



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA NORMA IEC 60364 SOBRE INSTALACIONES
ELÉCTRICAS PARA EDIFICIOS, PARTES 60364-1 Y 60364 5-52 Y SU EQUIVALENTE,
CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL (NEC) PARA IMPLEMENTACIÓN DE LA PRIMERA
PARTE DEL NORMATIVO ELÉCTRICO GUATEMALTECO**

Marco Antonio Recinos Ramos

Asesorado por el Ing. Justo Francisco Fong González

Guatemala, junio de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA NORMA IEC 60364 SOBRE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EDIFICIOS, PARTES 60364-1 Y 60364 5-52 Y SU EQUIVALENTE, CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL (NEC) PARA IMPLEMENTACIÓN DE LA PRIMERA PARTE DEL NORMATIVO ELÉCTRICO GUATEMALTECO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARCO ANTONIO RECINOS RAMOS

ASESORADO POR EL ING. JUSTO FRANCISCO FONG GONZÁLEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, JUNIO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
EXAMINADOR	Ing. Jorge Gilberto González Padilla
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Pérez Archila
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA NORMA IEC 60364 SOBRE INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA EDIFICIOS, PARTES 60364-1 Y 60364 5-52 Y SU EQUIVALENTE, CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL (NEC) PARA IMPLEMENTACIÓN DE LA PRIMERA PARTE DEL NORMATIVO ELÉCTRICO GUATEMALTECO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 30 de octubre de 2018.

Marco Antonio Recinos Ramos

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Fuente de toda sabiduría. El único que merece toda gloria y honor. Permitió que alcanzara esta meta. A él le debo todo lo que soy.

Mis padres

Gilmar Recinos y Virgilia Ramos, por sus oraciones, paciencia, esfuerzo y apoyo incondicional durante toda mi vida. Este logro es de ustedes. Dios los bendiga.

Mi hermana

Lesly Recinos por todo su apoyo a lo largo de mi vida y estar siempre que la necesito.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Orgullosa de pertenecer a esta casa de estudios. Gracias por brindarme la oportunidad de ser un profesional.

Facultad de Ingeniería

Fuente de conocimientos. Ser mi hogar y brindarme las herramientas necesarias para mi formación profesional y académica. Gracias por permitirme ser parte de tan prestigiosa facultad.

**Escuela de Ingeniería
Mecánica Eléctrica**

Por permitirme ser parte del gremio de ingenieros electricistas.

Ingeniero

Justo Fong, por apoyo en la realización de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. COMPARACIÓN IEC60364-1 VS NEC.....	1
1.1. Introducción propósitos y objetivos.....	1
1.2. Alcance.....	2
1.3. Exclusiones	4
1.4. Protección contra contacto eléctrico accidental.....	6
1.5. Efectos térmicos	8
1.6. Protección contra sobrecorrientes	10
1.7. Protección contra sobretensiones	14
1.8. Requisitos y métodos de cálculos de circuitos	18
1.9. Selección de equipos eléctricos	22
1.10. Montaje y verificación inicial de instalaciones eléctricas	23
1.11. Sistema de distribución.....	26
2. COMPARACIÓN IEC 60364 PARTE 5-52 VS NEC.....	33
2.1. Sistemas de cableado	33
2.2. Selección y montaje de sistemas de cableado	41
2.3. Capacidades de corriente.....	50
2.4. Áreas transversales de conductores	56

2.5.	Conexiones eléctricas	58
2.6.	Selección y montaje de sistemas de cableado para minimizar la propagación del fuego.....	61
2.7.	Proximidad de los circuitos eléctricos con otros servicios	65
2.8.	Proximidad de los circuitos eléctricos con otros servicios	68
3.	DISEÑO PROPUESTO PARA LA PRIMERA FASE DEL NORMATIVO ELÉCTRICO GUATEMALTECO	71
	CONCLUSIONES.....	99
	RECOMENDACIONES	101
	BIBLIOGRAFÍA.....	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

TABLAS

I.	Introducción propósitos y objetivos	1
II.	Alcance	3
III.	Exclusiones	5
IV.	Protección contra contacto eléctrico accidental	7
V.	Efectos térmicos.....	9
VI.	Protección contra sobrecorrientes.....	11
VII.	Protección contra sobretensiones	15
VIII.	Requisitos y métodos de cálculos de circuitos	18
IX.	Selección de equipos eléctricos	22
X.	Montaje y verificación inicial de instalaciones eléctricas	24
XI.	Sistema de distribución	27
XII.	Sistemas de cableado	34
XIII.	Selección y montaje de sistemas de cableado.....	42
XIV.	Capacidades de corriente	51
XV.	Áreas transversales de conductores	56
XVI.	Conexiones eléctricas	59
XVII.	Selección y montaje de sistemas de cableado para minimizar la propagación del fuego.....	62
XVIII.	Proximidad de los circuitos eléctricos con otros servicios	66
XIX.	Proximidad de los circuitos eléctricos con otros servicios	69
XX.	Manual de diseño propuesto	71

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
THHN	Aislante vinilo/termoplástico con chaqueta de nylon (temperatura de operación a 90 °C para áreas secas y húmedas)
A	Amperios
C.A	Corriente alterna
FLC	Corriente a plena carga del motor, (full load current)
FLA	Corriente a plena carga de operación del motor (full load amperes)
C.C.	Corriente continua
FP	Factor de potencia
°C	Grados centígrados
Hz	Hertz (unidad de medida de frecuencia)
Z	Impedancia (en ohmios)
Kv	Kilovoltios (1 000 voltios)
AWG	Medida americana del conductor (American Wire Gage)
MCM	Medida circular de conductores en circular mils (similar a Kcmil)
Kcmil	Mil circular mils (Medida circular de conductores)
P	Potencia activa
TVSSs	Supresores de sobretensiones transitorias
RMS	Valor eficaz (Valor Medio Cuadrático)
V	Voltios

W

Watt (unidad de medida de potencia)

GLOSARIO

Acometida	Parte de la red de distribución de la empresa suministradora que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente.
Ampacidad	Máxima intensidad de corriente que puede establecerse de manera constante por un conductor sin sobrepasar los límites de temperatura que afecten las características físicas y eléctricas del mismo.
Armónicos eléctricos	Frecuencias múltiplos de la frecuencia fundamental de trabajo del sistema y cuya amplitud va decreciendo conforme aumenta el múltiplo.
Conductor eléctrico	Material que ofrece poca resistencia al movimiento de la carga eléctrica.
Corriente eléctrica	Movimiento ordenado de cargas libres, normalmente de electrones, a través de un material conductor en un circuito eléctrico.
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional.
NEC	Código Eléctrico Nacional.

Pararrayos	Instrumento cuyo objetivo es atraer un rayo ionizado del aire para conducir la descarga hacia la tierra, de tal modo que no cause daños a personas o construcciones.
Potencia eléctrica	Cantidad de energía eléctrica entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado.
Sistema monofásico	Sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por una única corriente alterna o fase y por lo tanto todo el voltaje varía de la misma forma.
Sistema trifásico	Sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud (y por consiguiente valor eficaz), que presentan una diferencia de fase entre ellas de 120° eléctricos, y están dadas en un orden determinado. Cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se designa con el nombre de fase.
Sobrecorriente	Situación en la que una intensidad de corriente eléctrica mayor a la prevista pasa a través de un conductor, lo cual causa una generación excesiva de calor.

Transformador

Elemento eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia.

Voltaje

Trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada para moverla entre dos posiciones determinadas.

RESUMEN

La finalidad de este análisis comparativo es fomentar una mejor comprensión de las similitudes y diferencias que existen entre el estándar de la Comisión Electrotécnica Internacional, IEC 60364, Instalaciones eléctricas para edificios referente a las partes 60364-1, 60364-5-52 y el Código Eléctrico Nacional (NEC) / NFPA 70 de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios NFPA, para la creación de la primera parte del normativo eléctrico de Guatemala.

En general IEC 60364 y NEC establecen requisitos mínimos de rendimiento sobre la protección contra incendios y descargas eléctricas, en otras palabras, la protección de personas, animales y bienes. Ambos sistemas abarcan instalación, uso y mantenimientos de los equipos de cableado de instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales.

La razón de la comparación entre IEC 60364 y el Código Eléctrico Nacional NEC y no otros sistemas o normativos es sencilla, simplemente, son los dos sistemas más grandes y, en conjunto, abarcan aproximadamente el 90 % del mundo.

OBJETIVOS

General

Análisis comparativo de la norma IEC 60364 sobre instalaciones eléctricas para edificios, partes 60364-1 y 60364 5-52 y su equivalente, Código Eléctrico Nacional NEC para implementación de la primera parte del normativo eléctrico guatemalteco.

Específicos

1. Establecer la primera parte del normativo eléctrico guatemalteco.
2. Promover el uso de la energía eléctrica en forma segura.
3. Establecer recomendaciones para el diseño y montaje de instalaciones eléctricas.
4. Brindar orientación eléctrica para la construcción de nuevas instalaciones.

INTRODUCCIÓN

La creación del normativo eléctrico establecerá especificaciones y lineamientos técnicos que deberán satisfacer todas las nuevas instalaciones eléctricas para cualquier tipo de infraestructura. Con la finalidad de ofrecer condiciones adecuadas de seguridad para las personas, referente a protecciones contra descargas eléctricas, efectos térmicos, sobre corrientes, corrientes de falla, sobretensiones entre otros.

El normativo eléctrico será una herramienta fundamental para el sector eléctrico nacional, para los profesionales que se desempeñan en esta área. Establecerá transparencia en los procesos de contratación y de calidad en la ejecución de los trabajos. Todo enfocado al beneficio de clientes y usuarios.

Asimismo, es necesario aclarar que el normativo eléctrico no será una guía de diseño ni manual de instrucciones para personas que no estén calificadas.

1. COMPARACIÓN IEC60364-1 VS NEC

1.1. Introducción propósitos y objetivos

IEC indica que su norma contiene reglas. Las reglas se expresan en generalidades, es decir, se requieren ciertos medios de protección, pero los métodos para lograr el nivel de protección especificado no están indicados.

Tabla I. **Introducción propósitos y objetivos**

IEC INTRODUCCIÓN. 131 garantizar la seguridad.	NEC ARTÍCULO 90 INTRODUCCIÓN. 90.1 Objetivo.
<p>Introducción: Esta parte de IEC 60364 contiene las reglas para el diseño y montaje de instalaciones eléctricas a fin de proporcionar seguridad y funcionamiento adecuado para el uso previsto. La cláusula 13 establece los principios fundamentales. No incluye requisitos técnicos detallados que pueden estar sujetos a modificaciones debido a desarrollos técnicos.</p> <p>De las partes 1 a la 7 de la IEC 60364 se tratan los requisitos técnicos, cuya observancia está destinada a garantizar que las instalaciones eléctricas se ajusten a los principios fundamentales de la cláusula 13.</p> <p>131 garantizar la seguridad. Los requisitos establecidos en esta subcláusula están destinados a garantizar la seguridad de las personas, animales y la propiedad contra los peligros y daños que puedan surgir en el uso razonable de las instalaciones eléctricas.</p>	<p>a) Salvaguardia. El objetivo de este código es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.</p> <p>b) Provisión y suficiencia. Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.</p> <p>c) Intención. Este código no tiene la intención de marcar especificaciones de diseño ni de ser un manual de instrucciones para personal no calificado.</p> <p>(d) Relación con otras normas internacionales. Los requisitos de este código abordan los principios fundamentales de protección para la seguridad, los cuales se encuentran en la sección 131 de la norma 60364-1, Instalaciones Eléctricas de Edificios (<i>Electrical Instalation of Buildings</i>), de la Comisión Electrotécnica Internacional (<i>International Electrotechnical Comisión</i>).</p>

Fuente: International Standard IEC 60364-1 part1. *Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions.* p. 1.

Es evidente que el objetivo de IEC 60364 es proporcionar seguridad y un funcionamiento adecuado para el uso previsto. Si el funcionamiento tiene la intención de incluir otras funciones que no sean de seguridad. Dichos aspectos se consideran fuera del alcance del código NEC.

El propósito del código NEC es la protección práctica de las personas y los bienes contra los peligros derivados del uso de la electricidad. Por tanto, IEC se basa en normas de diseño que, mediante su aplicación, se protegerá tanto la vida de quienes usen las instalaciones, así como los edificios. También cumplir con las regulaciones específicas, mientras que NEC se caracteriza por salvaguardar la integridad física de las personas.

1.2. Alcance

Las instalaciones incluidas en el alcance de ambos sistemas son, prácticamente, las mismas, con excepción que IEC si especifica un valor máximo para circuitos alimentados a tensiones nominales de hasta 1 000 v CA o 1 500 v CC. Por otra parte, NEC no especifica ningún rango de tensiones dentro del alcance.

Los sistemas proyectan el alcance en espacios donde se realicen instalaciones eléctricas y se utilice para la residencia, áreas comerciales, industriales y espacios, en general de actividades para el ser humano. Las normas buscan la seguridad de las personas, por ello, en la mayoría de países tienen el carácter obligatorio.

Tabla II. Alcance

<p style="text-align: center;">IEC60364-1</p> <p style="text-align: center;">11 ALCANCE 11.1 Aplica 11.2 Cubre</p>	<p style="text-align: center;">NEC</p> <p style="text-align: center;">90.2 ALCANCE (A) a) Cobertura</p>
<p>11.1 Aplica para instalaciones eléctricas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • locales residenciales • locales comerciales • locales públicos • locales industriales • locales agrícolas y hortícolas • edificios prefabricados • caravanas, sitios de caravanas y sitios similares • sitios de construcción, exposiciones, ferias y otras instalaciones temporales • puertos deportivos y embarcaciones de recreo. <p>11.2 Cubre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Circuitos alimentados a tensiones nominales de hasta 1 000 v CA o 1 500 v CC; para CA, las frecuencias preferidas que se tienen en cuenta en esta norma son 50 Hz, 60 Hz y 400 Hz. El uso de otras frecuencias para fines especiales no está excluido. • Circuitos, que no sean el cableado interno del aparato, que funcionen a tensiones superiores a 1 000 v y que se deriven de una instalación que tenga un voltaje que no exceda 1 000 v CA. • Cualquier sistema de cableado y cables no cubiertos específicamente por las normas para electrodomésticos. • Todas las instalaciones de consumo externas a los edificios. • Cableado fijo para telecomunicaciones, señalización, control y similares (excluyendo el cableado interno del aparato). • f) La extensión o alteración de la instalación y también partes de la instalación existente afectada por la extensión o alteración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura. Este código cubre: <ul style="list-style-type: none"> ○ Las instalaciones de conductores y equipos eléctricos en edificios públicos y privados , casas móviles, vehículos de recreo y casas flotantes, patios, parques de atracciones, estacionamientos, otras áreas similares y subestaciones industriales ○ Instalaciones de conductores y equipos que se conectan con fuentes de suministro de electricidad. ○ Instalaciones de otros conductores y equipos exteriores dentro de la propiedad. ○ Instalaciones de cables y canalizaciones de fibra óptica. ○ 5) Instalaciones en edificaciones utilizadas por las empresas de energía eléctrica como edificios de oficinas, almacenes, garajes, talleres y edificios recreativos que no formen parte integral de una planta generadora, una subestación o un centro de control.

Fuente: International Standard IEC 60364-1 part1. *Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions.* p. 2.

1.3. Exclusiones

Debido a la naturaleza de la normativa de IEC sobre instalaciones domiciliarias, comerciales e industriales de inmuebles no considera la regulación para vehículos tanto terrestres, marítimos o aéreos. En el código NEC si entra la regulación de vehículos, pero vinculados a las viviendas, tal como son las casas móviles. Además, no cubre las instalaciones de equipos de comunicación y las propias instalaciones de compañías eléctricas, las cuales por necesidad de generación y transmisión deben realizar instalaciones especiales. Por ende, no aplicaría, además de todo el tipo de equipos móviles y vehículos como se mencionó.

La normativa IEC se limita a no regular conexiones en equipos móviles y vehículos tal como NEC, pero especifica conexiones en edificios como son pararrayos, equipo de minería, incluso cercas eléctricas. Coincide con la no regulación en la generación y distribución de la energía, tal como lo expone NEC.

Tabla III. **Exclusiones**

<p style="text-align: center;">IEC</p> <p style="text-align: center;">11.3 la norma no se aplica a 11.4 Esta norma no tiene la intención de aplicarse:</p>	<p style="text-align: center;">NEC</p> <p style="text-align: center;">ARTÍCULO 90 INTRODUCCIÓN 90.2 fuera de cobertura (b)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de tracción eléctrica • Equipo eléctrico de vehículos automotores • Instalaciones eléctricas a bordo de los buques • Instalaciones eléctricas en aeronaves • Instalaciones públicas de alumbrado público • Instalaciones en minas • Equipo de supresión de interferencias de radio, excepto en la medida en que afecte a la seguridad de la instalación • Cercas eléctricas • Protección contra rayos de edificios. <p>11.4 Esta norma no tiene la intención de aplicarse a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de distribución de energía al público. • b) Generación y transmisión de energía para tales sistemas. 	<p>Este código no cubre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las instalaciones en buques, naves distintas de las casas flotantes, material rodante ferroviario, aviones o automóviles excepto casas móviles y vehículos de recreo. • Las instalaciones subterráneas en minas y la maquinaria móvil autopropulsada de minería de superficie y su cable eléctrico colgante. • Las instalaciones ferroviarias utilizadas para la generación, transformación, transmisión o distribución de la energía eléctrica usada exclusivamente para el funcionamiento del material rodante ni las instalaciones utilizadas exclusivamente para señalización y comunicaciones. • Las instalaciones de equipos de comunicaciones bajo el control exclusivo de las compañías de comunicaciones, situadas a la intemperie o en edificios utilizados exclusivamente para dichas instalaciones. • 5) Las instalaciones, incluida la iluminación correspondiente, bajo el control exclusivo de las compañías de electricidad para comunicaciones, medidas, generación, control, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica. Tales instalaciones deben estar situadas en edificios utilizados exclusivamente por las compañías para estos fines; al aire libre en lugares propios o arrendados por la compañía o en carreteras, calles, caminos, públicos, o al aire libre en propiedades privadas mediante derechos de paso.

Fuente: International Standard IEC 60364-1 part1. *Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions.* p. 3.

1.4. Protección contra contacto eléctrico accidental

Para la norma IEC las personas y animales estarán protegidas contra los peligros que puedan surgir del contacto con partes energizadas o expuestas en caso de una falla de la instalación evitando, limitando o desconectando automáticamente la corriente que pueda atravesar un cuerpo a un valor inferior a la corriente de conmoción. No especifica el valor de la corriente de conmoción y no establece ningún método para resguardar las partes energizadas de los equipos.

Por otra parte, el código NEC es más específico indicando que todas las partes energizadas de los equipos eléctricos, que trabajen con un voltaje de 50 v en adelante, deberán protegerse contra contactos accidentales aplicando los métodos descritos anteriormente. Todas las ubicaciones donde se encuentren partes energizadas expuestas deberán tener, en todos sus accesos, señales de advertencia.

Tabla IV. **Protección contra contacto eléctrico accidental**

<p style="text-align: center;">IEC60364-1</p> <p>131.2 protección contra descargas eléctricas 131.2.1 Protección contra contacto directo 131.2.2 Protección contra contacto indirecto</p>	<p style="text-align: center;">NEC</p> <p style="text-align: center;">ARTICULO 110. Requisitos para instalaciones eléctricas 110.27 Protección de piezas en vivo 110.34 Espacio de trabajo y resguardo</p>
<p>131.2.1 Protección contra contacto directo Las personas y los animales estarán protegidos contra los peligros que puedan surgir del contacto con partes vivas de la instalación.</p> <p>Esta protección se logra mediante uno de los siguientes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitar que una corriente atraviese el cuerpo de cualquier persona o animal. • Limitar la corriente que puede atravesar un cuerpo a un valor inferior a la corriente de choque. <p>131.2.2 Protección contra contacto indirecto Las personas y los animales estarán protegidos contra los peligros que puedan surgir del contacto con las partes conductoras expuestas en caso de falla.</p> <p>Esta protección se puede lograr mediante uno de los siguientes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitar que una corriente de falla pase por el cuerpo de cualquier persona o animal. • Limitar la corriente de falla que puede pasar a través de un cuerpo a un valor inferior a la corriente de choque. • Desconexión automática del suministro en un momento determinado ante la ocurrencia de una falla que pueda causar que una corriente fluya a través de un cuerpo en contacto con partes conductoras expuestas, donde el valor de esa corriente es igual o mayor que la corriente de choque. 	<p>110.27 Protección de piezas en vivo</p> <p>(A) Partes vivas resguardadas contra contacto accidental.</p> <p>A menos que en este código se exija o autorice algo diferente, las partes vivas de los equipos eléctricos que funcionen a 50 voltios o más. Deben estar protegidas contra contactos accidentales por medio de envolventes (<i>enclosures</i>) aprobados o por cualquiera de los siguientes medios:</p> <p>(1) Ubicándolas en un cuarto, bóveda o envolventes (<i>enclosures</i>) similar, accesible solo a personal calificado.</p> <p>(2) Mediante divisiones adecuadas, sólidas y permanentes, o enrejados dispuestos de modo que solo el personal calificado tenga acceso al espacio cercano a las partes vivas. Cualquier abertura en dichas divisiones o enrejados debe ser de tales dimensiones o estar situada de modo que no sea probable que las personas entren en contacto accidental con las partes vivas, o pongan objetos conductores en contacto con las mismas.</p> <p>(3) Ubicándolas en un balcón, adecuado galería o plataforma, elevados y dispuestos de tal modo que impida la entrada de personas no calificadas.</p> <p>(4) Ubicándolas a una altura de 2,5 m (8 pies) o más por encima del nivel del piso u otra superficie de trabajo.</p> <p>(B) Prevención contra daños físicos. En lugares donde sea probable que el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños físicos los gabinetes o resguardos deben estar dispuestos de tal modo y tener una resistencia tal que evite este tipo de daños.</p>

Continuación de la tabla IV.

<p>Nota: IEC amplía este tema en la parte 60364-4-41 <i>Protection against electric shock</i>.</p>	<p>(C) Señales de advertencia. Las entradas a cuartos y a otros lugares resguardados que contengan partes vivas expuestas se deben marcar con señales de advertencia visibles que prohíban la entrada a personal no calificado.</p> <p>110.34 Espacio de trabajo y resguardo. (A) Espacio de trabajo. A menos que se permita o se exija otra cosa en este Código, el equipo que pueda requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado debe tener un espacio de trabajo libre en dirección del acceso a las partes vivas del equipo eléctrico y no debe ser inferior al especificado en la Tabla 110.34(A). Las distancias se deben medir desde las partes vivas, si están expuestas, o desde el frente o abertura del gabinete, si están encerradas.</p>
--	--

Fuente: International Standard IEC 60364-1 part1. *Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*. p. 5.

1.5. Efectos térmicos

Ambos sistemas establecen que las instalaciones eléctricas deberán estar dispuestas de tal manera que, durante su funcionamiento, estas no produzcan ningún riesgo de ignición. Las partes de los equipos que produzcan chispas o llamas deberán separarse de los materiales combustibles.

Tabla V. **Efectos térmicos**

IEC60364-1	NEC
<p>131.3 protección contra los efectos térmicos</p>	<p>ARTICULO 110. Requisitos para instalaciones eléctricas 110.18 Partes que forman arcos eléctricos. ARTICULO 408 Tableros de distribución y paneles de distribución 408.17 Ubicación relativa al material fácilmente inflamable. ARTICULO 410 Luminarias, portalámparas y lámparas 410.11 Luminarias cerca de materiales combustibles.</p>
<p>La instalación eléctrica debe estar dispuesta de manera que no haya riesgo de ignición de materiales inflamables debido a la alta temperatura o al arco eléctrico. Además, durante el funcionamiento normal del equipo eléctrico, no habrá riesgo de quemaduras para personas o animales.</p>	<p>110.18 Partes que forman arcos eléctricos. Las partes del equipo eléctrico que en su funcionamiento normal producen arcos, chispas, llamas o metal fundido, se deben encerrar o separar y alejar de todo material combustible.</p> <p>408.17 Ubicación relativa al material fácilmente inflamable. Los tableros de distribución y las celdas se colocarán de forma que se reduzca al mínimo la probabilidad de que se comunique fuego a materiales combustibles adyacentes. Donde se instale sobre un piso combustible, se debe proporcionar una protección adecuada.</p> <p>410.11 Luminarias cerca de materiales combustibles. Las luminarias deben estar construidas, instaladas o equipadas con pantallas o protecciones de modo que los materiales combustibles no se vean sometidos a temperaturas superiores a 90°C (194°F).</p>

Fuente: International Standard IEC 60364-1 part1. *Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions.* p. 6.

1.6. Protección contra sobrecorrientes

IEC recomienda para la protección contra sobrecorriente y protección contra corrientes de falla se realiza por medio de desconexiones automáticas que dependerán del valor de la sobrecorriente y su tiempo de duración. También establece que se puede limitar las sobrecorrientes a valores máximos seguros y así mismo limitar el tiempo de su duración.

Las instalaciones requieren el uso de diversos dispositivos de protección de desconexión automática o que puedan limitar un valor máximo de corriente de paso. Limitar el tiempo de duración de las sobrecorrientes con el fin de evitar riesgos de descargas eléctricas. Tener un medio para terminar las condiciones de falla a tierra.

El código NEC contiene las reglas principales de protección de sobrecorriente. Se encuentran en el artículo 240, conteniendo reglas generales para la protección de sobrecorriente, sobrecargas, cortocircuitos y fallas a tierra. Debido a las diferentes características de operación y condiciones de uso, la protección en varios niveles de corriente y la selección de los tipos de dispositivos son necesarios para diferentes aplicaciones.

En el código NEC, la sobrecorriente incluye sobrecarga, falla a tierra y corrientes de cortocircuito. Excepto en casos especiales, el mismo dispositivo de sobrecorriente es el encargado de proteger el cableado y el equipo contra todos los peligros anteriormente descritos.

Tabla VI. **Protección contra sobrecorrientes**

IEC60364-1	NEC
<p>131.4 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE 131.5 PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTES DE FALLA</p> <p>131.4 Protección contra sobrecorriente Las personas o los animales deberán estar protegidos contra lesiones. La propiedad deberá estar protegida contra daños por temperaturas excesivas o tensiones electromecánicas causadas por sobrecorrientes que puedan surgir en conductores activos.</p> <p>Esta protección se puede lograr mediante uno de los siguientes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desconexión automática en caso de sobrecorriente antes de que esta alcance un valor peligroso teniendo en cuenta su duración. • Limitar la sobrecorriente máxima a un valor y duración segura. <p>131.5 Protección contra corrientes de falla Los conductores, que no sean conductores de fases, y cualquier otra parte destinada a llevar una corriente de falla deberá ser capaz de transportar esa corriente sin alcanzar una temperatura excesiva.</p> <p>Nota 1. Se debe prestar especial atención a las corrientes de falla a tierra y a la corriente de fuga.</p>	<p>ARTICULO 110 Requisitos para instalaciones eléctricas 110.9 Corriente nominal de interrupción 110.10 Impedancia del circuito y otras características</p> <p>ARTICULO 210 CIRCUITOS RAMALES 210.20 Protección contra sobrecorriente</p> <p>ARTÍCULO 240 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE 240.4 Protección de los conductores 240.5 Protección de los cordones flexibles, cables flexibles y alambres de artefactos</p> <p>110.9 Corriente nominal de interrupción Los equipos destinados a interrumpir las corrientes de falla deben tener un rango nominal de interrupción suficiente para la tensión nominal del circuito y para la corriente existente en los terminales de línea del equipo.</p> <p>Los equipos destinados para interrumpir la corriente a otros niveles distintos de falla deben tener rango de interrupción a la tensión nominal del circuito, suficiente para la corriente que se debe interrumpir.</p> <p>110.10 Impedancia del circuito y otras características Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, los componentes de la corriente nominal de cortocircuito de los componentes y otras características del circuito que se va a proteger. Se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito utilizados para eliminar una falla, lo hagan sin que se produzcan daños extensos de los componentes eléctricos del circuito. Se debe considerar que la falla puede ocurrir entre dos o más conductores del circuito, o entre cualquier conductor, del circuito y el conductor de puesta a tierra o la canalización metálica que los contiene. Se debe considerar que los productos listados, cumplen con los requisitos de esta sección.</p>

Continuación de la tabla VI.

	<p>210.20 Protección contra sobrecorriente Los conductores de circuitos ramales y los equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal o ajuste que cumpla lo establecido en las secciones 210.20(A) hasta (D).</p> <p>(A) Cargas continuas y no continuas._Cuando un circuito ramal alimenta cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente no debe ser menor a la carga no continua más el 125 % de la carga continua.</p> <p>Excepción: cuando el ensamble, incluidos los dispositivos de sobrecorriente que están protegiendo el circuito ramal. Este listado es para su funcionamiento al 100 % de su valor nominal. Se permitirá que el valor nominal en amperios del dispositivo de sobrecorriente no sea menor que la suma de la carga continua más la carga no continua.</p> <p>(B) Protección del conductor. Los conductores se deben proteger de acuerdo con la sección 240.4. Los alambres de artefactos y los cordones flexibles deben estar protegidos según la sección 240.5.</p> <p>(C) Equipo. La capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe exceder la especificada en los artículos aplicables que se indican en la Tabla 240.3 para el equipo.</p> <p>(D) Dispositivos de salida. El valor nominal o ajuste no debe exceder lo especificado en la sección 210.21 para dispositivos de salida.</p> <p>240.1 Alcance Las partes I hasta VII de este artículo proporcionan los requisitos generales para la protección contra sobrecorriente y los dispositivos de protección contra sobrecorriente hasta los 600 voltios nominales. La parte VIII trata de la protección contra sobrecorriente para aquellas partes de instalaciones industriales supervisadas que operan a tensiones hasta 600 voltios nominales. La parte IX trata de la protección contra sobrecorriente de más de 600 voltios nominales.</p> <p>240.4 Protección de los conductores Los conductores que no sean cordones flexibles, cables flexibles ni alambres de artefactos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad.</p>
--	--

Continuación de la tabla VI.

	<p>240,5 Protección de los cordones flexibles, cables flexibles y alambres de artefactos</p> <p>Los cordones flexibles y cables flexibles, decorativos y las extensiones, y los alambres de artefactos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con 240,5(A) o (B).</p> <p>(A) Ampacidades. El cordón flexible y el cable flexible se deben proteger con un dispositivo de sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, tal como se especifica en las Tablas 400,5 (A) y 400,5 (B). Los alambres de artefactos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, como se especifica en la tabla 402,5. Se permitirá que la protección complementaria contra sobrecorriente, como se establece en la sección 240,10, sea un medio aceptable para brindar esta protección.</p> <p>(B) Dispositivo de sobrecorriente de circuitos ramales. Los cordones flexibles se deben proteger cuando sean alimentados por un circuito ramal, de acuerdo con uno de los métodos descritos en las secciones 240.5 (B) (1), (B) (3) o (B) (4). Los alambres de artefactos, cuando están alimentados por un circuito ramal, se deben proteger de acuerdo con la sección 240.5 (B) (2).</p> <p>(1) Cordón de alimentación de electrodomésticos o luminarias listados. Cuando los cordones flexibles o cordones decorativos son aprobados y usados con un electrodoméstico específico o una luminaria listados, se considerará que están protegidos cuando se aplican cumpliendo los requisitos de listado para el electrodoméstico o la luminaria. Para los propósitos de esta sección, una luminaria puede ser portátil o fija.</p> <p>(2) Alambre de artefactos eléctricos. Se permitirá que el alambre para artefactos eléctricos se derive del conductor del circuito ramal de un circuito ramal, de acuerdo con lo siguiente:</p> <p>(a) Circuitos de 20 amperios - 18 AWG, hasta 15 m (50 pies) de longitud de tendido.</p> <p>(b) Circuitos de 20 amperios - 16 AWG, hasta 30 m (100 pies) de longitud de tendido.</p> <p>(c) Circuitos de 20 amperios - 14 AWG y mayor.</p> <p>(d) Circuitos de 30 amperios - 14 AWG y mayor.</p> <p>(e) Circuitos de 40 amperios - 12 AWG y mayor.</p> <p>(f) Circuitos de 50 amperios - 12 AWG y mayor.</p> <p>(3) Conjunto de cordones de extensión. Se debe considerar que el cordón flexible usado en conjuntos de cordones de extensión listado está protegido cuando se aplica cumpliendo los requisitos de listado del cordón de extensión.</p>
--	---

Continuación de la tabla VI.

	<p>(4) Conjuntos de cordones de extensión ensamblados en el sitio. Se permitirá que el cordón flexible usado en cordones de extensión hechos con componentes listados e instalados individualmente, sea conectado a un circuito ramal de acuerdo con lo siguiente:</p> <p>Circuitos de 20 amperios -16 AWG y mayores.</p> <p>240.10 Protección suplementaria contra sobrecorriente</p> <p>Cuando se utilice protección suplementaria contra sobrecorriente en luminarias, electrodomésticos y otros equipos o para los circuitos y componentes internos de los equipos no se debe usar como sustituto de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales. Tampoco en lugar de la protección de los circuitos ramales. No se exigirá que los dispositivos suplementarios contra</p>
--	--

Fuente: International Standard IEC 60364-1 part1. *Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions.* p. 10.

1.7. Protección contra sobretensiones

NEC es más explícito en cuanto a regulaciones de protección contra sobretensiones, ya que la norma IEC regula la protección para personas y animales en excesos de voltaje debido a fenómenos atmosféricos o sobretensiones de conmutación. Indica, además, para un mejor abordaje del tema se desarrolla en la parte 60364-4-41, *Protection against electric shock.*

NEC aborda desde los requisitos generales de las conexiones, determinando los aspectos a considerar de los pararrayos. Los usos para los cuales no se permite, valores nominales de corriente, instalaciones con ubicación que permita el acceso solo a personal calificado, conexión de SPDs y especificaciones de conexiones, envolventes y conductores.

Tabla VII. **Protección contra sobretensiones**

<p style="text-align: center;">IEC60364-1</p> <p style="text-align: center;">131.6 protección contra sobretensión</p>	<p style="text-align: center;">NEC</p> <p style="text-align: center;">ARTÍCULO 285 Dispositivos de protección contra Sobretensiones (spds) de 1 kv o menos 285.1 Alcance 285.3 Usos no permitidos</p>
<p>131.6.1 Las personas y los animales deberán estar protegidos contra lesiones y la propiedad deberá estar protegida contra cualquier efecto nocivo como consecuencia de una falla entre partes activas de circuitos alimentados a diferentes voltajes.</p> <p>131.6.2 Las personas o los animales estarán protegidos contra lesiones y la propiedad estará protegida contra daños como consecuencia de cualquier exceso de voltaje que pueda surgir debido a otras causas (por ejemplo, fenómenos atmosféricos o sobretensiones de conmutación).</p> <p>Nota: IEC amplía este tema en la parte 60364-4-41 <i>Protection against electric shock</i>.</p>	<p>Generalidades</p> <p>285.1 Alcance Este artículo trata de los requisitos generales, los requisitos de instalación y de conexión para SPDs (pararrayos y disipadores de sobretensiones transitorias, TVSSs) instalados permanentemente en sistemas de 1 kV o menos de alambrado de inmuebles.</p> <p>Nota No. 1: Los pararrayos de menos de 1 kV también se conocen como SPDs Tipo 1.</p> <p>Nota No. 2: Los supresores de sobretensiones transitorias (TVSSs) también se conocen como SPDs tipo 2 y tipo 3.</p> <p>285.3 Usos no permitidos No se debe instalar un dispositivo SPD (pararrayos o un TVSS) en los siguientes lugares:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Circuitos que excedan 1 kV. • En sistemas no puestos a tierra, sistemas puestos a tierra con impedancia ni sistemas en delta con una esquina puesta a tierra, a menos que estén listados específicamente para el uso en estos sistemas. • Cuando el valor nominal del SPD (pararrayos o un TVSS) es inferior a la máxima tensión continua disponible de fase a tierra a frecuencia industrial en el punto de aplicación. <p>285.4 Número exigido Cuando se usa en un punto en un circuito, el SPD (pararrayos o TVSS) se debe conectar a cada conductor no puesto a tierra.</p> <p>285.6 Valor nominal de corriente de cortocircuito El SPD (pararrayos o TVSS) se debe marcar con un valor nominal de corriente de cortocircuito. No se debe instalar en un punto en el sistema donde la corriente de falla disponible supera dicho valor nominal. Este requisito de marcado no se aplica a los receptáculos.</p>

Continuación de la tabla VII.

	<p>II. Instalación</p> <p>285.11 Ubicación Se permitirá ubicar los SPDs (pararrayos o TVSSs) en el interior o el exterior. Debe ser inaccesible a personas no calificadas, a menos que esté listado para su instalación en lugares accesibles.</p> <p>285.12 Direccionamiento de las conexiones Los conductores usados para conectar el SPD (pararrayos o TVSS) a la línea o a la barra conductora y a tierra no deben tener una longitud mayor que la necesaria y se deben evitar dobleces innecesarios.</p> <p>III. Conexión de los SPDs</p> <p>285.21 Conexión Cuando se instala un dispositivo SPD (pararrayos o TVSS) debe cumplir con lo establecido en las secciones 285.23 hasta 285.28.</p> <p>285.23 SPDs de tipo 1 (pararrayos) Los SPDs de tipo 1 se deben instalar de acuerdo con las secciones 285.23 (A) y (B).</p> <p>(A) Instalación Los SPDs de tipo 1 (pararrayos) se deben instalar, como lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">• Se permitirá que los SPDs de tipo 1 (pararrayos) se conecten al lado de alimentación del desconectivo de la acometida, según se permite en la sección 230.82 (4).• Se permitirá que los SPDs de tipo 1 (pararrayos) se conecten como se especifica en la sección 285.24. <p>(B) En la acometida Cuando se instala en la acometida, el conductor de puesta a tierra de un SPD de tipo 1 se debe conectar a uno de los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• Al conductor puesto a tierra de la acometida.• Al conductor del electrodo de puesta a tierra.• Al electrodo de puesta a tierra para la acometida.• Al terminal de puesta a tierra del equipo en el equipo de acometida. <p>285.24 SPDs de tipo 2 (TVSSs) Los SPDs de tipo 2 (TVSSs) se deben instalar de acuerdo con las secciones 285.24 (A) hasta (C).</p> <p>(A) Edificio o estructura alimentada por la acometida. Los SPDs de tipo 2 (TVSSs) se deben conectar en cualquier lugar en el lado de carga de un dispositivo contra sobrecorriente del desconectivo de la acometida como el que exige la sección 230.91, a menos que se instale de acuerdo con la sección 230.82 (8).</p>
--	--

Continuación de la tabla VII.

	<p>(B) Edificio o estructura alimentada por el alimentador. Los SPDs de tipo 2 (TVSSs) se deben conectar en edificio o estructura en cualquier lugar en el lado de carga del primer dispositivo contra sobrecorriente.</p> <p>(C) Sistema derivado separadamente. El SPD (TVSS) se debe conectar en el lado de carga del primer dispositivo contra sobrecorriente de un sistema derivado separadamente.</p> <p>285.25 SPDs de tipo 3 Se permitirá que los SPDs de tipo 3 (TVSSs) se instalen en cualquier lugar en el lado de carga de la protección contra sobrecorriente del circuito ramal hasta el equipo alimentado, siempre que la conexión esté a, por lo menos, 10 m (30 pies) de distancia del conductor desde el desconectivo de la acometida o del sistema derivado separadamente.</p> <p>285.26 Calibre del conductor Los conductores de puesta a tierra y de línea no deben ser menores al 14 AWG de cobre o al 12 AWG de aluminio.</p> <p>285.27 Conexión entre los conductores Se permitirá que un SPD (pararrayos o TVSS) se conecte entre cualquier par de conductores no puestos a tierra. El conductor puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra. El conductor puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra se deben conectar únicamente por medio de la operación normal del SPD (pararrayos o TVSS) durante una sobretensión.</p> <p>285.28 Conexiones y envolventes del conductor de puesta a tierra Excepto lo que se establece en este artículo, las conexiones de puesta a tierra del SPD se deben hacer tal como se especifica en la parte III del Artículo 250. Los conductores de puesta a tierra instalados en envolventes metálicos deben cumplir lo establecido en la sección 250.64 (E).</p>
--	---

Fuente: International Standard IEC 60364-1 part1. *Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions.* p. 10.

1.8. Requisitos y métodos de cálculos de circuitos

IEC establece bases y requisitos a cumplir en el diseño de la instalación con la finalidad de proporcionar la protección de personas, animales y propiedad. NEC no establece requisitos para el diseño de circuitos, únicamente refiere para conveniencias y futuras ampliaciones, espacios adicionales que permitirán futuros incrementos en los circuitos de comunicación y de potencia eléctrica.

Tabla VIII. **Requisitos y métodos de cálculos de circuitos**

<p style="text-align: center;">IEC 132. Diseño</p>	<p style="text-align: center;">NEC 90.8 Proyección de la instalación Artículo 110 Requisitos para instalaciones eléctricas</p>
<p>132.1 General</p> <p>Para el diseño de la instalación eléctrica se deben tener en cuenta los siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La protección de personas, animales y propiedad de acuerdo con la cláusula 131. • El correcto funcionamiento de la instalación eléctrica para el uso previsto. <p>La información requerida como base para el diseño se enumera en 132.2 a 132.5. Los requisitos con los que debe cumplir el diseño se establecen en 132.6 a 132.12.</p> <p>132.2 Características del suministro o suministros disponibles.</p> <p>132.2.1 Naturaleza de la corriente:</p> <p>CA o CC.</p>	<p>90.8 Proyección de la instalación</p> <p>a) Conveniencia y futuras ampliaciones.</p> <p>Los planos y las especificaciones que prevean espacios amplios en las canalizaciones, canalizaciones de reserva y espacios adicionales, permitirán futuros incrementos en los circuitos de comunicación y de potencia eléctrica. Los centros de distribución situados en lugares fácilmente accesibles permitirán la operación cómoda y segura.</p> <p>b) Número de conductores y circuitos en encerramientos o envolventes (enclosures).</p> <p>En otras partes de este código se establece que el número de conductores y circuitos en un solo envolvente sea limitado de forma variable. Al limitar el número de circuitos en un solo encerramiento se reducen los efectos de un cortocircuito o de una falla a tierra en un circuito.</p>

Continuación de la tabla VIII.

<p>132.2.2 Naturaleza y número de conductores:</p> <p>Para CA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conductor de fase. • Conductor neutro. • Conductor de protección. <p>Para CC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • conductores equivalentes a los enumerados anteriormente. <p>132.2.3 Valores y tolerancias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje y tolerancias de voltaje. • Frecuencia y tolerancias de frecuencia. • Corriente máxima permitida. • Corriente potencial de cortocircuito. • Corriente de cortocircuito prospectiva. <p>132.2.4 Suministros de emergencia o suministros</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuente de suministro (naturaleza, características). • Circuitos a ser suministrados por la fuente de emergencia. <p>132.2.5 Requisitos particulares de la empresa de suministro</p> <p>132.3 Naturaleza de la demanda</p> <p>El número y tipo de circuitos necesarios para la iluminación, calefacción, energía, control, señalización, telecomunicaciones, entre otras deben ser determinadas por lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de los puntos de demanda de energía, • Cargas esperadas en los diversos circuitos, • Variación diaria y anual de la demanda • Cualquier condición especial, • Requisitos de control, señalización, telecomunicaciones, entre otras. <p>132.4 Suministros de emergencia o suministros</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuente de suministro (naturaleza, características). • Circuitos a ser suministrados por la fuente de emergencia. 	<p>Artículo 110 Requisitos para instalaciones eléctricas</p> <p>I. Generalidades</p> <p>110.1 Alcance. Este artículo abarca los requisitos generales para el examen y aprobación, instalación, uso, y acceso a los espacios alrededor de los conductores y equipos eléctricos; o envoltentes (enclosures) destinados al ingreso de personal e instalaciones en túneles.</p> <p>110.3 Examen, identificación, instalación y uso del equipo</p> <p>(A) Examen.</p> <p>Al juzgar un equipo se deben evaluar consideraciones como las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conveniencia para su instalación y uso de conformidad con las disposiciones de este código. <p>La conveniencia del uso de un equipo puede ser identificada mediante una descripción marcada en o suministrada con un producto, que permite identificar la conveniencia de ese producto para un uso, medio ambiente o aplicación específicos. La conveniencia de un equipo puede demostrarse mediante su listado o su etiquetado.</p> <p>(2) Su resistencia mecánica y durabilidad, incluida la calidad de la protección suministrada, para las partes diseñadas para encerrar y proteger otro equipo.</p> <p>(3) El espacio para el doblado de alambres y conectar alambres para hacer las conexiones.</p> <p>(4) El aislamiento eléctrico.</p> <p>(5) Los efectos del calentamiento en condiciones normales de uso y también en condiciones anormales que puedan presentarse durante el servicio.</p> <p>(6) Los efectos de los arcos eléctricos.</p> <p>(7) Su clasificación por tipo, tamaño, tensión, capacidad de corriente y uso específico.</p>
---	--

Continuación de la tabla VIII.

<p>132.5 condiciones ambientales</p> <p>Consulte IEC 60364-5-51 e IEC 60721.</p> <p>132.6 Corte transversal de conductores</p> <p>La sección transversal de los conductores se determinará de acuerdo con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Su temperatura máxima admisible. • La caída de tensión admisible. • Los esfuerzos electromecánicos que pueden ocurrir debido a cortocircuitos. • Otras tensiones mecánicas a las que pueden exponerse los conductores. • La impedancia máxima con respecto al funcionamiento de la protección contra cortocircuitos. <p>Los elementos enumerados anteriormente se refieren principalmente a la seguridad de las instalaciones eléctricas. Las áreas de sección transversal mayores que las requeridas para la seguridad pueden ser deseables para la economía.</p> <p>132.7 Tipo de cableado y métodos de instalación</p> <p>La elección del tipo de cableado y los métodos de instalación dependen de lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La naturaleza de los lugares. • La naturaleza de las paredes u otras partes del edificio que soportan el cableado. • Accesibilidad del cableado a personas y animales. • Voltaje. • Las tensiones electromecánicas que pueden ocurrir debido a cortocircuitos. • Otras tensiones a las que puede exponerse el cableado durante el montaje de la instalación eléctrica o en servicio. <p>132.8 Equipos de protección</p> <p>Las características del equipo de protección se determinarán con respecto a su función, que puede ser, por ejemplo, la protección contra los efectos siguientes:</p>	<p>(8) Otros factores que contribuyan a salvaguardar a las personas que utilicen o que puedan entrar en contacto con el equipo.</p>
--	---

Continuación de la tabla VIII.

<ul style="list-style-type: none">• Sobrecorriente (sobrecarga, cortocircuito).• Corriente de falla a tierra.• Sobretensión.• Bajo voltaje y sin voltaje. <p>Los dispositivos de protección deben operar a valores de corriente, voltaje y tiempo que estén adecuadamente relacionados con las características de los circuitos y con las posibilidades de peligro.</p> <p>132.9 Control de emergencia</p> <p>Cuando, en caso de peligro, haya necesidad de una interrupción inmediata del suministro se debe instalar un dispositivo de interrupción de tal manera que se pueda reconocer fácilmente y se pueda operar con eficacia y rapidez.</p> <p>132.10 Dispositivos de desconexión</p> <p>Los dispositivos de desconexión se deben proporcionar de manera que permitan la desconexión de la instalación eléctrica, los circuitos o los elementos individuales de los aparatos según se requiera para el mantenimiento, prueba, detección de fallas o reparación.</p> <p>132.11 Prevención de la influencia mutua</p> <p>La instalación eléctrica debe estar dispuesta de tal manera que no se produzca una influencia perjudicial mutua entre la instalación eléctrica y las instalaciones no eléctricas del edificio.</p> <p>132.12 Accesibilidad de equipos eléctricos</p> <p>El equipo eléctrico se dispondrá de modo que pueda permitirse, según sea necesario:</p> <ul style="list-style-type: none">• Espacio suficiente para la instalación inicial y posterior reemplazo de artículos individuales del equipo eléctrico.• Accesibilidad para operación, pruebas, inspección, mantenimiento y reparación.	
---	--

Fuente: International Standard IEC 60364-1 part1. *Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions.* p. 10.

1.9. Selección de equipos eléctricos

IEC 60364-1 no aborda los problemas relacionados con la aceptación de una instalación específica, únicamente aclara que todo equipo eléctrico seleccionado debe contar con las características correctas para los parámetros y condiciones del diseño de la instalación eléctrica.

NEC incluye requisitos generales y específicos para el examen, aprobación, instalación, uso y acceso a los espacios alrededor de los conductores y equipos eléctricos.

Tabla IX. Selección de equipos eléctricos

IEC 133 selección de equipos eléctricos	NEC Artículo 110 Requisitos para instalaciones eléctricas
<p>133.1 General</p> <p>Todos los equipos eléctricos utilizados en las instalaciones eléctricas deben cumplir con las normas IEC que sean apropiadas.</p> <p>133.2 Características</p> <p>Cada equipo eléctrico seleccionado debe tener las características adecuadas a los valores y condiciones en que se basa el diseño de la instalación eléctrica y, en particular, debe cumplir los siguientes requisitos.</p> <p>133.2.1 Voltaje</p> <p>El equipo eléctrico debe ser adecuado con respecto a la tensión de servicio máxima (valor RMS para C.A.) que probablemente se aplique, así como las sobretensiones que probablemente ocurran.</p> <p>Para ciertos equipos es necesario tener en cuenta el voltaje más bajo que pueda ocurrir.</p> <p>133.2.2 Corriente</p> <p>Todo el equipo eléctrico se seleccionará con respecto a la corriente constante máxima (valor RMS para C.A.) que debe transportar en servicio normal. Con respecto a la corriente que probablemente se transportará en condiciones anormales y el período, por ejemplo, el tiempo de funcionamiento de los dispositivos de protección, si corresponde, durante el cual se espera que fluya.</p>	<p>I. Generalidades</p> <p>110.1 Alcance. Este artículo abarca los requisitos generales para el examen, aprobación, instalación, uso y acceso a los espacios alrededor de los conductores y equipos eléctricos, o envoltentes destinados al ingreso de personal e instalaciones en túneles.</p> <p>110.2 Aprobación. Los conductores y equipos exigidos o permitidos por este código serán aceptables solo si están aprobados.</p> <p>110.3 Examen, identificación, instalación y uso del equipo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Examen <ul style="list-style-type: none"> ○ Al juzgar un equipo se deben evaluar consideraciones como las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> ○ Conveniencia para su instalación y uso de conformidad con las disposiciones de este código. ○ Su resistencia mecánica y durabilidad, incluida la calidad de la protección suministrada, para las partes diseñadas para encerrar y proteger otro equipo. ○ El espacio para el doblado de alambres y doblar y conectar alambres para hacer las conexiones. ○ El aislamiento eléctrico. ○ Los efectos del calentamiento en condiciones normales de uso y también en condiciones anormales que puedan presentarse durante el servicio.

Continuación de la tabla IX.

<p>133.2.3 Frecuencia</p> <p>Si la frecuencia tiene una influencia en las características del equipo eléctrico, la frecuencia nominal del equipo debe corresponder a la frecuencia que probablemente ocurra en el circuito.</p> <p>133.2.4 Potencial</p> <p>Todos los equipos eléctricos, que se seleccionan en función de sus características de potencia, deben ser adecuados para el trabajo exigido al equipo, teniendo en cuenta el factor de carga y las condiciones normales de servicio.</p> <p>133.3 Condiciones de instalación</p> <p>Todo el equipo eléctrico se seleccionará de modo que resista las tensiones y las condiciones ambientales características de su ubicación y a las que puede estar expuesto. Sin embargo, si un elemento del equipo no tiene por diseño las propiedades correspondientes a su ubicación, se puede usar a condición de que se proporcione una protección adicional adecuada como parte de la instalación eléctrica completada.</p> <p>133.4 Prevención de efectos nocivos</p> <p>Todos los equipos eléctricos se seleccionarán de manera que no causen efectos dañinos en otros equipos ni afecten el suministro durante el servicio normal, incluidas las operaciones de conmutación. En ese contenido los factores que pueden influir incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Factor de potencia. • Corriente de entrada. • Carga asimétrica. • Armónicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Los efectos de los arcos eléctricos. ○ Su clasificación por tipo, tamaño, tensión, capacidad de corriente y uso específico. ○ Otros factores que contribuyan a la salvaguarda de las personas que utilicen o que puedan entrar en contacto con el equipo. <p>110.4 Voltajes. A lo largo de este código, las tensiones o voltajes considerados deben ser aquellos a los que funcionan los circuitos. La tensión nominal de un equipo eléctrico no debe ser inferior a la tensión nominal del circuito al que está conectado.</p> <p>110.5 Conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que en este código se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y los calibres que se den, se deben aplicar a conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los calibres se deben cambiar conforme a su equivalencia.</p> <p>110.6 Calibre de los conductores. Los calibres de los conductores se expresan en AWG (<i>American Wire Gage</i>) o en mils circulares.</p> <p>110.8 Métodos de alambrado. En este código solo se incluyen los métodos de alambrado reconocidos como adecuados. Estos métodos de alambrado se permitirán instalar en cualquier tipo de edificio u ocupación, siempre que en este no se indique lo contrario.</p> <p>110.9 Corriente nominal de interrupción. Los equipos destinados a interrumpir las corrientes de falla deben tener un rango nominal de interrupción suficiente para la tensión nominal del circuito y para la corriente existente en los terminales de línea del equipo. Los equipos destinados para interrumpir la corriente a otros niveles distintos de falla, deben tener rango de interrupción a la tensión nominal del circuito, suficiente para la corriente que se debe interrumpir.</p>
--	---

Fuente: *International Standard IEC 60364-1 part1. Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions.* p. 10.

1.10. Montaje y verificación inicial de instalaciones eléctricas

IEC establece que todo el montaje de la instalación eléctrica que debe realizarse únicamente con personal calificado con la finalidad que los equipos no se vean afectados en el proceso del montaje, las conexiones entre conductores y otros equipos garanticen una conexión segura y confiable.

IEC especifica que toda instalación terminada debe ser probada e inspeccionada antes de la puesta en servicio y después de cualquier modificación importante para verificar el correcto funcionamiento del trabajo realizado de acuerdo al normativo.

NEC detalla instrucciones de cómo realizar el montaje de equipos eléctricos, los materiales que deben utilizarse y para el cableado eléctrico establece que está prohibido mezclar conductores o terminales de diferentes materiales cuando exista un contacto físico entre ellos. Así mismo, todos los conductores instalados deberán identificarse de acuerdo a su función y a las secciones que detallan la forma correcta de identificar los conductores.

Tabla X. **Montaje y verificación inicial de instalaciones eléctricas**

<p style="text-align: center;">IEC 134 montaje y verificación inicial de instalaciones eléctricas</p>	<p style="text-align: center;">NEC Artículo 110. Requisitos para instalaciones eléctricas</p>
<p>134.1 Montaje</p> <p>134.1.1 Para el montaje de la instalación eléctrica, se debe proporcionar buena mano de obra por parte del personal calificado y el uso de los materiales adecuados se proporcionará para:</p> <p>134.1.2 Las características del equipo eléctrico, según se determina de acuerdo con la cláusula 133. No deben verse afectadas en el proceso de montaje</p> <p>134.1.3 Los conductores deben identificarse de acuerdo con IEC 60446.</p> <p>134.1.4 Las conexiones entre los conductores y entre los conductores y otros equipos eléctricos deben realizarse de manera que se garantice un contacto seguro y confiable.</p> <p>134.1.5 Todo el equipo eléctrico debe instalarse de tal manera que las condiciones de enfriamiento diseñadas no se vean afectadas.</p>	<p>110.13 Montaje y enfriamiento de los equipos</p> <p>(A) Montaje. Los equipos eléctricos se deben fijar a la superficie sobre la que se van a montar. No se deben utilizar tarugos de madera en agujeros en mampostería, concreto, yeso o materiales similares.</p> <p>(B) Enfriamiento. El equipo eléctrico que dependa de la circulación natural del aire y de los principios de la convección para el enfriamiento de las superficies expuestas, se debe instalar de modo que no se impida la circulación del aire sobre dichas superficies por paredes o por equipos instalados adyacentes. Para los equipos diseñados para montarse en el suelo, se deben dejar espacios libres entre las superficies superiores y las adyacentes, para que se disipe el aire caliente que circula hacia arriba.</p> <p>El equipo eléctrico dotado con aberturas de ventilación se debe instalar de modo que las paredes u otros obstáculos no impidan la libre circulación del aire a través del equipo.</p>

Continuación de la tabla X.

<p>134.1.6 Todo equipo eléctrico que pueda causar altas temperaturas o arcos eléctricos debe colocarse o protegerse para eliminar el riesgo de ignición de materiales inflamables. Donde la temperatura de cualquier parte expuesta del equipo eléctrico pueda causar lesiones a las personas, estas partes deberán ubicarse o protegerse de manera que se evite el contacto accidental con ellas.</p> <p>134.2 Verificación inicial</p> <p>Las instalaciones eléctricas deben ser probadas e inspeccionadas antes de ser puestas en servicio y después de cualquier modificación importante para verificar la ejecución correcta del trabajo de acuerdo con esta norma.</p>	<p>110.14 Conexiones eléctricas</p> <p>Debido a que metales distintos tienen características diferentes, los dispositivos tales como terminales a presión o conectores de empalme a presión y lengüetas soldadas se deben identificar en cuanto al material del conductor y se deben instalar y usar adecuadamente. No se deben mezclar en un terminal o en un conector de empalme, conductores de metales distintos cuando se produzcan contactos físicos entre ellos, por ejemplo, cobre y aluminio, cobre y aluminio revestido de cobre o aluminio y aluminio revestido de cobre. A menos que el dispositivo esté identificado para ese fin y esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes, inhibidores, y compuestos, estos deben ser adecuados para el uso y deben ser de un tipo que no afecte adversamente los conductores, la instalación o el equipo.</p> <p>310.12 Identificación de los conductores.</p> <p>(A) Conductores puestos a tierra (Neutro). Los conductores aislados o cubiertos puestos a tierra deben estar de acuerdo con la sección 200.6.</p> <p>(B) Conductores de puesta a tierra de los equipos. Los conductores de puesta a tierra del equipo deben estar de acuerdo con la sección 250.119.</p> <p>(C) Conductores no puestos a tierra. Los conductores que estén proyectados para usarlos como conductores no puestos a tierra. Si se usan como conductores individuales o en cables multiconductores, deben estar acabados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los conductores de puesta a tierra. Las marcas distintivas no deben interferir en modo alguno con las marcas superficiales exigidas en la sección 310.11 (B) (1).</p> <p>Los conductores no puestos a tierra de los circuitos ramales se deben identificar de acuerdo con la sección 210.5 (C). Los alimentadores se deben identificar según la sección 215.12. Excepción: Se permitirá</p>
--	---

Fuente: *International Standard IEC 60364-5-52 Low-voltage electrical installations – Part 5-52. Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems Edition 3.0 2009-10.* p. 2.

1.11. Sistema de distribución

Ninguno de los sistemas permite que corrientes de carga se regresen únicamente en conductores a tierra expuestos o por partes conductoras. Sin embargo, si el equipo en un sistema TNC se pone a tierra de manera incorrecta, parte de la corriente neutra fluiría sobre las partes conectadas a tierra. Esta es una situación similar a las conexiones de servicios establecidas por el código NEC.

IEC define varios arreglos de puesta a tierra del sistema Incluye un sistema TT en el que la tierra se utiliza como la ruta de retorno de la corriente de falla. El sistema IT donde el circuito de alimentación no está conectado a tierra, pero sí el equipo y el sistema TNC donde el equipo se conecta a tierra por medio de un neutro conectado a tierra.

NEC prohíbe el uso de algunos sistemas de suministros de conexión a tierra establecidos en IEC 312.2. También estos sistemas debido a los peligros inherentes que pueden resultar de fallas a tierra en equipos o sistemas de cableado. Ejemplo de esto es el sistema TT que se basa en la tierra como la única ruta de retorno de corriente de falla. 250-2 (d) indica específicamente que la tierra no debe usarse como el único conductor de conexión a tierra del equipo o la trayectoria de la corriente de falla.

NEC también requiere que el sistema de suministro eléctrico tenga un conductor de puesta a tierra (conductor N o PEN). Esto descarta el uso de sistemas de suministro de tipo IT. Excepto en algunos casos especializados, uno de los cuales se encuentra en las áreas de atención al paciente cubiertas en el artículo 517.

Para NEC esencialmente, con algunas excepciones. Se requiere la conexión a tierra del circuito de suministro mediante una conexión accesible del conductor de la varilla de conexión a tierra al extremo de carga del lado de servicio o instalar en los servicios medios de desconexión. Esto se aplica a los circuitos que deben estar conectados a tierra. La instalación incluye un transformador exterior, o donde se requiera una conexión adicional a una varilla de conexión a tierra fuera de la edificación prohibiendo las conexiones a tierra a los circuitos en el lado de carga de los medios de desconexión del servicio.

Tabla XI. **Sistema de distribución**

<p style="text-align: center;">IEC</p> <p style="text-align: center;">312 Tipos de sistema de distribución 3.12.1 Tipos de sistema de conductores vivos 3.12.2 Tipos de puesta a tierra del sistema</p>	<p style="text-align: center;">NEC</p> <p style="text-align: center;">210.4 Circuitos ramales multiconductores o multifilares ARTÍCULO 200 Uso e identificación de conductores puestos a tierra ARTÍCULO 250 II. Puesta a tierra de sistemas. 250.24 Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna alimentados mediante acometida</p>
<p>312 tipos de sistema de distribución Se deben evaluar las siguientes características del sistema de distribución:</p> <p>312.1 Tipos de sistemas de conductores vivos Los siguientes sistemas de conductores en vivo se tienen en cuenta en esta norma:</p> <p>Sistemas de corriente alterna Monofásico de 2 hilos Monofásico de 3 hilos Bifásico de 3 hilos Bifásico de 5 hilos Trifásico de 3 hilos Trifásico de 4 hilos</p> <p>Sistemas de corriente continua 2 hilos 3 hilos</p>	<p>210.4 Circuitos ramales multiconductores o multifilares.</p> <p>(A) Generalidades. Se debe permitir que los circuitos ramales de los que trata este artículo sean circuitos multiconductores.</p> <p>Se permitirá que un circuito multiconductor sea considerado como circuitos múltiples. Todos los conductores de un circuito ramal multiconductor deben salir del mismo panel de distribución o de un equipo de distribución similar</p> <p>(B) Medios de desconexión. Cada circuito ramal multiconductor debe tener los medios para la desconexión simultánea de todos los conductores no puestos a tierra o energizados en el panel o el punto de origen del circuito ramal.</p> <p>(C) Carga de línea a neutro. Los circuitos ramales multiconductores solo deben alimentar cargas de línea a neutro.</p>

Continuación de la tabla XI.

<p>312.2 Tipos de puesta a tierra del sistema</p> <p>Los siguientes tipos de sistema se tienen en cuenta en esta norma. Los códigos utilizados tienen los siguientes significados:</p> <p>Primera letra - Relación del sistema de poder a tierra:</p> <p>T = conexión directa de un punto a tierra. I = todas las partes vivas aisladas de la tierra, o un punto conectado a la tierra a través de una impedancia</p> <p>Segunda letra - Relación de partes conductoras expuestas de la instalación a tierra:</p> <p>T = Conexión eléctrica directa de partes conductoras expuestas a tierra, independientemente de la conexión a tierra de cualquier punto del sistema de alimentación.</p> <p>N = conexión eléctrica directa de las partes conductoras expuestas al punto de conexión a tierra del sistema de alimentación. En los sistemas c.a., el punto de conexión a tierra del sistema de alimentación suele ser el punto neutro o, si no hay un punto neutro, un conductor de fase.</p> <p>Letra posterior (si existe) - Disposición de conductores neutros y protectores:</p> <p>S = función de protección proporcionada por un conductor separado del neutro o del conductor de línea a tierra (o en sistemas C.A., fase a tierra).</p> <p>C = funciones neutras y de protección combinadas de un solo conductor (conductor PEN).</p> <p>312.2.1 sistemas TN</p> <p>Los sistemas de alimentación TN tienen un punto directamente a tierra, las partes conductoras expuestas de la instalación están conectadas a ese punto por conductores de protección. Se consideran tres tipos de sistemas TN según la disposición de conductores neutros y protectores, de la siguiente manera:</p>	<p>(D) Agrupamiento. Los conductores puestos y no puestos a tierra de cada circuito ramal multiconductor se deben agrupar mediante amarres para cables o con medios similares, por lo menos en un lugar dentro del panel de distribución o en otro punto del origen.</p> <p>Artículo 200 Uso e identificación de conductores puestos a tierra</p> <p>200.1 Alcance</p> <p>En este artículo se establecen los requisitos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de los terminales. • Conductores puestos a tierra en las instalaciones de los inmuebles. • Identificación de los conductores puestos a tierra. <p>200.2 Generalidades</p> <p>Todas las instalaciones en un inmueble, diferentes de los sistemas y circuitos exentos o prohibidos en las secciones 210.10, 215.7, 250.21, 250.22, 250.162, 503.155, 517.63, 668.11, 668.21, y la excepción de la sección 690.41, deben tener un conductor puesto a tierra que se identifique de acuerdo con la sección 200.6. El conductor puesto a tierra debe cumplir con lo indicado en las secciones 200.2 (A) y (B).</p> <p>(A) Aislamiento. El conductor puesto a tierra, cuando esté aislado, debe tener un aislamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que sea adecuado y de diferente color a cualquier conductor no puesto a tierra del mismo circuito, en circuitos de menos de 1 000 voltios o para sistemas de 1 kV o más, con neutro puesto a tierra a través de impedancia. • De tensión nominal no inferior a 600 voltios para sistemas de 1 kV y más, con neutro sólidamente puesto a tierra, como se describe en la sección 250.184(A). <p>(B) Continuidad. La continuidad de un conductor puesto a tierra no debe depender de una conexión a un gabinete metálico, una canalización ni del cable armado.</p>
---	--

Continuación de la tabla XI.

<ul style="list-style-type: none"> • Sistema TN-S: en el cual, se utiliza un conductor de protección separado. • Sistema TN-C-S: las funciones neutras y de protección se combinan en un solo conductor en una parte del sistema. • Sistema TN-C: se combinan funciones neutras y de protección en un solo conductor en todo el sistema. <p>312.2.2 sistema TT</p> <p>El sistema de alimentación TT tiene un punto directamente conectado a tierra. Las partes conductoras expuestas de la instalación están conectadas a los electrodos de tierra, independientemente de los electrodos de tierra del sistema de alimentación principal.</p> <p>312.2.3 sistema IT</p> <p>El sistema de energía de IT tiene todas las partes energizadas aisladas de la tierra o un punto conectado a tierra a través de una impedancia, las partes conductoras expuestas de la instalación eléctrica se conectan a tierra de forma independiente o colectiva o a la tierra del sistema (consulte 413.1.5 de IEC). 60364-4-41).</p> <p>312.2.4 sistemas de corriente continua</p> <p>Tipo de puesta a tierra del sistema para sistemas de corriente continua C.C.</p> <p>En sistemas C.C. a tierra es importante considerar la corrosión electromecánica.</p>	<p>200.3 Conexión a sistemas puestos a tierra</p> <p>Las instalaciones de los inmuebles no se deben conectar eléctricamente a la red de suministro a menos que esta última contenga, para cualquier conductor puesto a tierra de la instalación interior, el correspondiente conductor puesto a tierra. Para los fines de esta sección, conectado eléctricamente debe significar que está conectado de modo que es capaz de transportar corriente, en distinción de una conexión por inducción electromagnética.</p> <p>II. Puesta a tierra de sistemas</p> <p>250.20 Sistemas de corriente alterna que se deben poner a tierra</p> <p>Los sistemas de corriente alterna se deben poner a tierra como se prevé en las secciones 250.20 (A), (B), (C), (D) o (E). Se permitirá poner a tierra otros sistemas. Si dichos sistemas están puestos a tierra, deben cumplir con las disposiciones aplicables de este artículo.</p> <p>(A) Sistemas de corriente alterna de menos de 50 voltios. Los sistemas de corriente alterna de menos de 50 voltios se deben poner a tierra si se presenta bajo alguna de las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando son alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador supera los 150 voltios a tierra. • Cuando son alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador no está puesto a tierra. • Cuando están instalados en exteriores como conductores aéreos. <p>(B) Sistemas de corriente alterna de 50 a 1 000 voltios. Los sistemas de corriente alterna de 50 a 1 000 voltios que alimentan el alambrado de los inmuebles. Los sistemas de alambrado de éstos, se deben poner a tierra si se presenta alguna de las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando el sistema se puede poner a tierra, de manera que la tensión máxima a tierra en los conductores no puestos a tierra no supere los 150 voltios.
---	---

Continuación de la tabla XI.

	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando el sistema es trifásico, tetrafilar y conectado en estrella y cuyo conductor neutro se utiliza como un conductor de circuito. • Cuando el sistema es trifásico, tetrafilar y conectado en delta, en el cual el punto medio del devanado de una fase se usa como un conductor de circuito. • Sistemas de corriente alterna de 1 kV y superior. Los sistemas de corriente alterna que alimentan equipo portátil o móvil se deben poner a tierra como se especifica en la sección 250.188. Cuando se alimentan otros sistemas diferentes de los portátiles y móviles, se permitirá ponerlos a tierra. • (D) Sistemas derivados separadamente. Los sistemas derivados separadamente, tal como se tratan en las secciones 250.20 (A) o (B). Se deben poner a tierra como se especifica en la sección. <p>250.30 (A). Cuando una fuente alterna, por ejemplo, un generador en el sitio, se proporciona con equipo de transferencia que incluya un conductor puesto a tierra que no esté sólidamente interconectado al conductor puesto a tierra alimentado por la acometida. La fuente alterna (sistema derivado) se debe poner a tierra según se indica en la sección 250.30 (A).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas con neutro puesto a tierra con impedancia. Los sistemas con neutro puesto a tierra con impedancia se deben poner a tierra según lo indicado en la sección 250.36 o 250.186. <p>250.24 Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna alimentados mediante acometida</p> <p>(A) Conexiones de puesta a tierra del sistema Un sistema de alambrado de inmuebles, que es alimentado por una acometida de c.a que está puesta a tierra. Debe tener en cada acometida un conductor del electrodo de puesta a tierra conectado al conductor puesto a tierra de la acometida, según las secciones 250.24 (A) (1) hasta (A) (5).</p>
--	--

Continuación de la tabla XI.

	<ul style="list-style-type: none">• Generalidades. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe hacer en cualquier punto accesible desde el extremo de carga de la bajada de acometida o acometida lateral hasta el terminal o barras conductoras inclusive. Está conectado el conductor puesto a tierra de la acometida en los medios de desconexión de la acometida.• Transformador exterior. Cuando el transformador que alimenta la acometida está localizado fuera del edificio, se debe hacer al menos una conexión de puesta a tierra adicional desde el conductor de la acometida puesto a tierra hasta un electrodo de puesta a tierra, ya sea en el transformador o en cualquier otra parte fuera del edificio.• Acometidas con alimentación doble. Para acometidas que son de alimentación doble (doble extremo) en un gabinete común o agrupados en envolventes separados y que emplean un enlace secundario. Se permitirá la conexión de un solo conductor del electrodo de puesta a tierra al punto de enlace de los conductores puestos a tierra desde cada fuente de potencia. <p>(4) Puente de unión principal como conductor o barra colectora. Cuando el puente de unión principal especificado en la sección 250.28 es un alambre o barra colectora. Está instalado desde la barra conductora o barra terminal del conductor puesto a tierra hasta la barra conductora o barra terminal de puesta de tierra del equipo en el equipo de acometida. Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra esté conectado a la barra o barra conductora del terminal de puesta a tierra del equipo al cual está conectado el puente de unión principal.</p> <p>5) Conexiones de puesta a tierra del lado de la carga. No se debe conectar un conductor puesto a tierra a las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente. Al conductor de puesta a tierra del equipo, ni se debe reconectar a tierra en el lado de carga del medio de desconexión de la acometida, excepto que se permita otra cosa en este artículo.</p>
--	--

Fuente: International Standard IEC 60364-5-52 Low-voltage electrical installations – Part 5-52. *Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems Edition 3.0 2009-10.* p. 4.

2. COMPARACIÓN IEC 60364 PARTE 5-52 VS NEC

2.1. Sistemas de cableado

IEC cubren tipos de métodos de cableado similares a los del NEC. Parece que hay un uso más extenso de los cables multiconductores por sí mismos y en conductos, uniones de cables, bandejas de cables y conductos de cables. Algunos de los métodos mostrados por IEC no están permitidos por el NEC.

De acuerdo con IEC el instalador debe asegurarse de que los estándares de producto relevantes cubran las influencias externas a las que estará expuesto el método de cableado. No está claro cómo se debe lograr esto.

En IEC existen detalles sobre los tipos de cables que pueden estar expuestos o dentro de la bandeja de cables, el número máximo de curvas, los radios de curvatura mínimos, la distancia máxima entre los soportes, la idoneidad del conducto, el sistema de canalizaciones o la armadura de cables para uso como protección. Los conductores de puesta a tierra que no se especifican.

Las reglas de la sección 523 en IEC para cables de dirección con capacidad de corriente con un máximo de cinco núcleos, que contendrían conductores trifásicos, un conductor neutro y un conductor PE. Al parecer, estas reglas no cubren los cables multiconductores con un mayor número de conductores. Esto puede ser un impedimento para las instalaciones prácticas de múltiples circuitos que están contenidos en un cable.

Además, las reglas para la capacidad de transmisión de corriente de los cables solo se refieren a cables sin blindaje. No se indica cómo se determinará la capacidad de transporte de corriente para cables blindados.

Tabla XII. **Sistemas de cableado**

<p align="center">IEC 60364-5-52 521 tipos de sistema de cableado</p>	<p align="center">NEC ARTÍCULO 300 Métodos de alambrado (otros artículos)</p>
<p>521 tipos de sistema de cableado</p> <p>521.1 El método de instalación de un sistema de cableado (excluidos los sistemas cubiertos por 521.4) en relación con el tipo de conductor o cable utilizado debe estar de acuerdo con la Tabla A.52.1. Siempre que las influencias externas se tengan en cuenta de acuerdo con la cláusula 522.</p> <p>521.2 El método de instalación de un sistema de cableado (excluyendo los sistemas cubiertos por 521.4) en relación con la situación en cuestión debe estar de acuerdo con la tabla A.52.2. Se permiten otros métodos de instalación de cables, conductores y barras de distribución no incluidos en la tabla A.52.2, siempre que cumplan con los requisitos de esta parte.</p> <p>521.3 En la tabla A.52.3 se muestran ejemplos de sistemas de cableado (excluidos los sistemas cubiertos por 521.4) junto con el método de instalación que se usará para obtener la capacidad de carga actual.</p> <p>NOTA En la tabla A.52.3 se proporciona el método de referencia de instalación donde se considera que se pueden usar con seguridad las mismas capacidades de transporte de corriente. No está implícito que todos estos elementos estén necesariamente reconocidos en las normas nacionales de todos los países o que estén prohibidos otros métodos de instalación.</p>	<p>300.3 Conductores</p> <p>(A) Conductores individuales. Solo se deben instalar conductores individuales, de los especificados en la tabla 310.13 (A). Cuando formen parte de uno de los métodos de alambrado reconocidos en el capítulo 3.</p> <p>Excepción: se permitirán conductores individuales cuando se instalan como conductores aéreos separados de acuerdo con la sección 225.6.</p> <p>(B) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos y los conductores de unión, cuando se usen deben estar instalados en la misma: canalización, canal auxiliar, bandeja portacables, ensamble de conductores aislados en gabinete metálica, zanja, cable o cordón, a menos que se permita algo diferente, de acuerdo con las secciones 300.3 (B) (1) hasta (B) (4).</p> <p>(1) Instalaciones en paralelo. Se permitirá tender los conductores en paralelo de acuerdo con las disposiciones de la sección 310.4. El requisito de tender todos los conductores del circuito dentro de la misma canalización, canal auxiliar, bandeja portacables, zanja, cable o cordón. Se debe aplicar separadamente a cada porción de la instalación en paralelo. Los conductores de puesta a tierra del equipo deben cumplir con las disposiciones de la sección 250.122. Los tendidos paralelos en bandejas portacables deben cumplir con las disposiciones de la sección 392.8 (D).</p>

Continuación de la tabla XII.

<p>521.4 Sistemas de enlace troncal de barras y sistemas de control de potencia</p> <p>Los sistemas de enlaces troncales de barras deben cumplir con IEC 60439-2 y los sistemas control de potencia deben cumplir con la serie IEC 61534. Los sistemas de control de barras y los sistemas de control de potencia se seleccionarán e instalarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante, teniendo en cuenta las influencias externas.</p> <p>521.5 Circuitos de C.A. - Efectos electromagnéticos (prevención de corrientes de Foucault)</p> <p>Los circuitos con conductores de C.A. instalados en recintos ferromagnéticos deben disponerse de modo que todos los conductores de cada circuito, incluido el conductor de protección de cada circuito, estén contenidos en el mismo envoltorio. Cuando tales conductores entren en un recinto ferroso, deberán estar dispuestos de tal manera que el conductor solo esté rodeado colectivamente por materiales ferromagnéticos.</p> <p>521.5.2 Los cables de un solo núcleo blindados con alambre de acero o cinta de acero no deben usarse para circuitos C.A.</p> <p>El cable de acero o la armadura de cinta de acero de un cable de un solo núcleo se considera un recinto ferromagnético. Para cables blindados de un solo núcleo, se recomienda el uso de armaduras de aluminio.</p> <p>521.6 Sistemas de conductos, sistemas de conductos de cables, sistemas de enlace de cables, sistemas de bandejas de cable y sistemas de escalera de cables</p> <p>Se permiten varios circuitos en el mismo sistema de conducto, compartimento separado del sistema de canalización del cable o sistema de canalización del cable, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión nominal más alta presente.</p> <p>Los sistemas de conductos deben cumplir con la serie IEC 61386, los sistemas de canalizaciones o conductos deben cumplir con la serie IEC 61084 y los sistemas de bandejas y escaleras de cables deben cumplir con la norma IEC 61537.</p>	<p>Excepción: se permitirá el tendido de los conductores instalados en canalizaciones no metálicas subterráneas, como instalaciones de fase separadas. Las canalizaciones se deben instalar muy cerca unas de otras y los conductores deben cumplir con las disposiciones de la sección 300.20 (B).</p> <p>(2) Conductores de puesta a tierra y de unión. Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén instalados afuera de la canalización o del ensamble de cable. Si están de acuerdo con las disposiciones de la sección 250.130 (C) para algunas instalaciones existentes, o de acuerdo con la sección 250.134 (B), Excepción No. 2, para circuitos de c.c. Se permitirá la instalación de los conductores para la unión de los equipos, en el exterior de las canalizaciones, de acuerdo con la sección 250.102 (E).</p> <p>(3) Métodos de alambrado no ferrosos. Los conductores en métodos de alambrado con un forro no metálico o no magnético, si están tendidos en diferentes canalizaciones, canales auxiliares, bandejas portacables, zanjas, cables o cordones, deben cumplir con las disposiciones de la sección 300.20 (B). Los conductores en un cable tipo MI de un solo conductor con forro no magnético deben cumplir con las disposiciones de la sección 332.31. Los conductores de un cable tipo MC de un solo conductor con forro no magnético deben cumplir con las disposiciones de las secciones 330.31, 330.116 y 300.20 (B).</p> <p>(4) Envoltorios. Cuando un canal auxiliar está entre un panel de distribución con un ancho de columna y una caja de paso, y a caja de paso incluye terminales del neutro. Se permitirá que los conductores del neutro de los circuitos alimentados desde el panel de distribución se originen en la caja de paso.</p> <p>(C) Conductores de sistemas diferentes</p> <p>(1) De 600 voltios nominales o menos. Se permitirá que los conductores de circuitos de corriente directa y corriente alterna de 600 voltios nominales o menos ocupen el mismo gabinete, cable o canalización del alambrado del equipo.</p>
---	---

Continuación de la tabla XII.

<p>En el Anexo F se ofrece orientación sobre la selección de sistemas de conductos.</p> <p>521.7 Varios circuitos en un solo cable</p> <p>Se permiten varios circuitos en el mismo cable siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión nominal más alta presente.</p> <p>521.8 Disposiciones de circuitos</p> <p>521.8.1 Los conductores de un circuito no se deben distribuir entre diferentes cables de múltiples núcleos, conductos, sistemas de canalización de cables o sistemas de enlace de cables. Esto no es necesario cuando una serie de cables de varios núcleos, que forman un circuito, se instalan en paralelo. Cuando se instalan en paralelo cables de múltiples hilos, cada cable debe contener un conductor de cada fase y el neutro, si corresponde.</p> <p>521.8.2 El uso de un conductor neutro común para varios circuitos principales no está permitido. Sin embargo, los circuitos finales monofásicos de C.A. se pueden formar a partir de un conductor de línea y el conductor neutro de un circuito multifásico de C.A. con un solo conductor neutro siempre que la disposición de los circuitos siga siendo reconocible. Este circuito multifásico se aislará por medio de un dispositivo de aislamiento de acuerdo con 536.2.2 que aísla todos los conductores activos.</p> <p>Nota. Para la asignación de un conductor de protección común para varios circuitos, consulte IEC 60364-5-54.</p> <p>521.8.3 Cuando varios circuitos terminan en una sola caja de conexiones, los terminales para cada circuito deben estar separados por particiones aislantes, excepto para conectar dispositivos de acuerdo con la serie IEC 60998, y bloques de terminales de acuerdo con IEC 60947-7.</p> <p>521.9 Uso de cables flexibles o cuerdas</p> <p>521.9.1 Se puede usar un cable flexible para el cableado fijo donde se cumplan las disposiciones de esta norma.</p>	<p>Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión máxima del circuito aplicada a cualquier conductor que se encuentre en el gabinete, cable o canalización.</p> <p>Excepción: para los sistemas solares fotovoltaicos, según la sección 690.4 (B).</p> <p>Para los conductores de los circuitos de clase 2 y clase 3, véase la sección 725.136(A).</p> <p>(2) De más de 600 voltios nominales. Los conductores de los circuitos de más de 600 voltios nominales no deben ocupar el mismo gabinete, cable o canalización del alambrado de equipos, que los conductores de circuitos de 600 voltios nominales o menos, a menos que se permita algo diferente en (C) (2) (a) hasta (C) (2) (e).</p> <p>(a) Se permitirá que el alambrado secundario de las lámparas de descarga eléctrica de 1 000 voltios o menos, si está aislado para la tensión secundaria involucrada, ocupe el mismo gabinete de luminaria, anuncio o iluminación de contorno, que los conductores del circuito ramal.</p> <p>(b) Se permitirá que los conductores primarios de los balastos de lámparas de descarga eléctrica, aislados para la tensión primaria del balasto, si están dentro del gabinete del alambrado individual, ocupen el mismo gabinete de luminaria, anuncio o iluminación de contorno, que los conductores del circuito ramal.</p> <p>(c) Se permitirá que los conductores de excitación, de control, del relé y del amperímetro usados en conexión con cualquier motor o arrancador individual ocupen el mismo gabinete que los conductores del circuito del motor.</p> <p>(d) En motores, ensambles de tableros de distribución y control y equipos similares, se permitirán conductores de diferentes valores nominales de tensión.</p> <p>(e) En los pozos de inspección se permitirán conductores de diferentes valores nominales de tensión, si los conductores de cada sistema están separados en forma eficaz y permanente de los conductores de los otros sistemas y sujetos firmemente a perchas, aisladores u otros soportes aprobados.</p>
---	---

Continuación de la tabla XII.

<p>521.9.2 El equipo destinado a ser movido en uso debe estar conectado mediante cables flexibles, excepto el equipo suministrado por rieles de contacto.</p> <p>521.9.3 Equipo fijo que se mueve temporalmente con el fin de conectar, limpiar, entre otros, por ejemplo. Las cocinas o las unidades de montaje empotradas para instalaciones en pisos falsos, se deben conectar con cables flexibles.</p> <p>521.9.4 Los sistemas de conductos flexibles se pueden usar para proteger los conductores aislados flexibles.</p> <p>521.10 Instalación de cables</p> <p>Los conductores aislados (sin revestimiento) para el cableado fijo deben estar encerrados en un conducto, sistema de canalización de cable o sistema de canalización de cable. Este requisito no se aplica a un conductor de protección que cumpla con IEC 60364-5-54.</p>	<p>Los conductores con aislamiento no blindado y que operan a diferentes niveles de tensión no deben ocupar el mismo gabinete, cable o canalización.</p> <p>300.4 Protección contra daños físicos. Los conductores deben estar debidamente protegidos cuando estén expuestos a daños físicos.</p> <p>(A) Cables y canalizaciones a través de elementos de madera.</p> <p>(B) Cables con cubierta no metálica y tubería eléctrica no metálica a través de miembros estructurales metálicos.</p> <p>(C) Cables a través de espacios detrás de paneles diseñados para permitir el acceso.</p> <p>(D) Cables y canalizaciones paralelos a los miembros estructurales y tiras de soporte.</p> <p>(E) Cables y canalizaciones instaladas debajo de la cubierta de los pisos de terrazas elevadas.</p> <p>(F) Cables y canalizaciones instaladas en ranuras poco profundas.</p> <p>(G) Accesorios aislados.</p> <p>300.20 Corrientes inducidas en envolventes metálicos ferrosos o canalizaciones metálicas ferrosas</p> <p>(A) Conductores juntos agrupados. Cuando se instalen conductores de corriente alterna en envolventes o canalizaciones metálicas ferrosas, deben agrupar de modo que se evite el calentamiento por inducción del metal ferroso circundante.</p> <p>Para ello, se deben juntar todos los conductores de fase y, cuando los haya, el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos.</p> <p>B) Conductores individuales. Cuando un solo conductor de corriente alterna pase a través de un metal con propiedades magnéticas, se deben reducir al mínimo los efectos de la inducción con alguno de estos dos métodos:</p> <p>(1) haciendo ranuras en la parte metálica que quede entre los agujeros por los que pasan los conductores individuales o</p>
---	--

Continuación de la tabla XII.

	<p>(2) Pasando todos los conductores del circuito a través de una pared aislante suficientemente grande para todos los conductores del circuito.</p> <p>Otros artículos referentes</p> <p>Artículo 320 Cables armados tipo AC</p> <p>Artículo 322 Ensamblajes de cable plano: tipo FC (Flat Cable)</p> <p>Artículo 324 Cables de conductor plano tipo FCC (Flat Conductor Cable)</p> <p>Artículo 326 Cables con separador integrado de gas, tipo IGS (Integrated Gas Spacer)</p> <p>Artículo 328 Cables de media tensión tipo MV (Medium Voltage)</p> <p>Artículo 330 Cables con blindaje metálico tipo MC (Metal-clad)</p> <p>Artículo 332 Cable con aislamiento mineral y forro metálico tipo MI (<i>Mineral Insulated</i>)</p> <p>Artículo 334 Cable con forro no metálico: Tipos NM (<i>Non-metallic</i>), NMC (<i>Non metallic cable</i>) y NMS (<i>Non-metallic Sheathed</i>)</p> <p>Artículo 336 Cables de fuerza y control para bandeja tipo TC (tray cable)</p> <p>Artículo 338 Cables de entrada de la acometida tipos SE (<i>Service-Entrance</i>) y USE (<i>Underground Service-Entrance</i>)</p> <p>Artículo 340 Cable para alimentadores y circuitos ramales subterráneos, tipo UF (<i>Underground Feeder</i>)</p> <p>Artículo 368 Barras canalizadas (<i>busway</i>)</p>
--	---

Fuente: International Standard IEC 60364-5-52 Low-voltage electrical installations – Part 5-52. *Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems Edition 3.0 2009-10.* p. 6.

NEC incluye únicamente métodos de alambrado reconocidos como adecuados. Permitiendo instalar en cualquier tipo de edificio u ocupación, siempre que en el código no se indique lo contrario. Los artículos del 320 al 368 cubren los métodos de cableado que son los únicos permitidos. Los métodos incluyen cableado abierto en aisladores, cableado oculto de perillas y tubos, cableado de mensajería, varios tipos de cables, conductos, tuberías, canalizaciones y cableados. Estos métodos no incluyen bandejas de cables que se consideran un método de soporte. Se especifican una o más de las siguientes características o disposiciones de instalación. Las normas generales en el artículo 300 se aplican de la siguiente manera:

- Usos permitidos, no permitidos: indica si la instalación está permitida en espacios abiertos y accesibles u ocultos, en interiores y exteriores, en atmósferas ordinarias o corrosivas, donde se exponen a daños físicos, para enterramiento directo en tierra, y similares.
- Tamaños permitidos de canalizaciones y cables: por lo general, especifican tamaños mínimos y máximos. Relacionado con los requisitos de distancias máximas entre soportes y radios de curvas.
- Tamaños de conductor permitidos: por lo general, se aplica a cables, pistas de superficie y alambres de cables. Se refiere a la carga, entre otros, para la cual el producto ha sido certificado.
- Cables de un solo conductor (núcleo único) permitidos: solo algunos cables pueden ser del tipo de un solo conductor. El mal uso potencial es la razón. Para cables multiconductores. El número de conductores generalmente no está limitado.

- Separación entre soportes: para conductos tubulares rígidos. La distancia máxima entre soportes puede variar con el tamaño. Para otras pistas y cables se especifican las distancias desde la terminación en un recinto y entre los soportes intermedios. Varía según el tipo de cable o canal flexible.
- Número máximo de curvas: por lo general, no más de 360 grados entre los puntos de acceso. Se aplica a pistas de rodaje en las que se tiran los conductores y que no tienen cubiertas que se puedan abrir.
- Radio de curvatura mínimo: puede variar según el tamaño. Normalmente, para los cables, el radio de curvatura mínimo se expresa como un múltiplo del diámetro del cable.
- Relleno de canalización máxima: para canalizaciones tubulares, el relleno máximo se expresa como un porcentaje del área de la sección transversal. Es el 53 % para un conductor en una pista de rodadura, el 31 % para dos conductores y el 40 % para tres o más conductores en conductos tubulares. Para otros caminos y alambres existen diferentes requisitos, dependiendo del tipo.
- Accesorios: se requieren accesorios apropiados certificados para su uso. Se requieren accesorios de expansión para pistas de rodadura rígidas, no metálicas, que no sean de longitud corta.
- Idoneidad como conductor de conexión a tierra del equipo: cada artículo indica si una canalización metálica es adecuada para su uso como conductor de conexión a tierra del equipo. En algunos casos, esta

característica está condicionada a la certificación de construcciones particulares para dicho uso.

- **Marcado:** además de la identificación del fabricante, requerida por la sección 110-21, según el tipo de canal, son requeridas por el código. Las normas del producto pueden especificar marcas adicionales.

Debido a que normalmente un instalador trabaja con un método de cableado a la vez. Tener las reglas para cada sistema en un artículo separado facilita la comprensión clara de los requisitos aplicables.

2.2. Selección y montaje de sistemas de cableado

Ambos sistemas establecen disposiciones similares para ser aplicados a todos los sistemas de cableado, de manera que se evite la tensión mecánica en los conductores y las conexiones, que se garantice la protección contra influencias externas en todas las partes del sistema de cableado. Así mismo, el sistema de cableado deberá seleccionarse de acuerdo a la temperatura ambiente, la más altas y más bajas del lugar de su instalación, esto para garantizar el funcionamiento normal. En caso de falla la temperatura limite no sea superada. Se deberá tener precauciones adicionales para evitar que se acumule polvo y otras sustancias en cantidades considerables que puedan afectar la disipación del calor del sistema de cableado. Cuando la probabilidad de la presencia de polvo, sustancias contaminantes y agua factores que provocan el deterioro del cableado, este deberá protegerse o fabricarse con materiales resistencias a dichos factores.

Las disposiciones descritas en ambos sistemas no están previstas para su aplicación a conductores que formen parte de equipos tales como motores,

controladores, centros de control de motores, equipos de control ensamblados en fábrica entre otros.

Tabla XIII. **Selección y montaje de sistemas de cableado**

<p style="text-align: center;">IEC 60364-5-52</p> <p style="text-align: center;">522 selección y montaje de sistemas de cableado en relación con influencias externas</p>	<p style="text-align: center;">NEC</p> <p style="text-align: center;">Artículo 300</p> <p style="text-align: center;">Métodos de alambrado</p> <p style="text-align: center;">Artículo 310</p> <p style="text-align: center;">Conductores para alambrado en general</p> <p style="text-align: center;">Artículo 400</p> <p style="text-align: center;">Cordones y cables flexibles</p>
<p>El método de instalación seleccionado debe ser tal que se garantice la protección contra las influencias externas esperadas en todas las partes apropiadas del sistema de cableado. Se debe tener especial cuidado con los cambios de dirección y donde el cableado entra en el equipo.</p> <p>NOTA Las influencias externas categorizadas en la Tabla 51A de IEC 60364 5-51 que son importantes para los sistemas de cableado se incluyen en esta cláusula.</p> <p>522.1 Temperatura ambiente (AA)</p> <p>522.1.1 Los sistemas de cableado deben seleccionarse y elegirse de manera que sean adecuados para cualquier temperatura entre la temperatura ambiente local más alta y más baja para garantizar que la temperatura límite en funcionamiento normal (consulte la Tabla 52.1) y la temperatura límite en caso de falla no será superada.</p> <p>NOTA Temperatura límite significa temperatura máxima de funcionamiento continuo</p> <p>522.1.2 Los componentes del sistema de cableado, incluidos los cables y los accesorios de cableado, solo deben instalarse o manejarse a temperaturas dentro de los límites establecidos en la norma del producto correspondiente o según lo indique el fabricante.</p> <p>522.2 Fuentes de calor externas</p> <p>522.2.1 Para evitar los efectos dañinos del calor de fuentes externas, se debe utilizar uno o más de los siguientes métodos o un método igualmente efectivo para proteger los sistemas de cableado:</p>	<p>225.26 Vegetación como soporte. La vegetación, tal como árboles, no se debe utilizar como apoyo de los tramos aéreos de conductores.</p> <p>300.4 Protección contra daños físicos. Los conductores deben estar debidamente protegidos cuando estén expuestos a daños físicos.</p> <p>(A) Cables y canalizaciones a través de elementos de madera.</p> <p>(1) Orificios perforados. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando esté instalado un método de alambrado de cables o canalización a través de orificios perforados en vigas, travesaños diagonales, o elementos de madera, los orificios se deben hacer de modo que el borde de los mismos esté situado a una distancia no inferior a 32 mm (1 ¼ pulgadas) del borde más próximo del elemento de madera. Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o la canalización de la penetración por tornillos o clavos mediante placa o adaptador de acero de espesor mínimo de 1,6 mm (1/16 de pulgada) y de longitud y ancho adecuados, instalados de modo que cubra el área del alambrado.</p> <p>(2) Ranuras en la madera. Cuando no haya objeción por el debilitamiento de la estructura del edificio, tanto en lugares expuestos como ocultos, se permitirá instalar los cables o canalizaciones en ranuras en las vigas, travesaños inclinados, u otros elementos de madera, donde el cable o canalización esté protegido en estos puntos contra clavos o tornillos por una placa de acero de espesor mínimo de 1,6 mm.</p>

Continuación de la tabla XIII.

<ul style="list-style-type: none"> • Blindaje térmico. • Colocar suficientemente lejos de la fuente de calor. • Selección de los componentes del sistema de cableado teniendo en cuenta el aumento de temperatura adicional que puede ocurrir. • Refuerzo local de material aislante, por ejemplo, aislamientos termorresistentes. <p>NOTA El calor de fuentes externas puede ser irradiado, generado o conducido, por ejemplo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • De sistemas de agua caliente, • De planta, electrodomésticos y luminarias, • De los procesos de fabricación • A través de materiales conductores de calor • A partir de la ganancia solar del sistema de cableado o su medio circundante. <p>522.3 Presencia de agua o alta humedad</p> <p>522.3.1 Los sistemas de cableado deben seleccionarse y elegirse de manera que no se produzcan daños por la condensación o la entrada de agua. El sistema de cableado completado debe cumplir con el grado de protección IP correspondiente a la ubicación en particular.</p> <p>NOTA En general el aislamiento de los cables para instalaciones fijas puede considerarse, cuando están intactos, como una prueba contra la penetración de la humedad.</p> <p>Consideraciones especiales se aplican a los cables susceptibles de salpicaduras frecuentes, inmersión o sumersión.</p> <p>522.3.2 Cuando el agua pueda acumularse o la condensación se forme en los sistemas de cableado, se deben tomar medidas para eliminarla.</p> <p>522.3.3 Cuando los sistemas de cableado pueden ser sometidos a ondas (AD6), la protección contra daños mecánicos debe otorgarse por uno o más de los métodos de 522.6, 522.7 y 522.8.</p>	<p>(1/16 de pulgada) y con la longitud y ancho adecuados, instalada para cubrir el área del alambrado. La placa de acero se debe instalar antes de hacer el terminado del edificio.</p> <p>(B) Cables con cubierta no metálica y tubería eléctrica no metálica a través de miembros estructurales metálicos.</p> <p>(1) Cables con cubierta no metálica. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando haya cables con cubierta no metálica que pasen por ranuras u orificios troquelados, cortados o perforados en fábrica o en sitio en los miembros metálicos, el cable se debe proteger mediante adaptadores o anillos listados que cubran todos los bordes metálicos y estén asegurados firmemente a la abertura antes de instalar el cable.</p> <p>(2) Cables con cubierta no metálica y tubería eléctrica no metálica. Cuando sea probable que haya clavos o tornillos que puedan penetrar un cable con forro no metálico o una tubería eléctrica no metálica, se debe proteger el cable o tubería mediante un manguito, una lámina o una abrazadera de acero, de un espesor no inferior a 1,6 mm (1/16 de pulgada).</p> <p>(C) Cables a través de espacios detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables o métodos de alambrado tipo canalización instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso se deben fijar de acuerdo con los artículos aplicables.</p> <p>(D) Cables y canalizaciones paralelos a los miembros estructurales y tiras de soporte. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando esté instalado un método de alambrado de cables o métodos de alambrado tipo canalización, paralelos a miembros estructurales tales como columnas, vigas o travesaños diagonal, o paralelos a tiras de soporte, el cable o canalización se debe instalar y sostener de modo que la superficie exterior más cercana del cable o canalización quede a no menos de 32 mm.</p>
--	--

Continuación de la tabla XIII.

<p>522.4 Presencia de cuerpos extraños sólidos (EA)</p> <p>522.4.1 Los sistemas de cableado deben seleccionarse y elegirse de manera que se minimice el peligro derivado de la entrada de cuerpos extraños sólidos. El sistema de cableado completado debe cumplir con el grado de protección IP correspondiente a la ubicación en particular.</p> <p>522.4.2 En un lugar donde haya polvo en cantidad significativa (AE4), se deben tomar precauciones adicionales para evitar la acumulación de polvo u otras sustancias en cantidades que podrían afectar la disipación de calor del sistema de cableado.</p> <p>NOTA Puede ser necesario un sistema de cableado que facilite la eliminación del polvo (consulte la Cláusula 529).</p> <p>522.5 Presencia de sustancias corrosivas o contaminantes (FA)</p> <p>522.5.1 Cuando es probable que la presencia de sustancias corrosivas o contaminantes, incluida el agua, provoquen corrosión o deterioro, las partes del sistema de cableado que probablemente se vean afectadas deberán estar adecuadamente protegidas o fabricadas con un material resistente a dichas sustancias.</p> <p>NOTA La protección adecuada para la aplicación durante el montaje puede incluir cintas protectoras, pinturas o grasa. Estas medidas deben coordinarse con el fabricante.</p> <p>522.5.2 Los metales distintos, susceptibles de iniciar una acción electrolítica, no deben ponerse en contacto entre sí, a menos que se hagan arreglos especiales para evitar las consecuencias de dicho contacto.</p> <p>522.5.3 Los materiales susceptibles de causar un deterioro mutuo o individual o una degradación peligrosa no deben ponerse en contacto entre sí.</p>	<p>(1 ¼ pulgadas) del borde más cercano del miembro estructural o de las cintas de enrasar, por el que sea probable que puedan penetrar clavos o tornillos. Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o canalización de la penetración por tornillos o clavos mediante una placa de acero, un manguito de acero o equivalente, de mínimo 1,6 mm (1/16 de pulgada) de espesor.</p> <p>(E) Cables y canalizaciones instaladas debajo de la cubierta de los pisos de terrazas elevadas. Un método de alambrado de cable o canalización instalado en lugares expuestos u ocultos, debajo de la lámina metálica corrugada de la cubierta de los pisos de terrazas elevadas se debe instalar y sostener de manera que la superficie exterior más cercana del cable o canalización quede a no menos de 38 mm (1 ½ pulgadas) de la superficie más cercana la cubierta de los pisos.</p> <p>(F) Cables y canalizaciones instaladas en ranuras poco profundas. Los métodos de alambrado del tipo de cables o canalizaciones instalados en una ranura que se vaya a cubrir con paneles de yeso, paneles decorativos, entablado, alfombrado o algún otro acabado similar, se deben proteger con una placa de acero, manguito de acero, o equivalente, de 1,6 mm (1/16 de pulgada) de espesor o por un espacio libre no inferior a 32 mm (1 ¼ pulgadas) en toda la longitud de la ranura en la que esté instalado el cable o canalización.</p> <p>(G) Accesorios aislados. Cuando una canalización contenga conductores aislados de circuito del 4 AWG o mayores y estos conductores entren en un gabinete, gabinete, caja o canalización, se deben proteger los conductores mediante un accesorio suficiente que ofrezca una superficie aislante lisa y redondeada, a menos que los conductores estén separados del accesorio o de la canalización por una suficiente cantidad de material aislante sujeta firmemente.</p> <p>No se deben utilizar adaptadores de conduit hechos exclusivamente de material aislante para sujetar un accesorio o canalización. El accesorio o material aislante debe tener una temperatura nominal no inferior a la temperatura nominal del aislamiento de los conductores instalados.</p>
--	--

Continuación de la tabla XIII.

<p>522.6 Impacto (AG)</p> <p>522.6.1 Los sistemas de cableado deben seleccionarse y elegirse de manera que se minimicen los daños derivados de la tensión mecánica, por ejemplo. Por impacto, penetración o compresión durante la instalación, uso o mantenimiento.</p> <p>522.6.2 En instalaciones fijas en las que pueden producirse impactos de gravedad media (AG2) o alta severidad (AG3), la protección debe estar garantizada por lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características mecánicas del sistema de cableado. • Ubicación seleccionada. • Provisión de protección mecánica local o general adicional. • Cualquier combinación de los anteriores. <p>NOTA 1 Los ejemplos son áreas donde es probable que el piso sea penetrado y áreas utilizadas por carretillas elevadoras.</p> <p>NOTA 2 Se puede lograr una protección mecánica adicional mediante el uso de sistemas de canalizaciones / conductos o conductos adecuados.</p> <p>522.6.3 Un cable instalado debajo de un piso o por encima de un techo debe colocarse en una posición tal que no pueda dañarse por el contacto con el piso o el techo o sus fijaciones.</p> <p>522.6.4 El grado de protección del equipo eléctrico debe mantenerse después de la instalación de los cables y conductores.</p> <p>522.7 Vibración (AH)</p> <p>522.7.1 Los sistemas de cableado soportados o fijados a estructuras de equipos sujetos a vibraciones de gravedad media (AH2) o alta severidad (AH3) deben ser adecuados para tales condiciones, particularmente cuando se trata de cables y conexiones de cables.</p> <p>NOTA Se debe prestar especial atención a las conexiones de equipos vibrantes. Se pueden adoptar medidas locales, tales como sistemas de cableado flexible.</p>	<p>300.5 Instalaciones subterráneas</p> <p>(A) Requisitos mínimos de cubierta. Los cables, conduits u otras canalizaciones enterradas directamente, se deben instalar de modo que cumplan los requisitos mínimos de cubierta de la Tabla 300.5.</p> <p>(B) Lugares mojados. Se debe considerar que el interior de los envolventes o canalizaciones subterráneas son lugares mojados. Los conductores y cables aislados instalados en estos envolventes y canalizaciones subterráneas, deben estar listados para uso en lugares mojados y deben cumplir con la sección 310.8 (C). Todas las conexiones o empalmes en instalaciones subterráneas deben estar aprobadas para lugares mojados.</p> <p>(C) Cables subterráneos bajo edificios. Los cables subterráneos instalados bajo un edificio deben estar en una canalización.</p> <p>(D) Protección contra daños. Los conductores y cables enterrados directamente se deben proteger contra daño según se indica en las secciones 300.5 (D) (1) hasta (D) (4).</p> <p>(1) Que salen desde el nivel del terreno.</p> <p>(2) Conductores que entran en edificios.</p> <p>(3) Conductores de la acometida.</p> <p>(4) Daño del gabinete o la canalización.</p> <p>(E) Empalmes y derivaciones. Se permitirá que los cables o conductores enterrados directamente estén empalmados o derivados sin utilizar cajas de empalme. Los empalmes o derivaciones deben hacerse según lo establecido en la sección 110.14 (B).</p> <p>(F) Relleno. No se debe rellenar la zanja con piedras grandes, materiales de pavimentación, escoria, otros elementos grandes o con bordes afilados ni con material corrosivo, si estos materiales pueden dañar los cables, canalizaciones u otras subestructuras, o pueden impedir una buena compactación del relleno o contribuir a la corrosión de dichos cables, canalizaciones o subestructuras. Cuando sea necesario para evitar daños físicos al cable o a la canalización, se les debe proteger con materiales granulados o seleccionados, tabloncillos, manguitos u otros medios adecuados y aprobados.</p> <p>(G) Sellos de la canalización. Los conduit o canalizaciones en los que la humedad puede hacer contacto con las partes vivas, se deben sellar o taponar en uno o ambos extremos.</p>
---	---

Continuación de la tabla XIII.

<p>522.7.2 La instalación fija de equipos que utilizan corriente suspendida, por ejemplo, las luminarias se conectarán por cable con núcleos flexibles. Donde no se puede esperar vibración o movimiento, se puede usar un cable con núcleo no flexible.</p> <p>522.8 Otras tensiones mecánicas (AJ)</p> <p>522.8.1 Los sistemas de cableado deben seleccionarse y elegirse para evitar durante la instalación, uso o mantenimiento, daños a los cables y conductores aislados y sus terminaciones.</p> <p>No se permite el uso de lubricantes que contengan aceite de silicona para enroscar cables y conductores en sistemas de conductos, sistemas de ductos, sistemas de canalizaciones y sistemas de bandejas y escaleras.</p> <p>522.8.2 Donde se entierra en la estructura, los sistemas de conductos o los sistemas de canalización de cables, aparte de los conjuntos de conductos precableados específicamente diseñados para la instalación, deben erigirse por completo entre los puntos de acceso antes de que se introduzca cualquier conductor o cable aislado.</p> <p>522.8.3 El radio de cada curva en un sistema de cableado debe ser tal que los conductores o cables no sufran daños y las terminaciones no estén tensas.</p> <p>522.8.4 Cuando los conductores o cables no estén soportados continuamente debido al método de instalación, deberán apoyarse por medios adecuados a intervalos apropiados de tal manera que los conductores o cables no sufran daños por su propio peso, o debido a fuerzas electrodinámicas resultantes de la corriente de corto circuito.</p> <p>NOTA Las precauciones debidas a las fuerzas electrodinámicas resultantes de las corrientes de cortocircuito solo deben tomarse en cables de un solo núcleo con un área de sección transversal superior a 50 mm².</p>	<p>300.6 Protección contra la corrosión y el deterioro. Las canalizaciones, bandejas portacables, ensamble de cables con aislamiento en gabinete metálica, canales auxiliares, armadura de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, acoples, accesorios, soportes y todo el material de soporte, deben ser de los materiales adecuados para el medio ambiente en el cual van a ser instalados.</p> <p>(A) Equipo metálico ferroso. Las canalizaciones metálicas ferrosas, bandejas portacables, ensamble de cables con aislamiento en gabinete metálica, canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos metálicos, acoples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, deben protegerse adecuadamente contra la corrosión por dentro y por fuera (excepto las roscas en las uniones), recubriéndolos con un material aprobado resistente a la corrosión. Cuando es necesaria la protección contra la corrosión y el conduit se rosca en el sitio, las roscas se deben recubrir con un compuesto aprobado, eléctricamente conductor y resistente a la corrosión.</p> <p>(B) Equipo metálico de aluminio. Las canalizaciones, bandejas portacables, ensamble de cables con aislamiento en gabinete metálica, canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, acoples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, todos de aluminio, incrustados o encerrados de concreto o en contacto directo con la tierra se debe suministrar con protección suplementaria contra la corrosión.</p> <p>(C) Equipo no metálico. Las canalizaciones, bandejas portacables, ensamble de cables con aislamiento en gabinete metálica, canales auxiliares, cables con chaqueta exterior no metálica y armadura o chaqueta metálica interna, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, acoples, niples, accesorios, soportes y material de soporte no metálicos deben estar hechos de material aprobado para esa condición y deben cumplir lo que se especifica en (C) (1) y (C) (2), según se aplique.</p>
--	---

Continuación de la tabla XIII.

<p>522.8.5 Cuando el sistema de cableado se someta a una tensión de tracción permanente (por ejemplo, por su propio peso en tramos verticales), se debe seleccionar un tipo adecuado de cable o conductor con las áreas de sección transversal apropiadas y el método de montaje de tal manera que los conductores o cables no sufran daños por tensiones de tracción inaceptables.</p> <p>522.8.6 Los sistemas de cableado destinados a la entrada o salida de conductores o cables deben tener medios adecuados de acceso para permitir esta operación.</p> <p>522.8.7 Los sistemas de cableado enterrados en pisos deben estar suficientemente protegidos para evitar daños causados por el uso previsto del piso.</p> <p>522.8.8 Los sistemas de cableado que están rígidamente fijados y enterrados en las paredes se deben ejecutar en forma horizontal, vertical o paralela a los bordes de la habitación.</p> <p>Los sistemas de cableado en techos o en pisos pueden seguir la ruta práctica más corta.</p> <p>522.8.9 Los sistemas de cableado deben instalarse de manera que se evite la tensión mecánica en los conductores y las conexiones.</p> <p>522.8.10 Los cables, conductos o tubería que están enterrados en el suelo deben contar con protección contra daños mecánicos o deben estar enterrados a una profundidad que minimice el riesgo de tales daños. Los cables enterrados deben estar marcados con cubiertas de cables o una cinta de marcado adecuada. Los conductos enterrados y la tubería deberán identificarse adecuadamente.</p> <p>Nota 1 IEC 61386-24 es el estándar para conductos subterráneos enterrados.</p> <p>Nota 2 La protección mecánica se puede lograr utilizando sistemas de conductos enterrados bajo tierra de acuerdo con IEC 61386-24 o cables blindados u otros métodos apropiados, como placas de cubierta.</p> <p>522.8.11 Los soportes y recintos para cables no deben tener bordes afilados que puedan dañar los cables o los conductores aislados.</p>	<p>(D) En lugares internos mojados. En plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas y otros lugares interiores mojados, y en lugares en los que se laven las paredes con frecuencia o que tengan superficies de material absorbente, como papel húmedo o madera, todo el sistema de alambrado, incluidas cajas, accesorios, canalizaciones y cables usados con ellos, cuando estén expuestos, se deben montar de modo que quede como mínimo un espacio libre de 6 mm (¼ pulgada) entre ellos y la pared o superficie sobre la que van apoyados.</p> <p>300-13 a 300-16 Instalación de conductos y conexiones de conductores</p> <p>300.18 Instalación de las canalizaciones</p> <p style="text-align: center;">Artículo 310 Conductores para alambrado en general</p> <p>310.8 Lugares</p> <p>(A) Lugares secos. Los conductores y cables aislados usados en lugares secos, deben ser de cualquiera de los tipos identificados en este Código.</p> <p>(B) Lugares secos y húmedos. Los conductores y cables aislados usados en lugares secos y húmedos deben ser de los tipos FEP, FEPB, MTW, PFA, RHH, RHW, RHW 2, SA, THHN, THW, THW-2, THHW, THWN, THWN-2, TW, XHH, XHHW, XHHW-2, Z o ZW.</p> <p>(C) Lugares mojados. Los conductores y cables aislados usados en lugares mojados deben cumplir con uno de las siguientes condiciones:</p> <p>(1) Tener forro metálico impermeable a la humedad.</p> <p>(2) Ser de los tipos MTW, RHW, RHW-2, TW, THW, THW-2, THHW, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2, ZW.</p> <p>(3) Ser de un tipo listado para uso en lugares mojados.</p> <p>(D) Lugares expuestos a la luz solar directa. Los conductores o cables aislados donde estén expuestos directamente a los rayos solares deben cumplir con (D) (1) o (D) (2):</p>
--	---

Continuación de la tabla XIII.

<p>522.8.12 Los cables y conductores no deben dañarse con los medios de fijación.</p> <p>522.8.13 Los cables, barras colectoras y otros conductores eléctricos que pasan a través de las juntas de expansión se seleccionarán y elegirán de manera tal que el movimiento anticipado no cause daños al equipo eléctrico, por ejemplo. Mediante el uso de sistema de cableado flexible.</p> <p>522.8.14 Cuando el cableado pase a través de particiones fijas, deberá estar protegido contra daños mecánicos, por ejemplo. Cables con revestimiento metálico o blindado, o mediante el uso de conductos o arandelas.</p> <p>Nota: Ningún sistema de cableado debe penetrar en un elemento de la construcción del edificio que está destinado a soportar carga, a menos que pueda garantizarse la integridad del elemento que soporta la carga después de dicha penetración.</p> <p>522.9 Presencia de flora o crecimiento de moho (AK)</p> <p>522.9.1 Cuando las condiciones experimentadas o esperadas constituyan un peligro (AK2), el sistema de cableado se seleccionará en consecuencia o se adoptarán medidas de protección especiales.</p> <p>Nota 1 Puede ser necesario un método de instalación que facilite la eliminación de dichos crecimientos (consulte la cláusula 529).</p> <p>Nota 2 Las posibles medidas preventivas son tipos de instalación cerrados (tuberías, conductos de cables o canalizaciones de cables), manteniendo las distancias a las plantas y limpieza regularmente del sistema de cableado correspondiente.</p> <p>522.10 Presencia de fauna (AL)</p> <p>Cuando las condiciones experimentadas o esperadas constituyan un peligro (AL2). El sistema de cableado se seleccionará en consecuencia o se adoptarán medidas especiales de protección, por ejemplo, mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Características mecánicas del sistema de cableado. 	<p>(1) Los conductores y cables deben estar listados, o listados y marcados como resistentes a la luz solar.</p> <p>(2) Los conductores y cables deben estar recubiertos con material aislante, tal como una cinta o manguito, que esté listado, o listado y marcado como resistente a la luz solar.</p> <p>310.9 Condiciones corrosivas. Los conductores expuestos a grasas, aceites, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto nocivo sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo adecuado, listado y certificado para esa aplicación.</p> <p>310.10 Límites de temperatura de los conductores. Ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de funcionamiento supere la temperatura para la cual se diseña el tipo de conductor aislado al que pertenezca. En ningún caso se deben unir los conductores de modo que, con respecto al tipo de circuito, al método de alambrado aplicado o al número de conductores, se supere el límite de temperatura de alguno de los conductores.</p> <p>Nota. El valor nominal de temperatura de un conductor es la temperatura máxima, en cualquier punto de su longitud, que puede soportar el conductor durante un prolongado periodo de tiempo sin que se produzcan daños considerables. Las tablas de ampacidad permisible, las tablas de ampacidad del Artículo 310 y las ampacidades del Anexo B, así como los factores de corrección al final de esas Tablas y las notas a las mismas, ofrecen orientación para coordinar el tipo, calibre, ampacidad permisible, ampacidad, temperatura ambiente y número de conductores asociados.</p> <p>Los principales determinantes de la temperatura de funcionamiento son:</p> <p>(1) La temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.</p> <p>(2) El calor generado interiormente en el conductor por el paso de la corriente, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicos.</p>
---	---

Continuación de la tabla XIII.

<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación seleccionada. • Provisión de protección mecánica local o general adicional. • Cualquier combinación de lo anterior. <p>522.11 Radiación solar (AN) y radiación ultravioleta</p> <p>Quando se experimente o se espere una radiación solar significativa (AN2) o radiación ultravioleta, se seleccionará y elegirá un sistema de cableado adecuado para las condiciones o se proporcionará el blindaje adecuado. Es posible que se deban tomar precauciones especiales para los equipos sujetos a radiación ionizante.</p> <p>Nota. Ver también 522.2.1 que trata del aumento de temperatura.</p> <p>522.12 Efectos sísmicos (AP)</p> <p>522.12.1 El sistema de cableado se seleccionará y elegirá teniendo en cuenta los peligros sísmicos de la ubicación de la instalación.</p> <p>522.12.2 Cuando los peligros sísmicos experimentados son de baja gravedad (AP2) o superior, se debe prestar especial atención a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La fijación de los sistemas de cableado a la estructura del edificio. • Las conexiones entre el cableado fijo y todos los elementos del equipo esencial, por ejemplo, Servicios de seguridad, serán seleccionados por su calidad flexible. <p>522.13 Viento (AR)</p> <p>522.13.1 Ver 522.7, Vibración (AH), y 522.8, Otras tensiones mecánicas (AJ).</p> <p>522.14 Naturaleza de los materiales procesados o almacenados (BE)</p> <p>Consulte la Cláusula 422, Medidas para la protección contra incendios, y la Cláusula 527, Selección y montaje de sistemas de cableado para minimizar la propagación del fuego.</p>	<p>(3) El valor nominal de disipación del calor generado en el medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores afecta el valor nominal de disipación del calor.</p> <p>(4) Los conductores adyacentes portadores de corriente. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente e impedir la disipación de calor.</p> <p style="text-align: center;">Artículo 400 Cordones y cables flexibles</p> <p>I. Generalidades</p> <p>400.1 Alcance. Este artículo trata de los requisitos generales, las aplicaciones y las especificaciones de construcción de los cordones flexibles y de los cables flexibles.</p> <p>400.3 Idoneidad. Los cables y cordones flexibles y sus accesorios deben ser adecuados para las condiciones de uso e instalación.</p> <p>400.4 Tipos. Los cables y cordones flexibles deben cumplir con lo especificado en la Tabla 400.4. Los tipos de cables y cordones flexibles que no aparezcan listados en esta Tabla, deben someterse a investigación especial.</p> <p>400.5 Ampacidad para cordones y cables flexibles.</p> <p>(A) La tabla 400.5 (A) presenta las ampacidades permisibles y la Tabla 400.5 (B) presenta la ampacidad de los cables y cordones flexibles con no más de tres conductores portadores de corriente. Estas Tablas se deben utilizar junto con las normas aplicables de producto para uso final, con el fin de asegurar la selección del calibre y tipo apropiados. Cuando los cordones se usan en temperaturas ambiente superiores a 30 °C (86 °F), los factores de corrección de temperatura de la Tabla 310.16 que corresponden a la temperatura nominal del cordón se deben aplicar a la ampacidad de la Tabla 400.5 (B).</p> <p>(B) Temperatura máxima del aislamiento. En ningún caso los conductores deben estar asociados de modo que, teniendo en cuenta el tipo de circuito, el método de alambrado usado o el número de conductores, se excedan los límites de temperatura de los mismos.</p>
--	---

Continuación de la tabla XIII.

<p>522.15 Diseño de edificios (CB)</p> <p>522.15.1 Cuando existan riesgos debido al movimiento estructural (CB3), el soporte del cable y el sistema de protección empleado deben ser capaces de permitir el movimiento relativo para que los conductores y cables no estén sujetos a una tensión mecánica excesiva.</p> <p>522.15.2 Para estructuras flexibles o estructuras destinadas a moverse (CB4), se deben usar sistemas de cableado flexible.</p>	<p>En un circuito trifásico tetrafililar conectado en estrella, cuando más del 50 por ciento de la carga consiste en cargas no lineales, hay corrientes armónicas presentes en el conductor del neutro y este conductor se debe considerar como conductor portador de corriente.</p> <p>430.13 Adaptadores. En donde los alambres pasen a través de una abertura de un envolvente, caja de conduit o barrera, se debe utilizar adaptadores para proteger los conductores de los bordes cortantes de la abertura. La superficie de los adaptadores que pueda estar en contacto con los conductores debe ser lisa y redondeada. Si se utilizan adaptadores en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, deben ser de material que no resulte deteriorado por ellos.</p>
---	--

Fuente: International Standard IEC 60364-5-52 Low-voltage electrical installations – Part 5-52. *Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems Edition 3.0 2009-10.* p. 9.

2.3. Capacidades de corriente

Ambos sistemas establecen que por ningún motivo la corriente transportada por los conductores durante la operación normal deberá exceder el límite de temperatura del aislamiento del diseño.

IEC proporciona capacidades de carga de corriente como guía establece que existirá cierta tolerancia en las capacidades de transporte de corriente dependiendo de las condiciones ambientales y la construcción precisa de los cables.

IEC establece para la capacidad máxima de transmisión de corriente en grupos de cables o conductores aislados que tengan diferentes temperaturas máximas de operación. Se basa en la temperatura máxima de operación más

baja de cualquiera de los conductores del grupo, junto con el factor de reducción del grupo, como la capacidad máxima de transmisión de corriente.

NEC establece condiciones puntuales para los conductores en paralelo de cada fase, neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos, las cuales indican que todos los conductores deben tener la misma longitud, deben ser fabricados del mismo material conductor, deben ser de la misma sección transversal, tener el mismo tipo de aislamiento y terminar de la misma manera.

Tabla XIV. **Capacidades de corriente**

IEC 60364-5-52 523 capacidades portadoras de corriente	NEC Artículo 310
<p>523.1 La corriente a ser transportada por cualquier conductor durante períodos sostenidos durante la operación normal debe ser tal que no se exceda el límite de temperatura del aislamiento. Este requisito se cumple mediante la aplicación de la tabla 52.1, para los tipos de aislamiento dados en esta tabla. El valor de la corriente se seleccionará de acuerdo con 523.2 o se determinará de acuerdo con 523.3.</p> <p>523.2 Se considera que se cumple el requisito de 523.1 si la corriente para conductores aislados y cables sin blindaje no excede los valores apropiados seleccionados de las tablas en el Anexo B con referencia a la Tabla A.52.3, sujeto a los factores de corrección necesarios que se indican en el Anexo B. Las capacidades de carga de corriente indicadas en el Anexo B se proporcionan como guía.</p> <p>NOTA 1 Se reconoce que los comités nacionales pueden desear adaptar las tablas del Anexo B a una forma simplificada para sus normas nacionales. En el Anexo C se ofrece un ejemplo de un método aceptable de simplificación.</p>	<p>310.4 Conductores en paralelo</p> <p>(A) Generalidades. Se permitirá que los conductores de aluminio, aluminio recubierto de cobre o cobre de calibre 1/0 AWG (53,50 mm²) y mayor, que sean los conductores de cada fase, polaridad, del neutro o del conductor puesto a tierra de un circuito, estén conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos).</p> <p>(a) Estén contenidos dentro de la misma canalización o cable.</p> <p>(b) La ampacidad de cada conductor individual sea suficiente para transportar toda la corriente que comparten los conductores en paralelo.</p> <p>(c) La protección contra sobrecorriente sea tal que no se supere la ampacidad de cada conductor individual, si uno o más de los conductores en paralelo se desconectaran accidentalmente.</p> <p>(B) Características de los conductores. Los conductores en paralelo de cada fase, polaridad, del neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos, deben cumplir con las siguientes condiciones:</p>

Continuación de la tabla XIV.

<p>Nota 2 Se reconoce que habrá cierta tolerancia en las capacidades de transporte de corriente dependiendo de las condiciones ambientales y la construcción precisa de los cables.</p> <p>523.3 Los valores apropiados de la capacidad de carga de corriente también se pueden determinar cómo se describe en la serie IEC 60287, por prueba, o por cálculo utilizando un método reconocido, siempre que se indique el método. Cuando sea apropiado, se deben tener en cuenta las características de la carga y, para los cables enterrados, la resistencia térmica efectiva del suelo.</p> <p>523.4 La temperatura ambiente es la temperatura del medio circundante cuando los cables o conductores aislados no están cargados.</p> <p>523.5 Grupos que contienen más de un circuito</p> <p>Los factores de reducción de grupo (Tablas B.52.17 a B.52.21) son aplicables a grupos de conductores o cables aislados que tienen la misma temperatura máxima de operación.</p> <p>Para grupos que contienen cables o conductores aislados que tienen diferentes temperaturas de operación máximas. La capacidad de transmisión de corriente de todos los cables o conductores aislados en el grupo se basará en la temperatura máxima de operación más baja de cualquier cable en el grupo, junto con el factor de reducción del grupo.</p> <p>Si, debido a las condiciones de operación conocidas, se espera que un cable o conductor aislado lleve una corriente no mayor al 30 % de su capacidad de carga de corriente agrupada, puede ignorarse con el fin de obtener el factor de reducción para el resto del grupo.</p> <p>523.6 Número de conductores cargados</p> <p>523.6.1 El número de conductores que deben considerarse en un circuito son aquellos que llevan corriente de carga. Cuando se puede suponer que los conductores en los circuitos polifásicos transportan corrientes equilibradas, no es necesario tener en cuenta el conductor neutro asociado.</p>	<p>(1) Tener la misma longitud. (2) Ser del mismo material conductor. (3) Ser del mismo calibre (de la misma sección transversal). (4) Tener el mismo tipo de aislamiento. (5) Terminar de la misma manera.</p> <p>(C) Cables o canalizaciones separadas. Cuando los conductores se tiendan en cables o canalizaciones distintas, los cables o canalizaciones deben tener la misma cantidad de conductores y las mismas características eléctricas y físicas. No se exigirá que los conductores de una fase, polaridad, del neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos, tengan las mismas características físicas que los de otra fase, polaridad, del neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos, para lograr equilibrio.</p> <p>(D) Ajuste de la ampacidad. Los conductores instalados en paralelo deben cumplir con las disposiciones de la sección 310.15 (B) (2) (a).</p> <p>(E) Conductores de puesta a tierra de equipos. Cuando se usen conductores en paralelo de puesta a tierra de equipos, se deben dimensionar de acuerdo con la sección 250.122. Se permitirán conductores seccionados de puesta a tierra de equipos con calibre inferior al 1/0 AWG (53.50 mm²) en cables multiconductores, de acuerdo con la sección 310.13, siempre que el área circular combinada en mils en cada cable cumpla con lo que se indica en la sección 250.122.</p> <p>310.10 Límites de temperatura de los conductores. Ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de funcionamiento supere la temperatura para la cual se diseña el tipo de conductor aislado al que pertenezca. En ningún caso se deben unir los conductores de modo que, con respecto al tipo de circuito, al método de alambrado aplicado o al número de conductores, se supere el límite de temperatura de alguno de los conductores.</p> <p>Los principales determinantes de la temperatura de funcionamiento son:</p> <p>(1) La temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.</p>
--	--

Continuación de la tabla XIV.

<p>En estas condiciones, a un cable de cuatro hilos se le otorga la misma capacidad de carga de corriente que a un cable de tres hilos que tiene la misma sección transversal del conductor para cada conductor de línea. Los cables de cuatro y cinco núcleos pueden tener mayores capacidades de transporte de corriente cuando solo se cargan tres conductores. Este supuesto no es válido en el caso de la presencia de un tercer armónico o múltiplos de 3 que presenten un THDi (distorsión armónica total) superior al 15 %.</p> <p>523.6.2 Cuando el conductor neutro en un cable multinúcleo transporta corriente como resultado de un desequilibrio en las corrientes de línea, el aumento de temperatura debido a la corriente neutra se compensa con la reducción del calor generado por uno o más de los conductores de línea. En este caso, el tamaño del conductor neutro se elegirá en función de la corriente de línea más alta.</p> <p>En todos los casos, el conductor neutro debe tener un área de sección transversal adecuada para permitir el cumplimiento con 523.1.</p> <p>523.6.3 Cuando el conductor neutro transporta corriente sin una reducción correspondiente en la carga de los conductores de línea, se debe tener en cuenta el conductor neutro al determinar la capacidad de transporte de corriente del circuito. Dichas corrientes pueden ser causadas por una corriente armónica triple significativa en circuitos trifásicos. Si el contenido de armónicos es superior al 15 % de la corriente de línea fundamental, el tamaño del conductor neutro no debe ser menor que el de los conductores de línea. Los efectos térmicos debidos a la presencia de un tercer armónico o múltiplos de 3 y los factores de reducción correspondientes para mayores corrientes armónicas se dan en el Anexo E.</p> <p>523.6.4 Los conductores que sirven solo para fines de protección (conductores PE) no deben tomarse en consideración. Los conductores PEN se deben tener en cuenta de la misma manera que los conductores neutros.</p>	<p>(2) El calor generado interiormente en el conductor por el paso de la corriente, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicos.</p> <p>(3) El valor nominal de disipación del calor generado en el medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores afecta el valor nominal de disipación del calor.</p> <p>(4) Los conductores adyacentes portadores de corriente. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente e impedir la disipación de calor.</p> <p>310.13 Construcción y aplicación de los conductores. Los conductores aislados deben cumplir las disposiciones aplicables de las tablas: 310.13 (A) hasta la Tabla 310.13 (E).</p> <p>310.15 Ampacidad para conductores con tensión nominal de 0-2 000 voltios</p> <p>(A) Generalidades</p> <p>(1) Tablas o supervisión de personal calificado. Se permitirá determinar la ampacidad de los conductores mediante tablas, como se establece en la sección 310.15 (B) o bajo la supervisión de personal calificado como se establece en la sección 310.15(C).</p> <p>(2) Selección de la ampacidad. Cuando se pueda aplicar más de una ampacidad de las tablas o calculada, a un circuito de una longitud dada, se debe usar la de menor valor.</p> <p>(B) Tablas.</p> <p>La ampacidad de los conductores de 0 a 2 000 voltios nominales debe ser la especificada en las Tablas de ampacidad permisible de corriente 310.16 a 310.19 y en las tablas 310.20 y 310.21. se modifiquen con lo indicado en las secciones (B) (1) hasta (B) (6).</p> <p>1) Generalidades</p> <p>Para la explicación de las letras de tipo usadas en las tablas, y para los calibres reconocidos de los conductores para los diferentes aislamientos de los conductores, véanse las tablas 310.13 (A) y 310.13 (B). Para los requisitos de las instalaciones, véanse las secciones 310.1 a 310.10 y los diferentes Artículos de este código. Para cordones flexibles.</p>
--	---

Continuación de la tabla XIV.

<p>523.7 Conductores en paralelo</p> <p>Cuando dos o más conductores vivos o conductores PEN están conectados en paralelo en un sistema:</p> <p>a) Se tomarán medidas para lograr una distribución de corriente entre cargas iguales:</p> <p>Considerando que este requisito se cumpla si los conductores son del mismo material, tienen la misma área de sección transversal, aproximadamente la misma longitud y no tienen circuitos derivados a lo largo de la longitud, y tampoco</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los conductores en paralelo son cables de varios hilos o cables torcidos de un solo núcleo o conductores aislados. • Los conductores en paralelo son cables de un solo núcleo no trenzados o conductores aislados en forma de trébol o plano. Tienen un área de sección transversal menor o igual a 50 mm² en cobre o 70 mm² en aluminio. • Si los conductores en paralelo son cables de un solo núcleo no trenzados o conductores aislados en trébol o en formación plana y tienen un área de sección transversal superior a 50 mm² en cobre o 70 mm² en aluminio, se adopta la configuración especial necesaria para tales formaciones. Estas configuraciones consisten en agrupaciones y espaciados adecuados de las diferentes fases o polos. <p>b) Se deberá prestar especial atención a la carga actual compartida para cumplir con los requisitos de 523.1.</p> <p>Esta subcláusula no excluye el uso de circuitos finales en anillo con o sin conexiones rectas.</p> <p>Cuando no se pueda lograr una distribución adecuada de la corriente o cuando se deban conectar cuatro o más conductores en paralelo, se debe considerar el uso del enlace de barras colectoras.</p>	<p>(2) Factores de ajuste</p> <p>(a) Más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Cuando el número de conductores portadores de corriente en una canalización o cable es mayor de tres, o cuando los conductores individuales o cables multiconductores se instalan sin conservar su separación en una longitud continua mayor de 600 mm (24 pulgadas) y no están instalados en canalizaciones, la ampacidad permisible de cada conductor se debe reducir como se ilustra en la Tabla 310.15 (B) (2) (a). Cada conductor portador de corriente de un grupo paralelo de conductores se debe contar como un conductor portador de corriente.</p> <p>(b) Más de un conduit, tubo o canalización. Se debe mantener la separación entre conduits, tubos o canalizaciones.</p> <p>(c) Conduits expuestos a la luz solar en azoteas. Cuando los conductores o cables se instalan en conduits expuestos a la luz solar directa en o por encima de azoteas, los ajustes que se indican en la Tabla 310.15 (B) (2) (c) se deben agregar a la temperatura exterior para determinar la temperatura ambiente correspondiente para la aplicación de los factores de corrección de las tablas 310.16 y 310.18.</p> <p>(3) Conductores desnudos o recubiertos</p> <p>Cuando se instalan conductores desnudos o recubiertos con conductores aislados, la temperatura nominal del conductor desnudo o recubierto debe ser igual a la temperatura nominal más baja de los conductores aislados con el fin de determinar la ampacidad.</p> <p>(4) Conductor del neutro</p> <p>(a) No se exigirá tomar en cuenta el conductor del neutro que transporte solo la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, cuando se aplican las disposiciones de la sección 310.15 (B) (2) (a).</p>
---	--

Continuación de la tabla XIV.

<p>523.8 Variación de las condiciones de instalación a lo largo de una ruta</p> <p>Cuando la disipación de calor difiere en una parte de una ruta a otra, la capacidad de carga de corriente se determinará de manera que sea apropiada para la parte de la ruta que tenga las condiciones más adversas.</p> <p>NOTA Este requisito normalmente se puede pasar por alto si la disipación de calor difiere solo cuando el cableado atraviesa una pared de menos de 0,35 m.</p> <p>523.9 cables de un solo núcleo con revestimiento metálico</p> <p>Las fundas metálicas y armaduras no magnéticas de cables de un solo núcleo en el mismo circuito se conectarán entre sí en ambos extremos de su recorrido. Alternativamente, para mejorar la capacidad de transporte de corriente, las fundas o armaduras de tales cables que tienen conductores de área de sección transversal superior a los 50 mm² y una funda exterior no conductora pueden conectarse entre sí en un punto de su recorrido con un aislamiento adecuado en los extremos desconectados, en ese caso, la longitud de los cables desde el punto de conexión se limitará de modo que los voltajes de las fundas o armaduras a tierra:</p> <p>a) no cause corrosión cuando los cables transportan su corriente de carga completa, por ejemplo, limitando el voltaje a 25 V, y</p> <p>b) no ocasione peligro ni daños a la propiedad cuando los cables transportan corrientes de cortocircuito.</p>	<p>(b) En un circuito trifilar, que consta de dos conductores de fase y el conductor del neutro, de un sistema trifásico tetrafililar conectado en estrella, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de la carga línea a neutro de los otros conductores. Se debe tener en cuenta al aplicar lo establecido en la sección 310.15 (B) (2) (a).</p> <p>(c) En una instalación trifásica tetrafililar conectada en estrella, en la cual la mayor parte de la carga consiste en cargas no lineales, circulan corrientes armónicas en el conductor del neutro, por lo que el conductor del neutro se debe considerar como un conductor portador de corriente.</p> <p>(5) Conductor de puesta a tierra o de unión</p> <p>Al aplicar lo establecido en las disposiciones de la sección 310.15 (B) (2) (a) no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o de unión.</p> <p>(6) Acometidas y alimentadores monofásicos, trifilares, de 120/240 voltios, para viviendas</p> <p>Para unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares, los conductores incluidos en la Tabla 310.15 (B) (6) se permitirán como conductores de entrada de la acometida, conductores de la acometida lateral y conductores de alimentadores monofásicos trifilares de 120/240 voltios que funcionan como el principal alimentador de energía de una unidad de vivienda y están instalados en canalizaciones o cables con o sin un conductor de puesta a tierra del equipo. Para la aplicación de esta sección, el alimentador principal de energía debe ser el alimentador entre el desconectivo principal y el panel de distribución que alimenta, bien sea mediante circuitos ramales o mediante alimentadores, o ambos, todas las cargas que forman parte o que están asociadas a la unidad de vivienda. No se exigirá que los conductores del alimentador para una unidad de vivienda tengan una ampacidad nominal permisible mayor que sus conductores de entrada de la acometida. Se permitirá que el conductor puesto a tierra sea de menor calibre que los conductores no puestos a tierra, siempre y cuando se cumplan los requisitos de las secciones 215.2, 220.61 y 230.42.</p>
---	--

Fuente: International Standard IEC 60364-5-52 Low-voltage electrical installations – Part 5-52.

Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems Edition 3.0 2009-10. p. 11.

2.4. Áreas transversales de conductores

Ambos sistemas establecen el calibre mínimo o la sección transversal mínima para los conductores dependiendo del voltaje aplicado y el tipo de material del conductor.

IEC establece para el área de sección transversal del conductor neutro en el caso que exista deberá ser al menos igual al área de la sección transversal de los conductores de línea, o en su defecto, podrá ser reducida hasta el 50 % del área de sección transversal del conductor de línea.

Tabla XV. **Áreas transversales de conductores**

IEC 60364-5-52 524 áreas de sección transversal de conductores	NEC Artículo 310 Conductores para alambrado en general
<p>524.1 Por razones mecánicas, el área de sección transversal de los conductores de línea en C.A. Circuitos y de conductores vivos en C.C. Los circuitos no deben ser menores que los valores dados en la Tabla 52.2.</p> <p>524.2 Área de sección transversal del conductor neutro</p> <p>A falta de información más precisa, se aplicará lo siguiente:</p> <p>524.2.1 El área de la sección transversal del conductor neutro, si existe, debe ser al menos igual al área de la sección transversal de los conductores de línea:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En circuitos monofásicos con dos conductores, cualquiera que sea el área de sección transversal de los conductores • En circuitos multifásicos donde el área de la sección transversal de los conductores de línea es menor o igual a 16 mm² de cobre o 25 mm² de aluminio; • En circuitos trifásicos que probablemente transporten corrientes de terceros armónicos y múltiplos impares de corrientes de terceros armónicos y la distorsión armónica total está entre el 15 % y el 33 %. <p>Nota. Tales niveles de armónicos se deben cumplir, por ejemplo, en circuitos que alimentan luminarias, incluidas las lámparas de descarga, como la iluminación fluorescente.</p>	<p>310.5 Calibre mínimo de los conductores. El calibre mínimo de los conductores debe ser como se presenta en la Tabla 310.5, excepto lo que se permita en otras partes de este código.</p>

Continuación de la tabla XV.

<p>524.2.2 Cuando el tercer armónico y los múltiplos impares de las corrientes del tercer armónico sean superiores al 33 %, distorsión armónica total, puede ser necesario aumentar el área de la sección transversal del conductor neutro (ver 523.6.3 y el Anexo E).</p> <p>Nota 1: estos niveles se producen, por ejemplo, en circuitos dedicados a aplicaciones de TI.</p> <p>a) Para cables de múltiples hilos, el área de la sección transversal de los conductores de línea es igual al área de la sección transversal del conductor neutro, y esta área de la sección transversal se elige para que el neutro lleve $1,45 \frac{1}{B}$ del conductor de línea.</p> <p>b) Para cables de un solo núcleo, el área de la sección transversal de los conductores de línea puede ser más baja que el área de la sección transversal neutra, el cálculo se realiza:</p> <ul style="list-style-type: none">• Para la línea: en $\frac{1}{B}$• Para el neutro: a una corriente igual a $1,45 \frac{1}{B}$ de la línea. <p>524.2.3 Para circuitos polifásicos en los que el área de la sección transversal de los conductores de línea es mayor que 16 mm^2 de cobre o 25 mm^2 de aluminio, el área de la sección transversal del conductor neutro puede ser más baja que el área de la sección transversal de los conductores de línea, si las siguientes condiciones se cumplen simultáneamente:</p> <p>la carga transportada por el circuito en servicio normal se equilibra entre las fases y el tercer armónico y los múltiplos impares de corrientes de terceros armónicos no exceden el 1 5% de la corriente del conductor de línea;</p> <p>NOTA Generalmente, el área de sección transversal neutra reducida no es inferior al 50% del área de sección transversal del conductor de línea.</p> <ul style="list-style-type: none">• el conductor neutro está protegido contra sobrecorrientes según 431.2;• El área de la sección transversal del conductor neutro no es inferior a 16 mm^2 de cobre o 25 mm^2 de aluminio.	
--	--

Fuente: International Standard IEC 60364-5-52 Low-voltage electrical installations – Part 5-52.
Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems Edition 3.0 2009-10. p. 12.

2.5. Conexiones eléctricas

Para IEC las conexiones entre conductores, conductores y equipos deben tener: continuidad eléctrica, resistencia y protección mecánica adecuadas. Para la selección de los medios de conexión se deberá establecer: el material del conductor y aislamiento, la cantidad y diseño de los cables que formaran al conductor, el área de sección transversal de los conductores, entre otros. Todas las conexiones deberán ser accesibles para inspección, prueba y mantenimiento con ciertas excepciones. Las conexiones de conductores deberán realizarse únicamente en cajas de conexión, cajas de salida o en equipos proporcionados por el fabricante. Cuando una conexión está en un envolvente, el envolvente debe proporcionar protección mecánica y protección contra influencias externas las cuales sean realmente relevantes.

En el código NEC los dispositivos como terminales a presión y lengüetas soldadas deberán identificarse en cuanto al material del conductor. Así mismo, establece que por ningún motivo se deberá mezclar conductores de metales distintos cuando se produzcan contactos físicos entre ellos. Las canalizaciones, armaduras de cables y otros envolventes metálicos de conductores, deberán unirse metálicamente formando un conductor eléctrico continuo y se conectará a todas las cajas y gabinetes, con la finalidad que ofrezcan una continuidad eléctrica efectiva.

Tabla XVI. Conexiones eléctricas

<p style="text-align: center;">IEC 60364-5-52</p> <p style="text-align: center;">526 CONEXIONES ELÉCTRICAS</p>	<p style="text-align: center;">NEC</p> <p style="text-align: center;">110.14 CONEXIONES ELÉCTRICAS. 300.10 CONTINUIDAD ELÉCTRICA DE LAS CANALIZACIONES Y ENVOLVENTES (ENCLOSURES) METÁLICAS. 300.13 CONTINUIDAD MECÁNICA Y ELÉCTRICA DE LOS CONDUCTORES.</p>
<p>526.1 Las conexiones entre conductores y entre conductores y otros equipos deben proporcionar una continuidad eléctrica duradera y una resistencia y protección mecánica adecuadas.</p> <p>526.2 La selección de los medios de conexión deberá tener en cuenta, según corresponda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El material del conductor y su aislamiento. • El número y la forma de los cables que forman el conductor. • El área de la sección transversal del conductor. • El número de conductores a conectar. <p>Nota 1 Debe evitarse el uso de conexiones soldadas, excepto en circuitos de comunicación. Si se utilizan, las conexiones deben diseñarse para tener en cuenta el arrastre y los esfuerzos mecánicos y el aumento de temperatura en condiciones de falla.</p> <p>Nota 2 Las normas aplicables incluyen las series IEC 60998, IEC 60947 (todas las partes 7) e IEC 61535.</p> <p>Nota 3 Los terminales sin la marca “r” (solo conductores rígidos), “f” (solo conductores flexibles), “s” o “sol” (solo conductores sólidos) son adecuados para la conexión de todo tipo de conductores.</p> <p>526.3 Todas las conexiones deben ser accesibles para inspección, prueba y mantenimiento, excepto por lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uniones diseñadas para ser enterradas en el suelo. 	<p>110.14 Conexiones eléctricas. Debido a que metales distintos tienen características diferentes, los dispositivos tales como terminales a presión o conectores de empalme a presión y lengüetas soldadas se deben identificar en cuanto al material del conductor y se deben instalar y usar adecuadamente. No se deben mezclar, en un terminal o en un conector de empalme, conductores de metales distintos cuando se produzcan contactos físicos entre ellos (como por ejemplo, cobre y aluminio, cobre y aluminio revestido de cobre o aluminio y aluminio revestido de cobre). A menos que el dispositivo esté identificado para ese fin y esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes, inhibidores, y compuestos, estos deben ser adecuados para el uso y deben ser de un tipo que no afecte adversamente los conductores, la instalación o el equipo.</p> <p>Nota: Muchos terminales y equipo están marcados con la especificación de la torsión a la que deberán apretarse.</p> <p>(A) Terminales. Debe asegurarse que la conexión de los conductores a los terminales sea buena y completa sin dañar los conductores y debe hacerse por medio de conectores a presión (incluido el tipo de tornillo con rosca), lengüetas soldadas o empalmes a terminales flexibles. Para conductores 10 AWG o menores se permitirá la conexión por medio de tornillos o pernos de sujeción de cables y tuercas que tengan lengüetas dobladas hacia arriba o equivalentes.</p> <p>Los terminales para más de un conductor y los terminales utilizados para conectar aluminio, deben estar así identificados.</p>

Continuación de la tabla XVI.

<ul style="list-style-type: none"> • Compuestos rellenos o encapsulados. • Las conexiones entre una cola fría y el elemento calefactor como en los sistemas de calefacción de techo, calefacción de pisos y sistemas de calefacción de trazas. • Una unión hecha por soldadura, soldadura fuerte o herramienta de compresión apropiada. • Una junta que forme parte del equipo que cumpla con la norma de producto apropiada. <p>Nota. Una junta rellena de compuesto es, por ejemplo, una junta rellena de resina.</p> <p>526.4 Cuando sea necesario, se deben tomar precauciones para que la temperatura alcanzada por las conexiones en servicio normal no afecte la efectividad del aislamiento de los conductores conectados a ellos o que los respalden.</p> <p>526.5 Las conexiones de conductores (no solo las conexiones finales sino también las intermedias) solo se realizarán en cajas adecuadas, por ejemplo, en cajas de conexión, cajas de salida o en equipos si el fabricante ha proporcionado espacio para este propósito. En este caso, el equipo se utilizará donde se proporcionen dispositivos de conexión fijos o se haya previsto la instalación de los dispositivos de conexión. En la terminación de los circuitos finales, los conductores se terminarán en un recinto.</p> <p>526.6 Las conexiones y los puntos de unión de los cables y conductores deben liberarse de la tensión mecánica. Los dispositivos de alivio de tensión deben diseñarse de manera que se eviten daños mecánicos a los cables o conductores.</p> <p>526.7 Cuando se realiza una conexión en un envolvente, el envolvente debe proporcionar protección mecánica adecuada y protección contra influencias externas relevantes.</p> <p>526.8 Conexión de conductores de cables múltiples, cables finos y cables muy finos.</p>	<p>(B) Empalmes. Los conductores se deben empalmar o unir con dispositivos de empalmes identificados para el uso o con soldadura con metal no ferroso (soldadura fuerte), fusión superficial o soldando con un metal o aleación fusible (soldadura blanda). Los empalmes soldados deben primero unirse o empalmarse de modo que queden mecánica y eléctricamente seguros sin soldadura, para luego ser soldados. Todos los empalmes y uniones y los extremos libres de los conductores se deben cubrir con un aislamiento equivalente al de los conductores, o con un dispositivo aislante identificado para ese fin.</p> <p>Los conectores o medios de empalme instalados en conductores que van directamente enterrados, deben estar listado para este uso.</p> <p>(C) Límites de temperatura. La temperatura nominal asociada a la ampacidad de un conductor se debe elegir y coordinar de modo que no supere la temperatura nominal más baja de cualquier terminal, conductor o dispositivo conectado. Se permitirá el uso de conductores con temperatura nominal superior a la especificada para las terminales, para ajuste o corrección de su ampacidad, o ambas cosas.</p> <p>300.10 Continuidad eléctrica de las canalizaciones y envolventes metálicas. Las canalizaciones, armaduras de cables y otros envolventes metálicos de conductores, se deben unir metálicamente formando un conductor eléctrico continuo y se deben conectar a todas las cajas, accesorios y gabinetes, de modo que ofrezcan una continuidad eléctrica efectiva. A menos que se permita específicamente en otra parte de este Código, las canalizaciones y ensambles de cables se deben sujetar mecánicamente a las cajas, gabinetes, accesorios y otros envolventes.</p> <p>300.13 Continuidad mecánica y eléctrica de los conductores.</p> <p>(A) Generalidades. Los conductores en las canalizaciones deben ser continuos entre las salidas, cajas, dispositivos, entre otros. Dentro de una canalización no debe haber ni empalmes ni derivaciones, a no ser los permitidos en las secciones 300.15; 368.56(A), 376.56, 378.56, 384.56, 386.56, 388.56 o 390.6.</p>
--	---

Continuación de la tabla XVI.

<p>526.8.1 Con el fin de proteger contra la separación o propagación de cables individuales de conductores múltiples, cables finos o cables muy finos, se deben usar terminales adecuados o los extremos de los conductores deben tratarse adecuadamente.</p> <p>526.8.2 Se permite la soldadura de todo el extremo del conductor de alambres finos, cables finos y cables muy finos si se usan los terminales adecuados.</p> <p>526.8.3 Los extremos del conductor soldado (estañado) en el alambre fino y los conductores de alambre muy fino no están permitidos en los puntos de conexión y unión que están sujetos en servicio a un movimiento relativo entre la parte soldada y la parte no soldada del conductor.</p> <p>Nota. El cable fino y muy fino está de acuerdo con IEC 60228, clase 5 y 6.</p> <p>526.9 Los núcleos de los cables revestidos de los que se retiró la cubierta y los cables sin cubierta al final del conducto, los conductos o los enlaces se deben encerrar según lo requerido por 526.5.</p>	<p>(B) Retiro de dispositivos. En los circuitos ramales multiconductores, la continuidad de un conductor puesto a tierra no debe depender de las conexiones de los dispositivos tales como portalámparas, receptáculos, etc., cuando la remoción de dichos dispositivos pudiera interrumpir la continuidad.</p>
--	---

Fuente: International Standard IEC 60364-5-52 Low-voltage electrical installations – Part 5-52.

Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems Edition 3.0 2009-10. p. 14.

2.6. Selección y montaje de sistemas de cableado para minimizar la propagación del fuego

Para IEC minimizar el riesgo de posibles incendios es seleccionar materiales apropiados como precaución dentro de un compartimento segregado al fuego, así mismo los sistemas de cableado deberán instalarse de manera que no reduzcan el rendimiento estructural del edificio. Si se identifican riesgos particulares será necesario que los cables cumplan con las pruebas necesarias para asegurar la seguridad de las personas y la integridad del cableado bajo dichos riesgos.

El sellado deberá resistir influencias externas del mismo grado que el sistema de cableado instalado cumpliendo requisitos como ser resistente a productos de combustión, tener el mismo grado de protección contra la penetración de agua, tener estabilidad mecánica para resistir tensiones en los soportes del cableado debido a incendios.

Para el Código NEC las instalaciones eléctricas deben diseñarse y realizarse de manera que no aumente la posibilidad de propagación de fuego. Utilizando métodos y técnicas apropiadas para mantener la clasificación de circuitos resistentes contra el fuego.

Tabla XVII. Selección y montaje de sistemas de cableado para minimizar la propagación del fuego

IEC 60364-5-52 527 SELECCIÓN Y MONTAJE DE SISTEMAS DE CABLEADO PARA MINIMIZAR LA PROPAGACIÓN DEL FUEGO.	NEC 300.21 Propagación del fuego o de los productos de la combustión
<p>527.1 Precauciones dentro de un compartimento segregado al fuego</p> <p>527.1.1 El riesgo de propagación del fuego se debe minimizar mediante la selección de los materiales apropiados y la construcción de acuerdo con la Cláusula 527.</p> <p>527.1.2 Los sistemas de cableado deben instalarse de modo que no se reduzcan el rendimiento estructural general del edificio ni la seguridad contra incendios.</p> <p>527.1.3 Los cables que cumplan con, al menos, los requisitos de IEC 60332-1-2 y los productos clasificados como de propagación sin llama pueden instalarse sin precauciones especiales.</p> <p>Nota. En instalaciones donde se identifica un riesgo particular, pueden ser necesarios cables que cumplan con las pruebas más onerosas para cables agrupados descritos en la serie IEC 60332-3.</p>	<p>Las instalaciones eléctricas en espacios vacíos, pozos verticales y ductos de ventilación o aire, deben hacerse de modo que no aumente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor las entradas eléctricas que penetren paredes, divisiones, pisos o cielos rasos clasificados como resistentes al fuego, deben ser cortafuegos mediante métodos aprobados, para mantener la clasificación de resistencia contra el fuego.</p> <p>Nota: Los directorios de materiales eléctricos para la construcción, publicados por laboratorios de prueba calificados, contienen muchos listados de limitaciones que son necesarias para mantener la clasificación de resistencia al fuego de un ensamble en el que se han hecho penetraciones o aberturas. Los códigos para los edificios también contienen limitaciones sobre las penetraciones de membrana en lados opuestos de ensamblajes para pared resistente al fuego.</p>

Continuación de la tabla XVII.

<p>527.1.4 Los cables que no cumplan, como mínimo, con la resistencia a los requisitos de propagación de la llama de IEC 60332-1-2 se limitarán, si se utilizan, a longitudes cortas para la conexión de aparatos a sistemas de cableado permanentes y, en cualquier caso, no pasar de un compartimento ignífugo a otro.</p> <p>527.1.5 Los productos clasificados como no propagadores de la llama según lo especificado en IEC 60439-2, IEC 61537 y en las siguientes series: IEC 61084, IEC 61386 e IEC 61534, pueden instalarse sin precauciones especiales. Otros productos que cumplan con las normas que tienen requisitos similares de resistencia a la propagación de la llama pueden instalarse sin precauciones especiales.</p> <p>527.1.6 Partes de sistemas de cableado distintos de los cables no clasificados como no propagadores de la llama, como se especifica en IEC 60439-2, IEC 60570, IEC 61537 y en la siguiente serie: IEC 61084, IEC 61386 e IEC 61534, pero que cumplen con todos los demás aspectos con los requisitos de sus respectivas normas de producto deberán, si se utilizan, estar completamente encerrados en materiales de construcción no combustibles adecuados.</p> <p>527.2 Sellado de penetraciones del sistema de cableado</p> <p>527.2.1 Cuando un sistema de cableado pasa a través de elementos de construcción de edificios tales como pisos, paredes, techos, tabiques o barreras de cavidades, las aberturas restantes después del paso del sistema de cableado se sellarán de acuerdo con el grado de resistencia al fuego (si existe) prescrito para el elemento respectivo de construcción del edificio antes de la penetración (consulte la serie ISO 834).</p> <p>Nota 1 Durante el montaje de un sistema de cableado, pueden requerirse arreglos temporales de sellado.</p> <p>Nota 2 Durante los trabajos de alteración, el sellado debe ser reinstalado lo más rápido posible</p>	<p>Un ejemplo es la separación mínima horizontal de 600 mm (24 pulgadas) que se aplica usualmente entre cajas instaladas en las caras opuestas de una pared. En estos directorios y listas de productos se puede encontrar la ayuda necesaria para cumplir con lo establecido en la sección 300.21.</p>
--	---

Continuación de la tabla XVII.

<p>527.2.2 Los sistemas de cableado que penetren en los elementos de la construcción del edificio que tengan una resistencia al fuego específica deberán estar sellados internamente al grado de resistencia al fuego del elemento respectivo antes de la penetración, así como estar sellados externamente según lo requerido por 527.2.1.</p> <p>527.2.3 Los sistemas de conductos y sistemas de canalización de cables clasificados como no propagadores de la llama de acuerdo con la norma de producto relevante y que tengan un área de sección transversal interna máxima de 710 mm² no tienen que estar sellados internamente, siempre que:</p> <ul style="list-style-type: none">• El sistema satisface la prueba de IEC 60529 para IP33.• Cualquier terminación del sistema en uno de los compartimientos, separada por la construcción del edificio que se está penetrando, satisface la prueba de IEC 60529 para IP33. <p>527.2.4 Ningún sistema de cableado debe penetrar en un elemento de la construcción del edificio que está destinado a soportar carga a menos que se pueda asegurar la integridad del elemento de carga después de dicha penetración (consulte la serie ISO 834).</p> <p>527.2.5 Las disposiciones de sellado destinadas a satisfacer 527.2.1 o 527.2.2 deben resistir las influencias externas en el mismo grado que el sistema de cableado con el que se utilizan y, además, deben cumplir con todos los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Serán resistentes a los productos de combustión en la misma medida que los elementos de construcción de edificios que han sido penetrados;• Deben proporcionar el mismo grado de protección contra la penetración de agua que el requerido para el elemento de construcción del edificio en el que se han instalado	
--	--

Continuación de la tabla XVII.

<ul style="list-style-type: none">• El sello y el sistema de cableado deben estar protegidos del goteo de agua que puede desplazarse a lo largo del sistema de cableado, de lo contrario, podría acumularse alrededor del sello, a menos que los materiales utilizados en el sello sean todos resistentes a la humedad cuando finalmente se ensamblan para su uso.• Deben ser compatibles con los materiales del sistema de cableado con el que están en contacto.• Deben permitir el movimiento térmico del sistema de cableado sin reducir la calidad del sellado.• Deben tener una estabilidad mecánica adecuada para resistir las tensiones que pueden surgir debido a daños en el soporte del sistema de cableado debido al fuego.	
--	--

Fuente: International Standard IEC 60364-5-52 Low-voltage electrical installations – Part 5-52.
Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems Edition 3.0 2009-10. p. 16.

2.7. Proximidad de los circuitos eléctricos con otros servicios

Para IEC Los circuitos eléctricos de distintos voltajes no deben estar contenidos en el mismo sistema de cableado a menos que todos los conductores sean aislados para el voltaje más alto o que se pueda aislar los sistemas de cableado por tensiones utilizando compartimientos separados.

IEC establece cuando los circuitos eléctricos estén próximos a cables de telecomunicaciones y alimentación subterráneos, se deberá establecer un espacio libre mínimo de 100 mm, o cumplir con ciertos requisitos para minimizar el espacio entre los sistemas. Ningún sistema de cableado deberá instalarse cerca de sistemas que produzcan calor, humo o vapor debido a los efectos

nocivos de estos elementos a menos que el sistema de cableado sea debidamente protegido contra dichos elementos.

NEC especifica que, para la Instalación de conductores con otros sistemas en canalizaciones o bandejas portacables que contengan conductores eléctricos no exista ninguna tubería de vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otra instalación que no sea eléctrica.

Tabla XVIII. **Proximidad de los circuitos eléctricos con otros servicios**

<p style="text-align: center;">IEC 60364-5-52</p> <p style="text-align: center;">528 PROXIMIDAD DE LOS SISTEMAS DE CABLEADO A OTROS SERVICIOS.</p>	<p style="text-align: center;">NEC</p> <p style="text-align: center;">ARTICULO 300 MÉTODOS DE ALAMBRADO 300.8 Instalación de conductores con otros sistemas.</p>
<p>528.1 Proximidad a los servicios eléctricos</p> <p>Los circuitos de voltaje de banda I y banda II de acuerdo con IEC 60449 no deben estar contenidos en el mismo sistema de cableado a menos que se adopte uno de los siguientes métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cada cable o conductor está aislado para el voltaje más alto presente. • Cada conductor de un cable multinúcleo está aislado para el voltaje más alto presente en el cable. • Los cables están aislados para el voltaje de su sistema y se instalan en un compartimiento separado de un sistema de canalización o enlaces de cables. • Los cables se instalan en un sistema de bandejas de cables donde la separación física es proporcionada por una partición. • Se emplea un sistema de ductos, canalizaciones y conductos separados. <p>Para los sistemas SELV y PELV se aplicarán los requisitos de la cláusula 414.</p>	<p>300.8 Instalación de conductores con otros sistemas. En las canalizaciones o bandejas portacables que contengan conductores eléctricos no debe haber ningún tubo, tubería o similar para vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otra instalación que no sea eléctrica.</p>

Continuación de la tabla XVIII.

<p>Nota 1: Las consideraciones especiales relacionadas con la interferencia eléctrica, tanto electromagnética como electrostática, pueden aplicarse a circuitos de telecomunicaciones, circuitos de transferencia de datos y similares.</p> <p>Nota 2 En el caso de proximidad de sistemas de cableado y sistemas de protección contra rayos, se debe considerar la serie IEC 62305.</p> <p>528.2 Proximidad de los cables de comunicaciones</p> <p>En caso de cruce o proximidad de cables de telecomunicaciones subterráneos y cables de alimentación subterráneos se debe mantener un espacio libre mínimo de 100 mm, o se deben cumplir los requisitos según a) o b):</p> <ul style="list-style-type: none">a) Se proporcionará una partición ignífuga entre los cables, por ejemplo, bloques o tapas de protección de cables (arcilla, concreto), bloques con forma (concreto) o protección adicional provista por conductos de cable o canales hechos de materiales ignífugosb) Para los cruces, se debe proporcionar protección mecánica entre los cables, por ejemplo: conducto de cables, tapas protectoras de cables de hormigón o bloques con forma. <p>528.3 Proximidad a servicios no eléctricos</p> <p>528.3.1 Los sistemas de cableado no deben instalarse cerca de servicios que produzcan calor, humo o vapores que puedan ser perjudiciales para el cableado, a menos que estén adecuadamente protegidos de los efectos nocivos mediante un blindaje dispuesto para no afectar la disipación del calor del cableado.</p> <p>En áreas no diseñadas específicamente para la instalación de cables, por ejemplo, en los pozos de servicio y en las cavidades, los cables deben tenderse de manera que no estén expuestos a ninguna influencia perjudicial por el funcionamiento normal de las instalaciones adyacentes (por ejemplo, líneas de gas, agua o vapor).</p>	
--	--

Continuación de la tabla XVIII.

<p>528.3.2 Cuando un sistema de cableado se enruta por debajo de los servicios que pueden causar condensación (como los servicios de agua, vapor o gas), se deben tomar precauciones para proteger el sistema de cableado de efectos perjudiciales.</p> <p>528.3.3 Cuando los servicios eléctricos se instalen cerca de servicios no eléctricos, deberán organizarse de manera que cualquier operación previsible que se lleve a cabo en los otros servicios no cause daños a los servicios eléctricos ni a la inversa.</p> <p>Nota: Esto se puede lograr mediante:</p> <ul style="list-style-type: none">• Espacios adecuados entre los servicios.; o• El uso de blindajes mecánicos o térmicos. <p>528.3.4 Cuando un servicio eléctrico se encuentre cerca de servicios no eléctricos, se deberán cumplir las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none">• Los sistemas de cableado deben estar adecuadamente protegidos contra los peligros que puedan surgir de la presencia de otros servicios en el uso normal; y.• La protección contra fallas se otorgará de acuerdo con los requisitos de la Cláusula 413 de IEC 60364-4-41: 2005, y los servicios metálicos no eléctricos se consideran partes conductoras extrañas. <p>528.3.5 Ningún sistema de cableado debe ejecutarse en un eje de elevación (o polipasto) a menos que forme parte de la instalación de elevación.</p>	
--	--

Fuente: International Standard IEC 60364-5-52 Low-voltage electrical installations – Part 5-52. *Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems Edition 3.0 2009-10.* p. 18.

2.8. Proximidad de los circuitos eléctricos con otros servicios

En la selección y montaje de sistemas de cableado relacionadas con el mantenimiento, IEC establece que deberán tomarse medidas para tener acceso seguro y adecuado a todas las partes que puedan requerir mantenimiento y

cuando fuese necesario eliminar cualquier medida de protección para la realización del mantenimiento deben establecerse todas las acciones posibles para reestablecer la protección con el mismo grado de seguridad original.

Tabla XIX. **Proximidad de los circuitos eléctricos con otros servicios**

IEC 60364-5-52	NEC
<p>529 SELECCIÓN Y MONTAJE DE SISTEMAS DE CABLEADO EN RELACIÓN CON EL MANTENIMIENTO, INCLUIDA LA LIMPIEZA.</p> <p>529.1 Con respecto a la mantenibilidad, se debe hacer referencia a IEC 60364-1: 2005, cláusula 34.</p> <p>529.2 Cuando sea necesario eliminar cualquier medida de protección para llevar a cabo el mantenimiento, se tomarán las medidas necesarias para que la medida de protección pueda restablecerse sin reducir el grado de protección originalmente previsto.</p> <p>529.3 Se deben tomar medidas para un acceso seguro y adecuado a todas las partes del sistema de cableado que puedan requerir mantenimiento.</p> <p>Nota. En algunas situaciones, puede ser necesario proporcionar medios permanentes de acceso por escaleras, pasillos, entre otros.</p>	<p>No aplica</p>

Fuente: International Standard IEC 60364-5-52 Low-voltage electrical installations – Part 5-52. *Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems Edition 3.0 2009-10.* p. 19.

3. DISEÑO PROPUESTO PARA LA PRIMERA FASE DEL NORMATIVO ELÉCTRICO GUATEMALTECO

Tabla XX. **Manual de diseño propuesto**

TITULO 1. INTRODUCCIÓN	TITULO 3. OBJETIVO
<p>La normativa presentada será de cumplimiento obligatorio en las nuevas instalaciones de servicio eléctrico en Guatemala, será la solución para las necesidades técnicas sobre el correcto uso de la energía eléctrica en las instalaciones eléctricas y podrá ser evaluada, modificada o ampliada cuando la experiencia de su aplicación lo recomienden.</p> <p>Se establecen Principios fundamentales, los cuales no están sujetos a modificaciones en función del desarrollo tecnológico, y “Especificaciones”, las cuales contienen requisitos técnicos para asegurar la conformidad de las instalaciones eléctricas a los principios fundamentales de este normativo.</p>	<p>El objetivo fundamental de este normativos será establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, vida animal, vida vegetal y de la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.</p> <p>Estableciendo exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad con base en el correcto funcionamiento de las instalaciones, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos, fijando parámetros mínimos de seguridad para instalaciones eléctricas.</p> <p>Así mismo, será instrumento técnico legal que sin crear obstáculos innecesarios al comercio o a la ejecución, permite garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en la generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, cumplan con los siguientes objetivos legítimos:</p>
<p style="text-align: center;">TITULO 2. PREFACIO</p> <p>La primera fase del Normativo eléctrico guatemalteco ha sido elaborada consultando diversos, estándares comentarios y colaboraciones de los siguientes sistemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEC 60364 parte 1 y parte 5-52 instalaciones eléctricas para edificios • <i>National Fire Protection Association</i> NFPA 70, Código Eléctrico Nacional (NEC) • NTC 2050, código eléctrico colombiano • NORMA oficial mexicana NOM-001-SEDE-2018, Instalaciones eléctricas (utilización). 	<ul style="list-style-type: none"> • La protección de la vida y la salud humana. • La protección de la vida animal o vegetal. • La preservación del medio ambiente. • La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.

Continuación de la tabla XX.

<p>Para cumplir estos objetivos legítimos, el presente normativo técnico se basó en los siguientes objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fijar las condiciones para evitar accidentes por contactos eléctricos directos e indirectos. • Establecer las condiciones para prevenir incendios causados por electricidad. • Fijar las condiciones para evitar quema de árboles causada por acercamiento a líneas de energía. • Establecer las condiciones para evitar muerte de animales causada por cercas eléctricas. • Establecer las condiciones para evitar daños debidos a sobrecorrientes y sobretensiones. • Adoptar los símbolos de tipo verbal y gráfico que deben utilizar los profesionales que ejercen la electrotecnia. • Minimizar las deficiencias en las instalaciones eléctricas. • Establecer claramente los requisitos y responsabilidades que deben cumplir los diseñadores, constructores, operadores, propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas, además de los fabricantes, distribuidores o importadores de materiales o equipos. • Unificar las características esenciales de seguridad de productos eléctricos de más utilización, para asegurar mayor confiabilidad en su funcionamiento. • Prevenir los actos que puedan inducir a error a los usuarios, tales como la utilización o difusión de indicaciones incorrectas o falsas o la omisión de datos verdaderos que no cumplen las exigencias del presente normativo. • Exigir confiabilidad y compatibilidad de los productos y equipos eléctricos mencionados expresamente. 	<p style="text-align: center;">TITULO 4. CAMPO DE APLICACIÓN</p> <p>El presente Normativo se aplicará a partir de su entrada en vigencia, a toda instalación eléctrica nueva, remodelación o ampliación de una instalación eléctrica, que se realice en los procesos de generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, de conformidad con lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se considera instalación eléctrica nueva aquella que entre en operación con posterioridad a la fecha de entrada en vigencia del presente normativo, con las excepciones que se establecen más adelante. • Se entenderá como ampliación de una instalación eléctrica, la que implique solicitud de aumento de carga instalada o el montaje de nuevos dispositivos, equipos y conductores de los ya instalados. • Aplicará a remodelaciones de instalaciones eléctricas existentes, cuando el cambio de los componentes de la instalación eléctrica sea igual o superior al 50 %. • Los productos utilizados en cualquier ampliación, remodelación o reposición deberán cumplir el presente normativo. <p>Para efectos de este normativo, 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 utilicen para la generación, transmisión, transformación, distribución o utilización de la energía eléctrica, dentro de los límites de tensión y frecuencia establecidos en el normativo.</p>
--	---

Continuación de la tabla XX.

<p>Los requisitos y prescripciones técnicas de este normativo serán de obligatorio cumplimiento en Guatemala, en todas las instalaciones nuevas de corriente alterna o continua, públicas o privadas, con valor de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 500 kV de corriente alterna (C.A.), con frecuencia de servicio nominal inferior a 1 000 Hz y mayor o igual a 50 V en corriente continua (C.C.).</p> <p>Las prescripciones técnicas del presente Normativo serán exigibles en condiciones normales o nominales de las instalaciones. No serán exigibles en los casos de fuerza mayor o de orden público que alteren las instalaciones; en estos casos el propietario de la instalación procurará reestablecer la seguridad de la instalación en el menor tiempo posible. Este reglamento deberá ser observado y cumplido por todas las personas naturales o jurídicas nacionales o extranjeras, contratistas u operadores y en general por todas las personas que generen, transformen, transporten, distribuyan, usen la energía eléctrica y ejecuten actividades relacionadas con las instalaciones eléctricas.</p> <p style="text-align: center;">TITULO 5. ESPECIFICACIONES</p> <p>Las especificaciones técnicas que deben cumplir las instalaciones eléctricas objeto de este normativo serán las establecidas por los siguientes capítulos:</p> <p style="text-align: center;">CAPITULO 1</p> <p style="text-align: center;">DISPOSICIONES GENERALES</p> <p style="text-align: center;">ARTICULO 100</p> <p style="text-align: center;">DEFINICIONES</p> <p>Alcance: este Artículo contiene específicamente las definiciones para la correcta aplicación de este normativo. No se incluyen los términos generales ni los términos técnicos comúnmente conocidos. En general este artículo contiene las definiciones que se aplican donde quiera que los términos se utilicen en este normativo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definiciones generales <p>Accesible: (aplicado a los métodos de alambrado) capaz de ser quitado o expuesto sin causar daño a la estructura o al acabado de la infraestructura, o que no está permanentemente encerrado dentro de la estructura o del acabado.</p> <p>Accesible: (aplicado a los equipos) que admite acercarse; no está protegido por puertas con cerradura, ni por elevación, ni por otro medio eficaz.</p> <p>Accesible fácilmente: capaz de ser alcanzado rápidamente para su operación, reposición o inspección, sin requerir que quien tenga fácil acceso necesite escalar o quitar un obstáculo, ni recurrir a escaleras portátiles, sillas, entre otros.</p> <p>Acometida: derivación que conecta la red del suministrador a las instalaciones del usuario.</p> <p>A la vista de: donde se especifique que un equipo debe estar "A la vista de" otro equipo, significa que un equipo debe estar visible desde el otro equipo y que no están separados más de 15 m uno del otro</p> <p>Alimentador: todos los conductores de un circuito formado entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado separado y el dispositivo final de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.</p> <p>Alumbrado de realce: composición de lámparas incandescentes o lámparas de descarga eléctrica para delinear o llamar la atención de ciertas características, tales como la forma de un edificio o la decoración de un escaparate.</p>
---	--

Continuación de la tabla XX.

<p>Anuncio luminoso: equipo de utilización fija, estacionaria o portátil, autocontenida, iluminada eléctricamente con palabras o símbolos, diseñada para comunicar información o llamar la atención.</p> <p>Aparato a prueba de explosión: aparato encerrado en una envolvente capaz de soportar una explosión de un gas o vapor específico que pueda ocurrir en su interior, y de prevenir la ignición de un gas o vapor específico que rodee la envolvente, por chispas o explosión del gas o vapor del interior de la envolvente y capaz de funcionar a una temperatura exterior tal que la atmósfera inflamable que le rodea no pueda ser incendiada por su causa.</p> <p>Aparato eléctrico: equipo de utilización, generalmente no industrial, que se fabrica en tamaños normalizados y que se instala o conecta como una unidad para realizar una o más funciones, como lavar ropa, acondicionar aire, mezclar alimentos, freír, etcétera.</p> <p>Apartado, separado: (aplicado a lugares) no fácilmente accesible a las personas, sin utilizar medios especiales.</p> <p>A prueba de intemperie: construido o protegido de modo que su exposición a la intemperie no impida su buen funcionamiento.</p> <p>A prueba de lluvia: construido, protegido o tratado para prevenir que la lluvia interfiera con la operación satisfactoria del aparato bajo condiciones de prueba específica.</p> <p>A prueba de polvo: construido de forma que el polvo no interfiera en su operación satisfactoria.</p> <p>A tierra: conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el terreno natural o algún cuerpo conductor que sirva como tal.</p>	<p>Automático: auto-actuante, que opera por su propio mecanismo cuando se le acciona por medio de una influencia impersonal, por ejemplo, un cambio de intensidad de corriente eléctrica, presión, temperatura o configuración mecánica.</p> <p>Bajada de acometida aérea: conductores de una acometida aérea que van desde el último poste u otro soporte aéreo hasta conectar, incluyendo los empalmes, si existen, a los conductores de entrada de la acometida en un edificio u otra estructura. Cable de acometida: Conductores de acometida con configuración de cable.</p> <p>Caja para cortacircuitos (baja tensión): envolvente diseñada para montaje superficial que tiene puertas oscilantes o cubiertas sujetas directamente a las paredes de la caja de forma telescópica.</p> <p>Caja de paso: parte independiente, unida a un sistema de tubo que permite acceso al interior del sistema, al retirar una tapa o tapas removibles, en un punto de unión de dos o más secciones del sistema o en un punto terminal del sistema.</p> <p>Cámara de aire: compartimento o cámara a la que están conectados uno o más conductos de aire y que forma parte del sistema de distribución de aire.</p> <p>Canalización: canal cerrado de materiales metálicos o no-metálicos, expresamente diseñados para contener alambres, cables o barras conductoras, con funciones adicionales como lo permita esta norma.</p> <p>Capacidad de conducción de corriente: corriente eléctrica expresada en amperes (A), que un conductor eléctrico puede conducir continuamente, bajo condiciones de uso, sin exceder su temperatura nominal.</p>
--	---

Continuación de la tabla XX.

<p>Carga continua: aquella con la que se espera que la corriente eléctrica máxima continúe circulando durante tres horas o más.</p> <p>Carga no-lineal: una carga donde la forma de onda de la corriente eléctrica en estado estable no sigue la forma de onda de la tensión eléctrica aplicada.</p> <p>Circuito de control remoto: cualquier circuito eléctrico que controle a otro circuito a través de un relé o dispositivo equivalente.</p> <p>Circuito de señalización: cualquier circuito eléctrico que suministre energía a equipos de señalización.</p> <p>Circuito derivado: conductores de un circuito desde el dispositivo final de sobrecorriente que protege a ese circuito hasta la salida.</p> <p>Circuito derivado de uso general: circuito derivado que alimenta a diversas salidas para alumbrado y aparatos eléctricos.</p> <p>Circuito derivado individual: circuito derivado que alimenta a un solo equipo de utilización.</p> <p>Circuito derivado, multiconductor: circuito derivado que consta de dos o más conductores no-puestos a tierra que tienen diferencia de potencial eléctrico entre ellos, y un conductor puesto a tierra que tiene la misma diferencia de potencial eléctrico entre él y cada conductor no-puesto a tierra del circuito y que está conectado al neutro o al conductor puesto a tierra del sistema.</p> <p>Circuito derivado para aparatos eléctricos: circuito derivado que suministra energía eléctrica a una o más salidas a las que se conectan aparatos eléctricos; tales circuitos no deben contener elementos de alumbrado conectados permanentemente que no formen parte del aparato eléctrico.</p>	<p>Circuito no-inflamable: circuito en el que cualquier arco o efecto térmico producido en condiciones previstas de operación del equipo o que, debido a la apertura, cortocircuito o la puesta a tierra del alambrado, en condiciones de prueba específica, no puede iniciar la ignición de gases, vapores o mezclas aire-polvo inflamables.</p> <p>Clavija: dispositivo que, por medio de inserción en un receptáculo, establece conexión eléctrica entre los conductores de su cordón flexible adjunto y los conductores conectados permanentemente al receptáculo.</p> <p>Conductor aislado: conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos por esta normativo como aislamiento eléctrico. Conductor cubierto: conductor rodeado de un material de composición o espesor no reconocidos por esta normativo como aislamiento eléctrico.</p> <p>Conductores de acometida: conductores comprendidos desde el punto de acometida hasta el medio de desconexión de la acometida.</p> <p>Conductores de entrada de acometida, sistema aéreo: conductores de acometida comprendidos entre las terminales del equipo de la acometida y un punto comúnmente fuera del edificio, y separado de sus paredes, donde se unen por derivación o empalme a la bajada de la acometida aérea.</p> <p>Conductor del electrodo de puesta a tierra: conductor utilizado para conectar el electrodo de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra del equipo, al conductor puesto a tierra o a ambos, del circuito en el equipo de acometida o en la fuente de un sistema derivado separado.</p>
---	--

Continuación de la tabla XX.

<p>Conductor desnudo: conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico. Conductor de puesta a tierra: conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado al electrodo o electrodos de puesta a tierra.</p> <p>Conductor de puesta a tierra de los equipos: conductor utilizado para conectar las partes metálicas no-conductoras de corriente eléctrica de los equipos, canalizaciones y otras envolventes al conductor del sistema puesto a tierra, al conductor del electrodo de puesta a tierra o ambos, en los equipos de acometida o en el punto de origen de un sistema derivado separado.</p> <p>Conductor puesto a tierra: conductor de un sistema o circuito intencionadamente puesto a tierra.</p> <p>Conector a presión: dispositivo para establecer una conexión entre dos o más conductores o entre uno o más conductores y una terminal por medio de presión mecánica, sin uso de soldadura. Controlador: dispositivo o grupo de dispositivos para gobernar, de un modo predeterminado, la energía eléctrica suministrada al aparato al cual está conectado.</p> <p>Corriente de interrupción: corriente eléctrica máxima de corto circuito, a la cual un dispositivo a su tensión eléctrica nominal, es capaz de interrumpir bajo condiciones de prueba normalizada. Otros dispositivos diseñados para interrumpir corriente eléctrica a otros niveles distintos de los de cortocircuito, pueden tener su corriente de interrupción expresada en función de otras unidades, como kw o corriente eléctrica a rotor bloqueado del motor.</p>	<p>Cuarto de baño: zona que incluye un lavabo y uno o más de los siguientes elementos: inodoro, tina o ducha.</p> <p>Desconectador aislador: dispositivo diseñado para aislar un circuito eléctrico de su fuente de alimentación. No tiene corriente de interrupción y está diseñado para operar sin carga y únicamente después de que el circuito ha sido abierto por algún otro medio.</p> <p>Desconectador de aislamiento en derivación: dispositivo operado manualmente usado en conjunto con un desconectador de transferencia para constituir un medio de conexión directa de los conductores de carga a la fuente de alimentación y aislar el desconectador de transferencia.</p> <p>Desconectador de transferencia: dispositivo automático o no-automático para transferir una o más conexiones de los conductores de carga de una fuente de alimentación a otra.</p> <p>Desconectador de uso general: dispositivo diseñado para uso en circuitos de distribución general y derivados con el fin de conectar o desconectar cargas hasta su corriente y tensión eléctricas nominales. Tiene capacidad nominal en amperes y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión eléctrica nominal.</p> <p>Desconectador de uso general de acción rápida: dispositivo de uso general construido de manera que pueda instalarse en cajas de dispositivos o sobre tapas de caja o utilizado junto con sistemas de alambrado reconocidos por esta normativo.</p> <p>Desconectador para circuito de motor: dispositivo con valor nominal de capacidad en kw capaz de interrumpir la máxima corriente eléctrica de operación de sobrecarga de un motor de los mismos kw (o cp) nominales al interruptor a su tensión eléctrica nominal.</p>
---	---

Continuación de la tabla XX.

<p>Envolvente: recinto, recipiente o carcasa de un aparato, cerca o paredes que rodean una instalación para prevenir que las personas entren en contacto accidental con partes energizadas o para protección de los equipos contra daño físico.</p> <p>Equipo: término general que incluye dispositivos, aparatos electrodomésticos, luminarias, aparatos y productos similares utilizados como partes de, o en conexión con una instalación eléctrica.</p> <p>Equipo de acometida: equipo necesario para servir de control principal y que usualmente consiste en un interruptor automático o desconectador y fusibles, con sus accesorios, localizado cerca del punto de entrada de los conductores de suministro a un edificio u otra estructura o a un área definida.</p> <p>Equipo de utilización: equipo que transforma, con cierta eficiencia, la energía eléctrica en energía mecánica, química, calorífica, luminosa u otras.</p> <p>Equipo sellable: equipo con envolvente en forma de caja o gabinete provisto de medios de bloqueo o sello de manera que las partes energizadas no sean accesibles sin abrir la envolvente. El equipo puede o no ser accionable sin abrir la envolvente.</p> <p>Escaparate: ventana utilizada o diseñada para la exhibición de mercancías o material publicitario, que está total o parcialmente cerrada o totalmente abierta por detrás y que puede tener o no una plataforma a un nivel superior al del piso de la calle.</p>	<p>Etiquetado: equipo o materiales que tienen adherida una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación de un organismo acreditado o dependencia que mantiene un programa de inspecciones periódicas al equipo o material etiquetado, y que es aceptable para la autoridad competente que se ocupa de la evaluación del producto. Con la etiqueta, símbolo u otra marca de identificación mencionada, el fabricante o proveedor indica que el equipo o material cumple con las normas aplicables o de su buen funcionamiento bajo requisitos específicos.</p> <p>Expuesto: colocado sobre o fijado a la superficie o detrás de paneles diseñados para permitir el acceso (aplicado a los métodos de alambrado).</p> <p>Expuesta: que una persona puede inadvertidamente tocarla o acercársele a una distancia menor a la segura. Se aplica a las partes que no están adecuadamente resguardadas, separadas o aisladas.</p> <p>Factor de demanda: relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de un sistema y la carga total conectada de un sistema o la parte del sistema bajo consideración.</p> <p>Frente muerto: sin partes vivas expuestas hacia una persona en el lado de accionamiento del equipo.</p> <p>Salida de fuerza: conjunto con envolvente que puede incluir receptáculos, interruptores automáticos, portafusibles, desconectadores con fusibles, barras conductoras de conexión común y bases para montaje de wathorímetros; diseñado para suministrar y controlar el suministro de energía eléctrica a casas móviles, paraderos para remolques, vehículos de recreo, remolques o embarcaciones; o para servir como medio de distribución de la energía eléctrica necesaria para operar equipo móvil o instalado temporalmente.</p>
---	--

Continuación de la tabla XX.

<p>Salida de receptáculos: salida en la que están instalados uno o más receptáculos.</p> <p>Salida para alumbrado: salida diseñada para la conexión directa de un portalámparas, una luminaria o un cordón colgante que termine en un portalámparas.</p> <p>Servicio continuo: funcionamiento con una carga prácticamente constante durante un periodo largo indefinido.</p> <p>Servicio por tiempo corto: funcionamiento con una carga prácticamente constante durante un periodo corto y específicamente definido.</p> <p>Servicio intermitente: funcionamiento por intervalos alternativos de (1) con carga y sin carga, (2) con carga y en reposo, o (3) con carga, sin carga y en reposo.</p> <p>Servicio periódico: funcionamiento intermitente en el que las condiciones de carga son regularmente recurrentes.</p> <p>Servicio variable: funcionamiento con cargas e intervalos de tiempo, que pueden estar sometidos a variaciones amplias.</p> <p>Sistema de alambrado de usuarios: alambrado interior y exterior incluyendo circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización con todos sus herrajes, accesorios y dispositivos de alambrado asociados, ya sean permanentes o temporalmente instalados, que parten desde el punto de acometida de los conductores del suministrador o fuente de un sistema de derivado separado hasta las salidas. Dicho alambrado no incluye el alambrado interno de aparatos electrodomésticos, luminarias, motores, controladores, centros de control de motores y equipos similares.</p>	<p>Sistema derivado separadamente: sistema de alambrado de una propiedad, cuya energía procede de una batería, sistema fotoeléctrico solar o de un generador, transformador o devanados de un convertidor y que no tiene conexión eléctrica directa incluyendo al conductor del circuito sólidamente puesto a tierra, con los conductores de suministro que provengan de otro sistema.</p> <p>Sistema solar fotovoltaico: el total de componentes y subsistemas que, en combinación, convierten la energía solar en energía eléctrica apropiada para la conexión a una carga de utilización.</p> <p>Sobrecarga: funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad nominal, de plena carga, o de un conductor que excede su capacidad de conducción de corriente nominal, cuando tal funcionamiento, al persistir por suficiente tiempo puede causar daños o sobrecalentamiento peligroso. Una falla, tal como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga.</p> <p>Sobrecorriente: cualquier corriente eléctrica en exceso del valor nominal de los equipos o de la capacidad de conducción de corriente de un conductor. La sobrecorriente puede ser causada por una sobrecarga (véase definición de sobrecarga), un cortocircuito o una falla a tierra.</p> <p>Tensión eléctrica a tierra: en los circuitos puestos a tierra, es la tensión eléctrica entre un conductor dado y aquel punto o el conductor del circuito que es puesto a tierra. En circuitos no puestos a tierra es la mayor diferencia de potencial entre un conductor determinado y otro conductor de referencia del circuito.</p>
--	---

Continuación de la tabla XX.

<p>Tensión eléctrica: es la mayor diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos cualesquiera de la instalación. Es el mayor valor eficaz (raíz cuadrática media) de la diferencia de potencial entre dos conductores determinados.</p> <p>Tensión eléctrica nominal: valor nominal asignado a un circuito o sistema para la designación de su clase de tensión eléctrica. La tensión eléctrica real a la cual un circuito opera puede variar desde el nominal dentro de una gama que permita el funcionamiento satisfactorio de los equipos.</p> <p>Tubo: sistema de canalización diseñado y construido para alojar conductores en instalaciones eléctricas, de forma tubular, sección circular.</p> <p>Unión: conexión permanente de partes metálicas para formar una trayectoria eléctricamente conductora que asegure la continuidad y capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica a la que puedan estar sometidas.</p> <p>Ventilado: provisto de medios que permiten una circulación de aire suficiente para remover un exceso de calor, humos o vapores.</p> <p style="text-align: center;">ARTICULO 110</p> <p style="text-align: center;">REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS</p> <p style="text-align: center;">Parte A. Generalidades</p> <p>110.1 Alcance. Este artículo abarca los requisitos generales para inspección y aprobación, instalación y uso, acceso a y espacios alrededor de, los conductores y equipo eléctricos; envolventes destinados al ingreso de personal e instalaciones en túneles.</p>	<p>110.2 Aprobación. Los conductores y equipos exigidos o permitidos por este normativo serán aceptados solo si están aprobados.</p> <p>Nota. Véase el artículo 110-3, examen, identificación, instalación y uso de los equipos. Véanse también las definiciones de aprobado, identificado, rotulado y certificado.</p> <p>110.3 Examen, identificación, instalación y uso de los equipos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Examen. Al evaluar un equipo, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones: <ul style="list-style-type: none"> ○ Si es adecuado para su instalación y uso según lo establecido en este normativo. <p>Nota. La adecuación de un equipo para un uso determinado se puede identificar mediante una descripción rotulada o suministrada con un producto que permite identificar la adecuación de ese producto para un uso, entorno o aplicación específicos. La adecuación de un equipo se puede demostrar por un certificado o un rótulo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Su resistencia mecánica y su durabilidad, incluida la calidad de la protección que proporcionan a otros equipos las partes diseñadas para encerrarlos y protegerlos. ○ El espacio para los bucles de cables y las conexiones. ○ El aislamiento eléctrico. ○ Los efectos del calentamiento en condiciones normales de uso y también en condiciones anormales que puedan presentarse durante el servicio.
--	---

Continuación de la tabla XX.

<ul style="list-style-type: none"> ○ Los efectos de los arcos eléctricos. ○ Su clasificación por tipo, tamaño, tensión, capacidad de corriente y uso específico. ○ Otros factores que contribuyan a la salvaguardia de las personas que utilicen o que puedan entrar en contacto con el equipo. <ul style="list-style-type: none"> ● Instalación y uso. Los equipos listados o etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en el listado o etiquetado. <p>110.4 Tensiones eléctricas. A lo largo de este normativo, las tensiones eléctricas consideradas deben ser aquellas a las que funcionan los circuitos. La tensión eléctrica nominal de un equipo eléctrico no debe ser inferior a la tensión eléctrica real del circuito al que está conectado.</p> <p>Tensión eléctrica nominal. Es el valor asignado a un sistema, parte de un sistema, un equipo o a cualquier otro elemento y al cual se refieren ciertas características de operación o comportamiento de éstos.</p> <p>Tensión eléctrica nominal del sistema. Es el valor asignado a un sistema eléctrico. Como ejemplos de tensiones normalizadas se tienen: 20/240 V; 220Y/127 V; 480Y/277 V; 480 V</p> <p>110.5 Conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente eléctrica deben ser de cobre, a no ser que, en este normativo, se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y las secciones transversales que se indiquen en este normativo se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los tamaños nominales deben cambiarse conforme a su equivalente en cobre.</p>	<p>110.6 Calibre de los conductores. Los calibres de los conductores se expresan en milímetros cuadrados (mm²), seguidos por su equivalente entre paréntesis en AWG (American Wire Gage) o en mils de circunferencia (kcmil).</p> <p>110.7 Integridad del cableado. Todos los conductores eléctricos deberán quedar instalados de manera que el sistema completo esté libre de cortocircuitos y de contactos a tierra distintos de los necesarios o permitidos</p> <p>110.8 Métodos de alambrado. En este normativo solo se incluyen métodos de alambrado reconocidos como adecuados. Los métodos reconocidos de alambrado se deben poder instalar en cualquier tipo de edificio o estructura, siempre que en este normativo no se indique otra cosa.</p> <p>110.9 Corriente de interrupción. Los equipos destinados para interrumpir las corrientes de falla, deben tener una capacidad de interrupción nominal suficiente para la tensión nominal del circuito y para la corriente disponible en los terminales de línea del equipo.</p> <p>Los equipos destinados para interrumpir la corriente a otros niveles distintos del de falla, deben tener una capacidad de interrupción a la tensión nominal del circuito, suficiente para la corriente que deba interrumpir.</p> <p>110.10 Impedancia del circuito, capacidades de corriente de cortocircuito y otras características. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, las corrientes de interrupción de cortocircuito de los equipos y otras características del circuito que se va a proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito contra fallas, operen para limpiar la falla sin causar daños a los equipos eléctricos del circuito.</p>
---	---

Continuación de la tabla XX.

<p>Esta falla podrá ocurrir entre dos o más conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el conductor de puesta a tierra o la canalización metálica que lo contiene. Se considera que los productos certificados, aplicados de acuerdo con su certificación, cumplen con este artículo.</p> <p>110.11 Agentes deteriorantes. A menos que estén identificados para usarlos en el ambiente en que van a operar, no se deben instalar conductores o equipos en lugares húmedos o mojados, ni exponerlos a gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes que puedan tener un efecto deteriorante sobre los conductores o equipos, ni exponerlos a temperaturas excesivas. Los equipos identificados para su uso en lugares secos o para uso interior solo se deben proteger contra daños permanentes a causa de la intemperie durante la construcción de la edificación.</p> <p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> Algunos limpiadores y lubricantes pueden causar grave deterioro de muchos materiales plásticos utilizados en aplicaciones estructurales y de aislamiento en los equipos. <p>110.12 Ejecución mecánica de los trabajos. Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional.</p> <ul style="list-style-type: none"> Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas de las cajas, canalizaciones, canaletas auxiliares, armarios, carcasas o cajas de los equipos, se deben cerrar eficazmente para que ofrezcan una protección sustancialmente equivalente a la pared del equipo. Encerramientos bajo la superficie. Los conductores se deben instalar de modo que ofrezcan un acceso fácil y seguro a los encerramientos subterráneos o bajo la superficie a los que deban entrar personas para su instalación y mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Integridad de los equipos y conexiones eléctricas. Las partes internas de los equipos eléctricos, tales como las barras colectoras, terminales de cables, aislantes y otras superficies, no deben estar dañadas o contaminadas por materias extrañas como restos de: pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o corrosivos. No debe haber partes dañadas que puedan afectar negativamente al buen funcionamiento o a la resistencia mecánica de los equipos, como piezas rotas, dobladas, cortadas, deterioradas por la corrosión o por agentes químicos o recalentamiento. <p>110.13 Montaje y enfriamiento de los equipos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Montaje. Los equipos eléctricos se deben fijar firmemente a la superficie sobre la que van montados. No se deben utilizar tacos de madera en agujeros en mampostería, hormigón, yeso o materiales similares. Enfriamiento. El equipo eléctrico que dependa de la circulación natural del aire y de los principios de la convección para el enfriamiento de sus superficies expuestas, debe instalarse de modo que las paredes o el equipo instalado al lado dejen el suficiente espacio para la circulación del aire sobre dichas superficies. Para los equipos diseñados para montarse en el suelo, se deben dejar espacios libres entre las superficies superiores y adyacentes, para que se disipe el aire caliente que circula hacia arriba. El equipo eléctrico con aberturas de ventilación debe instalarse de modo que las paredes u otros obstáculos no impidan la libre circulación del aire a través del equipo.
--	---

Continuación de la tabla XX.

<p>110.14 Conexiones eléctricas. Debido a las diferentes características del cobre y del aluminio, deben usarse conectadores o uniones a presión y terminales soldables apropiados para el material del conductor e instalarse adecuadamente. No deben unirse terminales y conductores de materiales distintos, como cobre y aluminio, a menos que el dispositivo esté identificado (aprobado conforme con lo establecido en 110.2) para esas condiciones de uso. 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, sus aislamientos, la instalación o a los equipos.</p> <p>Nota: En muchas terminales y equipo se indica su par de apriete máximo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Terminales. Debe asegurarse que la conexión de los conductores a las terminales se realice de forma segura, sin deteriorar los conductores y debe realizarse por medio de conectadores de presión (incluyendo tornillos de fijación), conectadores soldables o empalmes a terminales flexibles. Se permite la conexión por medio de tornillos o pernos y tuercas de sujeción de cables y tuercas para conductores con designación de 5.26 mm² (10 AWG) o menores. <p>Los terminales para más de un conductor y los terminales utilizados para conectar aluminio, deben estar así identificados para ese uso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empalmes. Los conductores se deben empalmar con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura autógena, o soldadura con un metal fundible o de aleación. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica y después soldarse. Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese fin. 	<p>Los conectores o medios de empalme de los cables que van directamente enterrados, deben estar aprobados para ese uso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limitaciones por temperatura. La temperatura nominal asociada a la capacidad de corriente de un conductor, se debe elegir y coordinar de modo que no supere la temperatura nominal mínima de cualquier terminación, conductor o dispositivo conectado. Los conductores con temperatura nominal superior a la especificada para las terminaciones, se pueden usar mediante ajuste o corrección de su capacidad de corriente, o ambas cosas. <ul style="list-style-type: none"> ○ Lo establecido para las terminaciones de los equipos para circuitos de 100 A nominales o menos, o marcados para conductores 2.08 mm² (14 AWG) a 42.2 mm² (1 AWG), se debe aplicar solo para conductores de 60 °C. <p>Excepciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Se pueden utilizar conductores de mayor temperatura nominal, siempre que la capacidad de corriente de tales conductores se determine tomando como base la capacidad de corriente a 60 °C del calibre del conductor usado. ○ Se debe permitir el uso de las disposiciones para puntos de conexión de los equipos con los conductores de mayor valor nominal a la capacidad de corriente de estos, siempre y cuando el equipo esté certificado e identificado para usarlo con conductores de mayor capacidad de corriente. ○ Los conectores a presión separables se deben utilizar con conductores cuya capacidad de corriente no supere la capacidad de corriente a la temperatura nominal certificada e identificada del conector.
--	---

Continuación de la tabla XX.

<p>Nota. Respecto a los artículos 110.14 c) 1), 2) y 3), la información que aparezca en los rótulos o certificados de los equipos puede restringir aún más el calibre y la temperatura nominal de los conectores conectados.</p> <p>110.16 Espacio alrededor de los equipos eléctricos (para 600 V nominales o menos). Alrededor de todos los equipos eléctricos debe existir y se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento fácil y seguro de dichos equipos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espacio de trabajo. Excepto si se exige o se permite otra cosa en este normativo, la medida del espacio de trabajo para equipos que funcionen a 600 V nominales o menos a tierra y que pueden requerir examen, ajuste, servicio o mantenimiento mientras están energizados, debe cumplir con: <ul style="list-style-type: none"> ○ Profundidad del espacio de trabajo: la profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la indicada en la Tabla 110.16 a). Las distancias se deben medir desde las partes energizadas, si están expuestas, o desde el frente del encerramiento o abertura, si están encerrados. <p style="text-align: center;">Tabla 110-16.a). Espacio de trabajo</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tensión nominal a tierra (V)</th> <th colspan="3">Distancia mínima en (m) según la condición</th> </tr> <tr> <th>Condición 1</th> <th>Condición 2</th> <th>Condición 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 - 150</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> </tr> <tr> <td>151 - 600</td> <td>0,9</td> <td>1,1</td> <td>1,2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Las condiciones son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Partes energizadas expuestas en un lado y ninguna parte energizada o puesta a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes energizadas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se considerarán partes energizadas los cables o barras aislados que funcionen a menos de 300 V. 	Tensión nominal a tierra (V)	Distancia mínima en (m) según la condición			Condición 1	Condición 2	Condición 3	0 - 150	0,9	0,9	0,9	151 - 600	0,9	1,1	1,2	<ul style="list-style-type: none"> ○ Partes energizadas expuestas a un lado y puestas a tierra en el otro. Las paredes de hormigón, ladrillo o baldosa se deben considerar como puestas a tierra. ○ Partes energizadas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la condición 1, con el operador entre ambas. <p>Excepciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ No se requiere espacio de trabajo en la parte posterior o lateral de conjuntos como cuadros de distribución de frente muerto o centros de control de motores en los que no haya partes intercambiables o ajustables como fusibles o conmutadores en su parte posterior o lateral y donde todas las conexiones sean accesibles desde lugares que no sean la parte posterior o lateral. Cuando se requiera acceso posterior para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior del equipo encerrado, debe existir un espacio mínimo de trabajo de 0,75 m medidos horizontalmente. ▪ Con permiso especial de la autoridad con jurisdicción para hacer cumplir este normativo, se permiten espacios más pequeños si todas las partes no aisladas están a una tensión inferior a 30 V RMS, 42 V de pico o 60 V c.c.
Tensión nominal a tierra (V)		Distancia mínima en (m) según la condición														
	Condición 1	Condición 2	Condición 3													
0 - 150	0,9	0,9	0,9													
151 - 600	0,9	1,1	1,2													

Continuación de la tabla XX.

<ul style="list-style-type: none"> ▪ En los edificios existentes en los que se vaya a cambiar el equipo eléctrico, se debe dejar un espacio de trabajo como el de la Condición 2 entre cuadros de distribución de frente muerto, paneles de distribución o centros de control de motores situados a lo largo del pasillo y entre uno y otro, siempre que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que se han dado instrucciones por escrito para prohibir que se abran al mismo tiempo los equipos a ambos lados del pasillo y que la instalación sea revisada por personal calificado debidamente autorizado ○ Ancho del espacio de trabajo: el ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, debe ser el ancho del equipo o 0,75 m, el que sea mayor. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos a 90° las puertas o paneles abisagrados del equipo. ○ Altura del espacio de trabajo: el espacio de trabajo debe estar libre y extenderse desde el nivel del suelo o plataforma hasta la altura exigida por el artículo 110.16 e). Dentro de los requisitos de altura de este artículo, se debe permitir que otros equipos asociados a las instalaciones eléctricas se extiendan no más de 150 mm más allá del frente del equipo eléctrico. • Espacios libres. El espacio de trabajo requerido por este artículo no se debe utilizar para almacenamiento. Cuando se expongan las partes energizadas normalmente cerradas para su inspección o servicio, el espacio de trabajo en un pasillo o espacio general debe estar debidamente protegido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso y entrada al espacio de trabajo. Debe haber al menos una entrada de suficiente área que dé acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico. Para equipos de más de 1 200 A nominales y de más de 1,80 m de ancho, que contengan dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de conmutación o de control, debe haber una entrada de por lo menos 0,6 m de ancho y de 1.90 m de alto en cada extremo. <p>Excepciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Si el lugar tiene un frente libre, se permite un medio de salida. ○ Si el espacio de trabajo requerido por el artículo 110-16.a) es doble, solo se requiere una entrada al espacio de trabajo y debe estar situada de modo que el borde de la entrada más cercana al equipo esté a la distancia mínima dada en la Tabla 110-16.a) desde dicho equipo. <ul style="list-style-type: none"> • Iluminación. Debe haber iluminación suficiente en todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución o de los centros de control de motores instalados en interiores. No serán necesarios otros elementos de iluminación cuando el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente, que cumpla con el mínimo requerido. En los cuartos de equipos eléctricos, la iluminación no debe estar accionada exclusivamente por medios automáticos. • Altura hasta el techo. La altura mínima hasta el techo de los espacios de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución o de los centros de control motores debe ser de 1,90 m. Cuando el equipo eléctrico tenga más de 1,90 m de altura, el espacio mínimo hasta el techo no debe ser inferior a la altura del equipo.
--	---

Continuación de la tabla XX.

<p>Excepción. Equipos o tableros de acometida en viviendas existentes que no superen los 200 A.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espacio dedicado para equipos: los equipos que están dentro del alcance de la sección 384 y los centros de control de motores, se deben ubicar en espacios dedicados y proteger contra daños como se indica en los siguientes numerales: <p>Excepción. Equipo de control que por su propia naturaleza o por las exigencias de otras reglas de este normativo, se permite que esté adyacente o a la vista de la maquinaria que opera.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Interior: para instalaciones interiores, el espacio dedicado debe incluir las siguientes zonas: <p>Ancho y profundidad: para la instalación eléctrica se debe tener el espacio dedicado igual al ancho y profundidad del equipo y extendiéndose desde el piso hasta una altura de 7,6 m o hasta el techo estructural, el que sea menor. En esta zona no se deben ubicar tuberías, ductos o equipos ajenos a la instalación eléctrica. No se considera como techo estructural un techo colgante, suspendido o similar, que no le dé rigidez a la estructura de la edificación. Se permite la protección por rociadores en los espacios dedicados en donde la tubería cumpla con este artículo.</p> <p>Excepción.</p> <p>En áreas que no tengan el espacio dedicado que describe esta regla, se permiten equipos ubicados a través de plantas industriales que estén separados de equipo no eléctrico por altura o por cerramientos o cubiertas físicas que proporcionen una adecuada protección mecánica por tráfico vehicular, contacto accidental por personal no autorizado o fugas o escapes de sistemas de tuberías.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Exterior: el equipo eléctrico exterior se debe instalar en encerramientos adecuados y debe estar protegido contra el contacto accidental por personal no autorizado, tráfico vehicular o fugas o escapes de sistemas de tuberías. <p>110.17 Protección de partes energizadas (de 600 V nominales o menos).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partes energizadas protegidas contra contacto accidental. A menos que en este normativo se requiera o autorice otra cosa, las partes energizadas de los equipos eléctricos que funcionen a 50 V o más deben estar protegidas contra contactos accidentales por medio de gabinetes apropiados o por cualquiera de los medios siguientes: ○ Ubicándolas en un cuarto, bóveda o recinto similar, accesible solo a personal calificado. ○ Mediante muros adecuados, sólidos y permanentes o pantallas dispuestas de modo que al espacio cercano a las partes energizadas solo tenga acceso personal calificado. Cualquier abertura en dichos tabiques o pantallas debe ser de tales dimensiones o estar situada de modo que no sea probable que las personas entren en contacto accidental con las partes energizadas o pongan objetos conductores en contacto con las mismas. ○ Ubicándose en un balcón, galería o plataforma tan elevado y dispuesto de tal modo que no permita acceder a personas no calificadas. ○ Ubicándose a 2,40 m o más por encima del nivel del piso u otra superficie de trabajo.
---	---

Continuación de la tabla XX.

<ul style="list-style-type: none"> • Prevención contra daños físicos. En lugares en los que sea probable que el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños físicos, los encerramientos o protecciones deben estar dispuestos de tal modo y ser de una resistencia tal que evite tales daños. • Señales de advertencia. Las entradas a cuartos y otros lugares protegidos que contengan partes energizadas expuestas, se deben marcar con señales de advertencia visibles que prohíban la entrada a personal no calificado. <p>110.18 Partes que puedan formar arcos eléctricos. Las partes del equipo eléctrico que en su funcionamiento normal puedan formar arcos, chispas, llamas o puedan fundir metal, se deben encerrar o separar y aislar de cualquier material combustible.</p> <p>110.21 Rotulado. En todos los equipos eléctricos se colocará el nombre del fabricante, la marca comercial u otra descripción mediante la que se pueda identificar a la empresa responsable del producto. Debe haber otros rótulos que indiquen la tensión, capacidad de corriente, potencia u otras clasificaciones, tal como se especifica en otras secciones de este normativo. Los rótulos deben ser suficientemente durables para que soporten las condiciones ambientales.</p> <p>110.22 Identificación de los medios de desconexión. Cada uno de los medios de desconexión requeridos por este normativo para motores y aparatos electrodomésticos y cada una de las acometidas, circuitos alimentadores o circuitos derivados en su punto de origen, debe marcarse para indicar su propósito, a no ser que esté situado e instalado de modo que ese propósito sea evidente. El marcado debe ser legible, permanente y resistente para que soporte las condiciones ambientales involucradas.</p>	<p>Cuando los interruptores automáticos o los fusibles se instalen conforme a los valores nominales para Combinación en serie (sistema en cascada), marcados en el equipo por el fabricante, la envoltura del equipo debe marcarse adicionalmente en el campo, para indicar que el equipo ha sido aplicado con el valor nominal de combinación en serie. El marcado debe ser fácilmente visible claramente y debe incluir la información siguiente:</p> <p style="padding-left: 40px;">Advertencia: sistema combinado en serie (sistema en cascada) corriente nominal. A</p> <p>Emplear solo repuestos que cumplan con la especificación requerida para este sistema</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisitos para instalaciones eléctricas de más de 600 V nominales <p>110.30. Generalidades. Los conductores y equipos usados en circuitos de más de 600 V nominales deben cumplir todas las disposiciones aplicables de los anteriores artículos de la sección y de los siguientes artículos, que complementan o modifican a las anteriores. En ningún caso se aplicarán las disposiciones de esta parte a equipos situados del lado de alimentación del punto de acometida.</p>
--	--

Continuación de la tabla XX.

<p>110.31. Encerramiento de las instalaciones eléctricas. Las instalaciones eléctricas en cuartos, habitaciones o armarios o en una zona rodeada por una pared, pantalla o cerca, cuyo acceso esté controlado por cerradura y llave u otro medio aprobado, se considerarán accesibles únicamente a personas calificadas. El tipo de encerramiento utilizado en un caso dado se debe destinar y construir según la naturaleza y grado del riesgo o riesgos inherentes a la instalación. Para instalaciones distintas de los equipos descritos en el artículo 110-31.c) se debe utilizar una pared, pantalla o cerca que rodee una instalación eléctrica exterior para disuadir de su acceso a personas no calificadas. La cerca no será de menos de 2,10 m de altura o una combinación de cerca fabricada de 1,80 m o más con una prolongación de 30 cm o más con tres o más líneas de alambre de púas o equivalente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones interiores <ul style="list-style-type: none"> ○ En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores que estén abiertas a personas no calificadas deben estar hechas con equipos en encerramientos metálicos o deben estar encerradas en un cuarto o una zona cuyo acceso esté controlado por una cerradura. Se deben rotular con los símbolos de precaución adecuados: los tableros en armarios metálicos, las subestaciones, transformadores, cajas de desconexión, cajas de conexión y otros equipos similares. Las aberturas de ventilación de transformadores de tipo seco o aberturas similares en otros equipos deben estar diseñadas de manera que los objetos extraños que penetren a través de esas aberturas se desvíen de las partes energizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ En lugares accesibles solo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores consideradas accesibles solo a personas calificadas, según este normativo. • Instalaciones exteriores <ul style="list-style-type: none"> ○ En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas exteriores que estén al alcance de personas no calificadas deben cumplir la sección 225. <p>Nota. Respecto a la distancia de los conductores en instalaciones de más de 600 V nominales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ En lugares accesibles solo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas exteriores consideradas accesibles solo a personas calificadas, según el primer párrafo de este artículo, deben cumplir lo establecido en este normativo. • Equipos en encerramientos accesibles a personas no calificadas. Las aberturas de ventilación de transformadores de tipo seco o aberturas similares en otros equipos, deben estar diseñadas de manera que los objetos extraños que penetren a través de esas aberturas se desvíen de las partes energizadas. Si están expuestos a daños físicos debidos al tráfico de vehículos, se deben instalar protectores adecuados. Los equipos en encerramientos metálicos y no metálicos situados en exteriores y accesibles al público en general deben estar diseñados de modo que los pernos o tuercas a la vista no se puedan quitar fácilmente, permitiendo el acceso a partes energizadas. Cuando un equipo en encerramiento metálico o no metálico sea accesible al público en general y la parte inferior del cerramiento esté a menos de 2,40 m por encima del suelo o nivel de la calle, la puerta o tapa abisagrada del cerramiento se debe mantener cerrada y con seguro.
--	---

Continuación de la tabla XX.

<p>Las puertas y tapas de los encerramientos usados únicamente como cajas de desconexión, de empalme o de unión, deben estar cerradas con seguro, clavadas o atornilladas. Se debe considerar que cumplen este requisito las tapas de cajas subterráneas que pesen más de 45,4 kg.</p> <p>110.32. Espacio de trabajo alrededor de los equipos. Alrededor de todos los equipos eléctricos debe existir y se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento fácil y seguro de dichos equipos. Cuando haya expuestas partes energizadas, el espacio de trabajo mínimo no debe ser inferior a 1,90 m de altura (medidos verticalmente desde el nivel del piso o plataforma) ni inferior a 0,9 m de ancho (medidos paralelamente al equipo). La profundidad debe ser la que se requiere por el artículo 110-34.a). En todos los casos, el espacio de trabajo debe ser suficiente para permitir como mínimo una abertura a 90 ° de las puertas o paneles abisagrados.</p> <p>110-33 Entrada y acceso al espacio de trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrada. Para dar acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico, debe haber por lo menos una entrada no inferior a 0,6 m de ancho y a 1,90 m de alto. <ul style="list-style-type: none"> ○ En los cuadros de distribución y paneles de control de más de 1,80 m de ancho, debe haber una entrada a cada extremo de dichos tableros a menos que su ubicación permita una vía de salida continua y sin obstrucciones o que el espacio de trabajo sea el doble del requerido por el artículo 110-34.a) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cuando se permita una entrada al espacio de trabajo, de acuerdo con las condiciones descritas en el numeral 1) anterior, esta se debe ubicar de manera que el borde de la entrada más cercana a los cuadros de distribución y los paneles de control sea la distancia mínima dada en la Tabla 110-34.a) desde dichos equipos. ○ Cuando haya barras energizadas desnudas a cualquier tensión o partes energizadas aisladas de más de 600 V nominales a tierra adyacentes a dichas entradas, deben estar adecuadamente protegidas. <ul style="list-style-type: none"> • Acceso. Debe haber escaleras o escalones permanentes que permitan acceder de modo seguro al espacio de trabajo alrededor de equipos eléctricos instalados en plataformas, balcones, entresijos o en los áticos o cuartos en las terrazas. <p>110.34. Espacio de trabajo y resguardo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espacio de trabajo. A menos que se permita o se exija otra cosa en este normativo, el mínimo espacio libre de trabajo en dirección del acceso a las partes energizadas de un equipo eléctrico no debe ser inferior al especificado en la Tabla 110-34.a). Las distancias se deben medir desde las partes energizadas, si están expuestas, o desde el frente o abertura del cerramiento si están encerradas. <p>Las condiciones son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Partes energizadas expuestas en un lado y partes sin energizar o puestas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes energizadas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se consideran partes energizadas los cables o barras aislados que funcionen a menos de 300 V.
---	---

Continuación de la tabla XX.

- Partes energizadas expuestas a un lado y puestas a tierra al otro lado.
- Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la condición 1), con el operador entre ambas.

Tabla 110-34.a Profundidad mínima del espacio de trabajo en una instalación eléctrica

Tensión nominal a tierra (V)	Distancia mínima en (m) según la condición		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
	601 - 2 500	0,90	1,20
2 501 - 9 000	1,20	1,50	1,80
9 001 - 25 000	1,50	1,80	2,70
25 001 - 75 000	1,80	2,40	3,00
Más de 75 000	2,40	3,00	3,70

Excepción. No se requiere espacio de trabajo en la parte posterior de conjuntos como cuadros de distribución de frente muerto o centros de control de motores en los que no haya partes intercambiables o ajustables como fusibles o interruptores en su parte posterior y donde todas las conexiones sean accesibles desde lugares que no sean la parte posterior. Cuando se requiera acceso posterior para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior del equipo encerrado, debe existir una distancia mínima de trabajo de 0,75 m medidos horizontalmente.

- Separación con respecto a equipos de baja tensión. Cuando haya instalados interruptores, cortacircuitos u otros equipos que funcionen a 600 V nominales o menos, en un cuarto o encerramiento donde haya expuestas partes energizadas o cables expuestos a más de 600 V nominales, la instalación de alta tensión se debe separar eficazmente del espacio ocupado por los equipos de baja tensión mediante una división, cerca o pantalla adecuados.

Excepción: está permitido instalar interruptores u otros equipos que funcionen a 600 V nominales o menos y que pertenezcan solo a equipos dentro del cuarto, sótano o armario de alta tensión en ese cuarto, sótano o armario si solo es accesible a personas calificadas.

- Cuartos o encerramientos cerrados con llave. Las entradas a todos los edificios, cuartos o encerramientos que contengan partes energizadas expuestas o conductores expuestos a más de 600 V nominales, se deben mantener cerradas con llave, a menos que dichas entradas estén en todo momento bajo la supervisión de personal calificado. Cuando la tensión supere los 600 V nominales, debe haber señales de advertencia permanentes y bien a la vista, en los que se indique lo siguiente: "peligro - alta tensión - prohibida la entrada".
- Iluminación. Debe haber iluminación, con una intensidad mínima de 100 luxes, en todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos eléctricos. Las salidas para alumbrado deben estar dispuestas de manera que las personas que cambien las bombillas o hagan reparaciones en el sistema de alumbrado, no corran peligro por las partes u otros equipos energizados. Los puntos de mando deben estar situados de modo que no sea probable que las personas entren en contacto con ninguna parte energizada o móvil del equipo cuando vayan a encender el alumbrado.
- Altura de las partes energizadas sin proteger. Las partes energizadas sin proteger por encima del espacio de trabajo se deben mantener a una altura no inferior a la exigida en la Tabla 110.34 e).

Continuación de la tabla XX.

Tabla 110.34 e). Altura de las partes energizadas sin proteger sobre el espacio de trabajo	
Tensión nominal entre fases	Altura (m)
601-7 500	2,60
7 501-35 000	2,80
Más de 35 000	2,80 + 0,01 m por cada kV por encima de 35 kV

110.40. Límites de temperatura en los puntos de conexión. Si no existen otras identificaciones, se debe permitir que los conductores terminen basados en una temperatura nominal de 90 °C y en la capacidad de corriente como se especifica en las Tablas 310.67 a 310.86. (tablas pendientes de redactar)

CAPÍTULO 2

Alambrado y protección de las instalaciones eléctricas

Artículo 200. Uso e identificación de los conductores puestos a tierra

200.1. Alcance. En este artículo se establecen los requisitos para:

- Identificación de las terminales;
- Conductores puestos a tierra en las instalaciones de los usuarios; y
- Identificación de los conductores puestos a tierra.

Nota. Véase en el artículo 100 las definiciones de “Conductor puesto a tierra” y “Conductor de puesta a tierra”.

200.2. Generalidades. Todas las instalaciones de los usuarios deben tener un conductor puesto a tierra que se identifique según el Artículo 200.6. El conductor puesto a tierra, cuando esté aislado, debe tener un aislamiento: 1) que sea adecuado, además de serlo por el color, para la tensión más alta de los conductores activos del circuito de menos de 1 000 V, o para sistemas de 1 kV o más con neutro puesto a tierra a través de impedancia, o 2) de tensión nominal no menor a 600 V para sistemas de 1 kV y más con neutro sólidamente puesto a tierra, tal como se describe en el Artículo 250-152.a).

200.3. Conexión a sistemas puestos a tierra. Las instalaciones de los predios no se deben conectar eléctricamente a la red de suministro a menos que esta última contenga, para cualquier conductor puesto a tierra de la instalación interior, el correspondiente conductor puesto a tierra. Para los fines de este Artículo, “conectar eléctricamente” quiere decir que se conecta de modo que sea capaz de transportar corriente, a diferencia de la conexión por inducción electromagnética

200.6. Medios de identificación de los conductores puestos a tierra

- Sección Transversal 13,29 mm² (6 AWG) o menores. Un conductor aislado puesto a tierra de sección transversal 13,29 mm² (6 AWG) o menor, se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris natural que le cubra en toda su longitud.

Excepciones:

- Los cables de varios conductores aislados con tela barnizada.

Continuación de la tabla XX.

<ul style="list-style-type: none"> ○ Los cables de artefactos, como se indica en la sección 402. ○ Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación solo será atendida por personas calificadas, se permite que los conductores puestos a tierra en cables de varios conductores estén identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una marca blanca distintiva o cualquier otro medio igualmente eficaz. ○ El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral se debe identificar en el momento de la instalación mediante marcas distintivas en sus extremos. ○ Un cable con un solo conductor resistente a la luz solar y con clasificación de intemperie, que se utilice como conductor puesto a tierra en los sistemas eléctricos fotovoltaicos tal como permite el Artículo 690-31, se debe identificar en el momento de la instalación mediante una marca blanca visible en todos sus extremos. <p>Artículo 210. Circuitos ramales A. Disposiciones generales</p> <p>210.1. Alcance. Este Artículo trata de circuitos ramales, excepto aquéllos que alimenten únicamente motores los cuales se detallaran en un nuevo artículo (Artículo pendiente de redacción). Las disposiciones de este artículo y del artículo a redactar se aplican a los circuitos ramales con cargas combinadas.</p>	<p>210.3. Clasificación por capacidad de corriente. Los circuitos ramales de los que trata este Artículo se deben clasificar según la capacidad de corriente máxima o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. La clasificación de los circuitos ramales que no sean individuales debe ser de 15,20, 30,40 y 50 A. Cuando se usen, por cualquier razón, conductores de mayor capacidad de corriente, la clasificación del circuito debe estar determinada por la corriente nominal o por el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente.</p> <p>Excepción. Está permitido que los circuitos ramales de más de 50 A con varias salidas suministren electricidad a las salidas que no sean para alumbrado en instalaciones industriales donde el mantenimiento y la supervisión permitan que los equipos sean revisados exclusivamente por personal calificado.</p> <p>210.4. Circuitos ramales multiconductores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generalidades. Se permite el uso de circuitos ramales reconocidos en este Artículo como circuitos multiconductores. Se permite considerar un circuito ramal multiconductor como varios circuitos. Todos los conductores deben arrancar del mismo panel de distribución. <p>Una instalación trifásica de potencia, tetrafilar y conectada en estrella, utilizada para alimentar cargas no lineales, puede requerir que el diseño del sistema de potencia permita corrientes en el neutro con alto contenido de armónicos.</p>
--	--

Continuación de la tabla XX.

- Unidades de vivienda. En las unidades de vivienda donde exista un circuito ramal multiconductor que suministre electricidad a más de un dispositivo o equipo en el mismo cuerpo de tomacorriente, se debe disponer de un medio para desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra en el panel de distribución desde donde arranque el circuito ramal.

- Carga de la línea a neutro. Los circuitos ramales multiconductores solo deben alimentar cargas de línea a neutro.

Excepciones:

- Un circuito ramal multiconductor que suministre corriente solo a un equipo de utilización.
- Cuando todos los conductores no puestos a tierra del circuito ramal multiconductor se abran simultáneamente por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal.

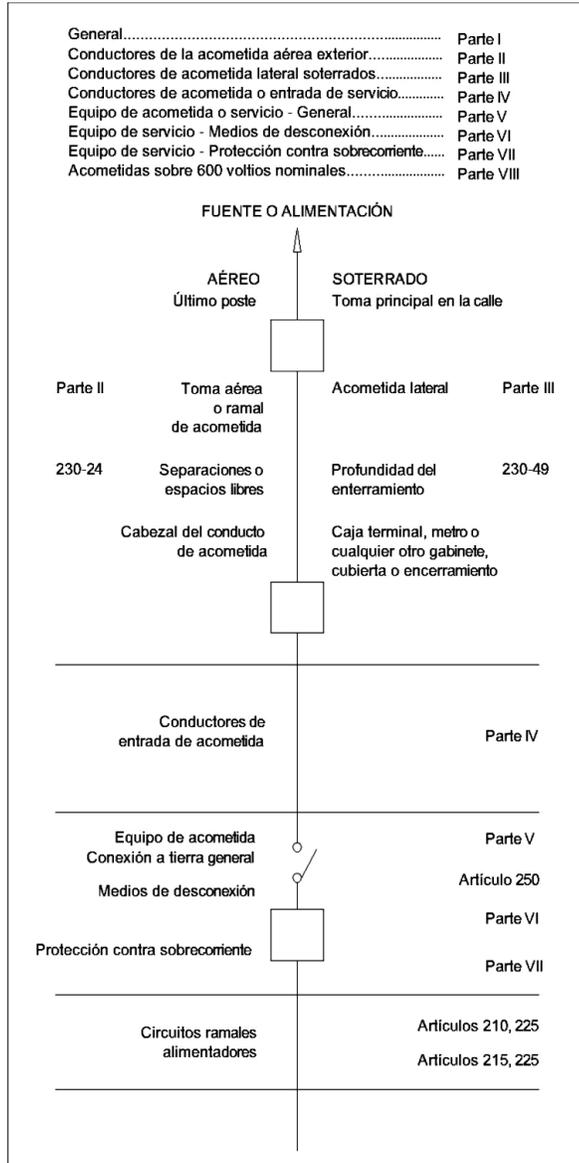
- Identificación de los conductores no puestos a tierra. Cuando en una edificación haya más de un sistema de tensión nominal, cada conductor de la misma no puesto a tierra deberá estar identificado en cuanto a su fase e instalación. El medio de identificación se debe colocar permanentemente en cada panel de distribución de circuito ramal.

ARTÍCULO 230

ACOMETIDAS

230.1 Alcance. Este Artículo trata de los conductores de acometida y de los equipos para el control y protección de las acometidas y sus requisitos de instalación.

Figura 230.1:



I. Generalidades

230.2 Número de acometidas. Un edificio u otra estructura a la que se suministra energía se debe alimentar solamente por una acometida, excepto lo que se permita en las secciones 230.2 (A) hasta (D).

Continuación de la tabla XX.

<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones especiales. Se permitirán acometidas adicionales que alimenten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Bombas contra incendios ○ Sistemas de emergencia. ○ Sistemas de reserva legalmente exigidos. ○ Sistemas de reserva opcionales. ○ Sistemas generadores de energía paralelos. ○ Y Sistemas diseñados para la conexión a múltiples fuentes de suministro con el fin de mejorar la confiabilidad. • Ocupaciones especiales. Mediante permiso especial, se permitirán acometidas adicionales para uno de los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificios con ocupación múltiple, en donde no hay espacio disponible para equipos de acometida accesibles a todos los usuarios. ○ Un edificio individual u otra estructura lo suficientemente grande, para hacer necesarias dos o más acometidas. • Requisitos de capacidad. Se permite acometidas adicionales bajo cualquiera de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> ○ Los requisitos de capacidad son superiores a 2 000 amperios a una tensión de alimentación de 600 voltios o menos. ○ Los requisitos de carga de una instalación monofásica son mayores que los que el suministrador facilita normalmente a través de una sola acometida. ○ Mediante permiso especial. • Características diferentes. Se permitirán acometidas adicionales para diferentes tensiones, frecuencias o fases o para diferentes usos, como por ejemplo diferentes esquemas tarifarios. 	<p>230.3 Un edificio u otra estructura no deben estar alimentadas a través de otra. Los conductores de acometida que alimentan un edificio u otra estructura no deben pasar a través del interior de otro edificio o estructura.</p> <p>230.6 Conductores considerados fuera del edificio. Se debe considerar que los conductores están fuera de un edificio u otra estructura en cualquiera de las siguientes circunstancias:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Si están instalados mínimo 50 mm (2 pulgadas) por debajo del concreto bajo el edificio o estructura. ○ Si están instalados dentro de un edificio o estructura en una canalización encofrada en concreto o ladrillo de mínimo 50 mm (2 pulgadas) de espesor. ○ Si están instalados en un conduit o mínimo 450 mm (18 pulgadas) por debajo de la tierra bajo el edificio u otra estructura. <p>230.7 Otros conductores en canalizaciones o cables. Los conductores que no sean los de acometida no se deben instalar en la misma canalización ni cable que los de la acometida.</p> <p>Excepción No. 1: Conductores de puesta a tierra y puentes de unión.</p> <p>Excepción No. 2: Conductores de control de administración de carga que tengan protección contra sobrecorriente.</p> <p>230.8 Sellado de las canalizaciones. Cuando una canalización de acometida entre desde la red de distribución subterránea al edificio o estructura, se debe sellar de acuerdo con la sección 300.5 (G). También se deben sellar las canalizaciones de reserva o no utilizadas. Los sellantes deben estar identificados para utilizarlos con los aislamientos de los cables, pantalla u otros componentes.</p>
---	--

Continuación de la tabla XX.

<p>230.9 Distancia encima de los edificios. Los conductores de acometida y los tramos finales deben cumplir con las secciones 230.9 (A), (B) y (C).</p> <ul style="list-style-type: none"> Distancias. Los conductores de acometida instalados como conductores a la vista o cables multiconductores sin un forro general externo, deben estar a una distancia no inferior a 900 mm (3 pies) de las ventanas que se puedan abrir, puertas, pórticos, balcones, escaleras, peldaños, salidas de incendio o similares. <p>Excepción: Se permitirá que los conductores que pasan por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de los 900 mm (3 pies) exigidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Distancia vertical. La distancia vertical de los tramos finales sobre o dentro de 900 mm (3 pies) medidos horizontalmente, de plataformas, proyecciones o superficies desde la cuales se puedan alcanzar, se debe mantener de acuerdo con la sección 230.24 (B) (sección pendiente de redacción). Aberturas en edificios. Los conductores de acometida aérea no se deben instalar debajo de aberturas a través de las cuales se puedan mover materiales, tales como aberturas en edificios agrícolas y comerciales, y no se deben instalar en donde obstruyan la entrada a las aberturas de estos edificios. <p>230.10. Vegetación como soporte. La vegetación, tal como árboles, no se debe utilizar como soporte de los conductores de acometida aérea.</p> <p>230.209. Pararrayos (Protección contra descargas atmosféricas). Se permitirá instalar pararrayos en cada conductor aéreo no puesto a tierra de la acometida, de acuerdo con los requisitos del artículo 280.</p>	<p style="text-align: center;">ARTÍCULO 240</p> <p style="text-align: center;">PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE</p> <p>240.1. Alcance. Las Partes A hasta G de esta Sección tratan de los requisitos generales de la protección contra sobrecorriente y los dispositivos de protección contra sobrecorriente de no más de 600 V nominales. Nota. La protección contra sobrecorriente de los conductores y equipos se instala de modo que abra el circuito si la corriente alcanza un valor que pudiera causar una temperatura excesiva o peligrosa de los conductores o su aislamiento</p> <p>A Disposiciones generales</p> <p>240.3. Protección de los conductores. Los conductores que no sean cordones flexibles y cables de artefactos eléctricos, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de corriente tal como se especifica en el Artículo 310-15, excepto los casos permitidos o exigidos por los siguientes apartados a) a m).</p> <ul style="list-style-type: none"> Riesgo de corte de corriente. No será necesaria protección de los conductores contra sobrecarga cuando la apertura del circuito pueda crear un riesgo, por ejemplo, en los circuitos magnéticos de transporte de materiales o de bombas contra incendios. Si deben llevar protección contra cortocircuitos. Dispositivos de 800 A nominales o menos. Se permite usar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del valor nominal inmediato superior a la capacidad de corriente de los conductores que proteja, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> Que los conductores protegidos no formen parte de un circuito ramal con varias salidas que alimenten tomacorrientes para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija.
---	--

Continuación de la tabla XX.

<ul style="list-style-type: none"> ○ Que la capacidad de corriente de los conductores no corresponda con la corriente nominal de un fusible o interruptor automático de circuitos sin ajuste para disparo por sobrecarga por encima de su valor nominal (pero está permitido que tenga otros ajustes de disparo o valores nominales). ○ Que el valor nominal inmediato superior seleccionado no supere los 800 A. • Dispositivos de más de 800 A. Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente sea de más de 800 A nominales, la capacidad de corriente de los conductores que protege debe ser igual o mayor que la corriente nominal del dispositivo. <p>240.6. Corrientes nominales normalizadas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fusibles e interruptores automáticos de disparo fijo. Las capacidades de corrientes nominales estándar de los fusibles e interruptores automáticos de circuito de tiempo inverso, son: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90,100,110,125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1 000, 1 200,1 600,2 000,2 500,3 000,4 000, 5 000 y 6 000 A. Además, se tienen valores nominales de 16, 63, 160, 630 y 1 250 A, para los cuales los conectores deben ser adecuados para la sección transversal en mm² (calibre AWG) de los conductores inmediatamente superiores que se vayan a conectar. <p>Excepción. Como corrientes normalizadas de los fusibles también se tienen: 1, 3, 6, 10 y 601 A.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interruptores automáticos de disparo ajustable. La capacidad nominal de corriente de los interruptores automáticos de disparo ajustable, que tengan medios externos fácilmente accesibles para regular el ajuste de disparo, debe ser el valor máximo de ajuste posible (corriente nominal o sobrecarga). 	<p>Excepción. Los interruptores automáticos que tengan tapas desmontables y sellables sobre los medios de ajuste o estén situados detrás de las puertas cerradas de los armarios de los equipos o detrás de las puertas cerradas accesibles solo al personal calificado, podrán tener capacidades de corrientes nominales iguales a las del sensor de retardo, una vez ajustado.</p> <p>240.8 Fusibles o interruptores automáticos en paralelo</p> <p>Se permitirá que los fusibles e interruptores automáticos estén conectados en paralelo si son ensamblados en paralelo en fábrica y listados como una sola unidad. Los fusibles individuales, interruptores automáticos o combinaciones de ellos no se deben conectar en paralelo de otra manera diferente.</p> <p>240.9 Dispositivos térmicos</p> <p>Los relés térmicos y otros dispositivos, no diseñados para abrir cortocircuitos o fallas a tierra, no se deben usar para la protección de los conductores contra sobrecorrientes producidas por cortocircuitos o fallas a tierra, pero sí se permitirá su uso para proteger contra sobrecargas a los conductores de los circuitos ramales de motores si están protegidos.</p> <p>240.10 Protección suplementaria contra sobrecorriente.</p> <p>Cuando se utilice protección suplementaria contra sobrecorriente en luminarias, electrodomésticos y otros equipos o para los circuitos y componentes internos de los equipos, no se debe usar como sustituto de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales ni en lugar de la protección de los circuitos ramales. No se exigirá que los dispositivos suplementarios contra sobrecorriente sean fácilmente accesibles.</p>
---	--

Continuación de la tabla XX.

<p>240.12 Coordinación de los sistemas eléctricos.</p> <p>Cuando se requiera una interrupción programada para reducir al mínimo el riesgo o riesgos para las personas y equipos, se permitirá un sistema de coordinación basado en las dos condiciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protección coordinada contra cortocircuitos. • Indicación de sobrecarga mediante sistemas o dispositivos de monitoreo. <p>Nota: El sistema de monitoreo puede hacer que esa situación produzca una alarma que permita tomar medidas correctivas o una interrupción programada del circuito, reduciendo así al mínimo los riesgos para las personas y los daños de los equipos.</p> <p>240.13 Protección de los equipos contra fallas a tierra.</p> <p>La protección de los equipos contra fallas a tierra se debe proporcionar de acuerdo con lo establecido en la sección 230.95 para sistemas eléctricos en estrella, conectados a tierra sólidamente, de más de 150 voltios a tierra pero que no superen los 600 voltios entre fases, para cada dispositivo individual utilizado como medio principal de desconexión de un edificio o estructura, con capacidad nominal de 1,000 amperios o más.</p> <p>Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar a un medio de desconexión para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos industriales continuos, en donde una parada no programada introducirá riesgos adicionales o incrementará los existentes. • Instalaciones en las que la protección contra fallas a tierra está prevista por otros requisitos para acometidas o alimentadores. • Bombas contra incendios. 	<p style="text-align: center;">ARTÍCULO 280</p> <p style="text-align: center;">PARARRAYOS DE MÁS DE 1 KV</p> <p style="text-align: center;">I. Generalidades</p> <p>280.1 Alcance. Este artículo comprende los requisitos generales, los requisitos de instalación y los requisitos de conexión para pararrayos instalados en sistemas de más de 1 kV de alambrado de inmuebles.</p> <p>280.2 Usos no permitidos. No se debe instalar un pararrayos (disipador de sobretensiones) cuando el valor nominal del pararrayos es inferior a la máxima tensión continua disponible de fase a tierra a frecuencia del sistema en el punto de aplicación.</p> <p>280.3 Número exigido. Cuando se usa en un punto de un circuito, se debe conectar un pararrayos a cada conductor no puesto a tierra. Se permitirá que una instalación individual de estos pararrayos proteja varios circuitos interconectados, siempre y cuando ningún circuito quede expuesto a sobretensiones transitorias mientras está desconectado del pararrayos.</p> <p>280.4 Selección del pararrayos. Los pararrayos deben cumplir con las secciones 280.4 (A) y (B).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad nominal. El valor nominal del pararrayos debe ser igual o superior a la máxima tensión continua de funcionamiento disponible en el punto de aplicación. <ul style="list-style-type: none"> ○ Sistemas puestos a tierra sólidamente. La máxima tensión continua de funcionamiento debe ser la tensión de fase a tierra del sistema. ○ Impedancia o sistema no puesto a tierra. La máxima tensión continua de funcionamiento debe ser la tensión de fase a fase del sistema.
---	--

Continuación de la tabla XX.

<ul style="list-style-type: none"> Tipos de carburo de silicio. El valor nominal de un pararrayos (disipador de sobretensiones) de tipo de carburo de silicio no debe ser inferior al 125% del valor nominal que se especifica en la sección 280.4(A). <p>Nota No.1: para mayor información sobre pararrayos, véanse los documentos: Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating-Current Power Circuits (>1 kV), ANSI/IEEE C62.11-2005; y Guide for the Application of Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating-Current Systems, ANSI/IEEE C62.22- 1987.</p> <p>Nota No. 2: La selección de un pararrayos de óxido metálico con valor nominal adecuado se basa en consideraciones de la tensión máxima continua de operación y de la magnitud y duración de las sobretensiones en la ubicación en que se encuentra el pararrayos, cuando se ve afectado por fallas de fase a tierra, técnicas de puesta a tierra del sistema, sobretensiones transitorias por desconexión y otras causas. Véanse las reglas de aplicación del fabricante para la selección del pararrayos específico a ser usado en un sitio particular.</p> <p>280.5 Listado. Un pararrayos debe ser un dispositivo listado.</p> <p style="text-align: center;">II. Instalación</p> <p>280.11 Ubicación. Se permitirá que los pararrayos estén ubicados en el interior o el exterior. Y deben estar inaccesibles para personas no calificadas, a menos que estén listados para instalación en sitios accesibles.</p>	<p>280.12 Direccionamiento de los conductores de puesta a tierra del pararrayos. El conductor usado para conectar el pararrayos a la línea, la barra conductora o el equipo y a un punto de conexión del conductor de puesta a tierra tal como se indica en la sección 280.21 no debe tener una longitud mayor de la necesaria y se deben evitar los dobleces innecesarios.</p> <p style="text-align: center;">III. Conexión de los pararrayos</p> <p>280.21 Conexión. El conductor de puesta a tierra del pararrayos debe estar conectado a uno de los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Al conductor de la acometida puesto a tierra. Al conductor del electrodo de puesta a tierra. Al electrodo de puesta a tierra de la acometida. Al terminal de puesta a tierra del equipo en el equipo de acometida. <p>280.23 Conductores de los pararrayos. El conductor entre el pararrayos y la línea y entre el pararrayos y la conexión de puesta a tierra no debe ser inferior al 6 AWG de cobre o aluminio.</p> <p>280.24 Interconexiones. El conductor de puesta a tierra de un pararrayos, que protege un transformador que alimenta un sistema de distribución secundario, se debe interconectar como se especifica en los artículos 280.24 (A), (B) o (C).</p> <ul style="list-style-type: none"> Interconexiones metálicas. Se debe hacer una interconexión metálica con el conductor puesto a tierra del circuito secundario o el conductor de puesta a tierra del circuito secundario, siempre que, además de la conexión de puesta a tierra directa en el pararrayos, ocurra lo siguiente:
---	--

Continuación de la tabla XX.

<ul style="list-style-type: none"> ○ Conexión adicional de puesta a tierra. El conductor puesto a tierra del secundario tiene en otra parte una conexión de puesta a tierra con un sistema subterráneo de tubería metálica continua para agua. En áreas de tubería urbana para agua donde hay por lo menos cuatro conexiones con tuberías de agua en el conductor neutro y no menos de cuatro de estas conexiones por cada 1600 m (milla) de conductor neutro, se permitirá hacer la interconexión metálica con el conductor neutro del secundario, sin tener que hacer la conexión directa de puesta a tierra en el pararrayos. ○ Conexión del sistema con neutro con múltiples puestos a tierra. El conductor puesto a tierra del sistema del secundario forma parte de un sistema de neutro con múltiples puestos a tierra o un alambre estático del cual el conductor neutro del primario o el alambre estático tiene por lo menos cuatro conexiones de puesta a tierra en cada 1600 m (milla) de línea, además de la conexión de puesta a tierra de cada acometida. • A través de un descargador o dispositivo. Cuando el conductor de puesta a tierra del pararrayos no esté conectado como se establece en el artículo 280.24 (A), o cuando el secundario no esté puesto a tierra como se indicó en 280.24(A), pero esta puesta a tierra, se debe hacer una interconexión a través de un descargador u otro dispositivo listado, como se exige en las secciones (B) (1) o (B) (2): 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sistemas con primario no puesto a tierra o con una vez puesto a tierra. Para estos sistemas, el explosor u otro dispositivo certificado debe tener una tensión de ruptura a 60 Hz como mínimo del doble de la tensión del circuito primario, pero no necesariamente más de 10 kV, y debe haber como mínimo otra puesta a tierra en el conductor puesto a tierra del secundario, a una distancia no menor de 6.0 m (20 pies) del electrodo de puesta a tierra del pararrayos. ○ Sistemas con neutro del primario con múltiples puestos a tierra. En estos sistemas, el explosor u otro dispositivo listado debe tener una tensión de ruptura a 60 Hz no superior a 3 kV, y debe haber como mínimo otra puesta a tierra en el conductor puesto a tierra del secundario a una distancia no inferior a 6.0 m (20 pies) del electrodo de puesta a tierra del pararrayos. • Con permiso especial. Cualquier interconexión entre la tierra del pararrayos y el conductor neutro del secundario, diferente de las indicadas en 280.24(A) o (B), solo se permitirá mediante permiso especial.
--	--

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Basados en la en la comparación entre IEC y NEC, se determinó utilizar como base para proporcionar seguridad eléctrica en las nuevas instalaciones a: el Código Eléctrico Nacional (NEC), siendo la razón principal de esta decisión la familiarización de nuestro país con este sistema el cual facilitará el uso correcto del nuevo normativo.
2. Para obtener la primera parte del normativo eléctrico guatemalteco se realizó una combinación de sistemas, estándares y procesos de cumplimiento los cuales se han integrado cuidadosamente para que puedan actuar unidos.
3. IEC y NEC usados separadamente proporcionan seguridad eléctrica pero el uso de una combinación de los dos sistemas plantea ciertos problemas técnicos que son complejos y muchas veces no son los bastante obvios para la mayoría de los usuarios.
4. La creación del nuevo normativo eléctrico guatemalteco establecerá las obligaciones y recomendaciones para el diseño y el montaje de las nuevas instalaciones eléctricas, sin las cuales no se deberá permitir la conexión al sistema de distribución eléctrico nacional.
5. La norma IEC 60364 proporciona requisitos amplios sobre rendimiento, pero su utilización como documento de orientación para nuevas instalaciones no es factible. Por el contrario, NEC es utilizado como un documento de orientación por la mayor parte del personal técnico.

RECOMENDACIONES

1. Concientizar principalmente a las empresas comercializadoras del servicio eléctrico sobre la necesidad de velar por la protección de las personas, para que dichas empresas sean las responsables de verificar que las nuevas instalaciones cumplan con lo establecido en el normativo eléctrico antes de proveer el servicio al usuario final.
2. Con la implementación del normativo se garantizará la protección de las personas, animales y bienes, principalmente en las zonas rurales, donde las instalaciones eléctricas domiciliarias son realizadas por personas sin conocimientos sobre sistemas eléctricos.
3. E normativo deberá tener como mínimo reglas específicas y obligatorias para el diseño, la instalación y la aplicación de instalaciones de sistemas eléctricos, sin llegar a ser una guía para personas sin conocimientos sobre sistemas eléctricos.

BIBLIOGRAFÍA

1. DUKS, Paul. *Electrical installation requirements, a global perspective, by Underwriters Laboratories Inc.* Berna, Alemania: National Electrical Manufacturers Association, 1999. 105 p.
2. International Standard IEC 60364-1 part1. *Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions.* 4a ed. Suiza: International Electrotechnical Commission, COPYRIGHT, 2003. 10 p.
3. International Standard IEC 60364-5-52 Low-voltage electrical installations – Part 5-52. *Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems Edition 3.0 2009-10.* Suiza: International Electrotechnical Commission Copyright, 2009. 39 p.
4. National Fire Protection Association. *National Electrical Code, NFPA 70, NEC 2008.* 11a ed. Estados Unidos de América: NFPA, 2008. 840 p.
5. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005. *Instalaciones Eléctricas (utilización).* [en línea]. <[http://www.isademexico.com/filesdownload/sener/nom/NOM-001-SEDE-2005 / NOM-001-SEDE-2005.pdf](http://www.isademexico.com/filesdownload/sener/nom/NOM-001-SEDE-2005/NOM-001-SEDE-2005.pdf)>. [Consulta: mayo de 2019].

6. Norma Técnica Colombiana 2050 NTC 2050. *ICONTEC, Código eléctrico colombiano*. [en línea]. <<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf>>. [Consulta: mayo de 2019].