos eléctricos montados sobre una estructura autoportante movable deben cumplir con lo siguiente:

- a. La estructura autoportante debe ser apta para el movimiento a través de terreno irregular o estar provista de medios de izaje para permitir el levantamiento sobre un medio de transporte.
- b. El transformador de potencia y los demás componentes de la subestación deben estar dentro de una cubierta totalmente cerrada o una malla eslabonada que la encierre o barrera equivalente con una altura mínima de dos metros.
- c. El transformador que alimente de energía a un equipo eléctrico móvil, debe tener una potencia nominal al menos del 125% de la potencia nominal del equipo eléctrico móvil que alimenta.
- d. La conexión de la impedancia limitadora debe hacerse tan cerca como sea posible del punto neutro del transformador. Si el cable que conecta el neutro del transformador y el dispositivo de puesta a tierra excede los dos metros de longitud debe ser protegido contra daños físicos.
- e. La resistencia del sistema de puesta a tierra de la subestación movable con electrodos, se debe medir y probar la protección de falla a tierra cada vez que se cambie de ubicación. Se deben hacer los cambios necesarios, hasta asegurar que la máxima elevación del potencial de tierra sea menor o igual a 100 V.

#### **3.28.6.4. Clasificación de áreas en minas subterráneas**

Toda mina subterránea debe considerarse como un ambiente clasificado como peligroso por la presencia probada o posible de gases y polvos inflamables o combustibles, en consecuencia, debe hacerse la clasificación de áreas y cumplir los requisitos del presente Reglamento para dichas instalaciones.

Una explotación subterránea en la que históricamente aparecen gases potencialmente inflamables debe clasificarse como con riesgo de explosión y aquella en la que no ha sido detectado el riesgo de explosión, únicamente puede desecharse el riesgo potencial después de haber realizado una serie de medidas rigurosas y exhaustivas, que permitan concluir que no se tendrá la presencia de gases inflamables.

##### **3.28.6.4.1. Uso de equipos apropiados**

En minas subterráneas, se deben utilizar los equipos con los grados de protección apropiados, tanto a la penetración de cuerpos sólidos, gases o agua, como al impacto, teniendo en cuenta los siguientes requerimientos:

El Grado de protección IP o su equivalente NEMA, se refiere al nivel de estanqueidad frente a la penetración de polvo y de agua al interior de cualquier envoltorio. La identificación del nivel de protección se hace por medio de las letras IP seguido de dos cifras, la primera indica el nivel relativo de estanqueidad al polvo y la segunda al agua. En minas subterráneas deben utilizarse mínimo los siguientes grados IP o sus equivalentes NEMA:

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

- a. IP 20: También llamada protección de dedos, está destinado principalmente a partes de aparatos contenidos en otras envolventes, por ejemplo, seccionadores o transformadores de auxiliares situados en el mismo compartimento que el resto de los aparatos.
- b. IP 23: Exigido para envolventes de equipos sin modo de protección destinados a estar instalados en el interior de locales o habitáculos cerrados (sin acceso libre al personal).
- c. IP 54: Exigible a envolventes de equipos sin modo de protección cuando están instalados con acceso directo al personal de explotación (locales o lugares abiertos). También para equipos con modo de protección con envoltente antideflagrante.
- d. IP 55: Exigible a envolventes de equipos de Seguridad Intrínseca y de Seguridad Aumentada, o ambos como modo de protección.

El Grado de protección de robustez mecánica IK o NEMA, se refiere al grado de protección de la envoltente o parte de ella contra impactos. Se debe usar en cualquier tipo de equipo de instalación subterránea, tanto de áreas clasificada como áreas no clasificadas.

Los equipos eléctricos de interior deben presentar alta resistencia mecánica a fin de ser capaces de asegurar el suministro eléctrico con la seguridad exigible para ambientes subterráneos no clasificados o con riesgo de explosión, los grados IK mínimos requeridos son:

- a. IK09 para equipos eléctricos destinados a frentes de arranque, preparación y, en general, cualquier labor de interior que implique proximidad a con maquinaria pesada.
- b. IK07 para otros equipos eléctricos, alumbrado general, señalización, control, gasometría, etc.

**Encerramiento de transformadores:** Un transformador instalado en una mina subterránea, debe ser protegido contra daño físico; resguardado de tal manera que se impida el acceso a personal no competente y no autorizado, tener espaciamientos alrededor del mismo para permitir un acceso seguro para inspección, mantenimiento y reparación, ser montado sobre una base a prueba de fuego y en una ubicación que minimice la propagación del fuego, no debe ser usado donde haya riesgo de inundación al menos que este certificado para operar sumergido.

**Aislamiento de transformadores en minas con áreas clasificadas:** los transformadores deben seleccionarse de acuerdo al estudio de clasificación de áreas y a la selección de equipos de acuerdo a lo establecido en el presente reglamento.

**Aislamiento de transformadores en minas con áreas no clasificadas:** Cuando un transformador del tipo seco o de relleno con nitrógeno sea instalado en una mina subterránea, debe tener materiales aislantes iguales o superiores que la Clase H de acuerdo con la IEC 85 y estar a una distancia mínima de tres metros de puntos de trabajo, o de circulación de personas.

**Tableros eléctricos:** Las máquinas para realizar las labores de arranque, preparación y transporte que disponen de motores eléctricos de media o baja tensión, para los accionamiento de máquinas destinadas a labores propias de frentes de explotación o preparación deben ser controlados, protegidos y monitorizados, desde tablero eléctricos apropiados para esos fines (denominados cofres de tajo), los cuales son equipos robustos, construidos en envoltente metálica electrosoldada y deben contar con Certificado de Conformidad con la norma que le aplique. Cuando van a ser utilizados en minas clasificadas con riesgo de explosión deben estar certificados y marcados como IECEx, o similar, deben disponer de un sistema de apertura-cierre que facilite el acceso, el cual debe asegurarse por medio de enclavamientos mecánicos.

*“Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”*

#### **3.28.6.4.2. Uso de cables eléctricos apropiados**

Los cables utilizados en minas subterráneas, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Los conductores o cables de potencia que alimenten a equipos fijos, con tensiones a tierra que excedan los 150 V, deben estar aprobados para el tipo de clasificación requerida, ser construidos de tal forma que las tres fases y el conductor de tierra aislado, estén en un mismo bloque o ducto, para que, al protegerlos con armaduras, tubos rígidos u otros medios mecánicos similares, no se induzcan corrientes capaces de producir calentamientos peligrosos. Estos cables son:
  1. Cables armados: son especialmente indicados para instalaciones fijas, construidos en un solo bloque los tres conductores aislados y el de tierra aislado, para sistema trifásico, un relleno de material plástico, una armadura metálica, y una cubierta exterior en asilamiento libre de halógenos.
  2. Cables flexibles armados o semiflexibles: Se utilizan en instalaciones de baja movilidad; en general son cables de muy amplio rango de aplicación en toda clase de instalaciones subterráneas, están formados por los tres conductores aislados y su conductor de tierra aislado, para sistema trifásico, un relleno de material plástico, una armadura metálica y una cubierta exterior de gran resistencia a la abrasión.
  3. Cables flexibles: Están indicados para instalaciones móviles. Son cables de construcción y tratamiento más complejos, requieren de una protección eléctrica especial denominada protección de cable flexible y están compuestos de los tres conductores aislados para sistema trifásico, un relleno central plástico, una pantalla metálica y una cubierta exterior de gran resistencia a la abrasión.
- b. Cuando se hagan terminaciones o empalmes en cables o conductores, deben tener características mecánicas y eléctricas equivalentes a las del cable, deben ser realizados por una persona competente, tener un aislamiento igual o superior que el cable original y estar sellado contra la humedad.