

**MANUAL DEL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO (NTC 2050)
METODOS Y MATERIALES DE LAS INSTALACIONES
SECCIONES (300-324)**

HUMBERTO CARLOS DAVILA POSADA

MAURICIO VILLA CASTAÑO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGIA ELÉCTRICA
PEREIRA
2008**

**MANUAL DEL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO (NTC 2050)
METODOS Y MATERIALES DE LAS INSTALACIONES
SECCIONES (300-324)**

HUMBERTO CARLOS DAVILA POSADA

MAURICIO VILLA CASTAÑO

TRABAJO DE GRADO

**Director
FABIO ANTONIO OCAMPO M.
INGENIERO ELECTRICISTA**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2008**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Pereira, Noviembre de 2008

A nuestros padres por depositar en nosotros todo su amor, confianza y fortaleza para afrontar todas las dificultades que se cruzan en el camino y por brindarnos la oportunidad de seguir afianzando nuestros conocimientos.

Dedicamos este trabajo a nuestras familias como muestra de agradecimiento por toda su dedicación y entrega durante todos estos años de nuestra vida.

Agradecimientos

Deseamos agradecer el apoyo al programa de Tecnología Eléctrica que nos ha dado la posibilidad de desarrollar este proyecto, sin el cual no hubiera sido posible hacer este manual. A nuestras familias, por su ayuda decidida e incondicional. También queremos dar un agradecimiento enorme a todos los profesores del programa de tecnología eléctrica que nos ayudaron en nuestra formación académica durante la carrera, especialmente al Ingeniero Fabio Antonio Ocampo M. Director de este proyecto por su ayuda incondicional y su entrega en el transcurso de este proceso y por habernos permitido hacer parte de este proyecto; que esperamos sea una gran herramienta, también queremos agradecer a todos nuestros compañeros por permitirnos compartir y hacer de nuestro pasó por la universidad la mejor experiencia de nuestras vidas.

RESUMEN

Este trabajo de grado tiene como enfoque principal el desarrollo de un manual del código eléctrico colombiano que permita entender y aplicar de manera más eficaz y más sencilla el código eléctrico. Las instalaciones eléctricas por muy sencillas o complejas que parezcan, son el medio mediante el cual los hogares y las industrias se abastecen de energía eléctrica para el funcionamiento de los aparatos domésticos o industriales respectivamente, que necesiten de ella. Es importante tener en cuenta los reglamentos que se deben cumplir al pie de la letra para garantizar un buen y duradero funcionamiento de estas instalaciones, es por eso que la finalidad del trabajo es brindar una herramienta que sea de gran utilidad para hacer correcto uso de la norma NTC 2050.

Este proyecto se ha desarrollado teniendo como base el texto completo de las secciones (300, 305, 310, 318, 320, 321, 324) del capítulo 3 de la NTC 2050 (METODOS Y ALAMBRADO DE LAS INSTALACIONES). Cada una de estas secciones está dividida por artículos, de los cuales muchos de estos tienen gran complejidad y poca claridad, por esta razón en gran parte de este manual se trató de explicar claramente cada uno de estos con comentarios, fotografías, dibujos, ejemplos numéricos.

La norma NTC 2050 tiene una gran dificultad en su contexto, ya que hay algunos artículos que para su entendimiento se refieren a otros pero de diferentes capítulos y secciones lo que implica revisar toda la norma, en el manual no hay necesidad de ir a buscar estos artículos ya que estos se explican allí mismo o en su caso se encuentran textualmente como están en la norma; esto facilita su entendimiento y es mucho más rápido.

Adicionalmente se realizaron una serie de anexos, uno de ellos comprende aspectos generales del RETIE, el otro anexo comprende las fases de un proyecto de instalaciones eléctricas.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado es un manual sobre la norma NTC 2050, código eléctrico colombiano (CEC).

La Norma Técnica Colombiana (**NTC 2050**) basada en el National Electrical Code (**NEC**) cuyo objeto es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad. Con el (**NEC**) surgió una serie de problemas por la manera en que se interpretaban los diferentes artículos; para eso se creó el **Handbook** cuyo objetivo era explicar de una manera fácil y didáctica los diferentes artículos de la norma, ya que la **NTC 2050** está basada en el **NEC**, surgió el mismo problema, por lo tanto con este manual se desea explicar clara y objetivamente las secciones 300- 324 del capítulo 3 de la **NTC 2050** (Métodos de Alambrado).

Este manual contiene el texto completo de las secciones 300-324 de la NTC 2050, cuenta con aclaraciones mediante comentarios, figuras, ejemplos numéricos. Los comentarios, las figuras (dibujos, fotografías) y los ejemplos numéricos de este manual fueron diseñados para ayudar a entender el uso y las aplicaciones de este código.

La característica y objetivo fundamental de este manual es brindar una herramienta para todas las personas que interactúen directamente con la norma como son estudiantes, técnicos, tecnólogos e ingenieros eléctricos y cualquier persona que deba tener conocimientos básicos en electricidad e instalaciones eléctricas con los cuales puedan hacer un buen uso de ellas.

En la realización de este trabajo se contó con los conocimientos y experiencia adquiridos durante toda la carrera de los autores y con la experiencia y conocimientos de los ingenieros eléctricos del programa de tecnología eléctrica de la Universidad Tecnológica de Pereira.

En el manual se utilizó el mismo formato de dos columnas que tiene la NTC 2050 para evitar confusiones y hacer más fácil su comprensión, por esta razón este trabajo no se presentó con la norma icontec.

008

**30
AÑO**



**HUMBERTO CARLOS DAVILA POSADA
MAURICIO VILLA CASTAÑO**

**TODOS Y MATERIALES
LAS INSTALACIONES**

CCIONES (300-324)

**MANUAL DEL CODIGO ELECTRICO COLOMBIANO
NTC 2050
METODOS Y MATERIALES DE LAS INSTALACIONES
SECCIONES (300-324)**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA**

2008

OBJETIVO GENERAL:

Explicar clara y objetivamente las secciones 300 a 324 de la Norma Técnica Colombiana NTC 20 50 (métodos y materiales de las instalaciones eléctricas).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Entender cada una de las secciones comprendidas entre la 300 y 324 de la NTC 20-50.
- Dar un enfoque a las secciones en mención, basándose en el entorno colombiano.
- Identificar los puntos de mayor complejidad y buscar una forma objetiva y didáctica de explicarla.
- Brindar los medios para que personas sin estudios técnicos especializados puedan entender la norma.

¿COMO SE USA ESTE MANUAL?

Los comentarios en este manual están diseñados para ayudar a los usuarios a entender y aplicar la norma. Todo esto se encuentra con letra azul en recuadros azul claro.

Este manual contiene ejemplos numéricos que facilitan al usuario a realizar cálculos de acuerdo a las tablas.

Al comienzo de cada sección este manual cuenta con una tabla de contenido que dirige a la información específica.

Cuenta con mas de 100 explicaciones entre ellas ilustraciones, fotografías y comentarios. Estas están demarcadas en recuadros azules y numeradas secuencialmente según la sección en que se encuentra.

Las tablas muestran de una forma organizada la información compleja en los artículos que la requieren.

Este documento contiene texto completo de las secciones 300-324 de la NTC 2050. Esta impreso en letra negra sobre fondo blanco.

112 Capítulo 3. Métodos y alambrado de las instalaciones.

3) Polarización del mecanismo electroquímico.

Esto se puede lograr bien eliminando el oxígeno disuelto, bien mediante la adición en el medio agresivo de ciertas sustancias llamadas inhibidores, las cuales pueden llegar a polarizar uno de los electrodos de la pila de corrosión y por lo tanto, llegar a detener o cuanto menos disminuir sus efectos. En la práctica, lo anterior conlleva una modificación del entorno o medio.




Figura 300-18. Protección contra la corrosión con un ánodo de sacrificio.

Empalmes. En las obras, no es necesario que empalmes o uniones de conductores de un circuito con cordones o cables multiconductores sean en cajas. Véanse los Artículos 110-14(b) y 110-9. Cuando se haga un cambio a un sistema de conductos o sistemas de tuberías o de cables con recubrimiento metálico, se debe instalar una conductoleta o accesorio con un agujero independiente con pasacables para cada conductor.

Ejemplo 1

Como calcular el ancho de la bandeja portacables:

CABLES CALIBRE (4/0 AWG Y MAYORES

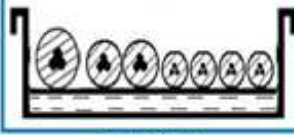


Figura 318-11. Ancho de las bandejas para conductores mayores a 4/0 AWG

Calibre del cable	Diámetro Externo (D)	Nº de Cables (N)	Subtotal de la suma de los diámetros (D)(N)
3/C- # 500 Kcmil	5,388 cm	1	5,388 cm
3/C- # 250 Kcmil	4,124 cm	2	8,248 cm
3/C- # 4/0 AWG	3,702 cm	4	14,808 cm

La suma de todos diámetros de los cables es igual a 28,444 cm lo que nos indica que necesitamos una bandeja de ancho interior de 30 cm.

(2) Si todos los cables son de sección transversal más pequeña que 107,21 mm² (4/0 AWG), la suma de las secciones transversales de todos los cables no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 1 de la Tabla 318-9, para la correspondiente anchura de la bandeja.

2008 Manual del Código Eléctrico Colombiano

CONTENIDO	
	Pág.
GLOSARIO	15
CAPITULO 3- METODOS Y MATERIALES DE LAS INSTALACIONES	
SECCION	pág.
300. métodos de alambrado	17
A. Requisitos generales	19
B. Requisitos para instalaciones de más De 600 V nominales	45
305. Instalaciones provisionales	47
310. Conductores para instalaciones en General	54
318. Bandejas portacables	104
320. Alambrado a la vista sobre aisladores	124
321. Alambrado soportado por cable mensajero	130
324. Instalaciones ocultas en aisladores de Carrete	133
CONCLUSIONES	137
BIBLIOGRAFIA	138
LISTA DE FIGURAS	
FIGURA	pág.
SECCIÓN 300	
300-1. Protección contra sobrecorriente de un circuito clase 1 de potencia limitada.	20
300-2. Protección contra sobrecorriente de un circuito clase 2 de potencia limitada.	20
300-3. Panel de distribución tipo columna.	21
300-4. Conductores del mismo cto. en distinta canalización.	23
300-5. Conductores instalados en el mismo encerramiento.	24
300-6. Circuito de control y potencia en un mismo encerramiento.	24
300-7. Pasacables de acero usado para proteger el conductor.	25
300-8. Viga de madera atravesada por una canalización portadora de conductores.	25
300-9. Niple de acero	25
300-10. Cables paralelos a los miembros estructurales	26

FIGURA	pág.
300-11. Canalización entre paneles de yeso	26
300-12. Vista superior	27
300-13. Conductores de entrada protegidos por un bushing	27
300-14. Protección con un acople roscado	27
300-15. Niveles de profundidad de tubos conduit según la tabla 300-5.	28
300-16. Distancia mínima sobre el acabado del terreno.	28
300-17. Cable tipo UF (Underground Feeder), alimentador bajo tierra. Enterramiento de conductores de acuerdo a la tabla 300-5.	29
300-18. Protección contra la corrosión con un ánodo de sacrificio.	30
300-19. Distancia entre la pared y la canalización en lugares húmedos	31
300-20. Cable a la vista en caja no metálica	33
300-21. Conductores de distinta temperatura en cajas no metálicas.	33
300-22. Reducción del ruido en el circuito de puesta a tierra.	33
300-23. Alambrado sobre tejado cielo/raso.	34
300-24. Longitud mínima en cajas para empales	35
300-25. Conduleta	36
300-26. Cables blindados, tipo AC.	36
300-27. Cables con cubierta metálica, tipo MC.	37
300-28. Tomacorriente	38
300-29. Artefactos conectados a circuitos ramales con diferente temperatura.	38
300-30. Caja de empalme	39
300-31. Tubería metálica flexible	40
300-32. Tubo (conduit) de metal flexible	40
300-33. Soportes aislantes utilizados para prevenir que el peso vertical de los conductores dañe el aislamiento de los mismos y se muevan dentro de la canalización.	41
300-34. Inducción magnética	42
300-35. Sin inducción magnética	42
300-36. Separación mínima entre cajas instaladas	42

FIGURA		pág.
SECCIÓN 305		
305-1.	Acometida	47
305-2.	Conexión al conductor puesto a tierra	48
305-3.	Interruptor automático	49
305-4.	Tensión de contacto	50
305-5.	Interruptor con detección de falla a Tierra (GFCI)	51
305-6.	Toma corriente puesto a tierra	52
SECCIÓN 310		
310-1		
310-2.	Conductor de aluminio	55
310-3.	Conductor de cobre	55
310-4.	Conductores cableados	55
310-5.	Cable multiconductor sin blindaje	58
310-6.	Cable multiconductor con blindaje	58
310-7.	Identificación del conductor puesto a tierra.	61
310-8.	Identificación del conductor de puesta a tierra.	62
310-9.	Canalizaciones subterráneas	75
SECCIÓN 318		
318-1.	Tipos de bandejas	105
318-2.	Elementos cortantes en las bandejas	106
318-3.	Uso incorrecto de las bandejas	106
318-4.	Disposición de las bandejas	107
318-5.	Sistema completo de bandejas	108
318-6.	Cable tipo MC	108
318-7.	Cable convencional	109
318-8.	Cable libre de halógenos	109
318-9.	Bandeja porta cables como conductor De puesta a tierra de equipos	110
318-10.	Bandeja con tubo conduit y pasacable	112
318-11.	Ancho de las bandejas para conductores mayores a 4/0 AWG	112
318-12.	Ancho de las bandejas para cables multiconductores menores 4/0 AWG	113

FIGURA		pág.
318-13.	Ancho de las bandejas para cables mayores o cables 4/0 AWG con menores a 4/0 AWG	113
318-14.	Mal uso de las bandejas portacables	114
318-15.	Excepción factores de corrección	118
318-16.	Separación entre conductores	119
318-17.	Separación entre conductores instalados en ternas	120
318-18.	Tramo recto	121
318-19.	Curva horizontal de 45 grados	121
318-20.	Curva horizontal de 90 grados	121
318-21.	Curva auto ajustable	121
318-22.	Codo de 90 grados	122
318-23.	Codo de 45 grados	122
318-24.	Curva vertical para subir de 45 grados	122
318-25.	Curva vertical para subir de 90 grados	122
318-26.	Curva vertical para bajar de 45 grados	122
318-27.	Curva vertical para bajar de 90 grados	122
318-28.	Te (T)	123
318-29.	Cruces (X)	123
318-30.	Soporte tipo universal	123
318-31.	Soporte de suspensión tipo peldaño	123
SECCIÓN 320		
320-1.	Aisladores de pared	124
320-2.	Abrazaderas	124
320-3.	Tubos flexibles	124
320-4.	Tubos rígidos	124
320-5.	Alambrado a la vista sobre aisladores de pared	125
320-6.	Soporte a menos de 0,3 m de la conexión final con un porta bombillas o tomacorriente	126
320-7.	Tubería en tramos no mayores a 4.5 m	127
320-8.	Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera	127
320-9.	Bucle de goteo	128

FIGURA	SECCIÓN 321	pág.
321-1.	Guarda cabos	130
321-2.	Anillos	130
321-3.	Cable auto soportado	130
321-4.	Cable mensajero soportado con anillos	131
FIGURA	SECCIÓN 324	pág.
324-1.	Instalación oculta con conductores suspendidos por aisladores	133
324-2.	Instalación oculta con tubería	134
324-3.	Vista superior de empalme de los conductores	134
324-4.	Conductores atravesando de la edificación suspendido por los aisladores de carrete	136

ANEXOS	
Anexo 1 Aspectos generales del RETIE	139
Anexo 2 Fases de un proyecto de instalaciones eléctricas	143
Anexos tablas	
Tabla 300-5 Requisitos mínimos de enterramiento en instalaciones de 0 a 600 voltios nominales	
Tabla 300-19 Separación de los soportes de los conductores	
Tabla 310-13 Aplicaciones y aislamiento de los conductores	
Tabla 310-63 Espesor del aislante y del forro de conductores dieléctricos aislados macizos no blindados para 2001 a 8000 voltios (en mils)	
Tabla 400-4 Cables y cordones flexibles	

DEFINICIONES

(NOTA): todas las definiciones encontradas en esta lista son propias de la norma NTC 2050.

Accesible (referido a métodos de alambrado): que se puede desmontar o quitar sin daños a la estructura o acabado del edificio, o que no está permanentemente cerrada por la estructura o acabado del edificio (véanse las definiciones de "Oculto" y "A la vista de").

Acometida: derivación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

Alimentador: todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.

Bandeja portacables: unidad o conjunto de unidades, con sus accesorios, que forman una estructura rígida utilizada para soportar cables y canalizaciones.

Canalización: canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras, con las funciones adicionales que permita este código. Hay canalizaciones, entre otras, de conductos de metal rígido, de conductos rígidos no metálicos, de conductos metálicos intermedios, de conductos flexibles e impermeables, de tuberías metálicas flexibles, de conductos metálicos flexibles, de tuberías eléctricas no metálicas, de tuberías eléctricas metálicas, subterráneas, de hormigón en el suelo, de metal en el suelo, superficiales, de cables y de barras.

Capacidad de corriente: corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal de servicio.

Circuito ramal: conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y la salida o salidas.

Clavija, enchufe: dispositivo introducido o retirado manualmente de un tomacorriente, el cual posee patas (contactos macho) que entran en contacto con los contactos hembra del tomacorriente.

Conductor de puesta a tierra (*Grounding conductor*): conductor utilizado para conectar los equipos o el circuito puesto a tierra de una instalación, al electrodo o electrodos de tierra de la instalación.

Conductor de puesta a tierra de los equipos: conductor utilizado para conectar las partes metálicas que no transportan corriente de los equipos, canalizaciones y otros encerramientos, al conductor puesto a tierra, al conductor del electrodo de tierra de la instalación o a ambos, en los equipos de acometida o en el punto de origen de un sistema derivado independiente.

Conductor del electrodo de puesta a tierra: conductor utilizado para conectar el electrodo de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra de los equipos, al conductor puesto a tierra o a ambos, del circuito en los equipos de acometida o en punto de origen de un sistema derivado independiente.

Conductor puesto a tierra (*Grounded conductor*): conductor de una instalación o circuito conectado intencionalmente a tierra. Generalmente es el neutro de un sistema monofásico o de un sistema trifásico en estrella.

Conduit: tubo rígido metálico o no metálico, destinado para alojar conductores eléctricos.

Electrodo de puesta a tierra: elemento o conjunto metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física o suelo, ubicado lo más cerca posible del área de conexión del conductor de puesta a tierra al sistema. Puede ser una varilla destinada específicamente para ese uso o el elemento metálico de la estructura, la tubería metálica de agua en contacto directo con la tierra, un anillo o una malla formados por uno o más conductores desnudos destinados para este uso.

Interruptor de circuito contra fallas a tierra (GFCI): dispositivo diseñado para la protección de las personas, que funciona cortando el paso de corriente por un circuito o parte del mismo dentro de un determinado lapso, cuando la corriente a tierra supera un valor predeterminado, menor que el necesario para que funcione el dispositivo protector contra sobrecorriente del circuito de suministro.

Panel de distribución (*Panelboard*): un solo panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel, que incluye elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede estar equipado con interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; esta diseñado para ser instalado en un armario o caja colocado en o sobre una pared o tabique y es accesible sólo por su frente.

Puente de conexión equipotencial: conductor confiable que asegura la conductividad eléctrica necesaria entre las partes metálicas que deben estar eléctricamente conectadas entre sí.

Tierra: conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el suelo tierra o con algún cuerpo conductor que pueda servir en lugar del suelo.

Tomacorriente: dispositivo que tiene contactos hembra para la conexión de una clavija y terminales para la conexión a los circuitos de salida. Un tomacorriente sencillo es un dispositivo sencillo sin más dispositivos de contacto en el mismo molde. Un tomacorriente múltiple es un dispositivo que contiene dos o más tomacorrientes. [1]

Sección 300 - MÉTODOS DE ALAMBRADO

CONTENIDO	
A. REQUISITOS GENERALES.	
300-1. Alcance.	
(a) Todas las instalaciones.	
(b) Partes integrales del equipo.	
300-2. Limitaciones.	
(a) De tensión.	
(b) De temperatura.	
300-3. Conductores.	
(a) Conductores sencillos.	
(b) Conductores del mismo circuito.	
(c) Conductores de sistemas diferentes.	
300-4. Protección contra daños físicos.	
(a) Cables y conductos a través de elementos de madera.	
(b) Cables con recubrimiento no metálico y tubería eléctrica no metálica a través de miembros estructurales metálicos.	
(c) Cables a través de espacios detrás de paneles diseñados para permitir el acceso.	
(d) Cables y canalizaciones paralelos a los miembros estructurales.	
(e) Cables y canalizaciones en ranuras poco profundas.	
(f) Accesorios aislados.	
300-5. Instalaciones subterráneas.	
(a) Requisitos mínimos de cobertura.	
(b) Puesta a tierra.	
(c) Cables subterráneos bajo edificios.	
(d) Protección contra daños.	
(e) Empalmes y conexiones.	
(f) Relleno.	
(g) Sellado de la canalización.	
	(h) Pasacables.
	(i) Conductores del mismo circuito.
	(j) Movimientos del terreno.
	300-6. Protección contra la corrosión.
	(a) Generalidades.
	(b) En concreto o en contacto directo con la tierra.
	(c) En lugares internos mojados.
	300-7. Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas.
	(a) Sellado.
	(b) Juntas de dilatación.
	300-8. Instalación de conductores con otros sistemas.
	300-9. Puesta a tierra de los encerramientos metálicos.
	300-10. Continuidad eléctrica de las canalizaciones y encerramientos metálicos.
	300-11. Sujeciones y soportes.
	(a) Sujeción en sitio.
	(b) Canalizaciones usadas como medio de soporte.
	300-12. Continuidad mecánica de las canalizaciones y cables.
	300-13. Continuidad mecánica y eléctrica de los conductores.
	(a) Generalidades.
	(b) Eliminación de elementos eléctricos.
	300-14. Longitud de los conductores libres en las salidas, uniones y puntos de conmutación.

300-15. Cajas, conduletas o accesorios: cuándo son necesarios.

- (a) Cajas o conduletas.
- (b) Sólo cajas.
- (c) Herrajes y conectores.
- (d) Equipos.

300-16. Transición de canalización o cable hasta alambrado oculto o a la vista.

- (a) Caja o accesorio.
- (b) Pasacables.

300-17. Número y tamaño de los conductores en una canalización.

300-18. Instalación de las canalizaciones.

300-19. Soporte de los conductores en canalizaciones verticales.

- (a) Intervalos de separación máximos.
- (b) Métodos de soporte.

300-20. Corrientes inducidas en encerramientos o canalizaciones metálicas.

- (a) Conductores agrupados.
- (b) Conductores individuales.

300-21. Propagación del fuego o de los productos de combustión.

300-22. Alambrado en ductos, cámaras de aire y otros espacios de circulación de aire.

- (a) Ductos para la extracción de polvo, pelusas y vapor.
- (b) Ductos o cámaras de aire para ventilación ambiental.
- (c) Otros espacios de ventilación ambiental.
- (d) Equipos de proceso de datos.

300-23. Paneles diseñados para permitir el acceso.

B. Requisitos para instalaciones de más de 600 V nominales.

300-31. Cubiertas requeridas.

300-32. Conductores de diferentes sistemas.

300-34. Radio de curvatura de los conductores.

300-35. Protección contra calentamiento por inducción.

300-36. Puesta a tierra.

300-37. Instalaciones subterráneas.

A. REQUISITOS GENERALES

300-1. Alcance.

(a) Todas las instalaciones. Esta Sección recoge los métodos de alambrado para todas las instalaciones excepto los modificados por otros artículos.

Excepción n.º 1: Lo permitido por la Sección 504, Sistemas de seguridad intrínseca.

Sistema de seguridad intrínseca. Conjunto de equipos de seguridad intrínseca, equipos asociados y cables de interconexión cuyas partes que se puedan utilizar en lugares peligrosos (clasificados) son circuitos de seguridad intrínseca.

La Seguridad Intrínseca es uno de los modos de protección, que consiste en impedir, a través de medidas de conexión o construcción, que el aparato eléctrico pueda producir la ignición de la atmósfera explosiva, ya sea por la energía máxima puesta en juego en el circuito o por partes calientes

Excepción n.º 2: A los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 sólo se aplican los Artículos a que hace referencia a la sección 725.

Circuito de Clase 1: Parte del sistema de alambrado entre la salida del dispositivo de protección contra sobrecorriente o el suministro de potencia limitada y los equipos conectados. Las limitaciones de tensión y potencia de la fuente de alimentación están de acuerdo con el Artículo 725-21.

Circuito de Clase 2: Parte del sistema de alambrado entre el lado de la carga de una fuente de alimentación de Clase 2 y los equipos conectados. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito de Clase 2 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego y ofrece protección aceptable contra choque eléctrico. Las limitaciones de tensión y potencia de la fuente de alimentación están de acuerdo con el Artículo 725-41.

Circuito de Clase 3: Parte del sistema de alambrado entre el lado de la carga de una fuente de alimentación de Clase 3 y los equipos conectados. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito de Clase 3 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego. Como en este circuito se permiten niveles de tensión y corriente mayores a los de Clase 2, debe tener medidas adicionales de seguridad que brinden protección contra el riesgo de choque eléctrico que pudiera encontrar. Las limitaciones de tensión y potencia de la fuente de alimentación están de acuerdo con el Artículo 725-41.

NOTA CLASE1, 2, 3: Estos circuitos pueden ser de control remoto, señalización o de potencia limitada. Cada uno de estos debe cumplir unos parámetros para distinguir que clase es:

Los circuitos de potencia limitada clase 1 deben estar conectados a una fuente de alimentación de no más de 30 V y 1 000 VA nominales.

Los circuitos de control remoto y señalización clase 1 no deben pasar de 600 V. No es necesario limitar la potencia de salida de la fuente de alimentación.

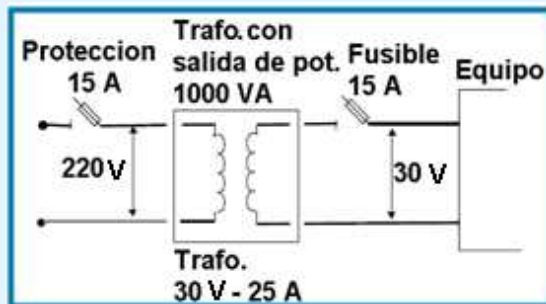


Figura 300-1.

Protección contra sobrecorriente de un circuito clase 1 de potencia limitada.

Para establecer los parámetros que distinguen los circuitos clase 2 y 3 se debe tener en cuenta las Tablas 11(a) y 11(b) del Capítulo 9 que establecen los requisitos de las fuentes de alimentación certificadas para Clase 2 y Clase 3.

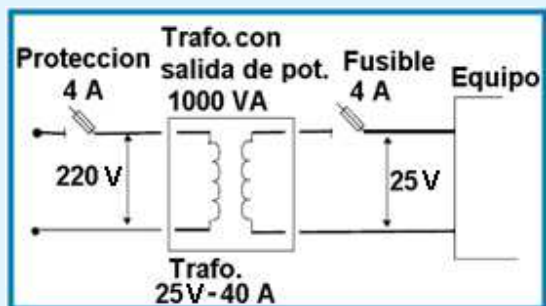


Figura 300-2.

Protección contra sobrecorriente de un circuito clase 2 de potencia limitada.

Excepción nº. 3: A los circuitos de alarma contra incendios sólo se aplican los Artículos a que hace referencia la Sección 760.

Sección 760-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación del alambrado y equipos de los sistemas de alarma contra incendios, incluidos todos los circuitos controlados y alimentados desde el propio sistema de alarma.

Excepción nº. 4: A los cables de fibra óptica sólo se aplican los Artículos a que hace referencia la Sección 770.

Sección 770-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a la instalación de cables y canalizaciones de fibra óptica. Esta Sección no trata de la construcción de los cables y canalizaciones de fibra óptica.

Excepción nº. 5: A los circuitos de comunicaciones sólo se aplican los Artículos a que hace referencia la Sección 800.

Sección 800-1. Alcance. Esta Sección trata de los sistemas telefónicos, telegráficos (excepto radiotelégrafo), alambrados exterior de alarma contra incendios y contra robos y otros similares dependientes de una estación central; también de los sistemas telefónicos no conectados a una estación central pero que utilizan equipos, métodos de instalación y de mantenimiento similares.

Excepción nº. 6: A los equipos de radio y TV sólo se aplican los Artículos a que hace referencia la Sección 810.

Sección 810-1. Alcance. Esta Sección trata de los equipos receptores de radio y televisión (TV) y de los equipos transmisores y receptores de radioaficionados, pero no de los equipos y antenas utilizados para acoplar la corriente portadora a los conductores de la red de suministro.

Excepción nº. 7: A los sistemas de antenas colectivas de radio y TV sólo se aplican los Artículos a que hace referencia la Sección 820.

Sección 820-1. Alcance. Esta Sección cubre la distribución por cable coaxial de señales de radiofrecuencia empleadas típicamente en sistemas de antenas comunales de televisión (CATV).

(b) Partes integrales del equipo. Las disposiciones de esta Sección no están previstas para ser aplicadas a conductores que formen parte

integral de equipos, tales como motores, controladores, centros de control de motores o equipos de mando y control, montados en fábricas.

300-2. Limitaciones.

(a) De tensión. Cuando no estén específicamente limitados por alguna Sección del Capítulo 3, los métodos de alambrado de este Capítulo se aplicarán a instalaciones de 600 V nominales o menos. Cuando esté expresamente permitido en cualquier otro lugar de este *Código*, estos métodos se podrán aplicar a circuitos de más de 600 V nominales.

(b) De temperatura. Los límites de temperatura de los conductores deben estar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 310-10.

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. Para mayor información ver 110.14(c) LIMITES DE TEMPERATURA.

300-3. Conductores.

(a) Conductores sencillos. Sólo se permite instalar conductores sencillos de los especificados en la Tabla 310-13 (Aplicaciones y aislamiento de los conductores), cuando formen parte de uno de los métodos de alambrado reconocidos en este Capítulo 3.

(b) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando los haya, deben estar instalados en la misma canalización, bandeja portacables, zanja, cable o cordón.

Excepción n.º 1 a (b): Se permite que los conductores de cables sencillos de tipo MI con forro no magnético e instalados de acuerdo con el Artículo 330-16, vayan en cables separados.

330-1. Definición. Un cable con aislamiento mineral y recubrimiento metálico de tipo MI es un cable ensamblado en fábrica, de uno o más conductores aislados con mineral refractario de alta compresión y encerrado en un blindaje continuo de cobre o de aleación de acero hermético a los líquidos y a los gases.

330-16. Cables sencillos. Cuando se usen cables sencillos, todos los conductores de fase y el neutro, cuando exista, se deben agrupar para minimizar la tensión inducida en el recubrimiento. Cuando entren en encerramientos de metales ferrosos los cables sencillos, la instalación debe cumplir lo establecido en el Artículo 300-20 para evitar el calentamiento por inducción.

Excepción n.º 2 a (b): Los paneles de distribución de tipo columna con canaletas auxiliares y cajas de desconexión en las que termine el neutro. Ver figura 3.1

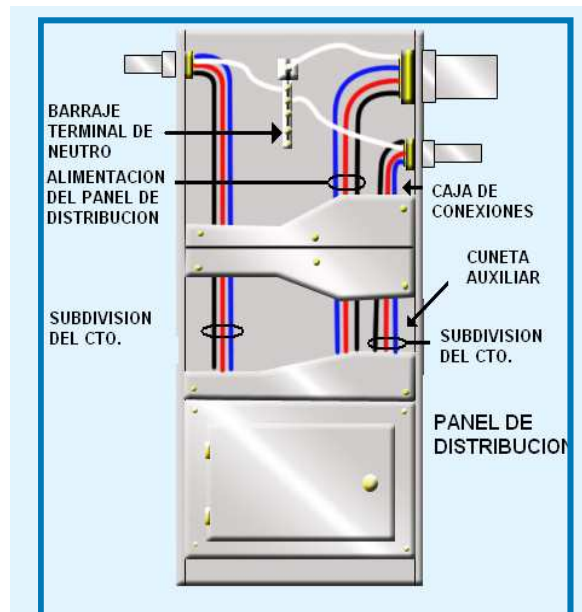


FIGURA 300-3.

Panel de distribución tipo columna

NOTA: Es una excepción debido a que el neutro termina en un barraje y no acompaña a las fases dentro de las canalizaciones como lo indica el artículo 300-3.

Excepción nº 3 a (a) y (b): Lo que permiten los Artículos 250-57(b), 250-79(f), 300-5(i), 300-20(b), 318-8(d) y 339-3(a)(2).

250-57. Equipo fijo en sitio o conectado por método de alambrado permanente - Puesta a tierra.

b) Con los conductores del circuito. Los conductores de puesta a tierra de equipos se permiten aislados, forrados o desnudos. Si estos conductores se encuentran aislados o forrados deben de tener un acabado exterior continuo verde o verde con una o varias rayas amarillas.

Los conductores de puesta a tierra se pueden instalar fuera una canalización, por eso este artículo es tomado como una excepción.

250-79 Puentes de conexión equipotencial principal y de equipos.

f) Instalación del puente de conexión equipotencial de los equipos. Hay 2 formas de instalación que son dentro y fuera de una canalización o encerramiento. Si se instala fuera, la longitud del puente no debe superar 1,80 m y debe instalarse con la canalización o armario. Si se instala dentro de la canalización, el puente de conexión equipotencial de los equipos debe cumplir los requisitos de los Artículos 250-114 y 310-12.b).

300-5. Instalaciones subterráneas.

(i) Conductores del mismo circuito. los conductores del mismo circuito, los conductores puestos a tierra, cuando existan, y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos, se deben instalar en la misma canalización o lo más próximos posible en la misma zanja.

300-20. Corrientes inducidas en encerramientos o canalizaciones metálicas

(b) Conductores individuales. Cuando un solo conductor de corriente alterna pase por un metal con propiedades magnéticas, se deben minimizar los efectos de la inducción con alguno de estos dos métodos: (1) haciendo ranuras en la parte metálica que quede entre los agujeros por los que pasa el conductor o (2) pasando todos los conductores del circuito a través de una pared aislante suficientemente grande para que quepan todos.

(NOTA): la figura se encuentra en el artículo 300-20 en la página 24

318-8. Instalación de los cables

(d) Conectados en paralelo. Cuando los cables de un solo conductor (fase o neutro) de un circuito se conecten en paralelo como lo permite el Artículo 310-4, los conductores se deben instalar en grupos, consistentes en no más de un conductor de fase o neutro para evitar desequilibrios de corriente en los conductores debidos a la reactancia inductiva. Los conductores sencillos se deben empaquetar firmemente en grupos para evitar movimiento excesivo si se producen fuerzas magnéticas por fallas a tierra.

339-3 Uso.

(a) Usos permitidos.

(2) Cuando se instalen cables unifilares, todos los cables del alimentador o circuito ramal, incluido el neutro y el conductor de puesta a tierra de los equipos, si lo hubiera, deben ir juntos en la misma zanja o canalización.

Excepción nº. 4: Lo que permite el Artículo 310-4 para conductores en paralelo

310-4. Conductores en paralelo.

Los conductores de aluminio, aluminio recubierto de cobre o cobre de sección transversal 53,50 mm² (1/0 AWG) y mayor, que sean los conductores de fase, el neutro o el conductor puesto a tierra de un circuito, pueden ir conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos para formar un solo conductor).

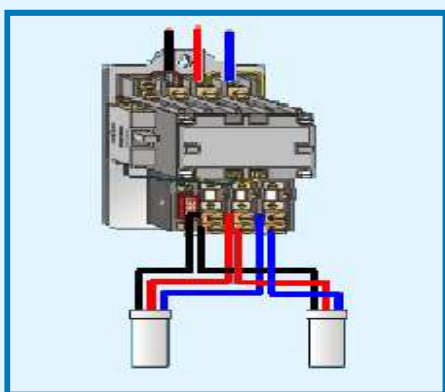


Figura 300-4.
Conductores del mismo cto. en distinta canalización.

(c) Conductores de sistemas diferentes.

(1) De 600 V nominales o menos. Se permite que los conductores de los circuitos de 600 V nominales o menos, de corriente directa y corriente alterna, ocupen los mismos encerramientos, cables o canalizaciones. Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión máxima de cualquier conductor del circuito que se encuentre en el encerramiento, cable o canalización. Los conductores no blindados deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión máxima de cualquier conductor del circuito que se encuentre dentro del encerramiento, cable o canalización.

Excepción: En los sistemas solares fotovoltaicos, según el Artículo 690-4(b).

Los circuitos de las fuentes fotovoltaicas y los circuitos de salida fotovoltaica se pueden instalar en la misma bandeja, canalización o caja que un circuito de energía eléctrica siempre y cuando estén separados por una barrera o estén conectados entre sí.

(NOTA): Para los conductores de los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3, véase el Artículo 725-54(a)(1).

725-54. Instalación de conductores y equipos

(a) Separación entre los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y alarma contra incendios de potencia no limitada.

(1) En cables, compartimientos, bandejas portacables, encerramientos, cámaras de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos y canalizaciones. Los conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3 no deben ubicarse en cables, compartimientos, bandejas portacables, encerramientos, cámaras de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos ni canalizaciones o accesorios similares con conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada. Excepto: véase (725-25)

(2) De más de 600 V nominales. Los conductores de los circuitos de más de 600 V nominales no deben ocupar el mismo encerramiento, cable o canalización que los conductores de circuitos de 600 V nominales o menos.

(NOTA): Véase el Artículo 300-32, Conductores de diversos sistemas, de más de 600 V nominales.

300-32. Conductores de diferentes sistemas.

Los conductores de instalaciones de 600 V nominales o menos no deben estar instalados en las mismas canalizaciones, cables, cajas o encerramientos que los conductores de instalaciones de más de 600 V nominales.

Excepción n.º 1: Se permite que el alambrado del secundario de bombillas de descarga de 1000 V o menos, si está aislado para la correspondiente tensión del secundario, ocupe el mismo encerramiento del elemento de alumbrado, aviso o iluminación de contorno que los conductores del circuito ramal.

Excepción n.º 2: Se permite que los conductores del primario de los balastos de bombillas de descarga, aislados para la tensión del primario del balasto, si están instalados dentro del encerramiento de la instalación, ocupen el mismo encerramiento del elemento de alumbrado, aviso o iluminación de contorno que los conductores del circuito ramal.

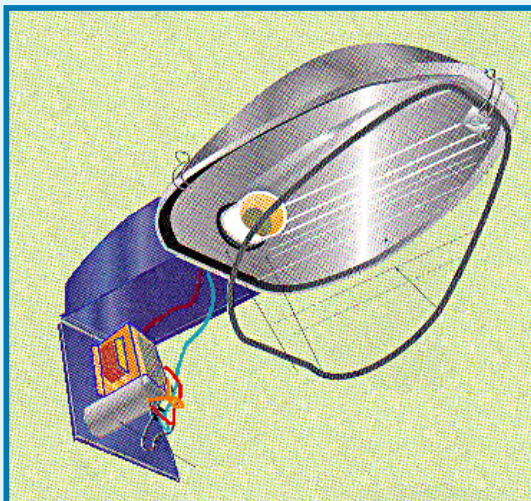


Figura 300-5.
Conductores instalados en el mismo encerramiento.

Excepción n.º 3: Se permite que los conductores de excitación, mando, relés y amperímetros utilizados en combinación con cualquier motor o motor de arranque, ocupen el mismo encerramiento que los conductores del circuito del motor.



Figura 300-6.
Circuito de control y potencia en un mismo encerramiento

300-4. Protección contra daños físicos. Cuando Estén expuestos a daños físicos, los conductores deben ir debidamente protegidos.

(a) Cables y conductos a través de elementos de madera.

(1) orificios perforados. En los lugares expuestos y ocultos, cuando haya una instalación de cables o conductos a través de orificios perforados hechos en pilares, cerchas o vigas de madera, los orificios se deben hacer de modo que el borde de los mismos esté situado a una distancia no inferior a 30 mm del borde más próximo del elemento de madera. Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o conducto del contacto de tornillos o clavos mediante una placa o pasacables de acero de espesor mínimo de 1.5 mm y de longitud y anchura adecuadas, instalada de modo que proteja el paso del cable.

Excepción: Las canalizaciones de las que tratan las Secciones 345, 346, 347 y 348.



Figura 300-7.
Pasacables de acero usado para proteger el conductor.

(2) Ranuras en la madera. Cuando no haya inconveniente porque no se debilite la estructura del edificio, en los lugares expuestos y ocultos se permite hacer ranuras en los pilares, vigas, cerchas u otros elementos de madera donde el cable o canalización que pase por las mismas estén protegidos contra clavos o tornillos por una placa de acero de espesor mínimo de 1.5 mm, instalada antes de acabar las superficies del edificio.

Excepción: Las canalizaciones de las que tratan las Secciones 345, 346, 347 y 348.

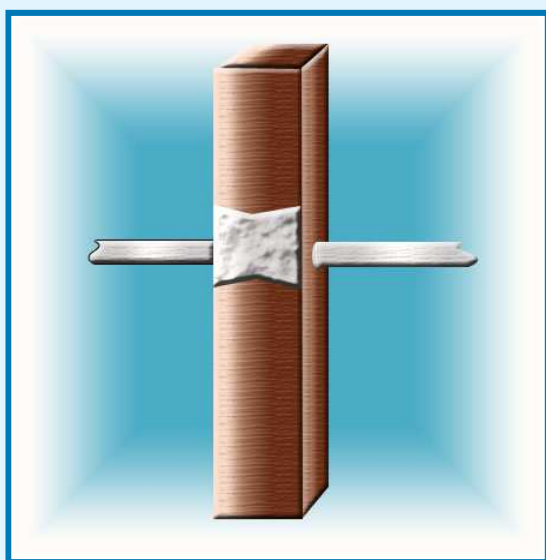


Figura 300-8.
Viga de madera atravesada por una canalización portadora de conductores, protegida por una placa metálica de espesor de 1.5 mm para evitar daño en la canalización.

(b) Cables con recubrimiento no metálico y tubería eléctrica no metálica a través de miembros estructurales metálicos.

(1) Cables con recubrimiento no metálico. En lugares expuestos y ocultos, cuando haya cables con recubrimiento no metálico que pasen por ranuras u orificios hechos en fábrica o en obra sobre miembros metálicos, se debe proteger el cable mediante pasacables o casquillos bien sujetos a la abertura antes de instalar el cable.

(2) Cables con recubrimiento no metálico y tubería eléctrica no metálica. Cuando sea probable que haya clavos o tornillos que puedan penetrar en el forro no metálico de un cable o en una tubería eléctrica no metálica, se debe proteger el cable o tubería mediante un niple de acero, lámina de acero o abrazadera de acero de un espesor no inferior a 1.5 mm.



Figura 300-9.
Estos son algunos de los niples de acero utilizados para proteger los conductores y tuberías que pueda ser atravesada por puntillas u otros elementos.

(c) Cables a través de espacios detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables o canalizaciones instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso, deben ir apoyados de acuerdo con los Artículos que les sean de aplicación.

300-11. Sujeciones y soportes.

(a) Sujeción en sitio. Las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, armarios y herrajes deben estar bien sujetos. No se permite utilizar como único apoyo cables de soporte que no ofrezcan resistencia suficiente.

300-23. Paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables, canalizaciones y equipos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso, incluidos los paneles del cielo rasos suspendidos, deben estar instalados y sujetos de manera que permitan quitar los paneles y acceder a los equipos.

(d) Cables y canalizaciones paralelos a los miembros estructurales. En lugares expuestos y ocultos, cuando se instalen cables o canalizaciones paralelos a los miembros estructurales como pies derechos o pilares, vigas o cerchas, el cable o canalización se debe instalar y sujetar de modo que la superficie exterior más cercana del cable o canalización quede a no menos de 30 mm del borde más cercano del miembro estructural por el que sea probable que puedan penetrar clavos o tornillos. Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o conducto del contacto de tornillos o clavos mediante una placa o lámina de acero de espesor mínimo 1.5 mm.

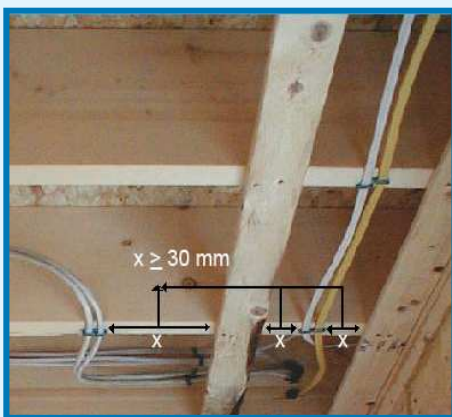


Figura 300-10.
Cables paralelos a los miembros estructurales

Excepción nº. 1: Canalizaciones de las que tratan las Secciones 345, 346, 347 y 348.

Sección 345 - TUBO (CONDUIT) METÁLICO INTERMEDIO - NTC169 (Tipo IMC)

Sección 346 - TUBO (CONDUIT) METÁLICO RÍGIDO - NTC 171 (Tipo Rígido)

Sección 347 - TUBO (CONDUIT) RÍGIDO NO METÁLICO - NTC 979

Sección 348 - TUBERÍA ELÉCTRICA METÁLICA - NTC 105 (Tipo EMT)

Excepción nº. 2: Para espacios ocultos de edificios acabados o en los paneles acabados para edificios prefabricados en los que no se pueda aplicar dicho soporte, se permite sujetar los cables entre los puntos de acceso.

Excepción nº. 3: Para viviendas móviles y vehículos recreativos.

(e) Cables y canalizaciones en ranuras poco profundas. Los cables o canalizaciones instalados en una ranura que se tape con paneles de yeso, paneles decorativos o algún otro acabado similar, se deben proteger con una lámina, lámina o equivalente de acero de 1.5 mm de espesor o por un espacio libre no inferior a 30 mm a todo lo largo de la ranura en la que esté instalado el cable o canalización.

Excepción: Las canalizaciones de las que tratan las Secciones 345, 346, 347 y 348.

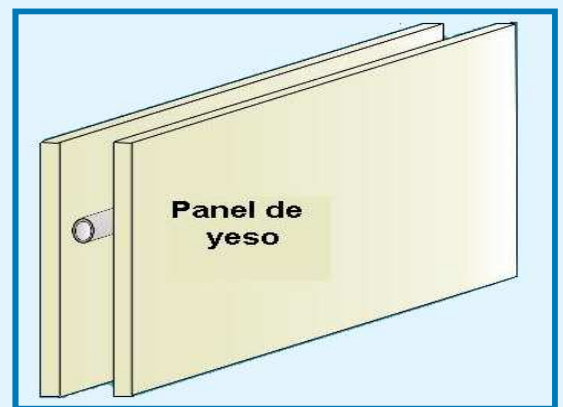


Figura 300-11.
Canalización entre paneles de yeso

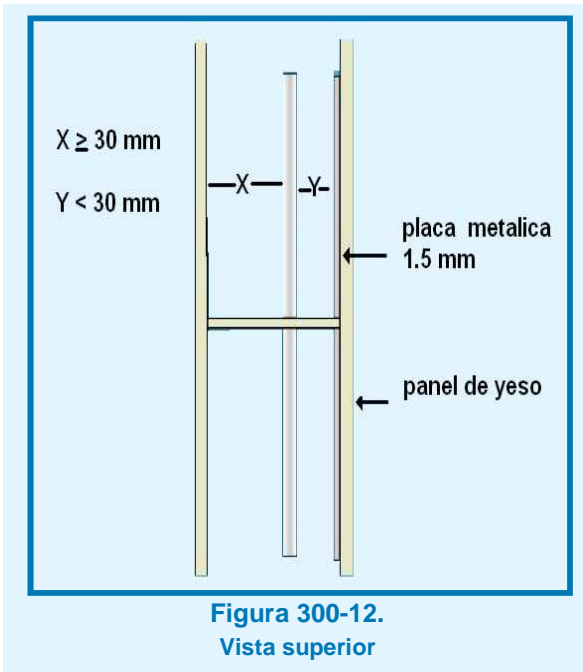


Figura 300-12.
Vista superior

(f) Accesorios aislados. Cuando una canalización que tenga conductores sin poner a tierra de sección transversal $21,14 \text{ mm}^2$ (4 AWG) o mayores, entre en un encerramiento, armario, caja o similar, se deben proteger los conductores mediante un accesorio grande que ofrezca una superficie aislante suave y redondeada, a no ser que los conductores estén separados del accesorio o de la canalización por una buena cantidad de material aislante bien sujeto. No se deben utilizar pasacables hechos exclusivamente de material aislante para sujetar un accesorio o canalización. El accesorio o el material aislante deben tener una clasificación de temperatura no inferior a la temperatura del aislamiento de los conductores instalados.

Excepción: Cuando los pernos o vástagos roscados que formen parte integrante del armario, caja o canalización ofrezcan una superficie redondeada o acampanada para la entrada de los conductores.

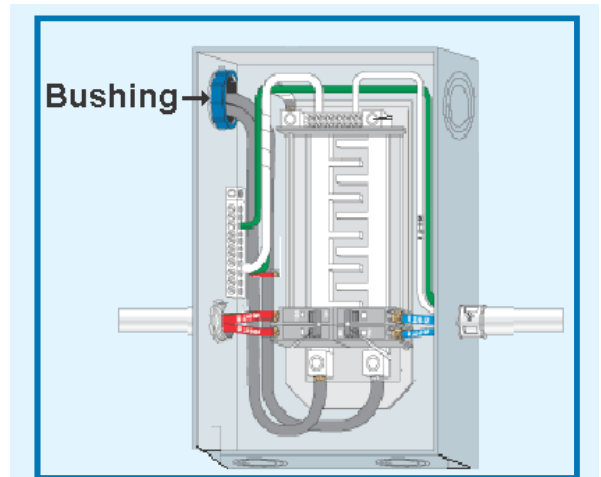


Figura 300-13.
Conductores de entrada protegidos por un bushing



Figura 300-14.

Protección con un acople roscado

Nota: En la excepción cuando hablan de vástagos y pernos, es una mala traducción; en realidad se refieren a acoples roscados.

300-5. Instalaciones subterráneas.

(a) Requisitos mínimos de cobertura. Los cables, conductos u otras canalizaciones directamente enterrados, se deben instalar de modo que cumplan los requisitos mínimos de cobertura de la Tabla 300-5.

(b) Puesta a tierra. Todas las instalaciones subterráneas se deben conectar a tierra y unir equipotencialmente según lo establecido en la Sección 250 de este *Código*.

SECCIÓN 250. PUESTA A TIERRA

250-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos generales de puesta a tierra y de conexiones equipotenciales de las instalaciones eléctricas.

(c) Cables subterráneos bajo edificios. Los cables subterráneos instalados bajo un edificio deben estar en una canalización que se prolongue hasta fuera de los muros exteriores del edificio.

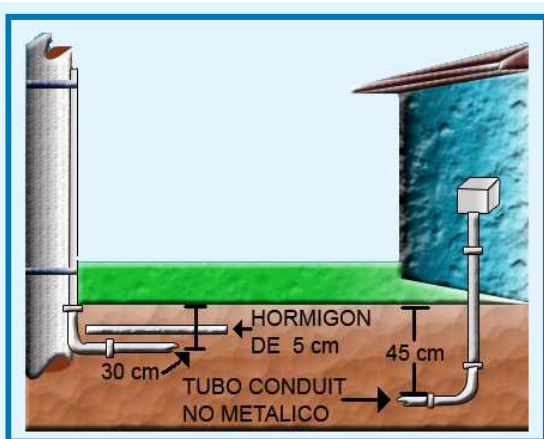


Figura 300-15.

Niveles de profundidad de tubos conduit según la tabla 300-5.

(d) Protección contra daños. Los conductores y cables directamente enterrados que salen de la tierra, se deben proteger con encerramientos o canalizaciones que se extiendan desde la distancia mínima requerida por el Artículo 300-5(a) por debajo del nivel o rasante, hasta un punto situado a una distancia mínima de 2,4 m sobre el acabado del terreno. La protección requerida no debe exceder en ningún caso los 45 cm por debajo del acabado del terreno. Los conductores que entren en un edificio se deben proteger hasta el punto de entrada. Cuando la canalización o encerramiento esté expuesto a daños físicos, los conductores se deben instalar en un tubo conduit metálico rígido,

un tubo conduit metálico intermedio, un tubo conduit no metálico rígido Schedule 80 o equivalente.

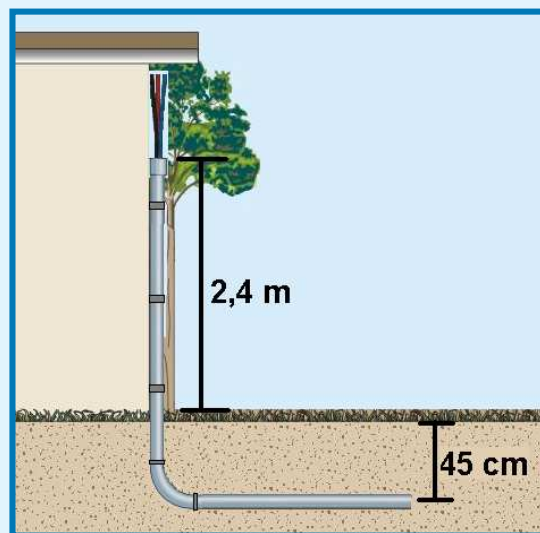


Figura 300-16.

Distancia mínima sobre el acabado del terreno.

SCHEDULE: Es lo que define el espesor para cada diámetro de tubería. Hay Schedule 20,40 y 80; mientras mayor sea el número, mayor es el espesor.

(e) Empalmes y conexiones. Se permite que los cables o conductores directamente enterrados estén empalmados o conectados sin utilizar cajas de conexiones. Los empalmes o conexiones deben hacerse según lo establecido en el Artículo 110-14(b).

110-14. Conexiones eléctricas.

b) Empalmes. Los conductores se deben empalmar o unir con medios de empalme identificados para su uso o con soldadura de bronce, de arco o blanda, con un metal o aleación fusible. Antes de soldarse, los empalmes deben de estar mecánica y eléctricamente unidos. En donde hay empalmes, uniones o donde hay extremos libres se debe cubrir con un aislante que sea equivalente al aislante que tenga el conductor o se debe cubrir con un dispositivo que este

identificado para ese fin. Los conectores o medios de empalme de los cables en conductores que van directamente enterrados o en instalaciones subterráneas, deben estar certificados para cada uno de estos usos.

(f) Relleno. No se debe rellenar una zanja con piedras grandes, materiales de pavimentación, escoria, otros elementos grandes o con bordes afilados ni con material corrosivo, donde esos materiales puedan afectar a cables, canalizaciones u otras subestructuras o puedan 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 canalización, se les debe proteger con materiales granulados o seleccionados, con tabloncillos, cubiertas u otros medios adecuados y aprobados.

(g) Sellado de la canalización. las tuberías conduit o canalizaciones en las que la humedad pueda afectar a las partes energizadas, se deben impermeabilizar o sellar en ambos extremos.

(NOTA): La presencia de gases o vapores peligrosos puede requerir también que se sellen los conductos o canalizaciones subterráneas que penetren en los edificios.

(h) Pasacables. En el extremo de una tubería conduit u otra canalización que termine bajo tierra y de la que salgan los conductores o cables directamente enterrados, se debe instalar un pasacables aislante o accesorio de terminación con una abertura integrada en forma de casquillo o boquilla. En vez del pasacables se permite usar un sellante que tenga sus mismas características de protección física.

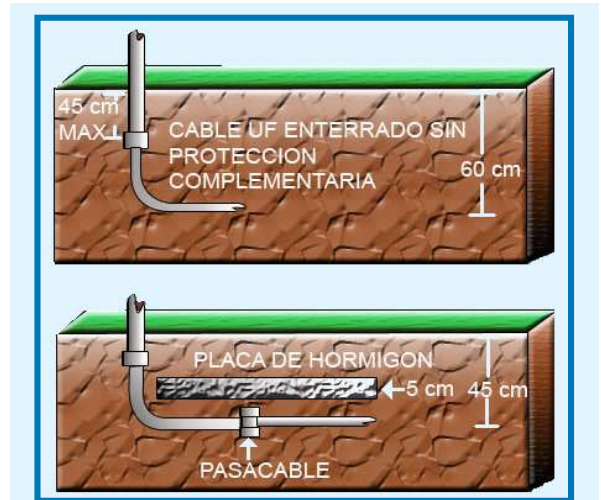


Figura 300-17.

Cable tipo UF (Underground Feeder), alimentador bajo tierra. Enterramiento de conductores de acuerdo a la tabla 300-5.

(i) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito, los conductores puestos a tierra, cuando existan, y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos, se deben instalar en la misma canalización o lo más próximo posible en la misma zanja.

Excepción n.º 1: Se permiten conductores en paralelo en las canalizaciones, pero cada canalización debe contener todos los conductores del mismo circuito, incluidos los de puesta a tierra.

Excepción n.º 2: Se permiten instalaciones de fase separada en canalizaciones no metálicas situadas cerca unas de otras cuando los conductores estén en paralelo, como permite el Artículo 310-4, y se cumplan las condiciones del Artículo 300-20.

310-4. Conductores en paralelo. Los conductores de aluminio, aluminio recubierto de cobre o cobre de sección transversal 53,50 mm² (1/0 AWG) y mayor, que sean los conductores de fase, el neutro o el conductor puesto a tierra de un circuito, pueden ir conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos para formar un solo conductor).

(j) Movimientos del terreno. Cuando los conductores, cables o canalizaciones directamente enterrados estén sometidos a movimientos del terreno por asentamiento, los conductores, cables o canalizaciones directamente enterrados se deben colocar de modo que se eviten daños a los conductores instalados dentro del encerramiento o a los equipos conectados a ellas.

(NOTA): Este Artículo permite los bucles en S en los cables subterráneos directamente enterrados que llegan hasta las bifurcaciones de las canalizaciones, juntas de dilatación en los ductos verticales de tuberías hasta los equipos fijos y, en general, la realización de conexiones flexibles con los equipos sometidos a movimientos de asentamiento o por heladas.

300-6. Protección contra la corrosión. Las canalizaciones metálicas, blindajes de cables, cajas, forros de cables, armarios, codos, juntas, herrajes, soportes y todo el material de apoyo, deben ser de un material adecuado para soportar el medio en el que estén instalados.

En la práctica, existen tres maneras de luchar contra la corrosión:

1) Aislamiento eléctrico del material. Esto puede lograrse mediante el empleo de pinturas o resinas, depósitos metálicos de espesor suficiente o por aplicación de recubrimientos diversos.

De esta forma, se puede lograr aislar el metal del contacto directo con el medio agresivo (agua, suelo y atmósfera por lo general).

2) Cambiando el sentido de la corriente en la pila de corrosión.

Conectando eléctricamente, por ejemplo, el acero con un metal más activo (cinc o magnesio) podemos llegar a suprimir la corrosión del acero, ya que dejará de actuar como ánodo y pasará a comportarse como cátodo, dejando el papel de ánodo al metal más activo (cinc o magnesio). Este es el principio de la protección Catódica.

3) Polarización del mecanismo electroquímico.

Esto se puede lograr bien eliminando el oxígeno disuelto, bien mediante la adición en el medio agresivo de ciertas sustancias llamadas inhibidores, las cuales pueden llegar a polarizar uno de los electrodos de la pila de corrosión y por lo tanto, llegar a detener o cuanto menos disminuir sus efectos. En la práctica, lo anterior conlleva una modificación del entorno o medio.

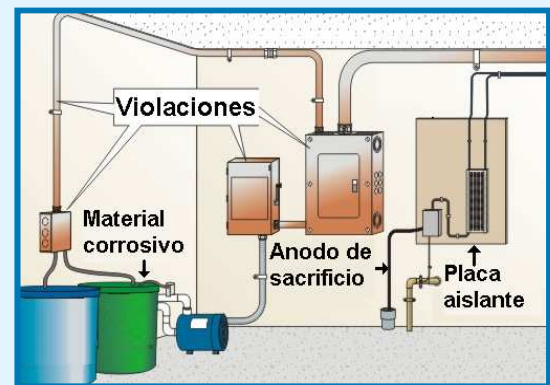


Figura 300-18.

Protección contra la corrosión con un ánodo de sacrificio.

(a) Generalidades. Las canalizaciones, blindajes de cables, cajas, forros de cables, armarios, codos, acoplamientos, herrajes, soportes y material de apoyo que sean de hierro, deben protegerse adecuadamente por dentro y por fuera (excepto las juntas roscadas) contra la corrosión, pintándolos con un material aprobado para este fin, como zinc, cadmio o esmalte. Si están protegidos contra la corrosión sólo mediante esmalte, no se deben utilizar a la intemperie ni en lugares mojados como se describe en el siguiente apartado (c). Cuando las cajas o armarios estén pintados con pintura orgánica y lleven el rótulo "hermético a la lluvia" "a prueba de lluvia" o "tipo exterior", se podrán utilizar a la intemperie.

Excepción: Se permite que las roscas de las juntas se cubran con un compuesto conductor eléctrico identificado.

(b) En concreto o en contacto directo con la tierra. Las canalizaciones, blindajes de cables, cajas, forros de cables, armarios, codos, acoplamientos, herrajes, soportes y material de apoyo de metales ferrosos o no ferrosos, se pueden instalar en concreto o en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a un fuerte ambiente corrosivo, cuando estén hechos de material adecuado para ese ambiente o estén protegidos contra la corrosión por elementos aprobados para ese ambiente.

(c) En lugares internos mojados. En plantas de tratamiento y envasado de leche, 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 o madera secante, toda la instalación, incluyendo los cables, cajas, herrajes y tubos conduit, cuando estén expuestos, se debe hacer de modo que deje como mínimo un espacio libre de 6,0 mm entre dichos elementos eléctricos y la pared o superficie sobre la que van apoyados.

Excepción: Se permite instalar canalizaciones, cajas y accesorios no metálicos sin espacio libre cuando vayan sobre concreto, ladrillo, azulejo u otra superficie similar.

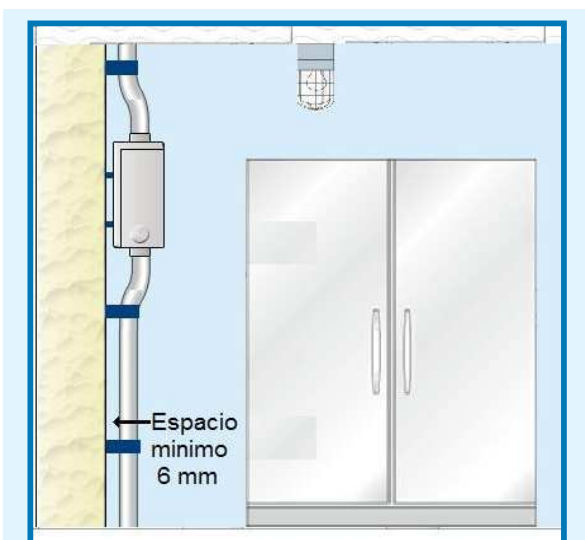


Figura 300-19.
Distancia entre la pared y la canalización en lugares húmedos.

(NOTA): En general, las zonas en las que se manipulan y almacenan ácidos y álcalis puede presentar ambientes corrosivos, sobre todo si están mojadas o húmedas. También pueden producirse ambientes muy corrosivos en algunas zonas de las plantas de conserva de carnes, de curtidos, de fabricación de colas y en los establos; en las instalaciones cerca de la orilla del mar y en las piscinas; en las zonas donde se utilizan productos químicos para deshielo y en los sótanos o almacenes de envases y embalajes, de abonos, sal y productos químicos a granel.

300-7. Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas.

a) Sellado. Cuando diversas partes de una canalización interior estén expuestas a temperaturas muy diferentes, como en los almacenes frigoríficos, se debe evitar la circulación de aire desde la parte más caliente a la más fría.

Cuando circula aire desde la parte mas caliente a la parte mas fría de una canalización, se podría causar condensación dentro de ella. Para evitar esto es necesario sellar la canalización con un compuesto flexible adecuado antes de que entre a la parte más fría.

b) Juntas de dilatación. Cuando sea necesario para compensar la dilatación y contracción debidas al calor, se deben instalar en las canalizaciones juntas de dilatación.

La propia naturaleza de los materiales de construcción hace que se dilaten con el calor y se contraigan con el frío. Estos movimientos, que tienden a estirar y encoger los elementos, crean unas tensiones internas en el material, tensiones que hay que liberar de alguna forma.

En primer lugar, debe tenerse en cuenta que esta tensión interna producida por la dilatación de los materiales nunca debe ser superior a la resistencia interna de los mismos, es decir, a su cohesión. En caso contrario se producirían fisuras y el material podría llegar a fracturarse. Para evitar estas lesiones se colocan en cada

Nota. En la Tabla 10 del Capítulo 9 se ofrecen datos de dilatación del PVC. Se puede calcular la dilatación nominal de los conductos de acero multiplicando la dilatación de esa Tabla por 0,20. El coeficiente de dilatación de la tubería eléctrica de acero, tubo metálico intermedio y tubo metálico rígido, es de 0,0114 mm/m por °C de variación de temperatura.

Ejemplo 1

Hallar el cambio de longitud para un cambio de temperatura de 30 °C si el coeficiente de dilatación térmico es 0,052 mm/m/°C.

$$L = 30 \text{ °C} * 0,052 \text{ mm/m/°C} = 1,56 \text{ mm/m}$$

Comprobar en la tabla 10 del capítulo 9.

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.

300-9. Puesta a tierra de los encerramientos metálicos.

Las canalizaciones, cajas, armarios, armaduras de cables y herrajes metálicos, deben ir puestos a tierra según los requisitos del Artículo 250.

Requisitos:

- a) Sistemas, circuitos y equipos que se exige, se permite o no se permite que estén puestos a tierra.
- b) El conductor del circuito que deben ser puesto a tierra en los sistemas puestos a tierra.
- c) Ubicación de las conexiones de puesta a tierra.

d) Tipos y calibres de los conductores de puesta a tierra, de los conductores de conexión equipotencial y de los electrodos de puesta a tierra.

e) Métodos de puesta a tierra y de conexión equipotencial.

f) Condiciones en las cuales los encerramientos de protección, distancias de seguridad eléctrica o aislamiento hacen que no se requiera puesta a tierra.

300-10. Continuidad eléctrica de las canalizaciones y encerramientos metálicos.

Las canalizaciones, armaduras y otros encerramientos metálicos de conductores, se deben unir metálicamente formando un conductor eléctrico continuo y se deben conectar así a todas las cajas, herrajes y accesorios, de modo que ofrezcan una continuidad eléctrica efectiva. Las canalizaciones y conjuntos de cables se deben sujetar mecánicamente a las cajas, armarios, herrajes y otros encerramientos.

Excepciones:

- 1) Lo que se establece en el Artículo 370-17.c) para cajas no metálicas.

370-17. (c)Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas deben ser adecuadas para el conductor de temperatura nominal más baja que entre en las mismas. Cuando se utilicen cajas no metálicas con cables a la vista o con cables en tubos con soportes de pared, los conductores deben entrar en la caja por agujeros independientes. Cuando se utilicen tubos flexibles para empotrar los conductores, los tubos deben sobresalir desde el último soporte aislante hasta no menos de 6,4 mm dentro de la caja. Cuando se utilicen cables con recubrimiento no metálico, el conjunto del cable, incluido el recubrimiento, debe prolongarse dentro de la caja no menos de 6,4 mm a través

de una abertura en la tapa de la caja. En todos los casos, los cables deben ir sujetos a la caja por medios adecuados.

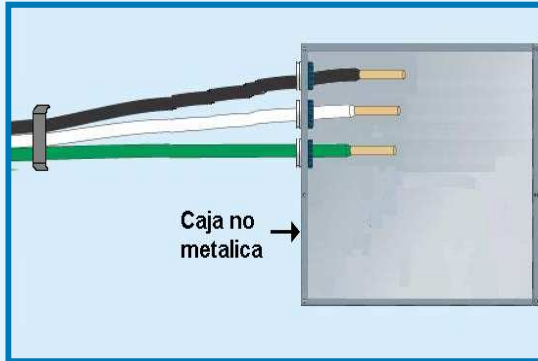


Figura 300-20.

Cable a la vista en caja no metálica

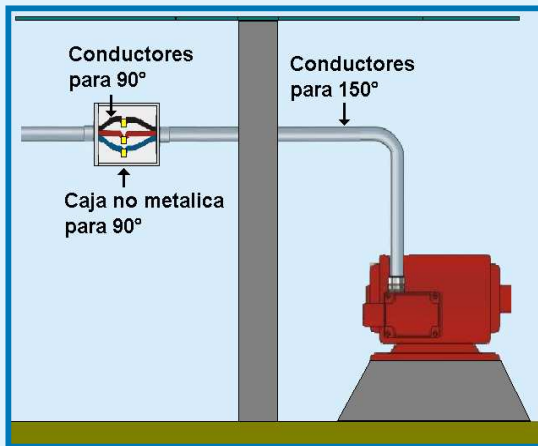


Figura 300-21.

Conductores de distinta temperatura en cajas no metálicas.

Se permite empalmar conductores de distinta temperatura en una caja no metálica, debido a que el calentamiento del conductor se sufre en la parte del equipo y no dentro de la caja.

2) Lo que se establece en el Artículo 250-33, Excepción 2), para encerramientos metálicos.

250-33. Otros encerramientos y canalizaciones para conductores. Se deben poner a tierra los encerramientos y canalizaciones metálicos para todos los demás conductores. Excepto cuando las partes cortas de canalizaciones o encerramientos metálicos sirvan de apoyo o protección contra daños físicos.

3) Lo que se establece para la reducción del ruido eléctrico en el Artículo 250-75 Excepción.

250-75. Conexión equipotencial de otros encerramientos. Excepción: Cuando sea necesario reducir el ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas) en el circuito de puesta a tierra, se permite que un armario de equipos, el cual se alimente desde un circuito ramal, esté aislado de una canalización que contenga circuitos que alimenten sólo a esos equipos, por medio de uno o más accesorios certificados para canalizaciones no metálicas situados en el punto de conexión de la canalización con el armario del equipo. La canalización metálica debe cumplir lo establecido en esta Sección y debe estar complementada por un conductor de puesta a tierra de equipos aislado interno, instalado de acuerdo con el Artículo 250-74, Excepción 4), para que sirva de conexión de puesta a tierra del armario del equipo.

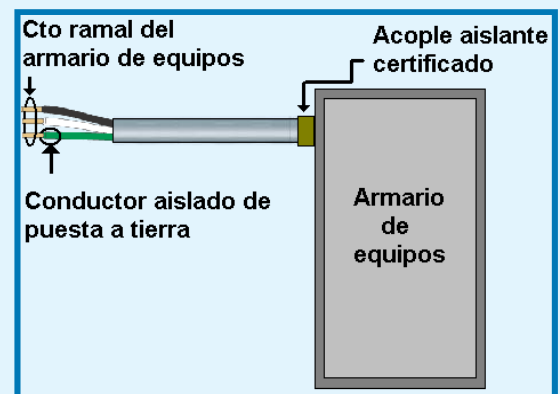


Figura 300-22.

Reducción del ruido en el circuito de puesta a tierra.

300-11. Sujeciones y soportes.

(a) Sujeción en sitio. Las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, armarios y herrajes deben estar bien sujetos. No se permite utilizar como único apoyo cables de soporte que no ofrezcan resistencia suficiente.

(1) El alambrado situado sobre un conjunto piso/cielo raso o tejado/cielo raso clasificado como resistente al fuego, no se debe sujetar ni apoyar en los cielos rasos, ni siquiera en las cintas o alambres de soporte del cielo raso. Debe existir un medio de apoyo seguro e independiente.

Excepción: A los cables de soporte del cielo raso se permite sujetar los cables y equipos eléctricos que hayan sido ensayados como parte del conjunto resistente al fuego.

(2) El alambrado situado sobre un conjunto piso/cielo raso o tejado/cielo raso no clasificado como resistente al fuego, no se debe sujetar ni apoyar en los cielos rasos, ni siquiera en las cintas o alambres de soporte del cielo raso. Debe existir un medio de soporte seguro e independiente.

Excepción: Se permite sujetar los cables y equipos de un circuito ramal al sistema de soporte del cielo raso cuando estén instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cielo raso.

No se permite sujetar los cables y canalizaciones en los perfiles de soporte del cielo raso.

(b) Canalizaciones usadas como medio de soporte. No se deben usar las canalizaciones como medio de soporte de otras canalizaciones, cables o equipos no eléctricos.

Excepción n.º 1: Cuando las canalizaciones o medio de soporte estén identificadas para ese uso.

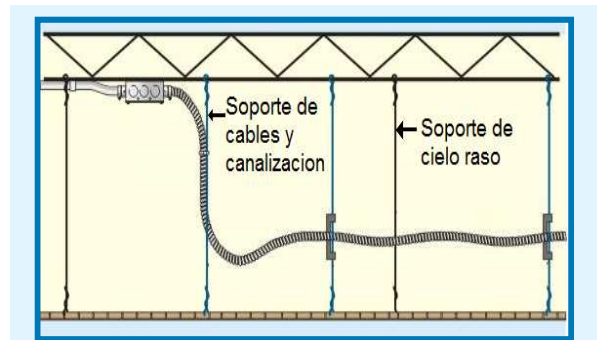


Figura 300-23.
Alambrado sobre tejado cielo/raso.

(NOTA): En cuanto a las bandejas de cables, véase la Sección 318.

Esta Sección trata de los sistemas de bandejas portacables, tipo escalera, canal ventilado, batea ventilada, bandejas de fondo sólido y otras estructuras similares.

Excepción n.º 2: Se permite usar las canalizaciones por las que discurran cables de suministro de equipos eléctricos como soporte de conductores o cables de circuitos de Clase 2 que se utilicen exclusivamente para conexión a los circuitos de mando y control de los equipos.

Excepción n.º 3: Lo permitido en el Artículo 370-23 para cajas o conduletas y en el Artículo 410-16(f) para accesorios.

En el artículo 370-23 se muestra los diferentes tipos de montajes de encerramientos y las condiciones mínimas que debe cumplir para ser un montaje adecuado.

410-16. Medios de soporte.

(f) Accesorios de las canalizaciones. Los accesorios de las canalizaciones que se utilicen como soportes de aparatos de alumbrado, deben ser capaces de soportar el peso de todo el aparato con su(s) bombilla(s).

300-12. Continuidad mecánica de las canalizaciones y cables. Las canalizaciones metálicas o no metálicas, blindajes de cables y forros de cables, deben ser continuos entre los armarios, cajas, accesorios, otros encerramientos o salidas.

Excepción: Los tramos cortos de canalizaciones utilizados como soporte o protección de los cables contra daños físicos.

300-13. Continuidad mecánica y eléctrica de los conductores.

(a) Generalidades. Los conductores en las canalizaciones deben ser continuos entre las salidas, cajas, dispositivos, etc. En una canalización no debe haber ni empalmes ni derivaciones, a no ser los permitidos por los Artículos 300-15(a) Excepción nº. 1; 352-7, 352-29, 354-6 Excepción, 362-7, 362-21 y 364-8(a).

352-7 y 352-29 son las mismas. Empalmes y derivaciones. Se permite hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones superficiales metálicas que tengan tapa removible que sea accesible aún después de la instalación. En ese punto, los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 % de la superficie interior de la canalización. En las canalizaciones metálicas superficiales sin tapa removible, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en cajas de unión. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados.

354-6. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer únicamente en cajas de corte. Para los fines de esta sección, se debe considerar que los llamados bucles de cables (conductores continuos que conectan las salidas individuales) no son ni empalmes ni derivaciones.

362-7 y 362-21 son las mismas. Empalmes y derivaciones. En las canaletas para cables se permite hacer derivaciones que sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% de la sección transversal de la canalización en ese punto.

(b) Eliminación de elementos eléctricos. En los circuitos ramales multiconductores, la continuidad de un conductor puesto a tierra no debe depender de las conexiones de los dispositivos o elementos como portabombillas, tomacorrientes, etc., cuando la eliminación de tales elementos pudiera interrumpir la continuidad.

300-14. Longitud de los conductores libres en las salidas, uniones y puntos de conmutación. En todos los puntos de salidas, uniones y de interruptores, debe quedar como mínimo una longitud de 15 cm libre en los conductores para empalmes o conexiones de elementos o dispositivos eléctricos.

Excepción: Los conductores no empalmados o que no terminan en el punto de salida, de unión o de interruptor.

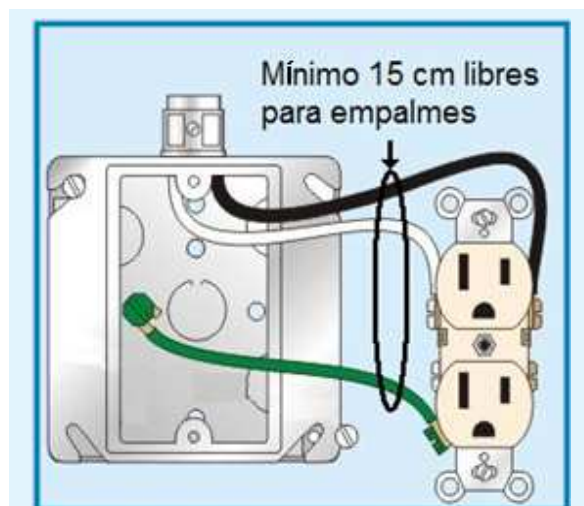


Figura 300-24.
Longitud mínima en cajas para empalmes

300-15. Cajas, conduletas o accesorios: cuándo son necesarios.

(a) Cajas o conduletas. Se debe instalar una caja o conduleta que cumpla lo establecido en las Secciones 370-16 y 370-28 en cada punto de empalme de un conductor, salida, punto de unión, punto de interruptor o punto de tensado de la tubería conduit, tubería eléctrica metálica, canalización superficial u otro tipo de canalización.

nuestra como elegir
dependiendo de las
conduletas que se
370-28 se habla
deben cumplir las
de unión.



-25.
a

Excepción nº. 1: No es necesaria una caja o conduleta en el empalme de los conductores en canalizaciones superficiales, canalizaciones de cables, ductos de salidas, conjuntos de varias salidas, canaletas auxiliares y bandejas portacables. Las tapas de estas cajas o conduletas deben ser desmontables y accesibles después de su instalación.

Excepción nº. 2: Lo que permite el Artículo 410-31 cuando se utiliza un aparato eléctrico como canalización.

artículo 410-31 es el no usar
umbrado como canalizaciones
del circuito.

(b) Sólo cajas. Se debe instalar una caja en todos los puntos de empalme de los conductores, salidas, puntos de interruptor, puntos de unión o puntos de tensado de cables de tipo AC, MC, con aislamiento mineral, con recubrimiento metálico, con recubrimiento no metálico u otros. Se debe instalar una caja en el punto de conexión entre cualquiera de esas instalaciones y el sistema de canalizaciones y en cada salida y punto de interruptor de las instalaciones ocultas de tubo con aislador.

tipo AC. Están definidos en la
NTC 2050, como un conjunto
brica de conductores aislados
a metálica flexible. Las
importantes de este tipo de
alaciones de circuitos ramales
n lugares secos.



Figura 300-26.
blindados, tipo AC.

Cables con cubierta metálica, tipo MC. Están definidos en la Sección 334 de la NTC 2050, como un conjunto ensamblado en fábrica de uno o más conductores aislados individualmente encerrados en una cubierta metálica de cinta entrelazada o en un tubo liso o corrugado. Las aplicaciones más importantes de este tipo de cables son las instalaciones de: acometidas, alimentadores, circuitos ramales, circuitos de control y señalización; en interiores y exteriores, expuestos u ocultos; instalaciones en lugares secos, lugares clasificados peligrosos.

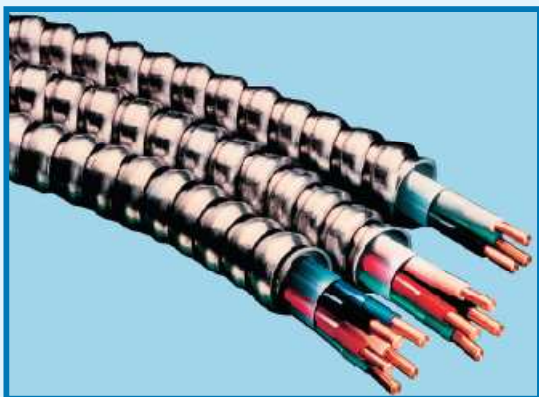


Figura 300-27.
Cables con cubierta metálica, tipo MC.

Excepción nº. 1: A la entrada o salida de los cables desde un conducto o tubería que se utilice para ofrecer soporte al cable o protección contra daños físicos. En el extremo o extremos del conducto o tubería se debe instalar un accesorio que proteja a los cables contra la abrasión.

Excepción nº. 2: Lo que permite el Artículo 336-21 para las salidas aisladas que reciben corriente a través de un cable con recubrimiento no metálico.

336-21. Dispositivos de material aislante.

Este artículo permite usar interruptores, salidas y dispositivos de conexión de material aislante sin cajas en instalaciones expuestas y para rehabilitación de instalaciones en edificios ya existentes, cuando el cable vaya oculto y esté sujeto por sus extremos. Las aberturas de dichos dispositivos deben formar una abertura ajustada alrededor del forro exterior del cable y el dispositivo debe encerrar completamente la parte del cable a partir de la cual se haya quitado todo o parte del forro.

Excepción nº. 3: Cuando se utilicen herrajes accesibles para empalmes rectos de cables de recubrimiento metálico y aislante mineral.

Excepción nº. 4: Se permite utilizar un dispositivo con encerramiento integral identificado para ese uso, que tenga abrazaderas que sujeten bien el dispositivo a paredes o techos de construcción convencional, con cables de recubrimiento no metálico, sin una caja independiente.

(NOTA): Véanse los Artículos 336-18 Excepción 2, 545-10, 550-10(j) y 551-47(e) Excepción 1.

336-18. Soportes. Excepción nº. 2: Se permite

utilizar un dispositivo eléctrico identificado para ese uso sin caja de salida independiente, que incorpore una abrazadera de cables integrada, cuando el cable esté sujeto a intervalos no superiores a 1,4 m y a menos de 0,3 m de la ranura hecha en la pared para ese dispositivo y cuando quede como mínimo un bucle de 0,3 m de cable continuo o de 150 mm de extremo del cable en el interior de la pared acabada, que permita cambiarlo.

545-10. Tomacorrientes o interruptores con envolvente integral.

Se permite instalar tomacorrientes o interruptores con envolvente y medios de montaje integrales cuando estén ensayados, identificados y certificados según las normas aplicables.



Figura 300-28.
Tomacorriente

550-10. Métodos y materiales de alambrado.

(j) Conexiones de los terminales de artefactos. Los artefactos que tengan conexiones con el circuito ramal que puedan funcionar a temperaturas superiores a 60°C, deben conectarse a un circuito cuyos conductores cumplan con lo alguno de las siguientes condiciones: se permite que los conductores vayan directamente hasta el artefacto si el aislamiento del conductor es adecuado para esa temperatura. También si los conductores que tienen un aislamiento adecuado para la temperatura a la que vayan a funcionar, deben ir desde la conexión del terminal del artefacto hasta una caja de unión fácilmente accesible ubicada como mínimo a 0,30 m del artefacto. Estos conductores deben ir en una canalización adecuada que tenga por lo menos 1,20 m.

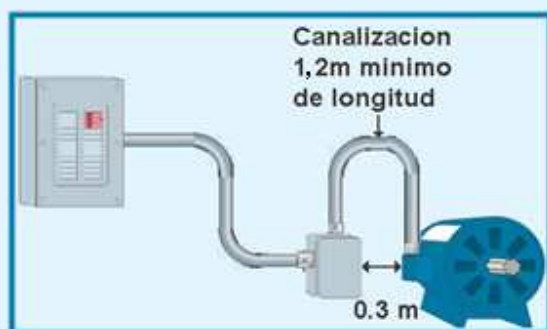


Figura 300-29.
Artefactos conectados a circuitos ramales con diferente temperatura.

551-47. Métodos de alambrado.

(e) Montaje. Las cajas en paredes y techos se deben montar de acuerdo con lo establecido en la Sección 370.

Excepción n.º 1: Se permiten las cajas de tipo enchufable o cajas dotadas con abrazaderas especiales para paredes o techos que permitan sujetarlas bien.

Excepción n.º 5: Cuando se utilicen sistemas de alambrado metálico fabricados.

Excepción n.º 6: Se permite instalar una conduleta en vez de una caja cuando se haga de acuerdo con el Artículo 370-16(c) y el 370-28.

370-16. Número de conductores en las cajas de salida, de dispositivos y de empalmes y en Las conduletas.

(c) Conduletas. Las conduletas que contengan conductores de 13,29 mm² (6 AWG) o más pequeños y que sean distintos a Las conduletas de radio reducido (véase artículo 370-5), deben tener una sección transversal no inferior al doble de la sección transversal del mayor tubo o tubería a la que estén unidos. El número máximo de conductores permitidos debe corresponder al número máximo permitido por la Tabla 1 del Capítulo 9 para el tubo unido al registro. Las conduletas no deben contener empalmes, derivaciones ni dispositivos excepto si fue hecha para esta función. El número máximo de conductores se debe calcular mediante el mismo procedimiento para conductores similares en cajas distintas a las normalizadas.

370-28. Cajas de paso y de unión. Las cajas o conduletas utilizadas como cajas de paso o de unión debe cumplir una serie de condiciones: En canalizaciones que contengan conductores del n.º 4 AWG o mayores; en los tramos rectos, la longitud de la caja no debe ser inferior a

ocho veces el diámetro comercial de la canalización más ancha. Si se hacen dobleces en U o en L la distancia entre la entrada de cada canalización a la caja y la pared opuesta de la misma, no debe ser inferior a seis veces el mayor diámetro comercial de la canalización de mayor sección transversal de una fila. Se permite utilizar cajas o conduletas de dimensiones inferiores a las establecidas si esta aprobada por el fabricante para ese uso.

Si las dimensiones de las cajas de empalme o de derivación son superiores a 1.80 m todos los conductores deben estar sujetos de una manera aprobada por la norma. Todas estas cajas deben estar provistas de una tapa adecuada para sus condiciones de uso; si esta es metálica, debe de estar debidamente aterrizada.

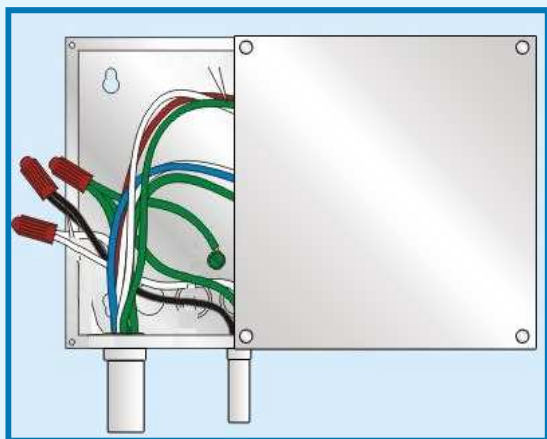


Figura 300-30.
Caja de empalme

Cuando se instalen barreras permanentes en una caja, cada sección de la misma se debe considerar como una caja independiente.

Excepción n.º 7: Cuando se utilice un dispositivo identificado y certificado como apto para instalarlo sin caja, en un sistema de distribución en circuito cerrado.

Excepción n.º 8: Se permite instalar un accesorio identificado para ese uso en lugar de una caja, cuando sea accesible después de instalarlo y en él los conductores no terminen ni estén empalmados.

Excepción n.º 9: Lo que permite el Artículo 300-5(e) para empalmes y conexiones en conductores y cables enterrados.

Este artículo permite que los cables o conductores directamente enterrados estén empalmados o conectados sin utilizar cajas de conexiones.

(c) Herrajes y conectores. Los herrajes y conectores sólo se utilizarán en las instalaciones específicas para las que estén diseñados y certificados.

(d) Equipos. En una salida se permite utilizar una caja de conexiones integral o compartimiento de alambrado, como parte del equipo certificado, en vez de una caja.

300-16. Transición de canalización o cable hasta alambrado oculto o a la vista.

(a) Caja o accesorio. Se debe utilizar una caja o accesorio terminal con un orificio con pasacables para cada conductor, siempre que se haga una transición desde un tubo conduit, tubería eléctrica metálica, tubería eléctrica no metálica, cable con recubrimiento no metálico, cable de tipo AC, MC o cable con recubrimiento metálico y aislante mineral y cables en una canalización superficial hasta una instalación oculta o a la vista de cables en tubos aisladores. Cualquier accesorio utilizado para este fin no debe contener ni empalmes ni derivaciones, ni se debe utilizar en las salidas para artefactos.

(b) Pasacables. Se permite utilizar un pasacables en lugar de una caja o accesorio terminal en el extremo de un tubo conduit o tubería eléctrica metálica, cuando la canalización termine detrás de un cuadro de distribución abierto, (no encerrado) o en un equipo de mando y control similar. El pasacables debe ser de tipo aislante para diferentes a los que tengan cubierta de plomo.

300-17. Número y tamaño de los conductores en una canalización. El número y tamaño de los conductores en cualquier canalización no debe ser mayor de lo que permita la disipación de calor y la facilidad de instalación o desmontaje sencillo de los

conductores sin perjudicar a otros conductores o a su aislamiento.

NOTA: Véanse también las siguientes secciones de este **Código**: tubería eléctrica no metálica, 341-6; tubos conduit de metal, 345-7 y 346-6; tubo conduit no metálico rígido, 347-11; tubería eléctrica metálica, 348-6; tubería metálica flexible, 349-12; tubo conduit metálico flexible, 350-10; tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, 351-6; tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, 351-25; canalizaciones superficiales, 352-4 y 352-25; canalizaciones bajo el piso, 354-4; canalizaciones en pisos metálicos celulares, 356-5; canalizaciones en pisos de concreto celulares, 358-11; conductos de cables, 362-5; cables de artefactos, 402-7; teatros, 520-6; avisos eléctricos, 600-31(c); ascensores, 620-33; equipos de grabación, 640-3 y 640-4; circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3, Sección 725; circuitos de alarma contra incendios, Sección 760; cables de fibra óptica, Sección 770.

300-18. Instalación de las canalizaciones. Las canalizaciones se deben instalar completas entre las salidas, conexiones o puntos de empalme, antes de instalar los conductores.

Excepción n.º 1: Las canalizaciones expuestas que tengan una tapa desmontable.

Excepción n.º 2: Cuando sea necesario para facilitar la instalación de equipos de utilización.

Excepción n.º 3: Los conjuntos prealambrados que cumplan lo establecido en las Secciones 349 y 350.

349-TUBERÍA METÁLICA FLEXIBLE. Las disposiciones de esta sección se aplican a las canalizaciones de sección transversal circular, metálicas, flexibles e impermeables, sin recubrimiento no metálico, para conductores eléctricos.

350- TUBO (CONDUIT) DE METAL FLEXIBLE. Esta sección trata del uso e instalaciones con tubo conduit de metal flexible y sus correspondientes accesorios.



Figura 300-31.
Tubería metálica flexible



Figura 300-32.
Tubo (conduit) de metal flexible

300-19. Soporte de los conductores en canalizaciones verticales.

(a) Intervalos de separación máximos. Los conductores en canalizaciones verticales se deben sujetar si el ducto vertical supera los valores de la Tabla 300-19(a). Debe haber un soporte para cables en la parte superior de la canalización vertical o lo más cerca posible de ella. Los soportes sucesivos deben ser los necesarios para que la longitud de los tramos del conductor no supere los valores establecidos en la Tabla 300-19(a)

(NOTA): la tabla 300-19(a) se encuentra en anexos tablas

Excepción: Un cable con armadura de alambre de acero se debe sujetar en la parte superior del ducto vertical en un soporte que sujete la armadura. Se permite instalar en la parte inferior del ducto vertical un dispositivo de seguridad que sujete el cable en el caso de que éste se deslice por el interior del soporte de la armadura. Se permite instalar otros

soportes de tipo cuña que eviten los esfuerzos causados en los terminales de los equipos por la expansión del cable bajo carga.

(b) Métodos de soporte. Se debe utilizar uno de los siguientes métodos de soporte:

(1) Mediante mecanismos de sujeción contruados o mediante cuñas aislantes introducidas en los extremos de las canalizaciones. Cuando una cuña aislante no sujete bien el cable, se debe sujetar también el conductor.

(2) Intercalando cajas a intervalos necesarios, en las que se hayan instalado soportes aislantes que se sujeten de una manera satisfactoria para soportar el peso de los conductores unidos a los mismos. Las cajas deben tener tapa.

(3) En las cajas de conexiones, doblando los cables no más de 90° y llevándolos horizontalmente hasta una distancia no inferior al doble de su diámetro, sobre dos o más soportes aislantes a los que se sujetan además mediante alambres de unión, si se desea. Cuando se utilice este método, los cables se deben sujetar a intervalos no superiores al 20% de los establecidos en la Tabla 300-19(a).

(4) Mediante otro método igualmente eficaz.

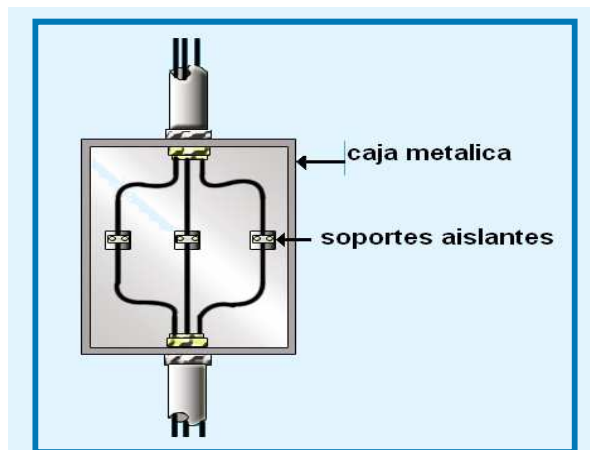


Figura 300-33.

Soportes aislantes utilizados para prevenir que el peso vertical de los conductores dañe el aislamiento de los mismos y se muevan dentro de la canalización.

300-20. Corrientes inducidas en encerramientos o canalizaciones metálicas.

(a) Conductores agrupados. Cuando se instalen en encerramientos o canalizaciones metálicas conductores de corriente alterna, deben instalarse de modo que se evite el calentamiento del encerramiento por inducción. Para ello, se deben agrupar todos los conductores de fase, el conductor puesto a tierra, cuando lo haya, y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos.

Excepción n.º 1: Lo que permite el Artículo 250-50, Excepción, para conexiones de puesta a tierra de los equipos.

Para cambiar los tomacorrientes sin polo a tierra por otros tomacorrientes con polo a tierra y para ampliaciones de circuitos ramales sólo de instalaciones ya existentes que no tengan conductor de puesta a tierra de los equipos en el circuito ramal, se permite que el conductor de puesta a tierra de una salida para tomacorriente con polo a tierra se conecte a un punto accesible de la instalación del electrodo de puesta a tierra, como se indica en el Artículo 250-81, o a cualquier punto accesible del conductor del electrodo de puesta a tierra.

Excepción n.º 2: Lo que permite el Artículo 426-42 y el Artículo 427-47 para calentamiento por efecto superficial.

426-42 y 427-47. Las disposiciones del Artículo 300-20 no se deben aplicar a una instalación con un solo conductor en una cubierta ferromagnética (encerramiento metálico).

(b) Conductores individuales. Cuando un solo conductor de corriente alterna pase por un metal con propiedades magnéticas, se deben minimizar los efectos de la inducción con alguno de estos dos métodos: (1) haciendo ranuras en la parte metálica que quede entre los agujeros por los que pasa el conductor o (2) pasando todos los conductores del circuito a través de una pared aislante suficientemente grande para que quepan todos.

Cuando varios conductores atraviesan una caja metálica con propiedades magnéticas, se induce un campo magnético alrededor de cada uno de los conductores, el cual genera una serie de corrientes parasitas que se encargan de calentar la caja y los conductores que pasan por ella.

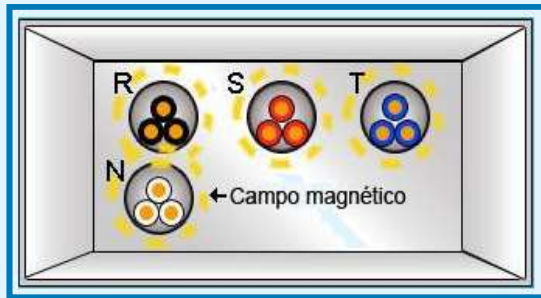


Figura 300-34.
Inducción magnética

Utilizando el método (1) nombrado anteriormente, el campo magnético neto se vuelve cero y no se generan corrientes parasitas y por consiguiente no hay calentamiento en la caja ni en los conductores.

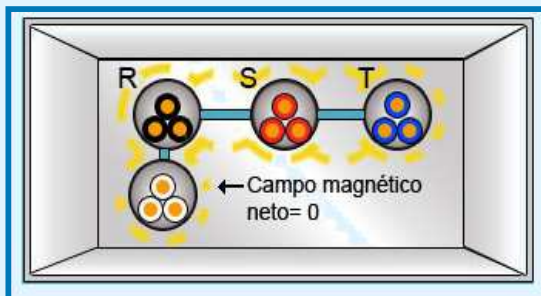


Figura 300-35.
Sin inducción magnética

Excepción: En el caso de circuitos de suministro para sistemas de alumbrado de vacío o de descarga o de avisos eléctricos o aparatos de rayos X, las corrientes que pasan por los conductores son tan pequeñas que, cuando estos conductores pasan por encerramientos metálicos o a través de metales, se pueden despreciar los efectos del calentamiento por inducción.

(NOTA): Como el aluminio es un metal no magnético, no se produce calentamiento por histéresis. No obstante, se producen corrientes inducidas, pero que

no son de magnitud suficiente como para que requieran el agrupamiento de conductores ni otro tratamiento especial cuando pasan los conductores a través de paredes de aluminio.

300-21. Propagación del fuego o de los productos de combustión. Las instalaciones eléctricas en espacios huecos, ductos verticales y conductos de ventilación o aire, deben hacerse de modo que no aumente de modo significativo la posibilidad de propagación del fuego o productos de la combustión en caso de incendio. Todas las aberturas alrededor de los cables que pasen por paredes resistentes al fuego, tabiques, pisos o techos, se deben proteger contra el fuego mediante métodos adecuados.

(NOTA): Los directorios de materiales eléctricos para la construcción publicados por laboratorios de ensayo calificados, contienen muchas limitaciones necesarias para mantener la clasificación de resistencia al fuego de un conjunto en el que se han hecho aberturas. Por ejemplo, se exige una separación mínima horizontal de 0,6 m 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 el Artículo 300-21.

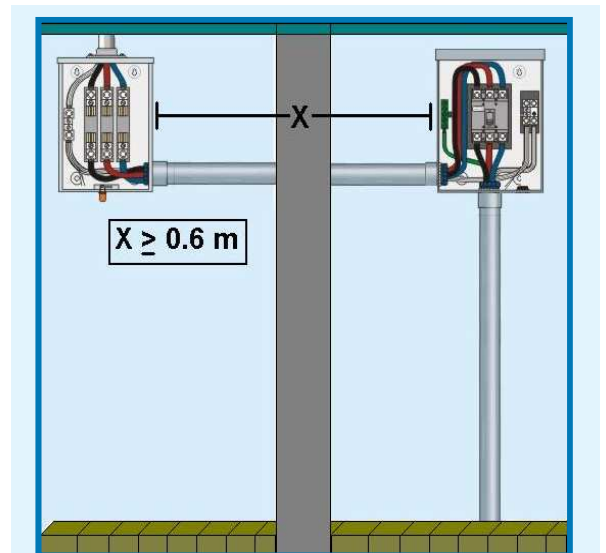


Figura 300-36.
Separación mínima entre cajas instaladas en caras opuestas

Para minimizar las posibilidades de incendios se deben tener las siguientes precauciones:

- (1) Revisar con frecuencia los artefactos eléctricos y el cableado de la casa.
- (2) Cambiar de inmediato todos los cables de los artefactos eléctricos que estén gastados, viejos, o dañados.
- (3) Usar con cuidado los cables de extensión y no sobrecargarlos.
- (4) Mantener los artefactos eléctricos lejos de pisos mojados y mostradores; tener cuidado con los artefactos eléctricos de las salas de baño y la cocina.
- (5) Pedir productos aprobados por la norma de seguridad Underwriter's Laboratory (UL) y en el caso de Colombia el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) cuando compre artefactos eléctricos
- (6) No permitir a los niños jugar con, o cerca de, artefactos eléctricos como calentadores ambientales, planchas y secadoras de cabello.
- (7) Mantener la ropa, cortinas y otros artículos potencialmente combustibles alejados a por lo menos tres pies de distancia de los aparatos de calefacción.
- (8) Usar solamente un enchufe de tres orificios si el artefacto eléctrico tiene un enchufe de tres orificios. Nunca forzarlo en un enchufe de dos orificios o en un cable de extensión.
- (9) No sobrecargar los cables de extensión ni los enchufes de pared. Apagar de inmediato y hacer cambiar con un profesional los interruptores de luz que estén calientes al tacto, y cambiar los focos cuyas luces que vacilan. Usar enchufes con cierres de seguridad que sean "a prueba de niños".
- (10) Revisar sus herramientas eléctricas con regularidad para ver si están en buen estado. Si los cables están gastados o rajados, se debe cambiarlos. Cambiar cualquier herramienta que provoque choques eléctricos, que se caliente, se interrumpa o genere humo o chispas.

(11) Finalmente, tener una alarma para detectar humo en buen estado de funcionamiento aumenta dramáticamente las posibilidades de sobrevivir a un incendio. Y recuerde de practicar frecuentemente con toda su familia un plan de escape. [9]

300-22. Alambrado en ductos, cámaras de aire y otros espacios de circulación de aire. Lo establecido en esta sección se aplica a la instalación y usos de alambrado y equipos eléctricos en ductos, cámaras de aire y otros espacios de circulación de aire.

(NOTA): Véase Calentadores en conductos de aire, Sección 424 Parte F.

Sección 424 - EQUIPOS ELÉCTRICOS FIJOS PARA CALEFACCIÓN DE AMBIENTE

La Parte F de esta Sección se aplica a cualquier elemento calentador montado en la corriente de aire de un sistema de ventilación forzada, cuando la unidad de movimiento del aire no forme parte integral del equipo.

(a) Ductos para la extracción de polvo, pelusas y vapor. En los ductos utilizados para la extracción de polvo, pelusas y vapores inflamables, no se debe hacer instalación eléctrica de ningún tipo. Tampoco se debe hacer ninguna instalación eléctrica en ductos o fosos que contengan únicamente esos ductos utilizados para la extracción de vapor o la ventilación de equipo de cocina tipo comercial.

(b) Ductos o cámaras de aire para ventilación ambiental. En los ductos o cámaras de aire específicamente construidos para ventilación ambiental, sólo se deben hacer instalaciones eléctricas con cables de tipo MI o MC con recubrimiento impermeable de metal corrugado, sin recubrimiento general no metálico, tubería eléctrica

metálica, tubería metálica flexible, tubo conduit metálico intermedio o tubo conduit metálico rígido. Se permite tubo conduit metálico flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos de longitud no superior a 1,20 m para conectar físicamente equipos y dispositivos ajustables y certificados para poderlos instalar en estos ductos y cámaras de aire. Los conectores utilizados con tubo conduit metálico flexible deben cerrar eficazmente cualquier abertura de la conexión. Sólo se permite instalar equipos y dispositivos en dichos ductos o cámaras de aire en la medida en que sean necesarios para actuar o sensar el aire contenido. Cuando haya instalados equipos o dispositivos y sea necesario iluminarlos para facilitar su reparación y mantenimiento, se deberán utilizar aparatos cerrados con empaques herméticos.

Cables con cubierta metálica, tipo MC. Están definidos en la Sección 334 de la NTC 2050, como un conjunto ensamblado en fábrica de uno o más conductores aislados individualmente encerrados en una cubierta metálica de cinta entrelazada o en un tubo liso o corrugado. Las aplicaciones más importantes de este tipo de cables son las instalaciones de: acometidas, alimentadores, circuitos ramales, circuitos de control y señalización; en interiores y exteriores, expuestos u ocultos; instalaciones en lugares secos, lugares clasificados peligrosos.

Cables con aislante mineral, tipo MI. Están definidos en la Sección 330 de la NTC 2050, como un cable ensamblado en fábrica, de uno o más conductores aislados por un material refractario de alta compresión y encerrado en un blindaje continuo de cobre o de aleación de acero hermético a los líquidos y a los gases. Las aplicaciones más importantes de este tipo de cables son las instalaciones de acometidas, alimentadores, circuitos ramales, fuerza, alumbrado, mando, control y señalización; a la vista u ocultos; bajo yeso, concreto, tierra o ladrillo; expuestos a aceite o gasolina; en lugares mojados, lugares húmedos y lugares clasificados peligrosos descritos en el Capítulo 5 de la NTC 2050.

(c) Otros espacios de ventilación ambiental. El Artículo 300-22 (c) se refiere a los espacios utilizados para el paso del aire ambiental, distintos de los ductos y cámaras de aire tratados en el Artículo 300-22(a) y 300-22(b). En estos otros espacios sólo se deben instalar canalizaciones aisladas cerradas y herméticas al aire, en las que no haya conexiones de enchufar y métodos de alambrado para los cables de tipo MI, MC, cables sin recubrimiento no metálico completo, cables de tipo AC u otros cables multiconductores de corriente o control, montados en fábrica, específicamente certificados para su uso en estos recintos.

Los cables y conductores de cualquier otro tipo se deben instalar en tubería eléctrica metálica, tubería metálica flexible, tubo conduit metálico intermedio, tubo conduit metálico rígido, tubo conduit metálico flexible o, cuando estén accesibles, en canalizaciones metálicas superficiales o canalizaciones metálicas para alambre con tapas metálicas o bandejas portacables con fondo metálico liso y con tapa metálica sólida.

En estos espacios se permite instalar equipos eléctricos con encerramiento metálico o con encerramiento no metálico certificado para este uso y que tenga especificaciones adecuadas de resistencia contra incendios y de baja producción de humo, con sus accesorios adecuados para la temperatura ambiente, a no ser que esté prohibido por cualquier Artículo de este Código.

(NOTA): Un ejemplo de este tipo de espacio al cual se aplica el Artículo 300-22(c) es el que queda sobre un cielo raso suspendido, que se deja como cámara circulación de aire ambiental.

Excepción nº. 1: Tubo conduit metálico flexible y hermético a los líquidos en tramos continuos que no superen 1,80 m.

Excepción nº. 2: Sistemas con ventiladores integrados específicamente identificados para este uso.

Excepción nº. 3: Este Artículo no contempla habitaciones o zonas habitables de los edificios que no estén destinadas fundamentalmente a la circulación de aire.

Excepción n.º 4: Se permite instalar cables prefabricados de sistemas de alambrado fabricados con forro no metálico, cuando estén certificados para este uso.

Excepción n.º 5: Este Artículo no trata de los espacios entre vigas o cerchas en viviendas cuya instalación pasa a través de tales espacios en sentido perpendicular a su dimensión más larga.

(d) Equipos de proceso de datos. Se permiten instalaciones eléctricas en zonas de paso del aire por debajo de los pisos falsos elevados de salas de computadores electrónicos o equipos de proceso de datos, según se establece en la Sección 645.

La sección 645 trata de los equipos, alambrado de suministro, alambrado de interconexión de equipos y puesta a tierra de los equipos y sistemas informáticos, incluidas unidades terminales en salas para equipos de procesamiento de datos (computadores).

300-23. Paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables, canalizaciones y equipos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso, incluidos los paneles de los cielos rasos suspendidos, deben estar instalados y sujetos de manera que permitan quitar los paneles y acceder a los equipos.

B. Requisitos para instalaciones de más de 600 V nominales.

300-31. Cubiertas requeridas. En todas las cajas, accesorios y encerramientos similares, se deben instalar cubiertas adecuadas que eviten el contacto accidental con partes energizadas o daños físicos a los cables y equipos o su aislamiento.

300-32. Conductores de diferentes sistemas. Los conductores de instalaciones de 600 V nominales o menos no deben estar instalados en las mismas canalizaciones, cables, cajas o encerramientos que los conductores de instalaciones de más de 600 V nominales.

Excepción n.º 1: En motores y tableros de mando y control y equipos similares.

Excepción n.º 2: En cámaras de inspección, si los conductores de cada instalación están separados de los de las otras instalaciones de modo permanente y efectivo y además bien sujetos a soportes, aislantes u otros soportes aprobados.

300-34. Radio de curvatura de los conductores. Durante la instalación o después, los conductores no se deben doblar a un radio inferior a 8 veces el diámetro total del conductor sin el forro o 12 veces el diámetro del conductor forrado o recubierto de plomo. En cables multiconductores o sencillos multiplexados, cuyas fases estén blindadas individualmente, el radio mínimo de curvatura debe ser el mayor de los siguientes: 12 veces el diámetro de cada conductor blindado o 7 veces el diámetro total.

300-35. Protección contra calentamiento por inducción. Las canalizaciones metálicas y los conductores que discurran por ellas deben estar dispuestos de manera que se evite el calentamiento de la canalización, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 300-20.

300-36. Puesta a tierra. Todos los cables y equipos de una instalación deben ponerse a tierra, según lo que establece la Sección 250.

300-37. Instalaciones subterráneas. Los requisitos mínimos de cobertura deben ser los que establece el Artículo 710-4(b).

Los conductores subterráneos deben estar identificados para la tensión y condiciones en las que vayan a ser instalados. En la artículo 710-4(b) se nombran una serie de parámetros y condiciones que deben cumplir las instalaciones subterráneas.

Sección 305 - INSTALACIONES PROVISIONALES

CONTENIDO

305-1. Alcance.

305-2. Común a todas las instalaciones.

- (a) Otras Secciones.
- (b) Aprobación.

305-3. Limitaciones temporales.

- (a) Durante el periodo de construcción.
- (b) 90 días.
- (c) Emergencia y ensayos.
- (d) Desmontaje.

305-4. Generalidades.

- (a) Acometidas.
- (b) Alimentadores.
- (c) Circuitos ramales.
- (d) Tomacorrientes.
- (e) Medios de desconexión.
- (f) Protección de las bombillas.
- (g) Empalmes.
- (h) Protección contra daños accidentales.
- (i) Terminación de los cables en los dispositivos.

305-5. Puesta a tierra.

305-6. Protección de las personas contra fallas a tierra.

- (a) Interruptores de circuito por falla a tierra.
- (b) Programa garantizado para conductores de puesta a tierra del equipo.

305-7. Protección.

305-1. Alcance. Las disposiciones de esta Sección se aplican a instalaciones provisionales eléctricas de fuerza y alumbrado, que sean de una clase inferior a la requerida para considerarlas como instalaciones permanentes.

Las instalaciones provisionales son comúnmente empleadas en los procesos de construcción y demolición de edificaciones o también por las empresas electrificadoras para

los alumbrados decorativos de navidad. Estas instalaciones solo se permiten durante cortos periodos de tiempo.

305-2. Común a todas las instalaciones.

(a) Otras Secciones. Excepto en lo que modifique específicamente esta Sección, a las instalaciones provisionales se deben aplicar todos los demás requisitos de este *Código* para las instalaciones permanentes.

(b) Aprobación. Las instalaciones provisionales sólo son aceptables si están aprobadas de acuerdo con las condiciones de uso y requisitos especiales de dicha instalación.

305-3. Limitaciones temporales.

(a) Durante el periodo de construcción. Se permiten las instalaciones eléctricas provisionales para fuerza y alumbrado durante el periodo de construcción, rehabilitación, mantenimiento, reparación o demolición de edificaciones, estructuras, equipos o actividades similares.

(b) 90 días. Se permiten instalaciones provisionales de fuerza y alumbrado durante un periodo no superior a 90 días con fines decorativos durante Navidad y con otros fines normales.

(c) Emergencia y ensayos. Se permiten instalaciones provisionales de fuerza y alumbrado durante emergencias y para ensayos, experimentos y trabajos de desarrollo.

(d) Desmontaje. Las instalaciones temporales se deben desmontar inmediatamente después de terminar la construcción o el fin para el que fueron instaladas.

Según el RETIE la solicitud de servicio de las instalaciones provisionales, será condicionada a que una persona calificada con matrícula profesional vigente, garantice que la instalación y sus modificaciones propias del servicio provisional, no presenten riesgo inminente para la salud y vida de las personas y además se cuente con las medidas y elementos de seguridad necesarias para la protección de las personas que intervienen en la obra o en la actividad que requiere el servicio provisional.

305-4. Generalidades.

(a) Acometidas. Las acometidas se deben instalar según lo que establece la Sección 230.

Acometidas

La Sección 230 trata de los requisitos para la acometida para el servicio de las acometidas y sus conexiones.

CONTENIDO DE LA SECCIÓN 230

- SECCIÓN 230-1 ACOMETIDA SUBTERRANEA DE LA CALLE
- SECCIÓN 230-2 ACOMETIDA SUBTERRANEA PARTE C PROFUNDIDAD Y PROTECCION DE LOS CABLES ENTERRADOS
- SECCIÓN 230-3 CAJA TERMINAL, TABLERO DE MEDIDORES U OTRO GABINETE
 - SECCIÓN 230-3-1 PARTE D
 - SECCIÓN 230-3-2 PARTE E
 - SECCIÓN 230-3-3 PARTE F
 - SECCIÓN 230-3-4 PARTE G
- SECCIONES 210,225
- SECCIONES 215,225
- SECCIONES 230-4 ACOMETIDAS

CONTENIDO DE LA SECCIÓN 230-4

- SECCIÓN 230-4-1 PARTE A
- SECCIÓN 230-4-2 PARTE B
- SECCIÓN 230-4-3 PARTE C
- SECCIÓN 230-4-4 PARTE D
- SECCIÓN 230-4-5 PARTE E
- SECCIÓN 230-4-6 PARTE F
- SECCIÓN 230-4-7 PARTE G
- SECCIÓN 230-4-8 PARTE H

230-4.1. Acometidas para los conductores de las empresas.

servicio o la electrificadora de medición del inmueble, un usuario o inmueble debe ser solo una acometida; existen acometidas temporales tales como las cuales se encuentran en el número de acometidas del inmueble de la norma técnica 2050. Los conductores de la acometida deberán tener una capacidad portadora de corriente suficiente para la carga requerida por el usuario, y no deberán calentarse, sobrecalentarse o afectar al medio ambiente.

La acometida temporal deberá contar como un elemento provisional de la acometida general. Los conductores de los medidores o equipo de medición para la acometida y caja para la protección de puesta a tierra.[2]

(b) Alimentadores. Los circuitos de alimentación se deben proteger según lo que establece la Sección 240. Deben originarse en un centro de distribución aprobado. Se permiten conductores en conjuntos de cables o cables de los tipos identificados en la Tabla 400-4 para uso pesado o extrapesado.

240-1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE. La Sección 240-1 trata de los requisitos para la protección contra sobrecorriente en los circuitos de protección contra sobrecorriente de más de 600V y menos de 1000V. En el artículo 240-21 se establecen las secciones para el alimentador y los requisitos. Alimentador es el conjunto que se encuentra entre el punto de medición y las acometidas y los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos.

Excepción: Cuando se utilicen para los fines especificados en el Artículo 305-3(c).

(c) Circuitos ramales. Todos los circuitos ramales deben originarse en una salida de fuerza aprobada o en un panel de distribución. Se permiten conductores en conjuntos de cordones o cables multiconductores, de los tipos identificados en la Tabla 400-4 para uso pesado o extrapesado. Todos los conductores deben estar protegidos como lo indica la Sección 240.

La sección 240 – PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE explica que la protección contra sobrecorriente de los conductores depende de la capacidad de corriente para la que fue diseñado el conductor. Esta también aplica por temperatura.

Un tablero o panel de distribución es un encerramiento metálico en cual están ensamblados los barrajes para distribución y que sostienen los dispositivos de protección de sobrecorriente. Estos paneles son diseñados para ir en un gabinete o caja empotrado en pared y con acceso únicamente hacia al frente. El barraje debe ser de capacidad nominal no menor a la calculada para el alimentador. Los tableros deben tener un rótulo con las características técnicas y capacidades para el cual fue diseñado. La lámina debe ser de acero, fabricada con el proceso de estirado en frío y debe ser como mínimo calibre Nº 18 USG para la caja y Nº 20 USG para la tapa. Debe tener una estructura completamente rígida y autosoportada; el proceso de elaboración debe garantizar protección contra la corrosión en bordes y uniones. No debe tener bordes cortantes que puedan causar algún daño al revestimiento de los conductores. Las barras deben fabricarse en platinas de cobre electrolítico, con una capacidad de corriente nominal de acuerdo con la aplicación, deben estar montadas y colocadas de forma que no corran peligro de daño ni sobrecalentamientos por efectos inductivos.

Excepción: Cuando se utilicen para los fines especificados en el Artículo 305-3(c).

(d) Tomacorrientes. Todos los tomacorrientes deben tener polo a tierra. Excepto cuando estén instalados en una canalización metálica continua puesta a tierra o un cable con recubrimiento metálico, todos los circuitos ramales deben contener un conductor independiente de puesta a tierra de equipos y todos los tomacorrientes deben estar conectados eléctricamente a los conductores de puesta a tierra de los equipos. En las obras no se deben instalar tomacorrientes en circuitos ramales para alumbrado temporal. Los tomacorrientes no se deben conectar al mismo conductor no puesto a tierra de los circuitos multiconductores utilizados para alumbrado temporal.

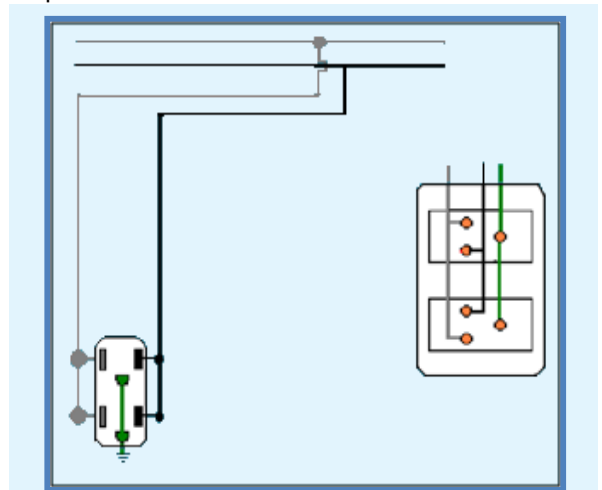


Figura 305-2.
Conexión al conductor puesto a tierra

(e) Medios de desconexión. Se deben instalar interruptores automáticos o conectores de clavija adecuados que permitan la desconexión de todos los conductores no puestos a tierra de cada circuito provisional. Los circuitos ramales multifilares deben tener un medio de desconexión simultáneo de todos los conductores no puestos a tierra de la salida de fuerza o del panel de distribución del que salga el circuito ramal. Se permite instalar empuñaduras aprobadas.

Los interruptores automáticos son dispositivos diseñados para abrir y cerrar un circuito; por medio manual o electromagnético, que adicionalmente abre el circuito automáticamente al Presentarse una corriente predeterminada, sin dañarse cuando se usa de manera adecuada dentro de sus capacidades nominales.



Figura 305-3.
Interruptor automático

(f) Protección de las bombillas. Todas las bombillas para alumbrado general deben estar protegidas contra contactos accidentales o roturas mediante un elemento o portabombillas adecuado con un protector.

No se deben utilizar casquillos de bronce, tomacorrientes forrados de papel u otros tomacorrientes en cajas metálicas, a menos que estén puestos a tierra.

(g) Empalmes. En las obras, no es necesario que los empalmes o uniones de conductores de un circuito con cordones o cables multiconductores vayan en cajas. Véanse los Artículos 110-14(b) y 400-9. Cuando se haga un cambio a un sistema de tubos conduit o sistemas de tuberías o de cables con recubrimiento metálico, se debe instalar una caja, conduleta o accesorio con un agujero independiente con pasacables para cada conductor.

Artículo 110-14b) Empalmes.

Los conductores se deben empalmar o unir con medios de empalme identificados para su uso o con soldadura de bronce, de arco o blanda, con un metal o aleación fusible. Antes de soldarse, los empalmes se deben unir de modo que queden mecánica y eléctricamente seguros y después si se deben soldar. Todos los empalmes y uniones y los extremos libres de los conductores se deben cubrir con un aislante equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese fin.

Los conectores o medios de empalme de los cables en conductores que van directamente enterrados o en instalaciones subterráneas, deben estar certificados para cada uno de estos usos.

Artículo 400-9. Empalmes.

Cuando inicialmente estén instalados en las aplicaciones permitidas en el Artículo 400-7(a), los cordones flexibles se deben utilizar sólo en tramos continuos sin empalmes ni derivaciones. Se permite la reparación de empalmes de cables y cordones de uso pesado y semipesado (ver columna 1 de la Tabla 400-4), de sección

Transversal $2,08 \text{ mm}^2$ (14 AWG) y superior, si los conductores están empalmados según lo establecido en el Artículo 110-14(b) y el empalme mantiene el aislamiento y las propiedades del blindaje exterior y las características de uso del cordón empalmado.

(h) Protección contra daños accidentales. Los cordones y cables flexibles se deben proteger contra daños accidentales. Se deben evitar las esquinas y salientes cortantes. Cuando pasen los cables por marcos de puertas u otros puntos donde pueda haber clavos, etc., se deben proteger para evitar daños.

(i) Terminación de los cables en los dispositivos. Los cables que entren en encerramientos que contengan dispositivos que requieran terminación, se deben sujetar a la caja con herrajes diseñados para ese uso.

305-5. Puesta a tierra. Todas las puestas a tierra deben cumplir lo establecido en la Sección 250.

Sección 250. Puesta a tierra

250-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos generales de puesta a tierra y de conexiones equipotenciales de las instalaciones eléctricas y de los requisitos específicos a) hasta f) que se indican a continuación:

a) Sistemas, circuitos y equipos que se exige, se permite o no se permite que estén puestos a tierra.

- b)** El conductor del circuito que deben ser puesto a tierra en los sistemas puestos a tierra.
- c)** Ubicación de las conexiones de puesta a tierra.
- d)** Tipos y calibres de los conductores de puesta a tierra, de los conductores de conexión equipotencial y de los electrodos de puesta a tierra.
- e)** Métodos de puesta a tierra y de conexión equipotencial.
- f)** Condiciones en las cuales los encerramientos de protección, distancias de seguridad eléctrica o aislamiento hacen que no se requiera puesta a tierra.

Los sistemas eléctricos serán puestos a tierra para la protección y la seguridad de las personas, y facilitar la operación de los equipos que limitan las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas en la línea. Además mantendrán la tensión con respecto a tierra dentro de un rango normal de funcionamiento.

Los sistemas eléctricos se aterrizarán de manera sólida para facilitar la acción de los dispositivos de protección en caso de fallas a tierra. Toda instalación eléctrica debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que en cualquier punto accesible a personas, éstas no queden sometidas a tensiones de paso o contacto superiores a los umbrales soportables por el ser humano.

TENSION DE CONTACTO	
Tiempo de despeje de falla	Máxima tensión de contacto admisible (rms en c.a.)
Más de 2 segundos	50 V
500 ms	80 V
400 ms	100 V
300 ms	125 V
200 ms	200 V
150 ms	240 V
100 ms	320 V
40 ms	500 V

Figura 305-4.
Tensión de contacto

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

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

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.

Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.

Servir de referencia al sistema eléctrico.

Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.

Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.

Servir de referencia al sistema eléctrico.

Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.

A máxima tensión de contacto aplicada al ser humano que se acepta, está dada en función del tiempo de despeje de la falla a tierra, de la resistividad del suelo y de la corriente de falla. Para efectos del presente Reglamento, la tensión máxima de contacto o de toque no debe superar los valores dados en la Tabla 21, tomados de la figura 44A de la IEC 60364-4-44.

305-6. Protección de las personas contra fallas a tierra. Las personas que estén en contacto con todas las instalaciones provisionales se deben proteger contra fallas a tierra, según lo establecido en los siguientes apartados (a) o (b). Este Artículo se aplica únicamente a las instalaciones provisionales utilizadas para suministrar temporalmente corriente a equipos utilizados

durante la construcción, rehabilitación, mantenimiento, reparación o demolición de edificaciones, estructuras, equipos o actividades similares.

(a) Interruptores de circuito por falla a tierra.

Todas las salidas para tomacorrientes monofásicos de 125 V, de 15 y 20 amperios, que no formen parte de la instalación permanente de un edificio o estructura y que puedan ser utilizadas por el personal, deben estar protegidas mediante un interruptor de circuito por falla a tierra para la protección de las personas. Si se instalan tomacorrientes o ya existen como parte de la instalación permanente de la edificación o estructura y se utilizan para salidas de fuerza provisionales, deben estar protegidos por interruptor de circuito de falla a tierra. A efectos de este Artículo se permiten las instalaciones de cordones que incorporen interruptores de circuito por falla a tierra certificados para la protección de las personas.

Este dispositivo es diseñado para la protección de personas, que funciona para desenergizar un circuito o parte del mismo, dentro de un periodo determinado, cuando una corriente eléctrica a tierra excede un valor nominal, menor al necesario para accionar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.

Excepción nº. 1: Los tomacorrientes de generadores bifilares monofásicos portátiles o montados en vehículos de no más de 5 Kw., cuando los conductores del circuito del generador estén aislados del armazón de dicho generador y todas las demás superficies puestas a tierra.

Excepción nº.2: Sólo en establecimientos industriales se permite utilizar conductores de puesta a tierra de equipos asegurados, tal como especifica el Artículo 305-6(b), siempre y cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren la intervención exclusiva de personal calificado.

Especificaciones Técnicas

- Tiempo de disparo: 2.5 ms.
- Valor de corriente de falla que ocasiona Apertura: 4 a 6mA.
- Rango de Voltaje de operación: 102-132V



Figura 305-5.

Interruptor con detección de falla a tierra (GFCI)

(b) Programa garantizado para conductores de puesta a tierra del equipo.

Se permite que los tomacorrientes distintos de los especificados en (a) tengan un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas, o se debe establecer y cumplir continuamente un procedimiento escrito a cuyo cargo estén una o más personas de la obra, que asegure que todos los conductores de puesta a tierra de todos los equipos para grupos de cordones, tomacorrientes que no formen parte de la instalación permanente del edificio o estructura y equipos conectados por cordón y clavija, se instalen y se mantengan de acuerdo con los requisitos establecidos en los Artículos 210-7(c), 250-45, 250-59 y 305-4(d).

(a) 210-7c) Métodos de puesta a tierra.

Los contactos de puesta a tierra de los tomacorrientes y conectores para cordones se deben poner a tierra conectándolos con el conductor de puesta a tierra de los equipos del circuito que alimenta al tomacorriente o al conector del cordón.



Figura 305-6.

Tomacorriente puesto a tierra

250-45. Equipos conectados con cordón y clavija. Se deben poner a tierra las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de equipos conectados con cordón y clavija y que se puedan llegar a energizar, para cualquiera de las condiciones recogidas en los siguientes apartados a) hasta d):

a) En lugares peligrosos (clasificados). En los lugares peligrosos (clasificados) (véanse Secciones 500 a 517).

b) De más de 150 V a tierra. Cuando funcionen a más de 150 V a tierra.

Excepciones:

- 1) Los motores cuando estén protegidos.
- 2) Las carcasas metálicas de artefactos calentados eléctricamente, exentos por permiso especial, en cuyo caso las carcasas deben estar permanente y eficazmente aisladas de tierra.
- 3) No es necesario poner a tierra los equipos certificados protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente rotulado.

c) En ocupaciones residenciales. En las edificaciones residenciales: 1) los refrigeradores, congeladores y artefactos de aire acondicionado; 2) las lavadoras y secadoras de ropa, lavavajillas, trituradores de residuos de cocina, bombas de sumideros y equipos eléctricos de acuarios; 3) las herramientas

manuales a motor, las herramientas fijas a motor, las herramientas ligeras industriales a motor; 4) los artefactos a motor de los siguientes tipos: recortabordes, cortacéspedes, esparcidores de nieve y lavadores portátiles; 5) las lámparas de mano portátiles.

Excepción: Las herramientas y artefactos certificados protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente rotulado.

d) En ocupaciones no residenciales. En las edificaciones no residenciales: 1) los refrigeradores, congeladores y artefactos de aire acondicionado; 2) las lavadoras y secadoras de ropa, lavavajillas, computadores y equipo electrónicos de procesamiento de datos, bombas de sumideros y equipos eléctricos de acuarios; 3) las herramientas manuales a motor, las herramientas fijas a motor, las herramientas ligeras industriales a motor; 4) los artefactos a motor de los siguientes tipos: recortabordes, cortacéspedes, esparcidores de nivel y lavadores portátiles; 5) los artefactos conectados con cordón y clavija y utilizados en locales húmedos o mojados por personas que permanecen de pie sobre el suelo o sobre suelos metálicos o que trabajan dentro de depósitos o calderas metálicas; 6) las herramientas que se puedan utilizar en lugares mojados o conductores y 7) las lámparas de mano portátiles.

Excepciones:

- 1) No es necesario que las herramientas y lámparas de mano portátiles que se puedan utilizar en lugares mojados o conductores se pongan a tierra cuando reciben corriente a través de un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra y de no más de 50 V.
- 2) Las herramientas manuales, herramientas a motor, herramientas fijas certificadas a motor, herramientas industriales ligeras y artefactos certificados protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente rotulado.

250-59. Equipos conectados con cordón y clavija. Cuando haya que conectarlas a tierra, las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos conectados con cordón y clavija se deben poner a tierra por alguno de los siguientes métodos a), b) o c).

a) A través del encerramiento metálico. A través del encerramiento metálico de los conductores que alimentan a dichos equipos, si van conectados mediante una clavija con polo a tierra fijo que se utiliza para poner a tierra el encerramiento metálico y si el encerramiento metálico de los conductores se sujeta a la clavija y al equipo mediante conectores aprobados.

Excepción: Se permite un contacto de puesta a tierra autoarmable en clavijas con polo a tierra utilizados en el extremo del cordón de herramientas o artefactos eléctricos portátiles, accionados o guiados a mano.

b) A través del conductor de puesta a tierra de los equipos. A través de un conductor de puesta a tierra de equipos instalado junto con los conductores de suministro en un cable o cordón flexible debidamente terminado en una clavija con polo a tierra, con el contacto del polo a tierra fijo. Se permite que haya un conductor de puesta a tierra sin aislar, pero, si se aísla por separado, el forro debe tener un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más rayas amarillas.

Excepción: Se permite un contacto de puesta a tierra autoarmable en clavijas con polo a tierra utilizados en el extremo del cordón de herramientas o artefactos eléctricos portátiles, accionados o guiados a mano.

c) A través de alambre o banda flexible independiente. A través de un alambre o banda flexible independiente, desnudo o aislado, protegido en la medida de lo posible contra daños físicos, cuando forme parte del equipo.

(1) En todos los conjuntos de cordones, tomacorrientes que no formen parte de la instalación permanente del edificio o estructura y equipos conectados con cordón clavija, se deben hacer las siguientes pruebas:

a. Se debe probar la continuidad de todos los conductores de puesta a tierra de los equipos, que deben ser eléctricamente continuos.

b. Se debe probar si todos los tomacorrientes y clavijas están bien conectados al conductor de puesta a tierra de los equipos. Este conductor de puesta a tierra de los equipos se debe conectar al terminal apropiado.

c. Todas las pruebas exigidas se deben hacer:

1. Antes de empezar a utilizar la instalación en la obra.

2. Cuando haya evidencia de algún daño.

3. Antes de volver a poner los equipos en servicio después de cualquier servicio.

4. A intervalos no superiores a 3 meses.

**Sección 310 - CONDUCTORES PARA
INSTALACIONES EN GENERAL**

CONTENIDO

310-1. Alcance.

310-2. Conductores.

- (c) Aislados.
- (d) Material de los conductores.

310-3. Conductores cableados.

310-4. Conductores en paralelo.

310-5. Calibre mínimo de los conductores.

310-6. Blindaje

310-7. Conductores directamente enterrados.

310-8. Lugares mojados.

- (a) Conductores aislados.
- (b) Cables.

310-9. Condiciones corrosivas.

310-10. Límites de temperatura de los conductores.

310-11. Rotulado.

- (a) Información necesaria.
- (b) Métodos de rotulado.
- (c) Sufijos para designar el número de conductores.
- (d) Rótulos opcionales.

310-12. Identificación de los conductores.

- (a) Conductores puestos a tierra.
- (b) Conductores de puesta a tierra de los equipos.
- (c) Conductores no puestos a tierra.
- (d) Rótulos opcionales.

310-13. Construcción y aplicaciones de los conductores.

310-15. Capacidad de corriente.

310-14. Material de los conductores de aluminio.

- (a) Generalidades.
- (b) Supervisión por expertos.
- (c) Elección de la capacidad de corriente.
- (d) Conductos eléctricos.

Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2.000 V (310-16 hasta 310-19)

- (1) Explicación de las Tablas.
- (3) Alimentadores monofásicos trifilares y acometidas para unidades de vivienda a 120/240 V.
- (5) Conductores desnudos o cubiertos.
- (6) Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.
- (7) Cables de tipo MTW para máquinas herramientas.
- (8) Factores de ajuste.
- (9) Protección contra sobrecorriente.
- (10) Conductor de neutro.
- (11) Conductor de puesta a tierra o de conexión equipotencial.

310-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipos, aislamiento, rótulos, etiquetas, resistencia mecánica, capacidad de corriente nominal y usos. Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integral de equipos como motores, controladores de motores y similares, ni a los conductores específicamente tratados en otras Partes de este Código.

(NOTA): Para los cordones y cables flexibles, véase la Sección 400. Para los cables de artefactos, véase la Sección 402.

310-2. Conductores.

(a) Aislados. Los conductores deben ser aislados.

Excepción: Cuando se permiten específicamente en este Código conductores cubiertos o desnudos.

(NOTA): Para el aislamiento de los conductores de neutro de un sistema de alta tensión sólidamente puesto a tierra, véase el Artículo 250-152.

250-152. Sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra.

Hay una serie de parámetros que se deben cumplir para tener un adecuado sistema con neutro sólidamente puesto a tierra. El aislamiento mínimo que debe llevar este sistema debe estar diseñado para soportar como mínimo 600v.

Se permite tener el neutro totalmente desnudo para instalaciones aéreas, acometidas y partes directamente enterradas de circuitos de alimentación.

También se permite que este desnudo si está totalmente aislado de los conductores de fase y protegido contra daños físicos.

(b)Material de los conductores. Si no se especifica otra cosa, los conductores a los que se refiere esta Sección deben ser de aluminio, aluminio recubierto de cobre o cobre.

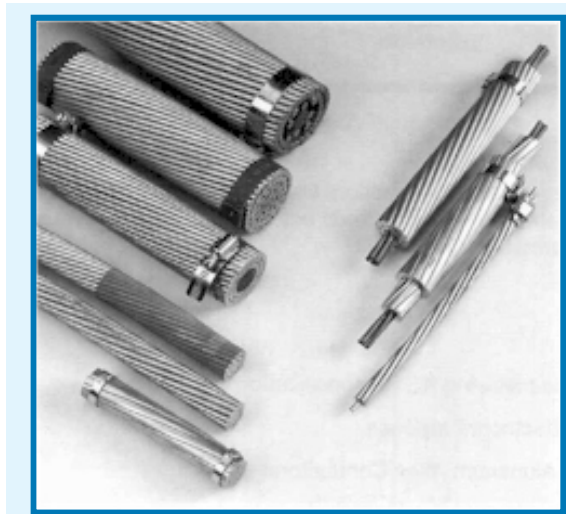


Figura 310-2.
Conductor de aluminio



Figura 310-3.
Conductor de cobre

310-3. Conductores cableados. Cuando van instalados en canalizaciones, los conductores con sección transversal de 8,36 mm² (8 AWG) y mayor deben ser cableados.

Excepción: Las que se autoricen en otras Partes de este Código.



Figura 310-4.
Conductores cableados

310-4. Conductores en paralelo. Los conductores de aluminio, aluminio recubierto de cobre o cobre de sección transversal 53,50 mm² (1/0 AWG) y

mayor, que sean los conductores de fase, el neutro o el conductor puesto a tierra de un circuito, pueden ir conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos para formar un solo conductor).

Excepción nº. 1: Lo que permite el Artículo 620-12(a)(1).

620-12. Sección transversal mínima de los conductores.

(a) Cables móviles.

(1) Para circuitos de alambrado se permite usar conductores de cobre de (14AWG), de (20 AWG) o de menor sección transversal en paralelo siempre y cuando su capacidad de corriente sea equivalente como mínimo al cable de cobre (14 AWG).

Circuito de alambrado: Un circuito de alambrado es la red propiamente dicha y su forma de montaje. Es todo lo que tenga que ver con la conexión de algún sistema a otro.

Excepción nº. 2: Se permite instalar en paralelo conductores con sección transversal menor a 53,5 mm² (1/0 AWG) para alimentar instrumentos de medida, contactores, relés, solenoides y otros dispositivos de control similares, siempre que: (a) estén contenidos en el mismo conducto o cable; (b) la capacidad de corriente de cada conductor por separado sea suficiente para transportar toda la corriente que transportan los conductores en paralelo y (c) el dispositivo de sobrecorriente sea tal que no se supere la capacidad de corriente de cada conductor si uno o más de los conductores en paralelo se desconectaran accidentalmente.

Excepción nº. 3: Se permite instalar en paralelo conductores de sección transversal inferior a 53,50 mm² (1/0 AWG) para frecuencias de 360 Hz y superiores, cuando se cumplan las condiciones (a), (b) y (c) de la excepción nº. 2.

Excepción nº. 4: Bajo la supervisión de personal experto, se permite instalar en paralelo conductores neutros puestos a tierra de sección transversal 33,62 mm² (2 AWG) y mayor, en las instalaciones ya existentes.

(NOTA): La Excepción nº. 4 se puede aprovechar para disminuir el recalentamiento de los conductores de neutro en instalaciones existentes, causado por las corrientes con alto contenido de armónicos de tercer orden.

Debido a que los armónicos de orden impar (3^a, 9^a, 15^a, etc.) No se cancelan sino que suman en el conductor de neutro, la corriente por el conductor de neutro puede ser mayor que la corriente de fase. Se recomienda que el tamaño del conductor neutro sea el doble que el del conductor de fase, o se utilice conductores neutros en paralelo, cuando se desean alimentar cargas no lineales. Opcionalmente debe proveerse un conductor neutro aparte para cada fase. Asimismo, otra alternativa para bloquear el flujo de armónicos que tienden a circular por el neutro es utilizar transformadores con conexión delta - estrella.

Los conductores en paralelo de cada fase, neutro o conductor de circuito puestos a tierra, deben:

- (1)** Ser de la misma longitud.
- (2)** Ser del mismo material conductor.
- (3)** Del mismo calibre.
- (4)** Tener el mismo tipo de aislamiento.
- (5)** Terminarse de la misma manera.

Cuando los conductores se instalen en cables o canalizaciones distintas, los cables y canalizaciones deben tener las mismas características físicas.

(NOTA): Eligiendo bien los materiales, forma de construcción y orientación de los conductores, se pueden minimizar las diferencias de reactancia inductiva y la división desigual de corrientes. Para conseguir ese equilibrio, no es necesario que los conductores de una fase, de neutro o de puesta a tierra sean los mismos que los de la otra fase, de neutro o de puesta a tierra.

Cuando se usen conductores de puesta a tierra de equipo con otros conductores en paralelo, deben cumplir los requisitos de este Artículo, a menos que se deban dimensionar de acuerdo con el Artículo 250-95.

Según el artículo nombrado se debe tener en cuenta la tabla 250-95, la cual nos muestra el calibre adecuado según el valor de corriente. Por ejemplo: para 15 amperios se utiliza un calibre 14 de cobre o un calibre 12 de aluminio o aluminio revestido de cobre.

Cuando se utilicen conductores en paralelo, hay que tener en cuenta el espacio en los encerramientos (ver Secciones 370 y 373).

La Sección 370 trata de la instalación y uso de todas las cajas y conduletas utilizadas para salidas, uniones o cajas de paso, dependiendo de su uso y la Sección 373 trata de los requisitos de instalación y construcción de los armarios, cajas de corte y tableros de medidores enchufables.

Los conductores instalados en paralelo deben cumplir lo establecido en la Sección 310, Nota 8(a), Notas a las Tablas de Capacidad de corriente de 0 a 2.000 V.

8. Factores de ajuste.

(a) Más de tres conductores portadores de corriente en un cable o canalización. Cuando el número de conductores portadores de corriente en un cable o canalización pase de tres, la capacidad de corriente se debe reducir como se indica en la siguiente Tabla.

310-5. Calibre mínimo de los conductores.

En la Tabla 310-5 se recoge el calibre mínimo de los conductores.

Excepciones:

- 1) Para cordones flexibles, como lo permite el Artículo 400-12.
- 2) Para conductores para aparatos, como lo permite el Artículo 410-24.
- 3) Para motores de 746 W (1 HP) o menos, como lo permite el Artículo 430-22.b).
- 4) Para grúas y elevadores, como lo permite el Artículo 610-14.
- 5) Para los circuitos de control y señalización de los ascensores, como lo permite el Artículo 620-12.
- 6) Para los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 como lo permiten los Artículos 725-27 y 725-51.
- 7) Para los circuitos de alarma contra incendios, como lo permiten los Artículos 760-27, 760-51 y 760-71.
- 8) Para los circuitos de control de motores, como lo permite el Artículo 430-72.

TABLA 310-5

Tensión nominal del conductor (V)	Sección transversal mínima del conductor	
	mm ²	AWG
De 0 a 2000	2,08 3,30	14 cobre 12 aluminio o aluminio recubierto de cobre
De 2001 a 8000	8,36	8
De 8001 a 15000	33,62	2
de 15001 a 28000	42,20	1
de 28001 a 35000	53,50	1/0

310-6. Blindaje.

Los conductores aislados con dieléctricos sólidos en instalaciones permanentes que funcionan a más de 2000 V, deben tener un aislamiento resistente al ozono y estar blindados. Todos los blindajes metálicos de aislamiento se deben poner a tierra por un método eficaz que cumpla los requisitos del Artículo 250-51. El blindaje tiene por finalidad limitar los esfuerzos a los que la tensión eléctrica somete al aislamiento.

Excepción. Se permite usar conductores aislados no blindados certificados por un laboratorio de ensayos calificado, en instalaciones hasta de 8000 V, con las siguientes condiciones:

a. Los conductores deben tener un aislamiento resistente a las descargas eléctricas y a la tracción superficial o, si están aislados, deben ir recubiertos de un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a la tracción superficial.

b. Cuando se usen en lugares mojados, los conductores aislados deben tener un forro no metálico que les cubra totalmente o un forro metálico continuo.

c. Cuando funcionen entre 5 001 y 8 000 V, los conductores aislados deben llevar un recubrimiento no metálico sobre el aislamiento. El aislamiento debe tener una capacidad inductiva específica no superior a 3,6 y el recubrimiento una capacidad inductiva específica no inferior a 6 y no superior a 10.

La capacidad inductiva ó también llamada permisividad. Es una constante física que describe cómo un campo eléctrico que afecta y es afectado por un medio. La permisividad es determinada por la habilidad de un material de polarizarse en respuesta a un campo eléctrico aplicado.

d. El grosor del aislamiento y del recubrimiento deben estar de acuerdo con la Tabla 310-

La tabla 310-63 nos muestra el espesor del aislante y del forro de conductores con aislante dieléctrico sólido no blindados para 2001 a 8000 V.

310-7. Conductores directamente enterrados.

Los conductores que vayan directamente enterrados deben ser de un tipo identificado para ese uso. Los cables de más de 8000 V deben ser blindados.

Excepción. Se permite usar cables multiconductores no blindados entre 2001 y 5000 V si el cable no tiene blindaje o forro metálico en toda su longitud.

El blindaje, forro o armadura metálica se deben conectar a tierra por un método eficaz que cumpla los requisitos del Artículo 250-51



Figura 310-5.

Cable multiconductor sin blindaje que se permite enterrar si él no tiene forro metálico o blindaje en toda su longitud.



Figura 310-6.

Si se utiliza un cable multiconductor como el mostrado en la figura, el blindaje debe de estar bien aterrizado, cumpliendo con los métodos especificados en el artículo 250-51.

Notas:

1) En cuanto a los requisitos de instalación de los conductores de 600 V o menos, véase el Artículo 300-5.

2) En cuanto a los requisitos de instalación de conductores de más de 600 V, véase el Artículo 710-4b).

En el artículo 710-4b nombrado anteriormente se muestran los requisitos mínimos de profundidad de los cables enterrados. Por ejemplo para circuitos de 600 V a 22kV los cables directamente enterrados deben estar a 75 cm. de profundidad.

310-8. Lugares mojados. a) Conductores aislados.

Los conductores aislados que se utilicen en lugares mojados deben: 1) estar recubiertos de plomo; 2) ser de los tipos RHW, TW, THW, THHW, THWN o XHHW, o 3) ser de un tipo certificado para uso en lugares mojados.

Para alguna serie de montajes, se necesita una serie de conductores con características especiales como por ejemplo:

RHW: Plástico termorreducible resistente a la humedad.

TW: Termoplástico resistente a la humedad.

THW: Termoplástico resistente a la humedad y al calor.

THHW: Termoplástico doblemente resistente a la humedad y al calor.

b) Cables.

Los cables de uno o más conductores utilizados en lugares mojados, deben ser de un tipo certificado para su uso en lugares mojados. Los conductores que se utilicen directamente enterrados deben ser de un tipo certificado para dicho uso.

310-9. Condiciones corrosivas.

Los conductores expuestos a grasas, aceites, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto corrosivo sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo adecuado para esa aplicación.

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 instalación aplicado o al número de conductores, se supere el límite de temperatura de alguno de los conductores.

Siempre se debe de tener en cuenta la temperatura de funcionamiento del conductor. Se debe evitar mantener en una misma canalización conductores que manejen distintos niveles de temperaturas para evitar el calentamiento y el daño del conductor que maneje menor temperatura.

(NOTA): La temperatura nominal de un conductor (ver Tablas 310-13 y 310-61) 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 serios. Las Tablas de capacidad de corriente, de la Sección 310 y las del Apéndice B, así como los factores de corrección al final de esas Tablas y las notas a los mismos, ofrecen orientaciones para coordinar el tipo, calibre, capacidad de corriente, temperatura ambiente y número de conductores en una instalación.

Los principales determinantes de la temperatura de funcionamiento de los conductores son:

1. La temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.
2. El calor generado interiormente en el conductor por el paso de la corriente, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicos.
3. La velocidad de disipación del calor generado al medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores, puede afectar a esa velocidad de disipación.
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.

310-11. Rotulado.

(a) Información necesaria. Todos los conductores y cables deben ir rotulados con la información necesaria que indique los siguientes datos, según el método aplicable entre los que se describen en el siguiente apartado (b):

- (1) La tensión nominal máxima que soporta el conductor.

(2) La letra o letras que indican el tipo de hilos o cables, tal como se especifica en otro lugar de este Código.

(3) El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.

(4) La sección transversal en mm^2 (número AWG o kcmils).

Unidades del S.I.	Unidades métricas	De S.I a unidades métricas multiplicar por	De unidades métricas a S.I multiplicar por
Pulgadas	mm	25,4	0,0394
Pulgadas cuadradas	mm^2	645,16	0,00155
Circular mil	mm^2	0.000507	1973,5
Ohm/1000 pies	Ohm/Km	3,28	0,3048

(b) Métodos de rotulado.

(1) **Rótulos en la superficie.** Los siguientes conductores y cables se deben rotular en su superficie de modo indeleble. La sección transversal en mm^2 , calibre AWG o la sección en kcmils se deben repetir a intervalos no superiores a 0,6 m. Todas las demás marcas se deben repetir a intervalos no superiores a 1 m.

- a. Cables y alambres de uno o varios conductores, con aislamiento de caucho o termoplástico.
- b. Cables con recubrimiento no metálico.
- c. Cables de acometida.
- d. Cables de circuitos principales y ramales subterráneos.
- e. Bandejas de cables.
- f. Cables de equipos de riego.
- g. Cables de potencia limitada para bandejas.
- h. Cables para bandejas de instrumentos.

(2) **Cinta de rotular.** Para rotular los cables multiconductores con recubrimiento metálico, se debe emplear una cinta de rotular situada dentro del cable y a todo lo largo del mismo.

Excepción n.º. 1: Los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.

Excepción n.º. 2: Los cables de tipo AC.

Excepción n.º. 3: Se permite que la información exigida en el Artículo 310-11(a) se rotule de modo indeleble en el recubrimiento externo no metálico de los cables de tipos MC, ITC o PLTC, a intervalos no superiores a 1,0 m.

Excepción n.º. 4: Se permite que la información exigida por el Artículo 310-11(a) esté rotulada de manera duradera en un revestimiento no metálico colocado bajo el forro metálico de los cables Tipo ITC o PLTC a intervalos no mayores de 1,0 m.

(NOTA): Los cables con recubrimiento metálico son los de tipo AC (Sección 333), tipo MC (Sección 334) y con forro de plomo.

(3) Rotulado mediante etiquetas. Los siguientes cables y conductores se deben rotular mediante una etiqueta impresa sujeta al rollo, bobina o caja de cartón del cable:

- a. Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.
- b. Alambres de los cuadros de distribución.
- c. Cables de un solo conductor con recubrimiento metálico.
- d. Conductores cuya superficie exterior sea de asbesto.
- e. Cables de tipo AC.

(4) Rotulado opcional del calibre del cable. Se permite que la información exigida en el anterior apartado (a) (4) vaya rotulada en la superficie de cada conductor aislado de los siguientes cables multiconductores:

- a. Cables de tipo MC.
- b. Cables en bandejas.
- c. Cables de equipo de riego.
- d. Cables de potencia limitada para bandejas.
- e. Cables de potencia limitada para sistemas de alarma contra incendios.
- f. Cables de bandejas de instrumentos.

(c) Sufijos para designar el número de conductores. Una letra o letras solas deben indicar un solo conductor aislado. Las siguientes letras utilizadas como sufijo indican lo que se expresa en cada una:

D: Dos conductores aislados en paralelo, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

M: Conjunto de dos o más conductores aislados y trenzados en espiral, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

(d) Rótulos opcionales. Se permite que los conductores de los tipos certificados en las Tablas 310-13 y 310-61 lleven en su superficie rótulos que indiquen características especiales o el material de los cables.

(NOTA): Ejemplos de estos rótulos son, entre otros, la sigla "LS" (limited smoke o humo limitado) o la especificación "resistente a la luz solar" (sunlight resistant).

310-12. Identificación de los conductores.

(a) Conductores puestos a tierra. Los conductores aislados de sección transversal $13,29 \text{ mm}^2$ (6 AWG) o más pequeños, diseñados para usarlos como conductores puestos a tierra en circuitos, deben tener una identificación exterior de color blanco o gris natural. Los cables multiconductores planos de sección transversal $21,14 \text{ mm}^2$ (4 AWG) o superior pueden llevar una aleta continua sobre el conductor de puesta a tierra.

Excepción n.º 1: Los cables de artefactos, como se indica en la Sección 402.

Un conductor de alambre de aparatos que esté destinado para utilizarlo como conductor de puesta a tierra, debe llevar una marca continua que le distinga claramente de los demás conductores.

Por ejemplo: Un trenzado de color blanco o gris natural y el trenzado de los demás conductores de colores fuertes fácilmente distinguibles.

Conductor de alambre de aparatos: conductor que sirve como medio de conexión desde el equipo hasta el circuito ramal del cual se desea alimentar.

Excepción n.º 2: Los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.

Excepción n.º 3: Un conductor de circuitos ramales identificado como establece el Artículo 210-5(a).

El conductor puesto a tierra de un circuito ramal se debe identificar mediante un color continuo blanco o gris natural. Cuando en la misma canalización haya conductores de distintos sistemas, si se requiere que un conductor del sistema esté puesto a tierra, deberá tener forro exterior de color blanco o gris natural.

Excepción n.º 4: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que sólo interviene en ella personal calificado, se permite que los conductores puestos a tierra de los cables multiconductores se identifiquen permanentemente en sus terminaciones en el momento de la instalación, mediante una clara marca de color blanco u otro medio igualmente eficaz.



Figura 310-7.
Identificación del conductor puesto a tierra.

En los cables aéreos, la identificación debe ser como se indica o por medio de una aleta situada en el exterior del cable, que permita identificarlo.

Se considera que los cables con recubrimiento exterior de color blanco o gris natural, pero con hilos marcadores coloreados en el blindaje para identificar el fabricante, cumplen lo establecido en este Artículo.

(NOTA): Para los requisitos de identificación de conductores con secciones transversales mayores de $13,29 \text{ mm}^2$ (6 AWG), véase el Artículo 200-6.

Según el artículo 200-6 un conductor aislado y puesto a tierra de sección transversal mayor que $13,29 \text{ mm}^2$ (6 AWG), se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris natural que le cubra en toda su longitud o por una marca blanca visible en sus extremos de conexión. Está permitido que los cables planos de varios conductores de sección transversal de $21,14 \text{ mm}^2$ (4 AWG) o mayores lleven una pestaña externa sobre el conductor puesto a tierra.

(b) Conductores de puesta a tierra de los equipos. Se permite instalar conductores de puesta a tierra desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra cubiertos o aislados individualmente deben tener un acabado exterior continuo verde o verde con una o más rayas amarillas.

Excepción n.º 1: Se permite identificar permanentemente en el momento de la instalación un conductor aislado o cubierto de sección transversal superior a 13,29 mm² (6 AWG) como conductor de puesta a tierra en sus dos extremos y en todos los puntos en que el conductor sea accesible. La identificación se debe hacer por uno de los métodos siguientes:

- a. Quitando el aislante o recubrimiento del conductor en toda la parte expuesta.*
- b. Pintando de verde el aislamiento o recubrimiento en toda la parte expuesta.*
- c. Marcando la parte expuesta del aislamiento o el aislante con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.*

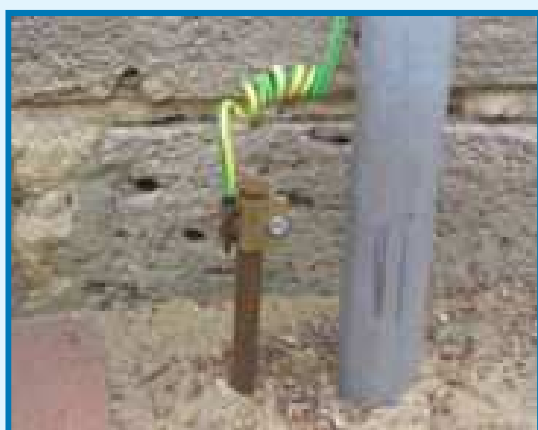


Figura 310-8.
Identificación del conductor de puesta a tierra.

Excepción n.º 2: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que sólo tienen acceso a la misma personas calificadas, se permite identificar permanentemente en el momento de la instalación un conductor aislado en un cable multiconductor que se identifique como conductor de puesta a tierra, en cada extremo y en todos los puntos en que el conductor sea accesible, por uno de los métodos siguientes:

- a. Quitando el aislante o recubrimiento del conductor en toda la parte expuesta.*
- b. Pintando de verde el aislamiento o recubrimiento en toda la parte expuesta.*
- c. Marcando la parte expuesta del aislamiento o el aislante con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.*

(c) Conductores no puestos a tierra. Los conductores que estén diseñados para usarlos como conductores no puestos a tierra, si se usan como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar acabados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y los de puesta a tierra. Los conductores no puestos a tierra se deben identificar por colores diferentes del blanco, gris natural o verde, o por cualquier combinación de colores y sus marcas distintivas. Estas marcas deben ir también en un color que no sea el blanco, el gris natural o el verde y deben consistir en una o varias franjas o en series de marcas iguales que se repiten periódicamente. Estas marcas no deben interferir en modo alguno las marcas superficiales que exige el Artículo 310-11(b)(1).

Excepción: Lo que permite el Artículo 200-7.

El artículo 200-7 permite:

- 1) Se permite un conductor aislado con forro blanco o gris natural como conductor no puesto a tierra cuando se identifique permanentemente para indicar su uso, mediante pintura u otro medio eficaz en su terminación y en todos los lugares en donde el conductor sea visible y accesible.
- 2) Se permite un cable que contenga un conductor aislado con acabado exterior blanco o gris natural en bucles de interruptores unipolares de 3 o 4 vías, cuando el conductor blanco o gris natural se use para alimentar el interruptor pero no como conductor de retorno desde el interruptor a su salida controlada. En estas aplicaciones no es necesario reidentificar el conductor blanco o gris natural.
- 3) Se permite un cordón flexible para conectar un artefacto que lleve un conductor identificado por su acabado exterior blanco o gris natural o por cualquier otro medio permitido por el Artículo 400-22, tanto si la salida a la que esté conectado está alimentada por un circuito con conductor puesto a tierra como si no lo está.

310-13. Construcción y aplicaciones de los conductores. Los conductores aislados deben cumplir las disposiciones aplicables de uno o más de las siguientes Tablas: 310-13, 310-61, 310-62, 310-63 y 310-64.

Se permite el uso de estos conductores en cualquiera de las instalaciones descritas en el Capítulo 3 y como se especifique en sus respectivas Tablas.

(NOTA): Los aislamientos termoplásticos se pueden poner rígidos a temperaturas inferiores a -10°C . A temperatura normal, los termoplásticos también se pueden deformar si están sometidos a presión, como en los puntos de soporte. Si se utilizan aislantes termoplásticos en circuitos de c.c. en lugares mojados, se puede producir una electroendósmosis entre el conductor y el aislante.

La electroendósmosis es el movimiento de agua hacia el cátodo cuando se aplica un campo eléctrico.

310-14. Material de los conductores de aluminio.

Los conductores sólidos de aluminio de sección transversal $8,36\text{ mm}^2$ (8 AWG), $5,25\text{ mm}^2$ (10 AWG) y $3,30\text{ mm}^2$ (12 AWG), deben estar hechos de aleación de aluminio de grado eléctrico AA-8000. Los conductores de aluminio trenzados desde $8,36\text{ mm}^2$ (8 AWG) hasta $506,70\text{ mm}^2$ (1.000 kcmils), de tipo XHHW, THW, THHW, THWN, THHN, conductor de acometida de tipo SE Estilo U y SE Estilo R, deben estar hechos de aleación de aluminio de grado eléctrico AA-8000.

Esta aleación de aluminio serie AA-8000, fue desarrollada, con el propósito de resolver los problemas de flexibilidad y conectividad, encontrados en los conductores construidos con la aleación de aluminio 1350, los cuales tenían problemas de calentamiento (llegando incluso a presentarse fuego) en los puntos terminales de conexión. Estos inconvenientes eran más frecuentes en los conductores sólidos calibre 12 y 10 AWG, usados en circuitos derivados de las instalaciones residenciales, aunque también se presentaban en los otros calibres. Debido al método de procesamiento convencional de la aleación de aluminio 1350 y su composición química, los conductores que se obtienen son muy duros y quebradizos; por esta razón, al ser usados como "building wires" se ven afectados durante su funcionamiento por el efecto llamado "cold flow" (fluencia en frío) que se presenta en los terminales de conexión (sean estos, interruptores,

tomacorrientes, disyuntores, barras, etc.) por el paso de la corriente eléctrica a través de ellos, provocando calentamientos en diferente proporción entre el conductor y el elemento de conexión al cual se encuentra fijado.

El desarrollo de la aleación AA-8000, resolvió todos estos problemas, incluido el fenómeno que presenta la 1350 de incrementar su tendencia a la fatiga por deslizamiento (conocida como efecto "creep"). Esta nueva serie AA-8000 dispone de tasas de "creep" mucho más manejables, las cuales permiten una mayor estabilidad de la conectividad, por ser de un material de mayor maleabilidad, que facilita la realización de empalmes y conexiones más seguras. Además, los conductores de aluminio fabricados con aleación serie AA-8000, tienen las suficientes propiedades mecánicas de "límite elástico" (yield strength) para poder ser instalados en los distintos tipos de canalización eléctrica. [10]

310-15. Capacidad de corriente. Se permite calcular la capacidad de corriente de los conductores mediante los siguientes apartados (a) o (b).

(NOTA): Para las corrientes calculadas en este Artículo no se tiene en cuenta la caída de tensión. Para los circuitos de alimentación, véase el Artículo 215-2(b), Nota 2. Para los circuitos ramales, véase el Artículo 210-19(a), Nota 4.

(a) Generalidades. La capacidad de corriente de los conductores de 0 a 2000 V nominales debe ser la especificada en las Tablas de capacidad de corriente, 310-16 a 310-19 y sus notas correspondientes. La capacidad de corriente de los conductores sólidos con aislamiento dieléctrico, de 2001 a 35000 V, es la especificada en las Tablas 310-67 a 310-86 con sus notas correspondientes.

(NOTA): Las Tablas 310-16 a 310-19 son Tablas de aplicación para usar en el cálculo del calibre de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con la Sección 220. La capacidad de corriente es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

1. La compatibilidad en temperatura con los equipos conectados, sobre todo en los puntos de conexión.

Los conductores no solo deben estar diseñados para soportar la corriente que maneja el equipo que se desea alimentar, sino que también debe estar diseñado para la temperatura que se maneja en el ambiente y el calor que disipa el equipo. Estos parámetros se deben tener en cuenta para evitar riesgos en una instalación eléctrica.

2. La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y de la instalación.

3. Los requisitos de los certificados o certificaciones de los productos. Véase a este respecto el Artículo 110-3(b).

110-3 b) Instalación y uso. Los equipos certificados o rotulados se deben instalar y usar según las instrucciones incluidas en el certificado o en el rótulo.

4. El cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos generalmente aceptados.

(b) Supervisión por expertos. Bajo la supervisión de expertos, se permite calcular la capacidad de corriente de los conductores mediante la siguiente fórmula general:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \Delta TD)}{RCC(I + YC)RCA}}$$

Donde:

TC = Temperatura del conductor en °C

TA = Temperatura ambiente en °C

ΔTD = Aumento de temperatura por pérdidas del dieléctrico

RCC = Resistencia de c.c. del conductor a la temperatura TC

YC = Resistencia de c.a. del conductor resultante de los efectos de piel y proximidad.

RCA = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el aire que le rodea

Nota: Para mayor información sobre este procedimiento véase el documento *Standard Power Cable Ampacity Tables, IEEE std 835-1994*.

(c) Elección de la capacidad de corriente. Cuando, para un circuito de longitud dada, las tablas y las fórmulas den distintas capacidades de corriente, se debe tomar la de menor valor.

Excepción: Cuando se obtengan dos capacidades de corriente distintas para partes seguidas de un circuito, se permite utilizar la mayor más allá del punto de transición, a la menor de las siguientes distancias: 3,0 m o el 10% de la longitud del circuito que da la capacidad de corriente mayor.

Ejemplo 2

Tres conductores de 500 kcmil THW van por un tubo conduit que empieza desde un centro de control de motores pasando a 3,6 m del calor de un horno. El tubo va hacia una motobomba situada a 45 m del centro de control. Cuando se enciende la motobomba la temperatura ambiente esta entre los 25 °C y los 30°C . Según la tabla 310-16 la capacidad de corriente debe ser de 380 A. la temperatura ambiente cerca del horno es de 45 °C y la distancia a la que llega esta temperatura es menor a 3 m y menor al 10% de la longitud total.

Determinar la capacidad de corriente del conductor.

Solución:

Según la tabla 310-16, si la temperatura ambiente está entre los 41 °C y los 45 °C la capacidad de corriente del conductor se debe multiplicar por un factor de corrección de 0,82. Esto da como resultado una capacidad de corriente de 311,6 A. Como la longitud es menor a 3 m y menor al 10% de la longitud del circuito, el conductor que se puede utilizar es el de 380 A de capacidad.

(NOTA): Para los límites de temperatura de los conductores según su terminación, véase el Artículo 110-14(c).

110-14. Conexiones eléctricas.

c) Límites de 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.

1) 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 sólo para conductores de 60 °C.

Excepciones:

1) 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.

2) 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.

2) Lo establecido para los puntos de conexión de los equipos para circuitos de 100 A nominales o menos, o marcados para conductores mayores a 42,20 mm² (1 AWG), se debe aplicar sólo para conductores de 75°C nominales.

Nota: En la parte que se habla de que los puntos de conexión de los equipos para circuitos de 100 A nominales o menos; en vez de ser menos es mas.

Excepciones:

1) 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 75 °C del calibre del conductor usado.

2) Lo establecido en cuanto a puntos de conexión de los equipos debe permitir que se utilicen con conductores de una capacidad de corriente superior a la mayor capacidad de corriente de los conductores, siempre que el equipo esté listado e identificado para usarlo con conductores de mayor capacidad de corriente.

3) 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.

(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.

(d) Conductos eléctricos. Según la Sección 310, se entiende por conductos eléctricos cualquiera de las conducciones reconocidas en el Capítulo 3 como adecuadas para su uso subterráneo y otras conducciones o canalizaciones de sección circular certificadas para su uso subterráneo o enterrado en la tierra u concreto.

Tabla 310-16 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2.000 V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30°C.

Calibre mm ²	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre AWG o kcmils
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE				
0,82	....	....	14	....	....	....	18
1,31	....	....	18	....	....	....	16
2,08	20*	20*	25	....	....	....	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,70	455	545	615	375	445	500	1 000
633,38	495	590	665	405	485	545	1 250
760,05	520	625	705	435	520	585	1 500
886,73	545	650	735	455	545	615	1 750
1.013,40	560	665	750	470	560	630	2 000

Tabla 310-16 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2.000 V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30°C.

Calibre mm ²	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre AWG o kcmils
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp. ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 amperios para el conductor de sección transversal 2,08 mm² (14 AWG); 20 amperios para 3,3 mm² (12 AWG) y 30 amperios para 5,25 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 amperios para 3,3 mm² (12 AWG) y 25 amperios para 5,25 mm² (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

Tabla 310-17 Capacidad de corriente permisible de conductores sencillos aislados para 0 a 2.000 V nominales al aire libre y temperatura ambiente de 30°C

Calibre	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
mm ²	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	AWG kcmils
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
0,82	....	....	18	....	....	....	18
1,31	....	....	24	....	....	....	16
2,08	25*	30*	35*	....	....	....	14
3,30	30*	35*	40*	25*	30*	35*	12
5,25	40	50*	55*	35*	40*	40*	10
8,36	60	70	80	45	55	60	8
13,29	80	95	105	60	75	80	6
21,14	105	125	140	80	100	110	4
26,66	120	145	165	95	115	130	3
33,62	140	170	190	110	135	150	2
42,20	165	195	220	130	155	175	1
53,50	195	230	260	150	180	205	1/0
67,44	225	265	300	175	210	235	2/0
85,02	260	310	350	200	240	275	3/0
107,21	300	360	405	235	280	315	4/0
126,67	340	405	455	265	315	355	250
152,01	375	445	505	290	350	395	300
177,34	420	505	570	330	395	445	350
202,68	455	545	615	355	425	480	400
253,35	515	620	700	405	485	545	500
304,02	575	690	780	455	540	615	600
354,69	630	755	855	500	595	675	700
380,02	655	785	855	515	620	700	750
405,36	680	815	920	535	645	725	800
456,03	730	870	985	580	700	785	900
506,70	780	935	1 055	625	750	845	1 000
633,38	890	1 065	1 200	710	855	960	1 250
760,05	980	1 175	1 325	795	950	1 075	1 500
886,73	1 070	1 280	1 445	875	1 050	1 185	1 750
1 013,40	1 155	1 385	1 560	960	1 150	1 335	2 000

Tabla 310-17 Capacidad de corriente permisible de conductores sencillos aislados para 0 a 2.000 V nominales al aire libre y temperatura ambiente de 30°C

Calibre	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
mm ²	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	AWG Kcmils
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp. ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 amperios para 2,08 mm² (14 AWG); 20 amperios para 3,3 mm² (12 AWG) y 30 amperios para 5,25 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 amperios para 3,3 mm² (12 AWG) y 25 amperios para 5,25 mm² (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre.

Tabla 310-18 Capacidad de corriente permisible de tres conductores sencillos aislados de 0 a 2.000 V, de 150°C a 250°C en canalizaciones o cables y temperatura ambiente de 40°C

Calibre mm ²	Temperatura nominal del conductor. Véase Tabla 310-13				Calibre AWG kcmils
	150°C	200°C	250°C	150°C	
	TIPO Z	TIPOS FEP, FEPB, PFA	TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z	
	COBRE		NÍQUEL O NÍQUEL RECUBIERTO DE COBRE	ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	
2,08	34	36	39	....	14
3,30	43	45	54	30	12
5,25	55	60	73	44	10
8,36	76	83	93	57	8
13,29	96	110	117	75	6
21,14	120	125	148	94	4
26,66	143	152	166	109	3
33,62	160	171	191	124	2
42,20	186	197	215	145	1
53,50	215	229	244	169	1/0
67,44	251	260	273	198	2/0
85,02	288	297	308	227	3/0
107,21	332	346	361	260	4/0
126,67	....	....	....	....	250
152,01	....	....	....	....	300
177,34	....	....	....	....	350
202,68	....	....	....	....	400
253,35	....	....	....	....	500
304,02	....	....	....	....	600
354,69	....	....	....	....	700
380,02	....	....	....	....	750
405,36	....	....	....	....	800
506,70	....	....	....	....	1 000
760,05	....	....	....	....	1 500
1 013,40	....	....	....	....	2 000
FACTORES DE CORRECCIÓN					
Temp. ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 40°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente de los siguientes factores				Temp. ambiente en °C
41- 50	0,95	0,97	0,98	0,95	41- 50
51- 60	0,90	0,94	0,95	0,90	51- 60
61- 70	0,85	0,90	0,93	0,85	61- 70
71- 80	0,80	0,87	0,90	0,80	71- 80
81- 90	0,74	0,83	0,87	0,74	81- 90
91-100	0,67	0,79	0,85	0,67	91-100
101-120	0,52	0,71	0,79	0,52	101-120
121-140	0,30	0,61	0,72	0,30	121-140
141-160	....	0,50	0,65	....	141-160
161-180	....	0,35	0,58	....	161-180
181-200	....	....	0,49	....	181-200
201-225	....	....	0,35	....	201-225

Tabla 310-19 Capacidad de corriente permisible de conductores sencillos aislados de 0 a 2.000 V, de 150°C a 250°C en canalizaciones o cables y temperatura ambiente de 40°C.

Calibre mm ²	Temperatura nominal del conductor. Véase Tabla 310-13					Calibre AWG kcmils
	150°C	200°C	Conductores desnudos o cubiertos	250°C	150°C	
	TIPO Z	TIPOS FEP, FEPB, PFA COBRE		TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z	
			NÍQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NÍQUEL	ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
2,08	46	54	30	59	....	14
3,30	60	68	35	78	47	12
5,25	80	90	50	107	63	10
8,36	106	124	70	142	83	8
13,29	155	165	95	205	112	6
21,14	190	220	125	278	148	4
26,66	214	252	150	327	170	3
33,62	255	293	175	381	198	2
42,20	293	344	200	440	228	1
53,50	339	399	235	532	263	1/0
67,44	390	467	275	591	305	2/0
85,02	451	546	320	708	351	3/0
107,21	529	629	370	830	411	4/0
126,67	....	....	415	....	....	250
152,01	....	....	460	....	....	300
177,34	....	....	520	....	....	350
202,68	....	....	560	....	....	400
253,35	....	....	635	....	....	500
304,02	....	....	710	....	....	600
354,69	....	....	780	....	....	700
380,02	....	....	805	....	....	750
405,36	....	....	835	....	....	800
	....	....	865	....	....	900
506,70	....	....	895	....	....	1 000
760,05	....	....	1 205	....	....	1 500
1 013,40	....	....	1 420	....	....	2 000
FACTORES DE CORRECCIÓN						
Temp. ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 40°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes					Temp. ambiente en °C
41- 50	0,95	0,97	....	0,98	0,95	41- 50
51- 60	0,90	0,94	....	0,95	0,90	51- 60
61- 70	0,85	0,90	....	0,93	0,85	61- 70
71- 80	0,80	0,87	....	0,90	0,80	71- 80
81- 90	0,74	0,83	....	0,87	0,74	81- 90
91-100	0,67	0,79	....	0,85	0,67	91-100
101-120	0,52	0,71	....	0,79	0,52	101-120
121-140	0,30	0,61	....	0,72	0,30	121-140
141-160	....	0,50	....	0,65	....	141-160
161-180	....	0,35	....	0,58	....	161-180
181-200	....	....	....	0,49	....	181-200
201-225	....	....	....	0,35	....	201-225

Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V (310-16 hasta 310-19)

1. Explicación de las Tablas. Para la explicación de las letras de tipo, el calibre de los conductores y los aislamientos, véase el Artículo 310-13. Para los requisitos de instalación, véanse los Artículos 310-1 a 310-10 y diversas Secciones de este *Código*. Para los cordones flexibles, véanse las Tablas 400-4, 400-5(A) y 400-5(B).

3. Alimentadores monofásicos trifilares y acometidas para unidades de vivienda a 120/240 V. Para unidades de vivienda, se permite utilizar los conductores de la siguiente lista como conductores de entrada a la acometida monofásica trifilar a 120/240 V, conductores de acometida subterránea y conductores del alimentador que sirva como fuente principal de suministro de la unidad de vivienda y vayan instalados en canalizaciones o cables con o sin conductor de puesta a tierra de los equipos. Para la aplicación de esta nota, no se exige que los conductores de la acometida a una unidad de vivienda sean de mayor calibre que los de entrada a la acometida. Se permite que el conductor puesto a tierra sea de menor calibre que los conductores no puestos a tierra, siempre que se cumplan los requisitos de las Secciones 215-2, 220-22 y 230-42.

215-2. Capacidad de corriente y calibres mínimos. Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de corriente no menor a la necesaria para alimentar las cargas calculadas en las Partes B, C y D de la Sección 220. Los calibres mínimos deben ser los especificados en los siguientes apartados a) y b) en las condiciones estipuladas. Los conductores del alimentador de una unidad de vivienda o una vivienda móvil no tienen que ser de mayor calibre que los conductores de acometida. Para calcular la sección transversal (calibre) de los conductores, véase en la Sección 310, Nota 3, Alimentadores monofásicos trifilares y acometidas para unidades de vivienda a 120/240 V, de las Notas a las Tablas de Capacidad de corriente de 0 a 2.000 V.

a) Para circuitos específicos. La capacidad de corriente de los conductores del alimentador no debe ser menor a 30 A cuando la carga servida consista en alguno de los siguientes números y tipos de circuitos: 1) dos o más circuitos ramales bifilares servidos por un alimentador bifilar;

2) más de dos circuitos ramales bifilares servidos por un alimentador trifilar; 3) dos o más circuitos ramales trifilares conectados a un alimentador trifilar o 4) dos o más circuitos ramales tetrafilares conectados a un alimentador trifásico tetrafilar.

b) Capacidad de corriente relativa a los conductores de entrada de acometida. La capacidad de corriente de los conductores del alimentador no deberá ser menor a la de los conductores de entrada de acometida cuando los conductores del alimentador transporten toda la corriente suministrada por los conductores de entrada de acometida con una capacidad de corriente de 55 A o menos.

Notas:

1) Véanse ejemplos 1 a 10, Capítulo 9.

2) Los conductores de alimentadores tal como están definidos en la Sección 100, con un calibre que evite una caída de tensión superior al 3 % en la salida más lejana para potencia, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentador y ramales hasta la salida más lejana no supere el 5 %, ofrecen una eficiencia de funcionamiento razonable.

3) Véase el Artículo 210-19.a), para la caída de tensión de los conductores de los circuitos ramales,

220-22. Carga del neutro del alimentador. La carga del neutro del alimentador debe ser el máximo desequilibrio de la carga determinado por esta Sección. La carga de máximo desequilibrio debe ser la carga neta máxima calculada entre el neutro y cualquier otro conductor no puesto a tierra, excepto en sistemas de dos fases trifilares o pentafilares en los que la carga así obtenida se debe multiplicar por 140 %. En un alimentador para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, estufas de sobreponer y secadoras eléctricas, la carga máxima de desequilibrio se debe considerar el 70 % de la carga en los conductores no conectados a tierra, calculada según la Tabla 220-19 para las estufas y 220-18 para las secadoras. Para los sistemas de c.c. o monofásicos de c.a. trifilares, trifásicos tetrafilares, bifásicos trifilares o bifásicos pentafilares, se permite aplicar otro factor de demanda del 70 % para la parte de la

carga en desequilibrio superior a 200 A. No debe reducirse la capacidad de corriente del neutro en la parte de la carga que consista en cargas no lineales alimentadas con un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella ni en el conductor puesto a tierra de un circuito trifilar que consista en dos hilos de fase y el neutro o un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella.

Notas:

1) Véanse los ejemplos 1.a), 1.b), 2.b), 4.a) y 5.a) del Capítulo 9.

2) Un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella utilizado para alimentar cargas no lineales, puede requerir que el sistema esté diseñado de modo que permita que pasen por el neutro corrientes con alto contenido de armónicos.

230-42. Sección transversal y capacidad de corriente.

a) Generalidades. Los conductores de entrada de acometida deben tener una sección transversal suficiente para transportar la corriente para la que se ha calculado la carga, según la Sección 220. La capacidad de corriente se determina según el Artículo 310-15.

Excepción: La capacidad de corriente de los conductos de barras aprobados debe ser el valor para el cual han sido certificados o rotulados esos conductos.

b) Conductores no puestos a tierra. Los conductores no puestos a tierra deben tener una capacidad de corriente no menor a lo estipulado por las empresas locales de energía y de acuerdo con los artículos 230.23.b) y 230. 31.b).

c) Conductores puestos a tierra. Un conductor puesto a tierra no debe tener una sección transversal menor de la exigida por el Artículo 250-23.b).

Tipos y calibres de los conductores RH, RHH, RHW, THHW, THW, THWN, THHN, XHHW, USE

Cobre		Aluminio o aluminio recubierto de cobre		Capacidad de corriente de la acometida o alimentador
mm ²	AWG	mm ²	AWG	(A)
21,14	4	33,62	2	100
26,66	3	42,20	1	110
33,62	2	53,50	1/0	125
42,20	1	67,44	2/0	150
53,50	1/0	85,02	3/0	175
67,44	2/0	107,21	4/0	200
85,02	3/0	126,67	250 kcmils	225
107,21	4/0	152,01	300 kcmils	250
126,67	250 kcmils	177,34	350 kcmils	300
177,34	350 kcmils	253,35	500 kcmils	350
202,68	400 kcmils	304,02	600 kcmils	400

5. Conductores desnudos o cubiertos. Cuando se usen juntos conductores desnudos o cubiertos y conductores aislados, su capacidad de corriente se debe limitar a la permitida para conductores aislados adyacentes.

6. Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral. Los límites de temperatura en los que se basa la capacidad de corriente de los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral, se calcula por los materiales aislantes utilizados en el cierre final. Los herrajes de terminación que lleven material aislante orgánico sin impregnar, tienen un límite de funcionamiento de 90°C.

7. Cables de tipo MTW para máquinas herramientas. Para la capacidad de corriente permisible de los cables de tipo MTW, véase la Tabla 11 de *Electrical Standard for Industrial Machinery*, ANSI/NFPA 79-1994.

8. Factores de ajuste.

(a) Más de tres conductores portadores de corriente en un cable o canalización. Cuando el número de conductores portadores de corriente en un cable o canalización pase de tres, la capacidad de corriente se debe reducir como se indica en la siguiente Tabla.

Número de conductores portadores de corriente	Porcentaje del valor de las Tablas, ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

Cuando los conductores sencillos o los cables multiconductores vayan juntos durante una distancia de más de 0,6 m sin mantener la separación y no vayan instalados en canalizaciones, las capacidades de corriente permisible de cada conductor se deben reducir como indica la Tabla anterior.

Excepción nº. 1: Cuando en la misma canalización o cable haya instalados conductores de distintos sistemas, como se recoge en el Artículo 300-3, los anteriores factores se deben aplicar sólo a los conductores de fuerza y alumbrado (Secciones 210, 215, 220 y 230).

SECCIÓN 210. CIRCUITOS RAMALES

210-1. Alcance. Esta Sección trata de circuitos ramales, excepto aquéllos que alimenten únicamente motores tratados en la Sección 430. Las disposiciones de esta Sección y de la Sección 430 se aplican a los circuitos ramales con cargas combinadas.

Excepción: Los circuitos ramales para celdas electrolíticas, tal como se describen en el Artículo 668-3.c), excepciones No. 1 y 4.

Sección 215. ALIMENTADORES

215-1. Alcance. Esta sección trata de los requisitos de instalación, de la capacidad de corriente y del calibre mínimo de los conductores de los alimentadores que suministran corriente a los circuitos ramales, calculados según la Sección 220.

Excepción: Alimentadores de celdas electrolíticas de los que trata el Artículo 668-3.c), Excepciones 1 y 4

SECCIÓN 220. CÁLCULOS DE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES, RAMALES Y ACOMETIDAS

220-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos para establecer el número de circuitos ramales necesarios y para calcular las cargas del alimentador, de los circuitos ramales y de las acometidas.

Excepción: Cálculos del alimentador y los circuitos ramales para celdas electrolíticas, de los que trata el Artículo 668-3.c), Excepciones No. 1 y 4.

SECCIÓN 230. ACOMETIDAS

230-1. Alcance. Esta Sección trata de los conductores y equipos de acometida para el control y protección de las acometidas y sus requisitos de instalación.

Excepción nº. 2: A los conductores instalados en bandejas portacables se les debe aplicar lo establecido en el Artículo 318-11.

Lo que establece el artículo 318-11 es que estos factores de corrección solo se deben aplicar sólo a cables multiconductores con más de tres conductores portadores de corriente.

Excepción nº. 3: Estos factores de corrección no se deben aplicar a conductores en niples cuya longitud no supere 0,6 m.

Excepción nº. 4: Estos factores de corrección no se deben aplicar a conductores subterráneos que entren o salgan de una zanja exterior, si esos conductores están protegidos físicamente por tubo conduit de metal rígido, tubo conduit metálico intermedio o tubo conduit no metálico rígido de una longitud no superior a 3,0 m y el número de conductores no pasa de cuatro.

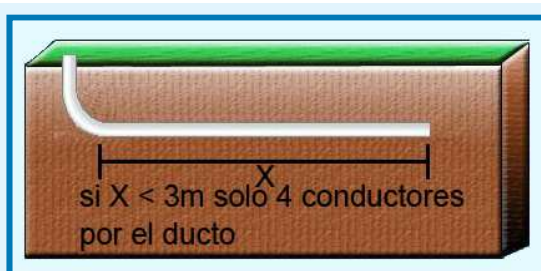


Figura 310-9.
Canalizaciones subterráneas

Excepción n.º 5: Para otras condiciones de carga, se permite calcular la capacidad de corriente y los factores de ajuste según lo que establece el Artículo 310-15(b).

(NOTA): Para los factores de ajuste de más de tres conductores en tensión en una canalización o cable con diversas cargas, véase el Apéndice B, Tabla B-310-11.

(b) Más de un conducto, tubo o canalización. Se debe conservar la separación entre los tubos conduit, tubería o canalizaciones.

9. Protección contra sobrecorriente. Cuando las corrientes normales y ajustes de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no se correspondan con las corrientes y ajustes permitidos para esos conductores, se permite tomar los valores inmediatamente superiores.

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) hasta m).

a) 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. Sí deben llevar protección contra cortocircuitos.

Nota: En estos casos donde los circuitos no deben estar protegidos contra sobrecarga es debido a que se prefiere que el equipo sufra un

daño, a que corra riesgo la integridad de las personas y del entorno. Por ejemplo en el caso de las bombas contra incendios es preferible que se dañe la bomba por una sobrecarga y no que se dañe todo el edificio que debe proteger.

Con los circuitos magnéticos de transporte no es necesaria la protección contra sobrecarga porque estos circuitos trabajan con sobrecarga, son los encargados de cargar chatarra y objetos metálicos pesados.

b) 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:

1) 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.

2) 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).

3) Que el valor nominal inmediato superior seleccionado no supere los 800 A.

c) 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, tal como se define en el Artículo 240-6.

d) Conductores de terminales. Se permite que los conductores de terminales estén protegidos contra sobrecorriente según los Artículos 210-19.c), 240-21, 364-11, 364-12 y 430-53.d).

e) Conductores para circuitos de artefactos eléctricos a motor. Se permite que los conductores de los circuitos de artefactos eléctricos a motor estén protegidos contra sobrecorriente según las Partes B y D de la Sección 422.

f) Conductores para circuitos de motores y de control de motores. Se permite que los conductores de circuitos de motores y de control de motores estén protegidos contra sobrecorriente según las Partes C, D, E y F de la Sección 430.

g) Conductores de suministro de convertidores de fase. Se permite que los conductores de suministro de los convertidores de fase para cargas con y sin motor estén protegidos contra sobrecorriente según el Artículo 455-7.

h) Conductores de circuitos para equipos de refrigeración y aire acondicionado. Se permite que los conductores de los circuitos de los equipos de refrigeración y aire acondicionado estén protegidos contra sobrecorriente según las Partes C y F de la Sección 440.

i) Conductores del secundario de los transformadores. Los conductores del secundario de transformadores monofásicos (excepto los bifilares) y polifásicos (excepto los trifilares conexión delta - delta), no se consideran protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario. Se permite que los conductores alimentados desde el secundario de un transformador monofásico con secundario bifilar (una tensión) o trifásico con conexión delta - delta con secundario trifilar (una tensión), se protejan mediante el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario (lado del suministro) del transformador, siempre que esa protección cumpla lo establecido en el Artículo 450-3 y no supere el valor resultante de multiplicar la capacidad de corriente del conductor del secundario por la relación de transformación de tensión del secundario al primario.

j) Conductores de los circuitos de condensadores. Se permite que los conductores de los circuitos de condensadores estén protegidos contra sobrecorriente según los Artículos 460-8.b) y 460-25.a) hasta d).

k) Conductores de los circuitos para soldadores eléctricos. Se permite que los conductores de los circuitos de circuitos para soldadores estén protegidos contra sobrecorriente según los Artículos 630-12, 630-22 y 630-32.

l) Conductores de los circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada. Los conductores de los circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada, deben protegerse contra sobrecorriente según los Artículos 725-23, 725-24, 725-41 y las Tablas 11.a) y 11.b) del Capítulo 9.

m) Conductores de los circuitos de sistemas de alarma contra incendios. Los conductores de los circuitos de sistemas de alarma contra incendios se deben proteger contra sobrecorriente según los Artículos 760-23, 760-24, 760-41 y las Tablas 12.a) y 12.b) del Capítulo 9.

10. Conductor de neutro.

(a) Un conductor de neutro que transporte sólo la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, no se cuenta para lo establecido en la Nota 8.

8. Factores de ajuste.

(a) Más de tres conductores portadores de corriente en un cable o canalización. Cuando el número de conductores portadores de corriente en un cable o canalización pase de tres, la capacidad de corriente se debe reducir como se indica en la siguiente Tabla.

(b) En un circuito trifilar de un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella que consiste de dos hilos de fase y el neutro, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de la carga línea a neutro de los otros conductores, por lo que se debe contar al aplicar lo establecido en la Nota 8.

(c) En una instalación trifásica tetrafilar cuyas principales cargas sean no lineal, por el conductor neutro pasan corrientes de armónicos, por lo que se le debe considerar como conductor portador de corriente.

En el caso de los circuitos trifásicos con cargas no lineales, las armónicas de orden impar (3^a , 9^a , 15^a , etc.), no se cancelan sino que se suman en el conductor neutro, por lo que la corriente por el conductor neutro puede ser mayor que la corriente de fase. El peligro consiste en un excesivo sobrecalentamiento del cable neutro, además de causar caídas de voltaje, entre el neutro y la tierra, mayores de lo normal.

11. Conductor de puesta a tierra o de conexión equipotencial. Al aplicar lo establecido en la Nota

8, no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o de conexión equipotencial.

Tabla 310-61 Aplicaciones y aislamiento de los conductores

Nombre comercial	Letra de tipo	Temperatura máxima de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Cobertura exterior
Dieléctrico sólido, tensión media.	MV-90 MV-105*	90°C 105°C	Lugares secos o húmedos, para 2001 V en adelante	Termoplástico o plástico termoajustable	Forro, blindaje o armadura.

* Cuando las condiciones de diseño exijan que los conductores funcionen a temperaturas de más de 90°C.

Tabla 310-62 Espesor del aislamiento de conductores no blindados, tipos RHH y RHW, entre 601 y 2.000 V (en mm)

Calibre del conductor		A	B
mm ²	AWG o kcmils	mm	Mm
2,08 - 5,25	14-10	2,03	1,52
8,36	8	2,28	1,78
13,29 - 33,62	6-2	2,41	1,78
42,20 - 67,44	1-2/0	2,79	2,28
85,02 - 107,21	3/0-4/0	2,79	2,28
126,67 - 253,35	250-500	3,17	2,66
304,02 - 506,70	550-1 000	3,55	3,05

Nota 1: Los aislantes de la columna A son sólo cauchos naturales, secbutilicos y butílicos.

Nota 2: Los aislantes de la columna B son materias tales como polietileno con enlaces cruzados, caucho de etileno-propileno y derivados de los mismos.

Nota: La tabla 310-63 se encuentra en el Anexo 1. Tablas

Tabla 310-64 Espesor del aislamiento de conductores blindados con aislante dieléctrico sólido, entre 2.001 y 35.000 V (en mm)

Calibre del conductor		2001-5000V	5001-8000 V		8001-15000 V		15001-25000V		25001-28000V		28001-35000V	
mm ²	AWG-kcmils		Nivel de Aislamiento en %									
			100 %	133 %	100 %	133 %	100 %	133 %	100 %	133 %	100 %	133 %
8,36	8	2,28	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
13,29	6-4	2,28	2,2	3,56	---	---	---	---	---	---	---	---
21,14												
33,62	2	2,28	2,92	3,56	4,45	5,46	---	---	---	---	---	---
42,20	1	2,28	2,92	3,56	4,45	5,46	6,60	8,76	7,11	8,76	---	---
53,50	1/0-1.000 kcmil	2,28	2,92	3,56	4,45	5,46	6,60	8,76	7,11	8,76	8,76	10,67

Definiciones:

Nivel de aislamiento 100%. Se permite utilizar cables de esta categoría cuando la instalación tenga protección por relés, de modo que las fallas a tierra se eliminen lo más rápidamente posible y en cualquier caso antes de un minuto. Aunque estos cables se pueden utilizar en la gran mayoría de las instalaciones con puesta a tierra, también está permitido utilizarlos en otras instalaciones en las que sea aceptable su uso, siempre que se cumplan los anteriores requisitos, desactivando completamente la parte en la que se produzca la falla.

Nivel de aislamiento 133%. Este nivel de aislamiento corresponde al que se establecía anteriormente para instalaciones sin puesta a tierra. Se permite utilizar cables de esta categoría cuando no se puedan alcanzar los requisitos de 100% de aislamiento pero sea necesario mantener un nivel de seguridad adecuado para que la parte en que se haya producido la falla quede sin corriente en menos de una hora. Se permite también utilizarlos cuando se quiera conseguir un nivel de aislamiento superior al 100%.

El porcentaje nos indica el espesor del aislamiento. Para 100% el espesor es 2.29mm (90 mils) y para el 133% el espesor es 2.92mm (115mils).

Tabla 310-67 Capacidad de corriente para cables de ternas de conductores sencillos aislados de cobre al aire, para temperaturas de los conductores de 90°C y 105°C y temperatura ambiente de 40°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
mm ²	AWG-kcmils	90°C	105°C	90°C	105°C
		Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	65	74	---	---
13,29	6	90	99	100	110
21,14	4	120	130	130	140
33,62	2	160	175	170	195
42,20	1	185	205	195	225
53,50	1/0	215	240	225	255
67,44	2/0	250	275	260	295
85,02	3/0	290	320	300	340
107,21	4/0	335	375	345	390
126,67	250	375	415	380	430
177,34	350	465	515	470	525
253,35	500	580	645	580	650
380,02	750	750	835	730	820
506,7	1.000	880	980	850	950

Tabla 310-68 Capacidad de corriente para cables de ternas de conductores sencillos aislados de aluminio al aire, para una temperatura de los conductores de 90°C y 105°C y temperatura del aire ambiente de 40°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000 V (A)	
mm ²	AWG - kcmils	90°C	105°C	90°C	105°C
		Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	50	57	---	---
13,29	6	70	77	75	84
21,14	4	90	100	100	110
33,62	2	125	135	130	150
42,20	1	145	160	150	175
53,50	1/0	170	185	175	200
67,44	2/0	195	215	200	230
85,02	3/0	225	250	230	265
107,21	4/0	265	290	270	305
126,67	250	295	325	300	335
177,34	350	365	405	370	415
253,35	500	460	510	460	515
380,02	750	600	665	590	660
506,7	1.000	715	800	700	780

Tabla 310-69 Capacidad de corriente de conductores sencillos aislados de cobre al aire, para temperaturas de los conductores de 90°C y 105°C y temperatura ambiente de 40°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61					
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000 V (A)		Capacidad de corriente para 15001-35000 V (A)	
		90°C	105°C	90°C	105°C	90°C	105°C
mm ²	AWG - kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	83	93	---	---	---	---
13,29	6	110	120	110	125	---	---
21,14	4	145	160	150	165	---	---
33,62	2	190	215	195	215	---	---
42,20	1	225	250	225	250	225	250
53,50	1/0	260	290	260	290	260	290
67,44	2/0	300	330	300	335	300	330
85,02	3/0	345	385	345	385	345	380
107,21	4/0	400	445	400	445	395	445
126,67	250	445	495	445	495	440	490
177,34	350	550	615	550	610	545	605
253,35	500	695	775	685	765	680	755
380,02	750	900	1 000	885	990	870	970
506,7	1 000	1 075	1 200	1 060	1 185	1 040	1 160
633,38	1 250	1 230	1 370	1 210	1 350	1 185	1 320
760,05	1 500	1 365	1 525	1 345	1 500	1 315	1 465
886,73	1 750	1 495	1 665	1 470	1 640	1 430	1 595
1013,4	2 000	1 605	1 790	1 575	1 755	1 535	1 710
0							

Tabla 310-70 Capacidad de corriente de conductores sencillos aislados de aluminio al aire, para temperaturas de los conductores de 90°C y 105°C y temperatura ambiente de 40°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61					
		Capacidad de corriente para 2001-50000 V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000 V (A)		Capacidad de corriente para 15001-35000 V (A)	
		90°C	105°C	90°C	105°C	90°C	105°C
mm ²	AWG - kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	64	71	---	---	---	---
13,29	6	85	95	87	97	---	---
21,14	4	115	125	115	130	---	---
33,62	2	150	165	150	170	---	---
42,20	1	175	195	175	195	175	195
53,50	1/0	200	225	200	225	200	225
67,44	2/0	230	260	235	260	230	260
85,02	3/0	270	300	270	300	270	300
107,21	4/0	310	350	310	350	310	345
126,67	250	345	385	345	385	345	380
177,34	350	430	480	430	480	430	475
253,35	500	545	605	535	600	530	590
380,02	750	710	790	700	780	685	765
506,7	1 000	855	950	840	940	825	920
633,38	1 250	980	1 095	970	1 080	950	1 055
760,05	1 500	1 105	1 230	1 085	1 215	1 060	1 180
886,73	1 750	1 215	1 355	1 195	1 335	1 165	1 300
1013,4	2 000	1 320	1 475	1 295	1 445	1 265	1 410
0							

Tabla 310-71 Capacidad de corriente de cables de tres conductores aislados de cobre al aire, para temperaturas de los conductores de 90°C y 105°C y temperatura ambiente de 40°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
		90°C	105°C	90°C	105°C
mm ²	AWG - kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	59	66	---	---
13,29	6	79	88	93	105
21,14	4	105	115	120	135
33,62	2	140	154	165	185
42,20	1	160	180	185	210
53,50	1/0	185	205	215	240
67,44	2/0	215	240	245	275
85,02	3/0	250	280	285	315
107,21	4/0	285	320	325	360
126,67	250	320	355	360	400
177,34	350	395	440	435	490
253,35	500	485	545	535	600
380,02	750	615	685	670	745
506,7	1.000	705	790	770	860

Tabla 310-72 Capacidad de corriente de cables de tres conductores aislados de aluminio al aire, para temperatura de los conductores de 90°C y 105°C y temperatura ambiente de 40°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
		90°C	105°C	90°C	105°C
mm ²	AWG - kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	46	51	---	---
13,29	6	61	68	72	80
21,14	4	81	90	95	105
33,62	2	110	120	125	145
42,20	1	125	140	145	165
53,50	1/0	145	160	170	185
67,44	2/0	170	185	190	215
85,02	3/0	195	215	220	245
107,21	4/0	225	250	255	285
126,67	250	250	280	280	315
177,34	350	310	345	345	385
253,35	500	385	430	425	475
380,02	750	495	550	540	600
506,7	1.000	585	650	635	705

Tabla 310-73 Capacidad de corriente de cables de tres conductores o ternas de cables sencillos aislados de cobre en un conducto aislado al aire, para temperatura de los conductores de 90°C y 105°C y temperatura ambiente de 40°C.

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
		90°C	105°C	90°C	105°C
mm ²	AWG - kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	55	61	---	---
13,29	6	75	84	83	93
21,14	4	97	110	110	120
33,62	2	130	145	150	165
42,20	1	155	175	170	190
53,50	1/0	180	200	195	215
67,44	2/0	205	225	225	255
85,02	3/0	240	270	260	290
107,21	4/0	280	305	295	330
126,67	250	315	355	330	365
177,34	350	385	430	395	440
253,35	500	475	530	480	535
380,02	750	600	665	585	655
506,7	1 000	690	770	675	755

Tabla 310-74 Capacidad de corriente de cables de tres conductores o ternas de cables sencillos aislados de aluminio en un conducto aislado al aire, para temperatura de los conductores de 90°C y 105°C y temperatura ambiente de 40°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
		90°C	105°C	90°C	105°C
mm ²	AWG - kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	43	48	---	---
13,29	6	58	65	65	72
21,14	4	76	85	84	94
33,62	2	100	115	115	130
42,20	1	120	135	130	150
53,50	1/0	140	155	150	170
67,44	2/0	160	175	175	200
85,02	3/0	190	210	200	225
107,21	4/0	215	240	230	260
126,67	250	250	280	255	290
177,34	350	305	340	310	350
253,35	500	380	425	385	430
380,02	750	490	545	485	540
506,7	1.000	580	645	565	640

Tabla 310-75 Capacidad de corriente de cables de tres conductores aislados de cobre en un conducto aislado al aire, para temperaturas de los conductores de 90°C y 105°C y temperatura ambiente de 40°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
mm ²	AWG - kcmils	90°C	105°C	90°C	105°C
		Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	52	58	---	---
13,29	6	69	77	83	92
21,14	4	91	100	105	120
33,62	2	125	135	145	165
42,20	1	140	155	165	185
53,50	1/0	165	185	195	215
67,44	2/0	190	210	220	245
85,02	3/0	220	245	250	280
107,21	4/0	255	285	290	320
126,67	250	280	315	315	350
177,34	350	350	390	385	430
253,35	500	425	475	470	525
380,02	750	525	585	570	635
506,7	1.000	590	660	650	725

Tabla 310-76 Capacidad de corriente de cables de tres conductores aislados de aluminio en un conducto aislado al aire, para temperatura de los conductores de 90°C y 105°C y temperatura ambiente de 40°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
		90°C	105°C	90°C	105°C
mm ²	AWG - kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
8,36	8	41	46	---	---
13,29	6	53	59	64	71
21,14	4	71	79	84	94
33,62	2	96	105	115	125
42,20	1	110	125	130	145
53,50	1/0	130	145	150	170
67,44	2/0	150	165	170	190
85,02	3/0	170	190	195	220
107,21	4/0	200	225	225	255
126,67	250	220	245	250	280
177,34	350	275	305	305	340
253,35	500	340	380	380	425
380,02	750	430	480	470	520
506,7	1.000	505	560	550	615

Tabla 310-77 Capacidad de corriente para tres conductores sencillos aislados de cobre, en conductos eléctricos subterráneos (tres conductores por cada conducto eléctrico), temperatura de la tierra 20°C, cables en los conductos como indica la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90, temperaturas de los conductores de 90°C y 105°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61				
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)		
		90°C	105°C	90°C	105°C	
mm ²	AWG - kcmils	Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105	
Un circuito	(Véase Figura 310-1, Detalle 1)	64	69	---	---	
	8,36	8	85	92	90	97
	13,29	6	110	120	115	125
	21,14	4	145	155	155	165
	33,62	2	170	180	175	185
	42,20	1	195	210	200	215
	53,50	1/0	220	235	230	245
	67,44	2/0	250	270	260	275
	85,02	3/0	290	310	295	315
	107,21	4/0	320	345	325	345
	126,67	250	385	415	390	415
	177,34	350	470	505	465	500
	253,35	500	585	630	565	610
	380,02	750	670	720	640	690
	506,70	1.000				

Continuación Tabla 310-77

Tres circuitos	(Véase Figura 310-1, Detalle 2)				
8,36		56	60	---	---
13,29	8	73	79	77	83
21,14	6	95	100	99	105
33,62	4	125	130	130	135
42,20	2	140	150	145	155
53,50	1	160	175	165	175
67,44	1/0	185	195	185	200
85,02	2/0	210	225	210	225
107,21	3/0	235	255	240	255
126,67	4/0	260	280	260	280
177,34	250	315	335	310	330
253,35	350	375	405	370	395
380,02	500	460	495	440	475
506,70	750	525	565	495	535
	1.000				
Seis circuitos	(Véase Figura 310-1, Detalle 3)				
8,36		48	52	---	---
13,29	8	62	67	64	68
21,14	6	80	86	82	88
33,62	4	105	110	105	115
42,20	2	115	125	120	125
53,50	1	135	145	135	145
67,44	1/0	150	160	150	165
85,02	2/0	170	185	170	185
107,21	3/0	195	210	190	205
126,67	4/0	210	225	210	225
177,34	250	250	270	245	265
253,35	350	300	325	290	310
380,02	500	365	395	350	375
506,70	750	410	445	390	415
	1.000				

Tabla 310-78 Capacidad de corriente para de tres conductores sencillos aislados de aluminio en conductos eléctricos subterráneos (tres conductores por cada conducto eléctrico), para temperatura de la tierra de 20°C, cables en los conductos como indica la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (ρ) de 90 y temperatura de los conductores de 90°C y 105°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
mm ²	AWG - kcmils	90°C	105°C	90°C	105°C
		Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
Un conductor 8,36 13,29 21,14 33,62 42,20 53,50 67,44 85,02 107,21 126,67 177,34 253,35 380,02 506,70	(Véase Figura 310-1, Detalle 1) 8 6 4 2 1 1/0 2/0 3/0 4/0 250 350 500 750 1.000	50	54	---	---
		66	71	70	75
		86	93	91	98
		115	125	120	130
		130	140	135	145
		150	160	155	165
		170	185	175	190
		195	210	200	215
		225	245	230	245
		250	270	250	270
		305	325	305	330
		370	400	370	400
		470	505	455	490
		545	590	525	565
		Tres conductores 8,36 13,29 21,14 33,62 42,20 53,50 67,44 85,02 107,21 126,67 177,34 253,35 380,02 506,70	(Véase Figura 310-1, Detalle 2) 8 6 4 2 1 1/0 2/0 3/0 4/0 250 350 500 750 1 000	44	47
57	61			60	65
74	80			77	83
96	105			100	105
110	120			110	120
125	135			125	140
145	155			145	155
160	175			165	175
185	200			185	200
205	220			200	220
245	265			245	260
295	320			290	315
370	395			355	385
425	460			405	440

Continuación Tabla 310-78

Seis circuitos	(Véase Figura 310-1, Detalle 3)				
8,36		38	41	---	---
13,29	8	48	52	50	54
21,14	6	62	67	64	69
33,62	4	80	86	80	88
42,20	2	91	98	90	99
53,50	1	105	110	105	110
67,44	1/0	115	125	115	125
85,02	2/0	135	145	130	145
107,21	3/0	150	165	150	160
126,67	4/0	165	180	165	175
177,34	250	195	210	195	210
253,35	350	240	255	230	250
380,02	500	290	315	280	305
506,70	750	335	360	320	345
	1 000				

Tabla 310-79 Capacidad de corriente de tres conductores sencillos de cobre aislados alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en conductos eléctricos subterráneos (un cable por conducto), temperatura de la tierra de 20°C, acomodados como indica la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (ρ) de 90 y temperatura de los conductores de 90°C y 105°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
mm ²	AWG - kcmils	90°C	105°C	90°C	105°C
		Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
Un circuito	(Véase Figura 310-1, Detalle 1)				
8,36		59	64	---	---
13,29		78	84	88	95
21,14	8	100	110	115	125
33,62	6	135	145	150	160
42,20	4	155	165	170	185
53,50	2	175	190	195	210
67,44	1	200	220	220	235
85,02	1/0	230	250	250	270
107,21	2/0	265	285	285	305
126,67	3/0	290	315	310	335
177,34	4/0	355	380	375	400
253,35	250	430	460	450	485
380,02	350	530	570	545	585
506,70	500	600	645	615	660
	750				
	1 000				
Tres circuitos	(Véase Figura 310-1, Detalle 2)				
8,36		53	57	---	---
13,29		69	74	75	81
21,14	8	89	96	97	105
33,62	6	115	125	125	135
42,20	4	135	145	140	155
53,50	2	150	165	160	175
67,44	1	170	185	185	195
85,02	1/0	195	210	205	220
107,21	2/0	225	240	230	250
126,67	3/0	245	265	255	270
177,34	4/0	295	315	305	325
253,35	250	355	380	360	385
380,02	350	430	465	430	465
506,70	500	485	520	485	515
	750				
	1 000				

Continuación Tabla 310-79

Seis circuitos	(Véase Figura 310-1, Detalle 3)	46	50	---	---
8,36		60	65	63	68
13,29	8	77	83	81	87
21,14	6	98	105	105	110
33,62	4	110	120	115	125
42,20	2	125	135	130	145
53,50	1	145	155	150	160
67,44	1/0	165	175	170	180
85,02	2/0	185	200	190	200
107,21	3/0	200	220	205	220
126,67	4/0	240	270	245	275
177,34	250	290	310	290	305
253,35	350	350	375	340	365
380,02	500	390	420	380	405
506,70	750				
	1 000				

Tabla 310-80 Capacidad de corriente de tres conductores sencillos de aluminio aislados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en conductos eléctricos subterráneos (un cable por conducto), temperatura de la tierra de 20°C, acomodados como indica la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90 y temperatura de los conductores de 90°C y 105°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
mm ²	AWG - kcmils	90°C	105°C	90°C	105°C
		Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
Un circuito	(Véase Figura 310-1, Detalle 1)				
8,36		46	50	---	---
13,29		61	66	69	74
21,14	8	80	86	89	96
33,62	6	105	110	115	125
42,20	4	120	130	135	145
53,50	2	140	150	150	165
67,44	1	160	170	170	185
85,02	1/0	180	195	195	210
107,21	2/0	205	220	220	240
126,67	3/0	230	245	245	265
177,34	4/0	280	310	295	315
253,35	250	340	365	355	385
380,02	350	425	460	440	475
506,70	500	495	535	510	545
	750				
	1 000				
Tres circuitos	(Véase Figura 310-1, Detalle 2)				
8,36		41	44	---	---
13,29		54	58	59	64
21,14	8	70	75	75	81
33,62	6	90	97	100	105
42,20	4	105	110	110	120
53,50	2	120	125	125	135
67,44	1	135	145	140	155
85,02	1/0	155	165	160	175
107,21	2/0	175	185	180	195
126,67	3/0	190	205	200	215
177,34	4/0	230	250	240	255
253,35	250	280	300	285	305
380,02	350	345	375	350	375
506,70	500	400	430	400	430
	750				
	1 000				

Continuación Tabla 310-80

Seis circuitos	(Véase Figura 310-1, Detalle 3)				
8,36		36	39	---	---
13,29	8	46	50	49	53
21,14	6	60	65	63	68
33,62	4	77	83	80	86
42,20	2	87	94	90	98
53,50	1	99	105	105	110
67,44	1/0	110	120	115	125
85,02	2/0	130	140	130	140
107,21	3/0	145	155	150	160
126,67	4/0	160	170	160	170
177,34	250	190	205	190	205
253,35	350	230	245	230	245
380,02	500	280	305	275	295
506,70	750	320	345	315	335
	1 000				

Tabla 310-81 Capacidad de corriente de conductores sencillos aislados de cobre enterrados directamente, temperatura de la tierra 20°C, acomodados como en la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (ρ) de 90 y temperatura del conductor de 90°C y 105°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
mm ²	AWG - kcmils	90°C	105°C	90°C	105°C
		Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
Un circuito, 3 conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 9)	110	115	---	---
8,36	8	140	150	130	140
13,29	6	180	195	170	180
21,14	4	230	250	210	225
33,62	2	260	280	240	260
42,20	1	295	320	275	295
53,50	1/0	335	365	310	335
67,44	2/0	385	415	355	380
85,02	3/0	435	465	405	435
107,21	4/0	470	510	440	475
126,67	250	570	615	535	575
177,34	350	690	745	650	700
253,35	500	845	910	805	865
380,02	750	980	1 055	930	1 005
506,70	1 000				
Dos circuitos, 6 conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 10)	100	110	---	---
8,36	8	130	140	120	130
13,29	6	165	180	160	170
21,14	4	215	230	195	210
33,62	2	240	260	225	240
42,20	1	275	295	255	275
53,50	1/0	310	335	290	315
67,44	2/0	355	380	330	355
85,02	3/0	400	430	375	405
107,21	4/0	435	470	410	440
126,67	250	520	560	495	530
177,34	350	630	680	600	645
253,35	500	775	835	740	795
380,02	750	890	960	855	920
506,70	1 000				

Tabla 310-82 Capacidad de corriente de conductores sencillos aislados de aluminio enterrados directamente, para temperatura de la tierra de 20°C , acomodados como en la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (ρ) de 90 y temperatura del conductor de 90°C y 105°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000 V (A)	
mm ²	AWG - kcmils	90°C	105°C	90°C	105°C
		Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
Un circuito, 3 conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 9)				
8,36	8	85	90	---	---
13,29	6	110	115	100	110
21,14	4	140	150	130	140
33,62	2	180	195	165	175
42,20	1	205	220	185	200
53,50	1/0	230	250	215	230
67,44	2/0	265	285	245	260
85,02	3/0	300	320	275	295
107,21	4/0	340	365	315	340
126,67	250	370	395	345	370
177,34	350	445	480	415	450
253,35	500	540	580	510	545
380,02	750	665	720	635	680
506,70	1 000	780	840	740	795
Dos circuitos, 6 conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 10)				
8,36	8	80	85	---	---
13,29	6	100	110	95	100
21,14	4	130	140	125	130
33,62	2	165	180	155	165
42,20	1	190	200	175	190
53,50	1/0	215	230	200	215
67,44	2/0	245	260	225	245
85,02	3/0	275	295	255	275
107,21	4/0	310	335	290	315
126,67	250	340	365	320	345
177,34	350	410	440	385	415
253,35	500	495	530	470	505
380,02	750	610	655	580	625
506,70	1 000	710	765	680	730

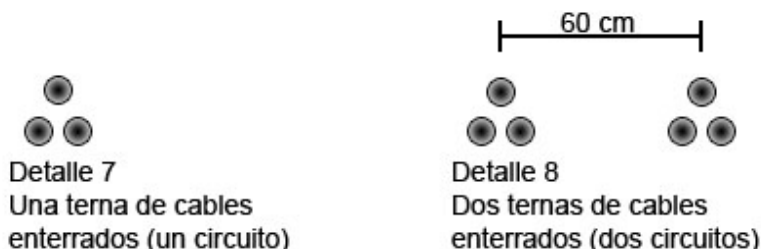
Tabla 310-83 Capacidad de corriente para tres conductores aislados de cobre, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente, temperatura de la tierra 20°C, acomodados como en la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90 y temperatura del conductor de 90°C y 105°C

Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000V (A)	
mm ²	AWG - kcmils	90°C	105°C	90°C	105°C
		Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
Un circuito	(Véase Figura 310-1, Detalle 5)				
8,36	8	85	89	---	---
13,29	6	105	115	115	120
21,14	4	135	150	145	155
33,62	2	180	190	185	200
42,20	1	200	215	210	225
53,50	1/0	230	245	240	255
67,44	2/0	260	280	270	290
85,02	3/0	295	320	305	330
107,21	4/0	335	360	350	375
126,67	250	365	395	380	410
177,34	350	440	475	460	495
253,35	500	530	570	550	590
380,02	750	650	700	665	720
506,70	1 000	730	785	750	810
Dos circuitos	(Véase Figura 310-1, Detalle 10)				
8,36	8	80	84	---	---
13,29	6	100	105	105	115
21,14	4	130	140	135	145
33,62	2	165	180	170	185
42,20	1	185	200	195	210
53,50	1/0	215	230	220	235
67,44	2/0	240	260	250	270
85,02	3/0	275	295	280	305
107,21	4/0	310	335	320	345
126,67	250	340	365	350	375
177,34	350	410	440	420	450
253,35	500	490	525	500	535
380,02	750	595	640	605	650
506,70	1 000	665	715	675	730

Tabla 310-84 Capacidad de corriente de tres conductores aislados de aluminio alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente, temperatura de la tierra de 20°C, acomodados como en la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (ρ) de 90 y temperatura del conductor de 90°C y 105°C

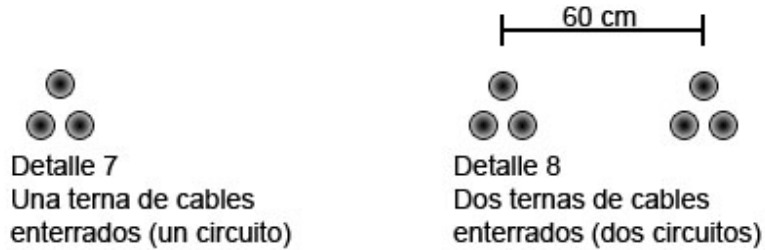
Calibre del conductor		Temperatura nominal del conductor Véase Tabla 310-61			
		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)		Capacidad de corriente para 5001-35000 V (A)	
mm ²	AWG - kcmils	90°C	105°C	90°C	105°C
		Tipo MV-90	Tipo MV-105	Tipo MV-90	Tipo MV-105
Un circuito	(Véase Figura 310-1, Detalle 5)				
8,36	8	65	70	---	---
13,29	6	80	88	90	95
21,14	4	105	115	115	125
33,62	2	140	150	145	155
42,20	1	155	170	165	175
53,50	1/0	180	190	185	200
67,44	2/0	205	220	210	225
85,02	3/0	230	250	240	260
107,21	4/0	260	280	270	295
126,67	250	285	310	300	320
177,34	350	345	375	360	390
253,35	500	420	450	435	470
380,02	750	520	560	540	580
506,70	1 000	600	650	620	665
Dos circuitos	(Véase Figura 310-1, Detalle 6)				
8,36	8	60	66	---	---
13,29	6	75	83	80	95
21,14	4	100	110	105	115
33,62	2	130	140	135	145
42,20	1	145	155	150	165
53,50	1/0	165	180	170	185
67,44	2/0	190	205	195	210
85,02	3/0	215	230	220	240
107,21	4/0	245	260	250	270
126,67	250	265	285	275	295
177,34	350	320	345	330	355
253,35	500	385	415	395	425
380,02	750	480	515	485	525
506,70	1 000	550	590	560	600

Tabla 310-85 Capacidad de corriente para una terna de tres conductores de cobre sencillos directamente enterrados, temperatura de la tierra 20°C, acomodados como en la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (ρ) de 90 y temperatura del conductor de 90°C



Calibre del conductor		Capacidad de corriente para 2001-5000 V (A)	Capacidad de corriente para 5001-35000 V (A)
mm ²	AWG - kcmils		
Un circuito, Tres conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 7)		
8,36	8	90	---
13,29	6	120	115
21,14	4	150	150
33,62	2	195	190
42,20	1	225	215
53,50	1/0	255	245
67,44	2/0	290	275
85,02	3/0	330	315
107,21	4/0	375	360
126,67	250	410	390
177,34	350	490	470
253,35	500	590	565
380,02	750	725	685
506,70	1 000	825	770
Dos circuitos, Seis conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 8)		
8,36	8	85	---
13,29	6	110	105
21,14	4	140	140
33,62	2	180	175
42,20	1	205	200
53,50	1/0	235	225
67,44	2/0	265	255
85,02	3/0	300	290
107,21	4/0	340	325
126,67	250	370	355
177,34	350	445	426
253,35	500	535	510
380,02	750	650	615
506,70	1 000	740	690

Tabla 310-86 Capacidad de corriente para una terna de tres conductores de aluminio sencillos directamente enterrados, temperatura de la tierra de 20°C, acomodados como en la Figura 310-1, factor de carga 100%, resistencia térmica (rho) de 90 y temperatura del conductor de 90°C



Calibre del conductor		Capacidad de corriente para 2001-5000V (A)	Capacidad de corriente para 5001-35000 V
mm ²	AWG - kcmils		
Un circuito, Tres conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 7)		
8,36	8	70	---
13,29	6	90	90
21,14	4	120	115
33,62	2	155	145
42,20	1	175	165
53,50	1/0	200	190
67,44	2/0	225	215
85,02	3/0	255	245
107,21	4/0	290	280
126,67	250	320	305
177,34	350	385	370
253,35	500	465	445
380,02	750	580	550
506,70	1 000	670	635
Dos circuitos, Seis conductores	(Véase Figura 310-1, Detalle 8)		
8,36	8	65	---
13,29	6	85	85
21,14	4	110	105
33,62	2	140	135
42,20	1	160	155
53,50	1/0	180	175
67,44	2/0	205	200
85,02	3/0	235	225
107,21	4/0	265	255
126,67	250	290	280
177,34	350	350	335
253,35	500	420	405
380,02	750	520	485
506,70	1 000	600	565

Notas a las Tablas 310-69 a 310-86

(NOTA): Para el cálculo de la capacidad de corriente según las siguientes notas (1) y (2), la referencia es *Standard Power Cable Ampacity Tables, IEEE Std 835-1994*. En cuanto a los demás factores y constantes, consúltense las "Referencias" en dicha publicación.

1. Para temperaturas ambientes distintas a las de las Tablas. Las capacidades de corriente a temperatura ambiente distinta a la de las Tablas, se deben calcular mediante la siguiente fórmula:

$$I_2 = I_1 \sqrt{\frac{TC - TA_2 - \Delta TD}{TC - TA_1 - \Delta TD}}$$

donde:

I_1 = Capacidad de corriente que dan las Tablas para una temperatura ambiente TA_1

I_2 = Capacidad de corriente para una temperatura ambiente TA_2

TC = Temperatura del conductor en °C

TA_1 = Temperatura ambiente de las Tablas en °C

TA_2 = Temperatura ambiente deseada en °C

ΔTD = Aumento de temperatura por pérdidas del dieléctrico

2. Blindajes puestos a tierra. Las capacidades de corriente de las Tablas 310-69, 310-70, 310-81 y 310-82 son para cables con blindajes puestos a tierra sólo en un punto. Si están puestos a tierra en más de un punto, se debe ajustar la capacidad de corriente teniendo en cuenta el calentamiento debido a las corrientes de armadura.

3. Profundidad de enterramiento de los circuitos subterráneos. Cuando la profundidad de enterramiento de los circuitos eléctricos directamente enterrados sea distinta a la de los valores de la Tabla o Figura, se pueden modificar las capacidades de corriente de acuerdo con los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Si aumenta la profundidad de una parte o partes de un conducto eléctrico, no es necesario reducir la capacidad de corriente de los conductores, siempre que la longitud total de las partes cuya profundidad es mayor para evitar obstáculos, sea inferior al 25% de la longitud total de la instalación.

(b) Si la profundidad es mayor que la de una Tabla o Figura, se debe aplicar un factor de corrección del 6% por cada 0,3 m de aumento de profundidad, para cualquier valor de rho. No es necesario aplicar el factor de corrección cuando la profundidad sea menor.

4. Resistividad térmica. A efectos de este Código, resistividad térmica es la capacidad de transmisión de calor por conducción a través de una sustancia. Es la inversa de la conductividad térmica y se designa por "rho" y se expresa en unidades °C-cm/W.

5. Conductos eléctricos utilizados en la Figura 310-1. Se permite que la separación entre los conductos (canalizaciones) eléctricos, tal como los define la Figura 310-1, sea inferior a la indicada en dicha figura cuando esos conductos o canalizaciones entren en encerramientos de equipos desde una canalización subterránea, sin necesidad de reducir la capacidad de corriente máxima admisible de los conductores instalados en dichos conductos o canalizaciones.



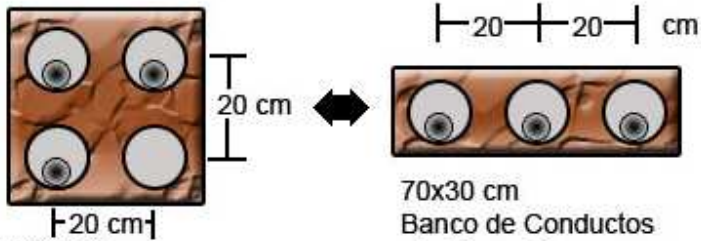
Detalle 1
30x30 cm
Banco de conductos eléctricos. Un conductor eléctrico

SIMBOLOS

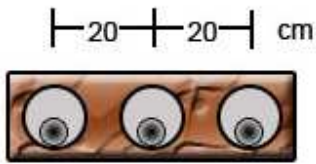
Relleno (Tierra o Hormigón)

Conducto eléctrico

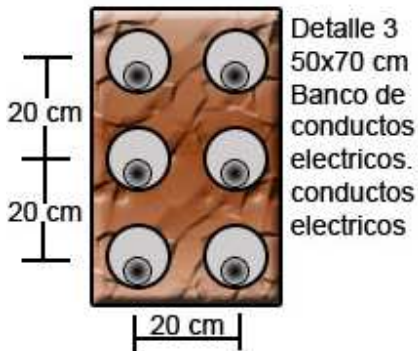
Cable o cables



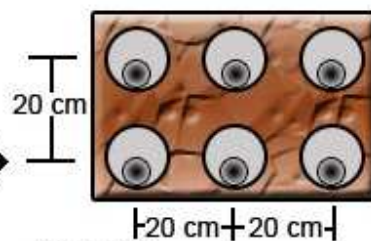
Detalle 2
50x50 cm
Banco de conductos eléctricos. Tres conductos eléctricos.



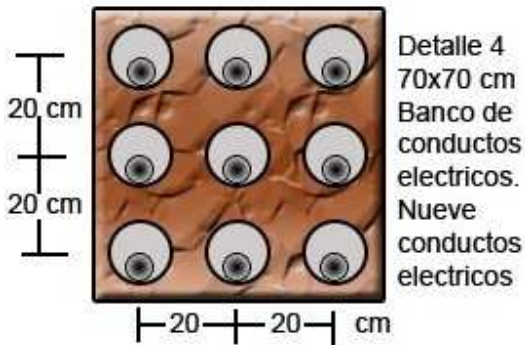
70x30 cm
Banco de Conductos eléctricos. Tres conductos eléctricos



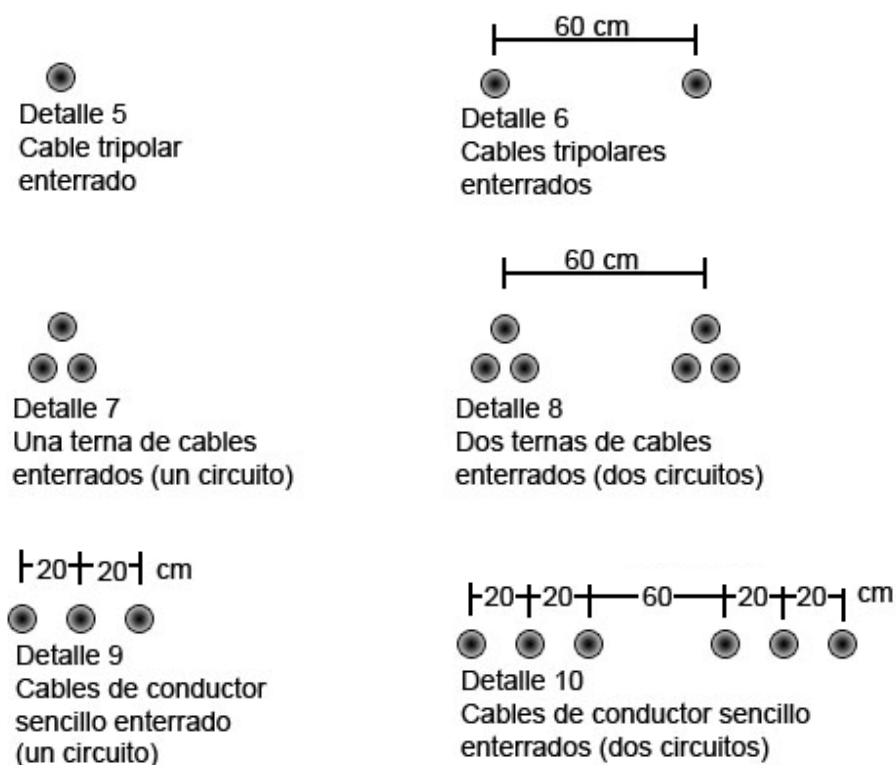
Detalle 3
50x70 cm
Banco de conductos eléctricos. Seis conductos eléctricos



70x50 cm
Banco de conductos eléctricos. Seis conductos eléctricos



Detalle 4
70x70 cm
Banco de conductos eléctricos. Nueve conductos eléctricos



Nota para todos los detalles:

La profundidad mínima de enterramiento de los cables o ductos situados más arriba debe cumplir el Artículo 710-4(b). La profundidad máxima de los conductos eléctricos situados más arriba debe ser 0,8 m y la profundidad máxima del cable directamente enterrado situado más arriba debe ser de 0,9 m

Figura 310-1. Dimensiones de las instalaciones de cables para uso con las Tablas 310-77 a 310-86.

El artículo 710-4 (b) dice que los conductores subterráneos deben estar identificados para la tensión y condiciones en las que vayan a ir instalados y que se permite que los cables subterráneos vayan directamente enterrados o instalados en canalizaciones identificadas para ese uso y que cumplan los requisitos de profundidad de la Tabla 710-4(b). Los cables no blindados se deben instalar en tubería metálica rígida, tubería metálica intermedia o tubería rígida no metálica, cubiertos de una capa de concreto con espesor no menor a 75 mm.

Sección 318 - BANDEJAS PORTACABLES

CONTENIDO

- 318-1. Alcance.
- 318-2. Definición.
 - Sistema de bandejas portacables.
- 318-3. Usos permitidos.
 - (a) Métodos de instalación.
- 318-4. Usos no permitidos.
- 318-5. Especificaciones de construcción.
 - (a) Resistencia y rigidez.
 - (b) Bordes redondeados.
 - (c) Protección contra la corrosión.
 - (d) Barandillas laterales.
 - (e) HERRAJES.
 - (f) Bandejas portacables no metálicas.
- 318-6. Instalación.
 - (a) Sistema completo.
 - (b) Terminado antes de la instalación.
 - (c) Soportes.
 - (d) Tapas.
 - (e) Cables multiconductores de 600 V nominales o menos.
 - (f) Cables de más de 600 V nominales.
 - (g) A través de paredes y tabiques.
 - (h) Expuestas y accesibles.
 - (i) Acceso adecuado.
 - (j) Conductos y cables apoyados en las bandejas.
- 318-7. Puesta a tierra.
 - (a) Bandejas portacables metálicas.
 - (b) Bandejas portacables de acero o aluminio.
- 318-8. Instalación de los cables.
 - (a) Empalmes.
 - (b) Cables bien sujetos.
 - (c) Tubo conduit o tubería con pasacables.
 - (d) Conectados en paralelo.
 - (e) Conductores sencillos.

- 318-9. Número de cables multiconductores para 2.000 V nominales o menos en bandejas portacables.
 - (a) Cualquier combinación de cables.
 - (b) Cables multiconductores sólo de control y/o señales.
 - (c) Bandejas portacables de fondo sólido con cualquier tipo de cables.
 - (d) Cables multiconductores sólo de control y/o señales en bandejas de fondo sólido.
 - (e) Bandejas portacables de canal ventilado.
- 318-10. Número de cables de conductor sencillo para 2.000 V nominales o menos en bandejas portacables.
 - (a) Bandejas portacables de tipo escalera o de batea ventilada.
 - (b) Bandejas de canal ventilado.
- 318-11. Capacidad de corriente de los cables de 2.000 V o menos en las bandejas portacables.
 - (a) Cables multiconductores.
 - (b) Cables sencillos.
- 318-12. Número de cables de Tipo MV y MC (de 2.001 V nominales en adelante) en las bandejas portacables.
- 318-13. Capacidad de corriente de los cables de Tipo MV y MC (de 2.001 V nominales en adelante) en las bandejas portacables.
 - (a) Cables multiconductores (de 2.001 V nominales en adelante).
 - (b) Cables sencillos (de 2.001 V nominales en adelante).

318-1. Alcance. Esta Sección trata de los sistemas de bandejas portacables, tipo escalera, canal ventilado, batea ventilada, bandejas de fondo sólido y otras estructuras similares.

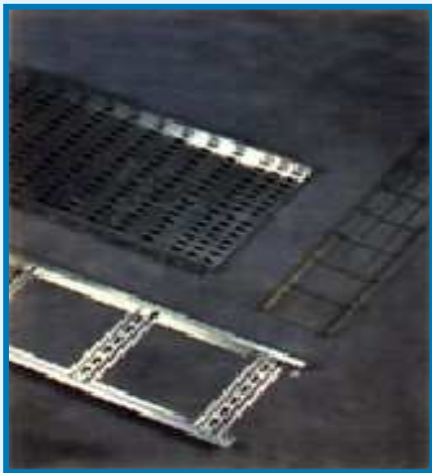


Figura 318-1.
Tipos de bandejas

318-2. Definición.

Sistema de bandejas portacables. Es una unidad o conjunto de unidades o secciones, con sus herrajes, que forman una estructura rígida utilizada para soportar cables y canalizaciones.

Las Bandejas Portacables son un sistema de apoyo rígido continuo diseñado para el soporte y distribución de cables eléctricos, para cableado estructurado, redes de computación, telefonía, etc. Pueden soportar líneas de potencia de alta tensión, cables de distribución de potencia de baja tensión, cables de control y distintos tipos de cables para telecomunicaciones.

CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE BANDEJAS PORTACABLES

Aspectos que se deben considerar:

- Que el sistema sea lo suficientemente rígido y fuerte para que sirva de soporte adecuado, de tal forma que no se sometan los conductores a esfuerzos mecánicos.
- Que los elementos que constituyen el sistema de bandejas portacables no presenten defectos o filos cortantes que puedan dañar el aislamiento de los conductores eléctricos.
- Que el sistema este fabricados con elementos que sean apropiados para las condiciones ambientales del sitio de la instalación y con tratamientos que eviten la corrosión.
- Que el sistema permita hacer fácilmente cambios o expansiones futuras.[4]

318-3. Usos permitidos. El uso de las bandejas portacables no se deben limitar a los establecimientos industriales.

Los sistemas de bandejas portacables se podrán emplear en viviendas, locales comerciales, oficinas, locales de servicios, locales industriales y otros lugares o emplazamientos donde no lo priva el reglamento, a la vista o ocultas (con accesos) en instalaciones interiores o en instalaciones exteriores (a la intemperie).

(a) Métodos de instalación. Se permiten los siguientes métodos de instalación en bandejas de cables, en las condiciones establecidas en sus respectivos Secciones:

- (1) Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral (Sección 330);
- (2) tuberías eléctricas no metálicas (Sección 341);
- (3) cables blindados (Sección 333);
- (4) cables con recubrimiento metálico (Sección 334);
- (5) cables con recubrimiento no metálico (Sección 336);
- (6) cables multiconductores de acometida (Sección 338);
- (7) cables multiconductores subterráneos del alimentador y circuitos ramales (Sección 339);
- (8) cable de potencia y control para bandeja (Sección 340);
- (9) cables para bandejas de instrumentos (Sección 727);
- (10) cables de potencia limitada para bandejas (Secciones 725-61 y 725-71);
- (11) otros cables multiconductores de potencia, señales y control montados en fábrica, específicamente aprobados para su instalación en bandejas;
- (12) tubo conduit metálico intermedio (Sección 345);
- (13) tubo conduit metálico rígido (Sección 346);
- (14) tubo conduit no metálico rígido (Sección 347);
- (15) tubería eléctrica metálica (Sección 348);
- (16) tubería metálica flexible (Sección 349);
- (17) tubo conduit metálico flexible (Sección 350);
- (18) cables de fibra óptica (Sección 770);
- (19) tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos y tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (Sección 351).

INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BANDEJAS PORTACABLES

Puntos a tener en cuenta al momento de instalar el sistema:

- Instalar la totalidad del sistema de bandejas, antes de iniciar la colocación de los cables

- En los puntos donde los cables puedan someterse a esfuerzos indebidos, utilizar soportes adecuados a fin de evitar posibles daños.
- El sistema de bandejas debe instalarse en un sitio de fácil acceso con el fin de facilitar las operaciones de reparación y mantenimiento.
- En caso de instalación de dos sistemas de bandejas diferentes a distintos niveles se debe dejar espacio suficiente para realizar las operaciones posteriores sin dificultad.
- Tener en cuenta todos los puntos en que el sistema de bandejas pueda ser obstaculizado por columnas, muros cruces, tuberías. [4]

318-4. Usos no permitidos. No está permitido utilizar sistemas de bandejas portacables en huecos de los ascensores o donde puedan estar sujetos a daños físicos. Las bandejas portacables no se deben utilizar en los espacios de circulación del aire de ventilación, excepto lo permitido en el Artículo 300-22 para medios de sujeción de los cables reconocidos para usar en dichos espacios.

300-22. Alambrado en ductos, cámaras de aire y otros espacios de circulación de aire.

Lo establecido en esta sección se aplica a la instalación y usos de alambrado y equipos eléctricos en ductos, cámaras de aire y otros espacios de circulación de aire.

En ambientes corrosivos, con humedad permanente o bajo tierra, no se aceptan bandejas portacables metálicas, tuberías, canaletas o canalizaciones metálicas que no estén apropiadamente protegidas contra la corrosión.

El fabricante de bandejas portacables, canaletas y canalizaciones especificará los máximos esfuerzos mecánicos permitidos que pueden soportar, en ningún caso se aceptarán canaletas o canalizaciones metálicas en lamina de acero de espesor inferior a 0,75 mm.

Los accesorios de conexión de bandejas portacables, canaletas, canalizaciones, tubos y tuberías deberán ser diseñados para cumplir su función y no deben presentar elementos cortantes que pongan en riesgo el aislamiento de los conductores.



Figura 318-2.
Elementos cortantes en las bandejas

En un mismo ducto, canalización o bandeja portacables no deben instalarse conductores eléctricos con tuberías para otros usos.

Como se observa en la Figura 318-3 en las canalizaciones que contienen conductores eléctricos no debe haber ninguna tubería de agua o cualquier otra instalación que no sea eléctrica (300-8 NTC 2050).



Figura 318-3.
Uso incorrecto de las bandejas portacables 1

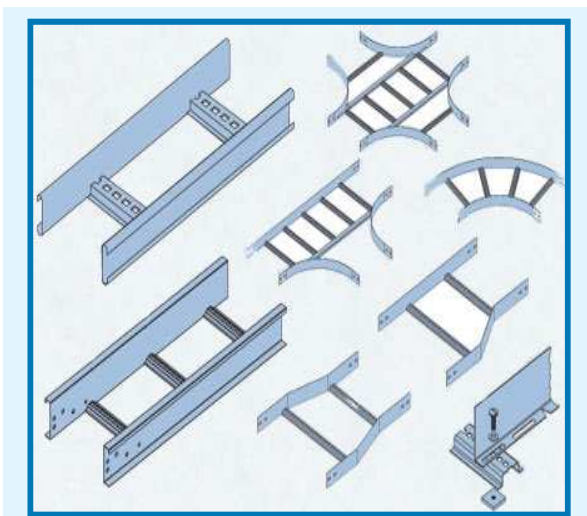


Figura 318-4.
Disposición de las bandejas

318-5. Especificaciones de construcción.

(a) Resistencia y rigidez. Las bandejas portacables deben tener resistencia y rigidez suficientes para que ofrezcan un soporte adecuado a todos los cables instalados en ellas.

(b) Bordes redondeados. Las bandejas portacables no deben tener bordes afilados, rebabas o salientes que puedan dañar los forros o aislamientos de los cables

(c) Protección contra la corrosión. Las bandejas portacables deben ser de un material resistente a la corrosión o, si son de metal, estar adecuadamente protegidas contra la corrosión.

(d) Barandillas laterales. Las bandejas portacables deben tener barandillas laterales u otros miembros estructurales equivalentes.

(e) Herrajes. Las bandejas portacables deben tener herrajes u otros medios adecuados para poder cambiar la dirección y elevación de los cables.

(f) Bandejas portacables no metálicas. Las bandejas portacables no metálicas deben estar hechas de material retardante de la llama.

318-6. Instalación.

(a) Sistema completo. Las bandejas portacables se deben instalar formando un sistema completo. Si se hacen durante la instalación curva o modificaciones, deben hacerse de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema de bandeja portacables y el soporte de los cables. Se

permite que las bandejas portacables tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre los tramos de cables o entre los cables y los equipos. El sistema debe ofrecer soporte a los cables según lo establecido en las correspondientes Secciones. Si se hacen conexiones equipotenciales, deben cumplir lo establecido en el Artículo 250-75.

250-75. Conexión equipotencial de otros encerramientos.

Las canalizaciones metálicas, bandejas de cables, blindajes de cables, armaduras de cables, encerramientos, marcos, accesorios y otras partes metálicas no portadoras de corriente y que puedan servir como conductores de puesta a tierra con o sin conductores suplementarios de puesta a tierra de equipos, se deben conectar equipotencial y eficazmente cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad del circuito para soportar con seguridad cualquier corriente que pudiera producirse por cualquier falla en el mismo. Se deben quitar de las roscas, puntos y superficies de contacto todas las pinturas, barnices o recubrimientos similares no conductores o bien conectarlos por medio de accesorios diseñados de tal manera que hagan innecesaria dicha eliminación.

Excepción: Cuando sea necesario reducir el ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas) en el circuito de puesta a tierra, se permite que un armario de equipos, el cual se alimente desde un circuito ramal, esté aislado de una canalización que contenga circuitos que alimenten sólo a esos equipos, por medio de uno o más accesorios certificados para canalizaciones no metálicas situados en el punto de conexión de la canalización con el armario del equipo. La canalización metálica debe cumplir lo establecido en esta Sección y debe estar complementada por un conductor de puesta a tierra de equipos aislado interno, instalado de acuerdo con el Artículo 250-74, Excepción 4), para que sirva de conexión de puesta a tierra del armario del equipo.

Nota. El uso de un conductor de puesta a tierra aislado para equipos no exime del requisito de poner a tierra la canalización.

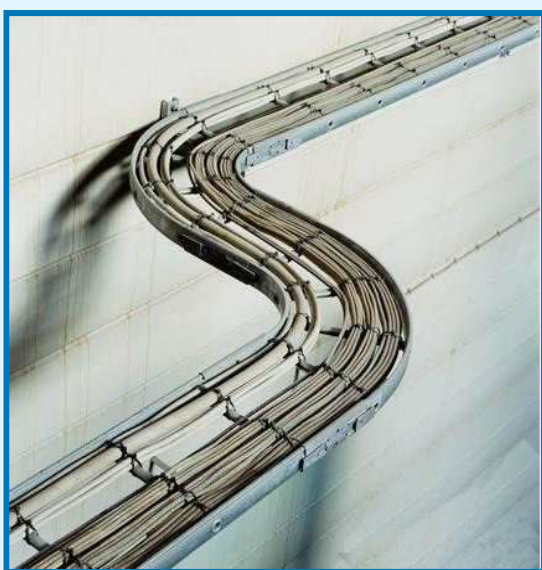


Figura 318-5.
Sistema completo de bandeja portacables

(b) Terminado antes de la instalación. Cada tramo de la bandeja portacables debe estar terminado antes de la instalación de los cables.

(c) Soportes. Cuando los cables entren desde la bandeja a canalizaciones u otros encerramientos, se deben instalar soportes que eviten esfuerzos sobre los mismos.

(d) Tapas. En las partes o tramos en los que se requiera mayor protección, se deben instalar tapas o encerramientos protectores de un material compatible con el de la bandeja portacables.

(e) Cables multiconductores de 600 V nominales o menos. Se permite instalar en la misma bandeja cables multiconductores de 600 V nominales o menos.

(f) Cables de más de 600 V nominales. No se deben instalar en la misma bandeja cables de más de 600 V nominales con otros cables de 600 V nominales o menos.

Excepción n.º 1: Cuando estén separados por una barrera sólida fija de un material compatible con el de la bandeja.

Excepción n.º 2: Cuando los cables de más de 600 V sean de tipo MC.

El cable tipo MC es un cable con cubierta metálica. Los conductores deben ser de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre, sólidos o trenzados.

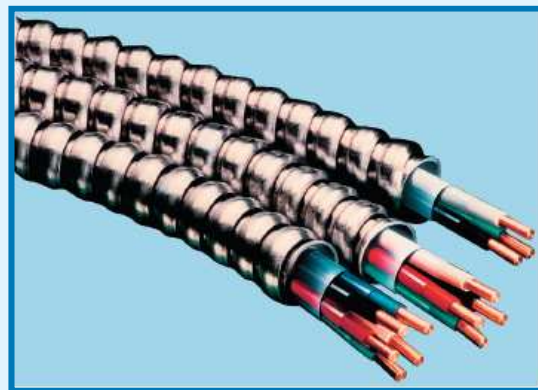


Figura 318-6.
Cable tipo MC

(g) A través de paredes y tabiques. Se permite que las bandejas portacables se prolonguen transversalmente a través de paredes y tabiques o verticalmente a través de pisos y plafonías en lugares mojados o secos cuando la instalación, completa con los cables, esté hecha de acuerdo con los requisitos del Artículo 300-21.

300-21. Propagación del fuego o de los productos de combustión. Las instalaciones eléctricas en espacios huecos, ductos verticales y conductos de ventilación o aire, deben hacerse de modo que no aumente de modo significativo la posibilidad de propagación del fuego o productos de la combustión en caso de incendio. Todas las aberturas alrededor de los cables que pasen por paredes resistentes al fuego, tabiques, pisos o techos se deben proteger contra el fuego mediante métodos adecuados.

Una forma de evitar la propagación del fuego y de los productos de combustión es instalando CABLES DE ALTA SEGURIDAD llamados también CABLES LIBRES DE HALÓGENOS.

Tipos de cable de alta seguridad libre de halógenos

- **Cables resistentes al fuego:** Son aquellos cables que mantienen el servicio durante y después de un fuego prolongado, a pesar de que durante el fuego se destruyan los materiales orgánicos del cable en la zona afectada.

-Cables no propagadores del incendio: Son aquellos cables que no propagan el fuego a lo largo de la instalación, incluso cuando ésta consta de un gran número de cables, ya que se autoextinguen cuando la llama que les afecta se retira o apaga.

En caso de incendio ambos tipos de cable tienen una emisión de gases opacos y de gases halógenos y corrosivos muy reducida.



Figura 318-7.
Cable convencional

Cable convencional. No supera el ensayo de no propagación del incendio, todo el cable resulta dañado.



Figura 318-8.
Cable libre de halógenos

Cable libre de halógenos Supera el ensayo de no propagación del incendio, sólo una mínima parte del cable resulta dañada.

Esta característica permite mantener el servicio eléctrico para los elementos de emergencia de la instalación, de forma especial para aquellos servicios esenciales en caso de incendio.

En definitiva, la utilización de los CABLES DE ALTA SEGURIDAD LIBRES DE HALÓGENOS mejora de manera muy significativa la seguridad de los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas. Sin que deba considerarse su utilización como sustitutivo de ninguna de las demás acciones actualmente exigibles, como: cortafuegos, detectores de incendios, etc., sino como un complemento a las mismas.[5]

(h) Expuestas y accesibles. Las bandejas portacables deben estar expuestas y accesibles, excepto en lo permitido por el Artículo 318-6(g).

(i) Acceso adecuado. Alrededor de las bandejas portacables se debe dejar y mantener un espacio suficiente que permita el acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables.

(j) Conductos y cables apoyados en las bandejas. En instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de bandejas portacables es atendido únicamente por personas calificadas y las bandejas estén diseñadas de modo que puedan soportar la carga, se permite apoyar tubos conduit y cables en las bandejas. Para la terminación de los tubos conduit en la bandeja se debe utilizar una abrazadera o adaptador certificados y no será necesario soporte a menos de 0,9 m. Para los tubos y cables que vayan paralelos a la bandeja, al lado de ella o por debajo, los soportes deberán cumplir los requisitos establecidos en las correspondientes Secciones relativas al tubo conduit o al cable apropiados.

318-7. Puesta a tierra.

(a) Bandejas portacables metálicas. Las bandejas portacables metálicas que soporten conductores eléctricos se deben poner a tierra como lo exige la Sección 250 para los encerramientos de conductores.

SECCIÓN 250. PUESTA A TIERRA

250-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos generales de puesta a tierra y de conexiones equipotenciales de las instalaciones eléctricas y de los requisitos específicos a) hasta f) que se indican a continuación:

- a) Sistemas, circuitos y equipos que se exige, se permite o no se permite que estén puestos a tierra.
- b) El conductor del circuito que deben ser puesto a tierra en los sistemas puestos a tierra.
- c) Ubicación de las conexiones de puesta a tierra.
- d) Tipos y calibres de los conductores de puesta a tierra, de los conductores de conexión equipotencial y de los electrodos de puesta a tierra
- e) Métodos de puesta a tierra y de conexión equipotencial.
- f) Condiciones en las cuales los encerramientos de protección, distancias de seguridad eléctrica o aislamiento hacen que no se requiera puesta a tierra.

Al ser el sistema de bandejas portacables un elemento metálico que soporta y transporta conductores eléctricos, es una medida sana y es muy recomendable como parte de la seguridad del personal y de las mismas instalaciones donde van a estar instalados, se tengan en cuenta las recomendaciones para la puesta a tierra mencionadas en la sección 250 de la norma 2050.

(b) Bandejas portacables de acero o aluminio.

Se permite utilizar como conductor de puesta a tierra de los equipos una bandeja portacables de acero o aluminio, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

- (1) Se deben identificar las partes de la bandeja y los herrajes que se puedan utilizar para propósitos de puesta a tierra.
- (2) La sección transversal mínima de la bandeja debe cumplir los requisitos de la Tabla 318-7(b)(2).

CALIBRES DE LAMINAS Y ESPESORES EQUIVALENTES	
CALIBRE	ESPESOR
TIPO N°	(mm)
22	0,75
20	0,9
18	1,2
16	1,5
14	1,90

Estos calibres son de lámina de acero COLD ROLLED

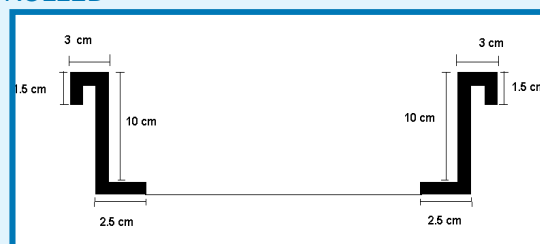


Figura 318-9.

Bandeja portacables como conductor de puesta a tierra de equipos

Ejemplo 3

$$L = 1.5 \text{ cm} + 3 \text{ cm} + 10 \text{ cm} + 2.5 \text{ cm} = 17 \text{ cm}$$

La lamina es de calibre N° 16 lo q indica que su espesor es equivalente a 1.5mm o 0.15 cm

Se debe multiplicar L con el espesor de la lamina donde L es la suma de las medidas de una de las barandillas laterales de la bandeja portacables.

$$L * 0.15 \text{ cm} = 2.55 \text{ cm}^2$$

Luego este valor q es la sección trasversal de la barandilla debe ser multiplica por 2 , para tener el sistema completo que cuenta de los barandillas.

$$2.55 \text{ cm}^2 * 2 = 5.1 \text{ cm}^2$$

Este valor de 5.1 cm² seria Sección total de las dos barandillas laterales de la bandeja.

Esta bandeja puede ser utiliza como conductor de puesta a tierra en un circuito que no sobrepase 200 A. Este ejemplo es calculado según como lo indica la tabla 318-7(b)(2).

(3) Todas las partes de la bandeja y los herrajes deben estar rotulados de manera legible y duradera indicando la sección transversal de la parte metálica de la bandeja o de las bandejas de una pieza y la sección transversal total de ambas barras laterales en las bandejas de tipos escalera o de batea.

(4) Las partes de una bandeja portacables, los herrajes y los conductos conectados se deben conectar equipotencialmente según lo establecido en el Artículo 250-75, con conectores metálicos empernados o puentes de conexión equipotencial dimensionados e instalados según los requisitos del Artículo 250-79.

El artículo 250-79. Explica los materiales, la construcción, sujeción, calibres y instalación de puentes de de conexión equipotencial principal y de equipos.

Tabla 318-7(b)(2) Superficie metálica requerida en las bandejas portacables utilizadas como conductores de puesta a tierra de los equipos

Capacidad máxima de corriente de los fusibles, ajuste de disparo de los interruptores automáticos o del relé protector del circuito, ajustado como protección contra fallas a tierra de cualquier circuito de cables en un sistema de bandeja (A)	Sección transversal mínima de la parte metálica* en centímetros cuadrados	
	Bandejas de acero	Bandejas de aluminio
60	1,30	1,30
100	2,60	1,30
200	4,50	1,30
400	6,50	2,60
600	9,70**	2,60
1 000	----	3,90
1 200	----	6,50
1 600	----	9,70
2 000	----	12,90**

* Sección total de las dos barandillas laterales de las bandejas tipo escalera o batea, o sección transversal mínima del metal en las bandejas de canal o las de una pieza.

** No se deben utilizar bandejas portacables de acero como conductor de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra superior a 600 amperios. No se deben utilizar bandejas portacables de aluminio como conductores de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra superior a 2000 amperios.

318-8. Instalación de los cables.

(a) Empalmes. Se permite que haya en una bandeja portacables empalmes hechos y aislados con métodos aprobados, siempre que sean accesibles y no sobresalgan de las barandillas laterales.

(b) Cables bien sujetos. En los tramos distintos a los horizontales, los cables se deben sujetar bien a los travesaños de las bandejas.

(c) Tubo conduit o tubería con pasacables. Cuando los cables o conductores estén instalados en tubos conduit o tuberías con pasacables utilizados para soporte o protección contra daños físicos, no es necesario instalar una caja.

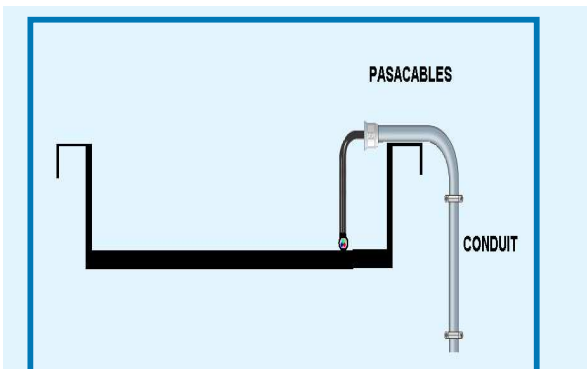


Figura 318-10.
Bandeja portacable con tubo conduit y pasacable

(d) Conectados en paralelo Cuando los cables de un solo conductor (fase o neutro) de un circuito se conecten en paralelo como lo permite el artículo 310-4. Los conductores se deben instalar en grupos consistentes en no más de un conductor de fase o neutro para evitar desequilibrios de corriente en los conductores debidos a la reactancia inductiva. Los conductores sencillos se deben empaquetar firmemente en grupos para evitar movimiento excesivo si se producen fuerzas magnéticas por fallas a tierra.

310-4. Conductores en paralelo. Los conductores de aluminio, aluminio recubierto de cobre o cobre de sección transversal 53,50 mm² (1/0 AWG) y mayor, que sean los conductores de fase, el neutro o el conductor puesto a tierra de un circuito, pueden ir conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos para formar un solo conductor).

Excepción: Cuando los conductores sencillos estén cableados juntos, por ejemplo en ternas.

Nota: esta excepción está ilustrada en la figura 318-18

(e) Conductores sencillos. Cuando alguno de los conductores sencillos instalados en una bandeja portacables de escalera o canal ventilado, sea de sección transversal 53,50 mm² (1/0 AWG) a 107,21 mm² (4/0 AWG), todos los conductores sencillos se deben instalar en la misma capa.

Excepción: Cuando los conductores se instalen de acuerdo con el Artículo 318-11(b)(4), se permite que los conductores empaquetados formando un grupo se instalen en más de una capa.

318-9. Número de cables multiconductores para 2.000 V nominales o menos en bandejas portacables. El número de cables multiconductores de 2.000 V nominales o menos permitidos en una sola bandeja portacables, no debe superar lo establecido en este Artículo. Los calibres de los conductores que se indican se refieren tanto a conductores de cobre como de aluminio.

(a) Cualquier combinación de cables. Cuando una bandeja portacables de escalera o batea ventilada contenga cables multiconductores de fuerza o de alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, mando y señales, el número máximo de cables debe ser el siguiente:

(1) Si todos los cables son de sección transversal 107,21 mm² (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros de todos ellos no debe superar la anchura de la bandeja y los cables deben ir instalados en una sola capa.

Ejemplo 4

Como calcular el ancho de la bandeja portacables.

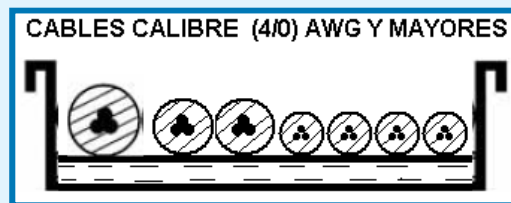


Figura 318-11.
Ancho de las bandejas para conductores mayores a 4/0 AWG

Calibre del cable	Diámetro Externo (D)	Nº de Cables (N)	(D)*(N) Subtotal de la suma de los diámetros
3/C- # 500 Kcmil	5,388 cm	1	5,388 cm
3/C- # 250 Kcmil	4,124 cm	2	8,248 cm
3/C- # 4/0 AWG	3,702 cm	4	14,808 cm

La suma de todos diámetros de los cables es igual a 28.444 cm lo que nos indica que necesitamos una bandeja de ancho interior de 30 cm.

(2) Si todos los cables son de sección transversal más pequeña que 107,21 mm² (4/0 AWG), la suma de las secciones transversales de todos los cables no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 1 de la Tabla 318-9, para la correspondiente anchura de la bandeja.

Ejemplo 5

Como calcular el ancho se la bandeja porta cables.

Se recomienda que las áreas trasversales de los cables (S), ocupe como máximo el 50% del área trasversal útil (SU) de la bandeja portacables.

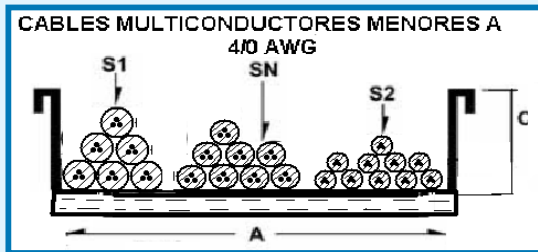


Figura 318-12.

Ancho de las bandejas para cables multiconductores menores 4/0 AWG

Calibre del cable	Área de sección transversal (A)	Nº de Cables (N)	(a)*(N) total de la sección transversal para cada calibre
3/C- # 1/0 AWG	0.5348 cm ²	10	5,348 cm ²
3/C- # 2/0 AWG	0.6743 cm ²	8	5,394 cm ²
3/C- # 3/0 AWG	0.8503 cm ²	6	5.1018 cm ²

$\Sigma S = S1 + S2 + \dots + SN$

$SU = A * C$

$\Sigma S \leq 50\%$ de SU

La suma total de las áreas es 14.84 cm² usando la columna 1 de la tabla 318-9 el área de llenado permisible se aproxima a 45 cm² que nos indica que debemos utilizar una bandeja portacables con un ancho de 15 cm.

La altura de las bandejas portacables es de 8 a 12 cm.

(3) Si en la misma bandeja se instalan cables de sección transversal 107,21 mm² (4/0 AWG) o superiores con cables de sección transversal más pequeña que 107,21 mm² (4/0 AWG), la suma de las secciones transversales de todos los cables inferiores a 107,21 mm² (4/0 AWG) no debe superar la superficie máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 318-9 para la correspondiente anchura de la bandeja. Los cables de 107,21 mm² (4/0 AWG) y superior se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

Ejemplo 6

Como calcular el ancho de la bandeja portacables.

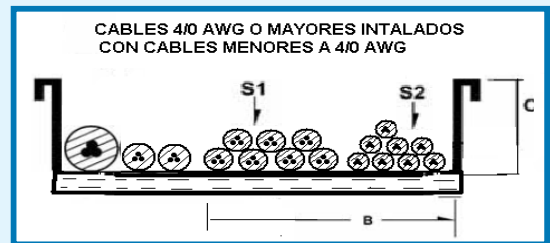


Figura 318-13

Ancho de las bandejas para cables mayores o cables 4/0 AWG con menores a 4/0 AWG

Cables mayores a 4/0 AWG

Calibre del cable	Diámetro Externo (D)	Nº de Cables (N)	(D)*(N) Subtotal de la suma de los diámetros
3/C- # 500 Kcmil	5,388 cm	1	5,388 cm
3/C- # 4/0 AWG	3,702 cm	2	7.404 cm

El ancho de la bandeja portacables requerido para cables mayores es de 12.792 cm.

Cables menores de 4/0 AWG

Calibre del cable	Área de sección transversal (A)	Nº de Cables (N)	(a)*(N) total de la sección transversal para cada calibre
3/C- # 1/0 AWG	0.5348 cm ²	8	4.2784 cm ²
3/C- # 2/0 AWG	0.6743 cm ²	6	4.0458 cm ²

El ancho de la bandeja requerida para los cables menores es de 8.3242 cm² según la columna 2 de la tabla 318-9 requeriríamos una bandeja de 15 cm o 10 cm.

El ancho total de la bandeja requerida para este caso es aproximadamente igual a 12.792 cm + 15 cm = 27.799 cm lo que nos indica que necesitaríamos una bandeja de un ancho de 30 cm.

(b) Cables multiconductores sólo de control y/o señales. Cuando una bandeja portacables de escalera o batea ventilada, con una profundidad interior útil de 15 cm o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señales, la suma de la sección transversal de todos los cables en cualquier sección transversal de la bandeja no debe superar el 50% de la sección transversal interior de dicha bandeja. Cuando la profundidad interior útil de la bandeja sea de más de 15 cm, para calcular la sección interior máxima admisible de la bandeja se debe tomar una profundidad de 15 cm.

(c) Bandejas portacables de fondo sólido con cualquier tipo de cables. Cuando haya bandejas portacables de fondo sólido con cables multiconductores de fuerza o alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, señales y control, el número máximo de cables debe ser el siguiente:

(1) Si todos los cables son de 107,21 mm² (4/0 AWG) o superior, la suma de los diámetros de todos ellos no debe superar el 90% de la anchura de la bandeja y los cables deben ir instalados en una sola capa.

(2) Si todos los cables son inferiores a 107,21 mm² (4/0 AWG), la suma de las secciones transversales de todos los cables no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 3 de la Tabla 318-9 para la anchura correspondiente de la bandeja.

(3) Si en la misma bandeja se instalan cables de 107,21 mm² (4/0 AWG) o superiores con cables más pequeños que 107,21 mm² (4/0 AWG), la suma de las secciones transversales de todos los cables inferiores a 107,21 mm² (4/0 AWG) no debe superar la superficie máxima permisible resultante del cálculo de la columna 4 de la Tabla 318-9 para la correspondiente anchura de la bandeja. Los cables de 107,21 mm² (4/0 AWG) y superiores se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

Para el cálculo del ancho de bandejas portacables de fondo sólido se emplean los mismos pasos que se utilizaron para calcular el ancho de la bandeja portacables tipo escalera cabe especificar que se utilizarían las columnas 3 y 4 de la tabla 318-9, pero siguiendo las condiciones para este tipo de bandejas portacables.

(d) Cables multiconductores sólo de control y/o señales en bandejas de fondo sólido. Cuando una bandeja portacables de fondo sólido, con una profundidad interior útil de 15 cm o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señales, la suma de la sección transversal de todos los cables en cualquier sección de la bandeja no debe superar el 40% de la sección interior de dicha bandeja. Cuando la profundidad interior útil de la bandeja sea de más de 15 cm, para calcular la sección interior máxima admisible de la bandeja se debe tomar una profundidad de 15 cm.

Todas las bandejas portacables se consideran canalizaciones; pueden llevar tapas sólidas, sin ventilación o ventiladas y permiten colocar cables correspondientes a los diferentes circuitos.

No se permiten el uso de bandejas portacables en lugares donde se manipulen o almacenen gases inflamables y donde existan polvos o fibras en proporción tal como para producir mezclas inflamables o explosivas, excepto si los conductores y equipos son prueba de explosión o existen todas las medidas de seguridad necesarias y si el mantenimiento de la planta es realizado con frecuencia.

En cualquier caso, la corriente admisible de los cables a emplear, se deberá calcular considerando la respectiva situación de la instalación.

Si se hacen durante las instalaciones curvas y modificaciones, deben hacerse de manera que se mantenga la equipotencialidad a tierra y se mantenga el apoyo de los cables. Además se deben proteger de la oxidación las zonas afectadas por los trabajos de modificación, por medio de pinturas anticorrosivas u otros medios.

En lugares o ambientes con vapores corrosivos, como por ejemplo dentro de las salas de baterías, o en lugares donde se exijan canalizaciones aisladas se deberán emplear bandejas portacables no metálicas o de

materiales aislantes adecuados al ambiente, construidas con materiales retardantes de las llamas.

En las partes o tramos en los que se requiera mayor protección se deben instalar tapas protectoras de un material compatible o igual al de la bandeja portacables.

Se permite que en una bandeja portacables existan empalmes realizados y aislados con métodos que estén en el marco de la norma, siempre que sean accesibles y no sobresalgan de las barandas laterales.

Cuando exista discontinuidad mecánica o conductiva entre las bandejas o entre las bandejas y canalización o entre las bandejas y el tablero o equipo se deberá asegurar la puesta a tierra de ellos, efectuando una conexión de los mismos al conductor de protección, que como se indica debe recorrer la totalidad de la bandeja.

Seleccione e instale los soportes de acuerdo a las cargas y esfuerzos del sistema.

En ocasiones se hace necesario atar los cables a la bandeja; utilice las amarras adecuadas para ello; no use alambres ni elementos metálicos, como se muestra en la figura 318-5.

Las canalizaciones y bandejas portacables deben ser utilizadas exclusivamente para el transporte de conductores eléctricos y no superar el número de conductores que se puede distribuir por las ellas, no como lo muestra la figura 318-14.



Figura 318-14
Mal uso de las bandejas portacables

Tabla 318-9 Área de llenado permisible para cables multiconductores en bandejas portacables de tipo escalera, batea ventilada o fondo sólido para cables de 2000 V nominales o menos

Anchura interior de la bandeja en cm	Área de llenado máxima permisible en cm ² para cables multiconductores			
	Bandejas portacables tipo escalera o batea ventilada, Artículo 318-9(a)		Bandejas portacables tipo fondo sólido, Artículo 318-9(c)	
	Columna 1 Aplicable sólo al Artículo 318-9(a)(2)	Columna 2* Aplicable sólo al Artículo 318-9(a)(3)	Columna 3 Aplicable sólo al Artículo 318-9(c)(2)	Columna 4* Aplicable sólo al Artículo 318-9(c)(3)
15	45	45-(1,2 Sd)**	35	35-Sd**
23	68	68 -(1,2 Sd)	52	52-Sd
30	90	90 -(1,2 Sd)	71	71-Sd
45	135	135 -(1,2 Sd)	106	106-Sd
61	180	180 -(1,2 Sd)	142	142-Sd
76	225	225 -(1,2 Sd)	177	177-Sd
91	270	270 -(1,2 Sd)	213	213-Sd

* Se debe calcular la superficie máxima admisible de las columnas 2 y 4. Por ejemplo, la superficie máxima admisible, en cm², de una bandeja de 15 cm de ancho de la columna 2, debe ser 45-(1,2xSd).

** La expresión Sd de las columnas 2 y 4 es la suma de diámetros (en cm) de todos los cables multiconductores con sección transversal 21,14 mm² (4 AWG) y superior instalados en la misma.

(e) Bandejas portables de canal ventilado.

Cuando se instalen cables multiconductores de cualquier tipo en bandejas de canal ventilado, se debe aplicar lo siguiente:

1) Cuando sólo haya instalado un cable multiconductor, su sección transversal no debe superar el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 318-9(e).

(2) Cuando haya instalado más de un cable multiconductor, la suma de las secciones transversales de todos los cables no debe superar el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 318-9(e).

El procedimiento para calcular el ancho de las bandejas portables de canal ventilado es el mismo que se utilizó para el cálculo de las bandejas porta cables de tipo escalera con la diferencia que se utiliza la tabla 318-9(e).

Tabla 318-9(e) Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en bandejas de canal ventilado para cables de 2000 V nominales o menos

Anchura interior de la bandeja en cm	Superficie máxima admisible de ocupación para cables multiconductores en cm ²	
	Columna 1 Un solo cable	Columna 2 Más de un cable
7,6	15	8,4
10	29	16
15	45	25

318-10. Número de cables de conductor sencillo para 2.000 V nominales o menos en bandejas portables. El número de cables sencillos de 2.000 V nominales o menos permitidos en una sola sección de una bandeja portables, no debe superar lo establecido en esta sección. Los conductores o conjuntos de conductores se deben distribuir uniformemente a lo ancho de toda la bandeja. Los calibres de los conductores que se consideran se refieren tanto a conductores de cobre como de aluminio.

(a) Bandejas portables de tipo escalera o de batea ventilada. Cuando una bandeja portables de escalera o bandeja ventilada contenga cables sencillos, el número máximo de dichos conductores debe cumplir los siguientes requisitos:

(1) Si todos los cables son de 506,70 mm² (1.000 kcmils) o mayores, la suma de los diámetros de los cables de conductor sencillo no debe superar la anchura de la bandeja.

(2) Si todos los cables son de 126,67 mm² (250 kcmils) a 506,70 mm² (1.000 kcmils), la suma de las secciones transversales de todos los cables de conductor sencillo no debe superar la superficie máxima permitida en la columna 1 de la Tabla 318-10 para la anchura correspondiente de la bandeja.

Si hay instalados en la misma bandeja cables de conductor sencillo de sección transversal 506,70 mm² (1.000 kcmils) o mayores con cables de conductor sencillo inferiores a 506,70 mm² (1.000 kcmils), la suma de las secciones transversales de todos los cables inferiores a 506,70 mm² (1.000 kcmils) no debe superar la superficie máxima admisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 318-10 para la anchura correspondiente de la bandeja.

(4) Cuando alguno de los cables instalados sea de sección transversal 53,50 mm² (1/0 AWG) a 107,21 mm² (4/0 AWG), la suma de los diámetros de todos los cables de conductor sencillo no debe superar la anchura de la bandeja.

(b) Bandejas de canal ventilado. Cuando una bandeja portables de canal ventilado de 76 mm, 102 mm o 152 mm de ancho contenga cables de conductor sencillo, la suma de los diámetros de todos los conductores no debe superar la anchura interior del canal.

Tabla 318-10 Superficie máxima admisible de ocupación para los cables de conductor sencillo en bandejas portacables tipo escalera, canal ventilado o de fondo sólido, para cables de 2.000 V nominales o menos

Anchura interior de la bandeja en cm	Superficie máxima admisible de ocupación para cables de conductor sencillo en cm ²	
	Columna 1 Aplicable sólo al Artículo 318-10(a)(2)	Columna 2* Aplicable sólo al Artículo 318-10(a)(3)
15	42	42 -(1,1 Sd)**
23	61	61 -(1,1 Sd)
30	84	84 -(1,1 Sd)
45	125	125 -(1,1 Sd)
60	167	167 -(1,1 Sd)
76	210	210 -(1,1 Sd)
90	252	252 -(1,1 Sd)

* Se debe calcular la sección máxima admisible de la columna 2. Por ejemplo, la superficie máxima admisible, en cm², de una bandeja de 152 mm de ancho de la columna 2, debe ser 42 -(1,1 x Sd).

** La expresión Sd de la columna 2 es la suma de diámetros (en cm) de todos los cables de conductor sencillo de sección transversal 506,70 mm² (1.000 kcmils) y mayores instalados en la misma bandeja con cables más pequeños.

Para el cálculo del ancho de bandejas portacables de fondo sólido se emplean los mismos pasos que se utilizaron para calcular el ancho de la bandeja portacables tipo - Escalera cabe especificar que se utilizarían las columnas 3 y 4 de la tabla 318-9, pero siguiendo las condiciones para este tipo de bandejas portacables.

318-11. Capacidad de corriente de los cables de 2.000 V o menos en las bandejas portacables.

(a) **Cables multiconductores.** La capacidad de corriente de los cables multiconductores de 2.000 V nominales o menos, instalados según los requisitos del Artículo 318-9, debe cumplir la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-16 y 310-18. Los factores de corrección de la Sección 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2.000 V, se deben aplicar sólo a cables multiconductores con más de tres conductores portadores de corriente. La corrección se debe limitar al número de conductores portadores de corriente del cable y no al número de conductores en la bandeja.

Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2.000 V

Nota 8. Factores de ajuste.

(a) Más de tres conductores portadores de corrientes en un cable o canalización.

Cuando el número de conductores portadores de corriente en un cable o canalización pase de tres, la capacidad de corriente se debe reducir como se indica en la siguiente Tabla.

Cuando los conductores sencillos o los cables multiconductores vayan juntos durante una distancia de más de 0,6 m sin mantener la separación y no vayan instalados en canalizaciones, las capacidades de corriente permisible de cada conductor se deben reducir como indica la Tabla anterior.

Número de conductores portadores de corriente	Porcentaje del valor de las Tablas, ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

Excepción N.º 1: Cuando en la misma canalización o cable haya instalados conductores de distintos sistemas, como se recoge en el Artículo 300-3, los anteriores factores se deben aplicar sólo a los conductores de fuerza y alumbrado (Secciones 210, 215, 220 y 230).

Excepción N.º 2: A los conductores instalados en bandejas portacables se les debe aplicar lo establecido en el Artículo 318-11.

Excepción N.º 3: Estos factores de corrección no se deben aplicar a conductores en niples cuya longitud no supere 0,6 m.

Excepción N.º 4: Estos factores de corrección no se deben aplicar a conductores subterráneos que entren o salgan de una zanja exterior, si esos conductores están protegidos físicamente por tubo conduit de metal rígido, tubo conduit metálico intermedio o tubo conduit no metálico rígido de una longitud no superior a 3,0 m y el número de conductores no pasa de cuatro.

Excepción N.º 5: Para otras condiciones de carga, se permite calcular la capacidad de corriente y los factores de ajuste según lo que establece el Artículo 310-15(b).

(NOTA): las tablas citadas en los artículos de esta sección (sección 318 bandejas portacables), están anexadas al final de este manual, con la excepción de las tablas pertenecientes a las 6 secciones de el capítulo 3 de la norma NTC 2050 (métodos de instalaciones y alambrado) que comprende esta manual, las cuales deben estar incluidas en sus respectivas secciones.

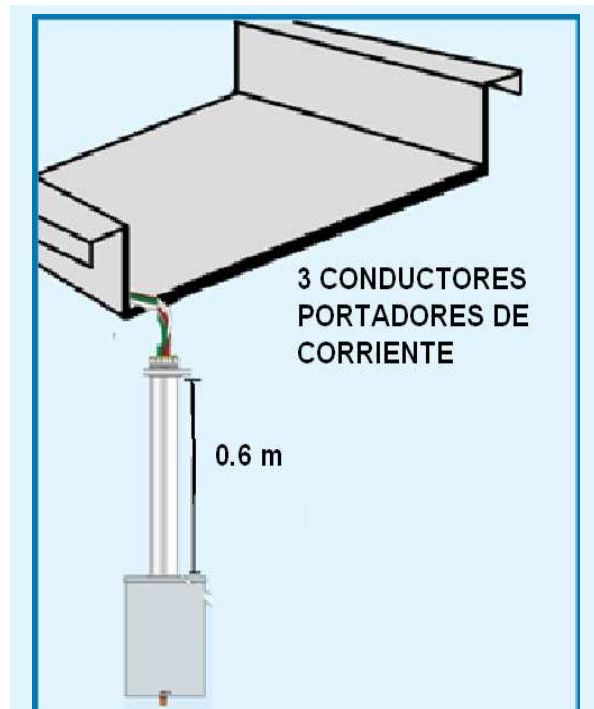


Figura 318-15
Excepción factores de corrección

(NOTA): Para los factores de ajuste de más de tres conductores en tensión en una canalización o cable con diversas cargas, véase el Apéndice B, Tabla B-310-11.

Excepción n.º 1: Cuando las bandejas portacables estén tapadas continuamente a lo largo de más de 1,80 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables multiconductores tengan más del 95% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-16 y 310-18.

Excepción nº. 2: Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en bandejas sin tapar, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del cable, su capacidad de corriente no debe superar la establecida en el Artículo 310-15(b) para cables multiconductores con no más de tres conductores aislados de 0 a 2.000 V nominales al aire libre, corregido para la correspondiente temperatura ambiente.

310-15. Capacidad de corriente

(b) Supervisión por expertos. Bajo la supervisión de expertos, se permite calcular la capacidad de corriente de los conductores mediante la siguiente fórmula general:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \Delta TD)}{RCC(I + YC)RCA}}$$

Donde:

TC = Temperatura del conductor en °C

TA = Temperatura ambiente en °C

ΔTD = Aumento de temperatura por pérdidas del dieléctrico

RCC = Resistencia de c.c. del conductor a la temperatura TC

YC = Resistencia de c.a. del conductor resultante de los efectos de piel y proximidad.

RCA = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el aire que le rodea

(NOTA): Véase la Tabla B 310-3 del Apéndice B.

(b) Cables sencillos. Los factores de corrección de la Sección 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2.000 V, no se deben aplicar a la capacidad de corriente de los cables en bandejas. La capacidad de corriente de un cable de conductor sencillo o de los conductores sencillos alambrados juntos (en grupos de tres, de cuatro, etc.) de 2.000 V nominales o menos, debe cumplir lo siguiente:

(1) Cuando estén instalados según los requisitos del Artículo 318-10, la capacidad de corriente de los cables sencillos de 304,02 mm² (600 kcmils) y mayores en bandejas sin tapar, no debe superar el 75% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando las bandejas

portacables estén tapadas continuamente a lo largo de más de 1,80 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables de 304,02 mm² (600 kcmils) y más tengan más del 70% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-17 y 310-19.

(2) Cuando estén instalados según los requisitos del Artículo 318-10, la capacidad de corriente de los cables de conductor sencillo con sección transversal 53,50 mm² (1/0 AWG) a 253,35 mm² (500 kcmils) en bandejas sin tapar, no debe superar el 65% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando las bandejas portacables estén tapadas continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables de 53,50 mm² (1/0 AWG) a 253,35 mm² (500 kcmils) tengan más del 60% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-17 y 310-19.

(3) Cuando se instalen conductores sencillos en una sola capa en bandejas sin tapar, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro de cada conductor, la capacidad de corriente de los cables de 53,50 mm² (1/0 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-17 y 310-19.

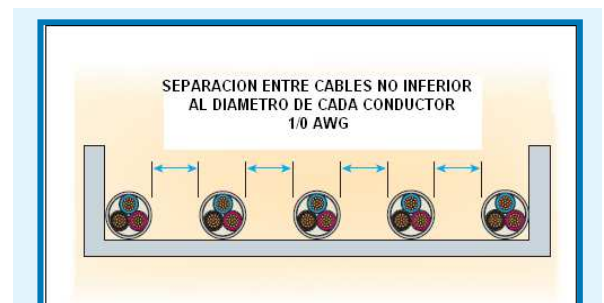


Figura 318-16.
Separación entre conductores

(4) Cuando se instalen conductores sencillos en configuración triangular o cuadrada en bandejas portacables sin tapar, guardando una separación entre circuitos no inferior a 2,15 veces el diámetro de un conductor (2,15 x DE), la capacidad de corriente de los cables de 53,50 mm² (1/0 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de corriente permisible de 2 o 3 conductores sencillos aislados de 0 a 2000 V nominales soportados en un cable mensajero, de acuerdo con el Artículo 310-15(b).

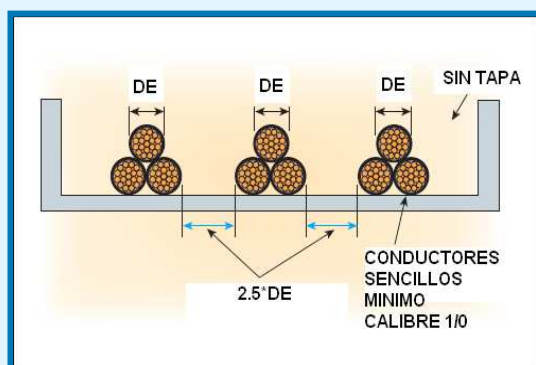


Figura 318-17.
Separación entre conductores instalados en ternas

(NOTA): Véase Tabla B 310-2 en el Apéndice B.

318-12. Número de cables de Tipo MV y MC (de 2.001 V nominales en adelante) en las bandejas portacables. El número de cables de 2.001 V nominales en adelante permitido en una sola bandeja portacables no debe superar los requisitos de esta sección. La suma de diámetros de los cables sencillos y multiconductores no debe superar la anchura de la bandeja y los cables deben ir instalados en una sola capa. Cuando los cables sencillos vayan en grupos de tres, cuatro o juntos formando grupos por circuitos, la suma de los diámetros de todos los conductores no debe superar la anchura de la bandeja y estos grupos se deben instalar en una sola capa.

318-13. Capacidad de corriente de los cables de Tipo MV y MC (de 2.001 V nominales en adelante) en las bandejas portacables. La capacidad de corriente de los cables de 2001 V nominales en adelante, instalados en bandejas según el Artículo 318-12, no debe superar los requisitos de esta sección.

Cables con cubierta metálica Tipo MC (Metal-Clad) Las aplicaciones más importantes de este tipo de cables son las instalaciones de: acometidas, alimentadores, circuitos ramales, circuitos de control y señalización; en interiores y exteriores, expuestos u ocultos; instalaciones en lugares secos, lugares clasificados peligrosos según las Secciones 501, 502, 503 y 504 de la NTC 2050 y lugares mojados siempre y cuando la cubierta metálica sea impermeable, exista un blindaje de plomo o chaqueta impermeable debajo de la capa metálica o los conductores aislados bajo la cubierta metálica

bajo la cubierta metálica sean aprobados para uso en lugares húmedos.

Se debe tomar especial cuidado en no instalarlos en ambientes o condiciones corrosivas, a menos que la cubierta metálica esté adecuada para dichas condiciones.

Cables de tipo MV es un cable de media tensión el cable puede ser sencillo o multiconductor el cable posee un aislamiento dieléctrico sólido especial para tensiones de 2001V en adelante, Este cable debe cumplir con los requerimientos de las siguientes Secciones 300, 305, 310, 318, 501 y 710 de la NTC 2050. Es usado en lugares secos y mojados, en canalizaciones o en bandejas portacables como lo especifica este capítulo.

(a) Cables multiconductores (de 2.001 V nominales en adelante). La capacidad de corriente de los cables multiconductores debe cumplir los requisitos de capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-75 y 310-76.

Excepción n.º 1: Cuando las bandejas portacables estén tapadas continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables multiconductores tengan más del 95% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-75 y 310-76.

Excepción n.º 2: Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en bandejas sin tapar, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del cable, su capacidad de corriente no debe superar a la establecida en las Tablas 310-71 y 310-72.

(b) Cables sencillos (de 2.001 V nominales en adelante). La capacidad de corriente de los cables sencillos o grupos de tres, cuatro, etc. conductores sencillos, debe cumplir lo siguiente:

(1) La capacidad de corriente de los cables sencillos de 53,50 mm² (1/0 AWG) y mayores en bandejas portacables sin tapar, no debe superar el 75% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-69 y 310-70. Cuando las bandejas portacables estén tapadas continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables sencillos de 53,50 mm² (1/0 AWG) y mayores tengan más del 70% de la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-69 y 310-70.

(2) Cuando se instalen cables sencillos de 53,50 mm² (1/0 AWG) o mayores en una sola capa en bandejas sin tapar, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del cable, su capacidad de corriente no debe superar la establecida en las Tablas 310-69 y 310-70.

(3) Cuando se instalen conductores sencillos en configuración triangular en bandejas portacables sin tapar, manteniendo una separación entre circuitos no inferior a 2,15 veces el diámetro de un conductor (2,15 x DE), la capacidad de corriente de los cables de 53,50 mm² (1/0 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de corriente permisible de las Tablas 310-67 y 310-68.

TRAMOS RECTOS



Figura 318-18.

TRAMOS CURVOS Y DERIVACIONES

Son elementos utilizados para cambiar la dirección en un mismo plano o para pasar a otro nivel, como también para los diferentes cambios de sección y sus respectivas derivaciones.

Curvas horizontales:

Se utilizan para cambiar la dirección sobre el plano horizontal.

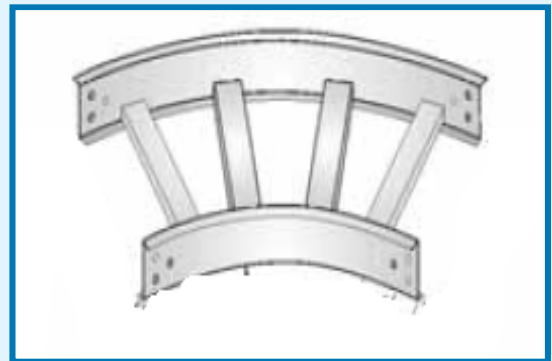


Figura 318-19.
Curva horizontal de 45 grados

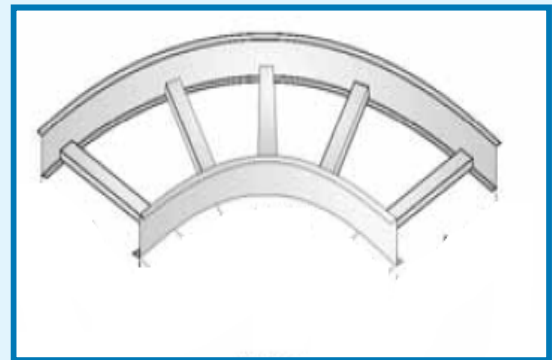


Figura 318-20.
Curva horizontal de 90 grados

Curvas horizontales ajustables:

Proporciona un medio para cambiar de dirección en el plano horizontal en sitios y circunstancias especiales. Se aplica para ángulos variables de hasta 90 grados.

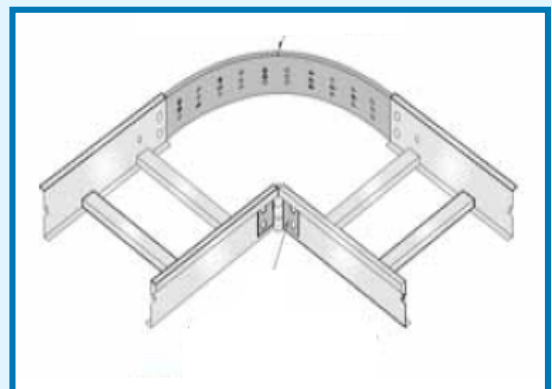


Figura 318-21.

CODOS

Al igual que las curvas horizontales se utilizan para cambiar de dirección sobre el plano horizontal.

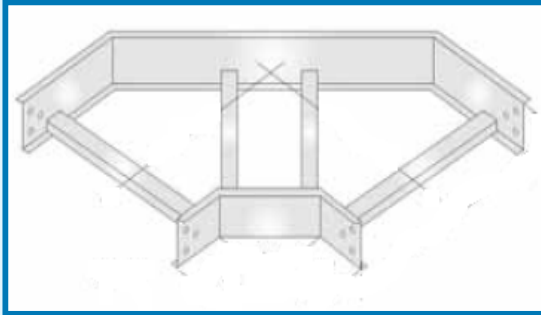


Figura 318-22.
Codo de 90 grados

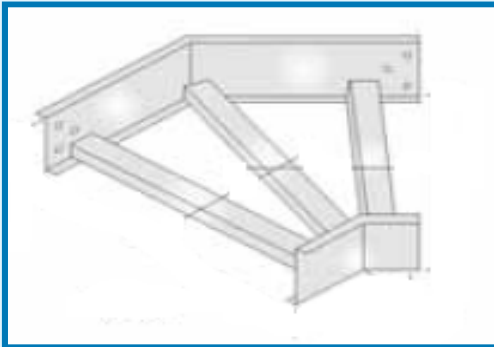


Figura 318-23.
Codo de 45 grados

CURVAS VERTICALES

Se utilizan como elemento de transición para pasar de un nivel a otro.

Curvas vertical interior para subir



Figura 318-24
Curva vertical para subir de 45 grados



Figura 318-25
Curva vertical para subir de 90 grados

Curva vertical exterior para bajar



Figura 318-26.
Curva vertical para bajar de 45 grados



Figuras 318-27
Curva vertical para bajar de 90 grados

TE (T)

Se usan para derivación de una vía a 90 grados en el plano horizontal.

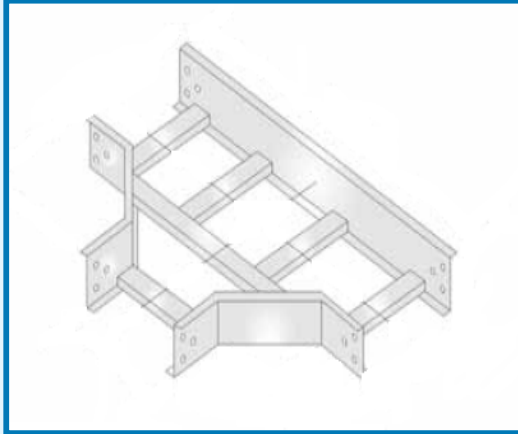


Figura 318-28.

CRUCES (X)

Se aplican en divisiones múltiples a 90 grados sobre el plano horizontal.

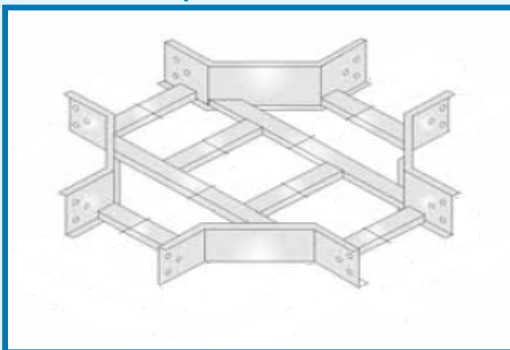


Figura 318-29.

SOPORTE TIPO UNIVERSAL

Se utilizan para colgar un sistema de bandejas donde solo se dispone de un eje central de soporte, se soporta con pernos de ojos abierto con espárragos.

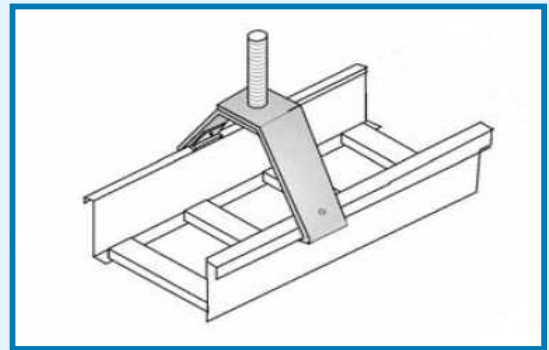


Figura 318-30.

SOPORTE DE SUSPENSIÓN TIPO PELDAÑO

Es un peldaño especial suspendido entre espaciadores o pernos de ojo abierto.

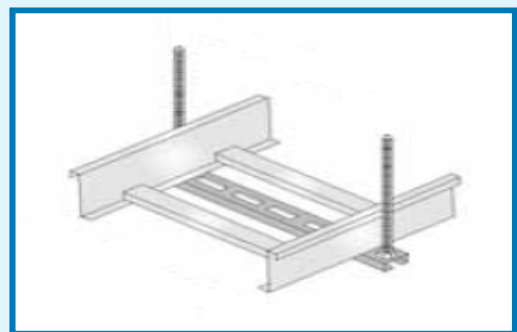


Figura 318-31.

**Sección 320 - ALAMBRADO A LA VISTA
SOBRE AISLADORES**

CONTENIDO

320-1. Definición.

320-2. Otras Secciones.

320-3. Usos permitidos.

320-5. Conductores.

(a) tipo.

(b) Capacidad de corriente.

320-6. Soportes de los conductores.

320-7. Montaje de los soportes de los conductores.

320-8. Alambres de amarre.

320-10. Tubería flexible no metálica.

320-11. Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera, etc.

320-12. Distancia a las tuberías, otros conductores expuestos, etc.

320-13. Entrada de los conductores en lugares donde pueda haber agua, humedad o vapores corrosivos.

320-14. Protección contra daños físicos.

320-15. Conductor en desvanes y ático sin terminar y espacios bajo el tejado.

320-16. Interruptores.

320-1. Definición. El método de instalación de alambrado a la vista sobre aisladores consiste en instalar cables expuestos sujetos por abrazaderas, aisladores de pared, tubos rígidos y flexibles para la protección y soporte de conductores aislados sencillos tendidos en o sobre edificaciones pero no ocultos en su estructura.



Figura 320-1.
Aisladores de pared

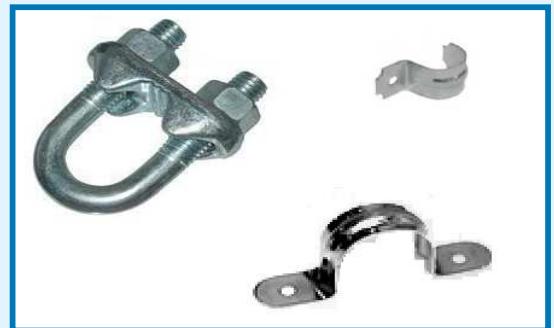


Figura 320-2.
Abrazaderas



Figura 320-3.
Tubos flexibles



Figura 320-4.
Tubos rígidos

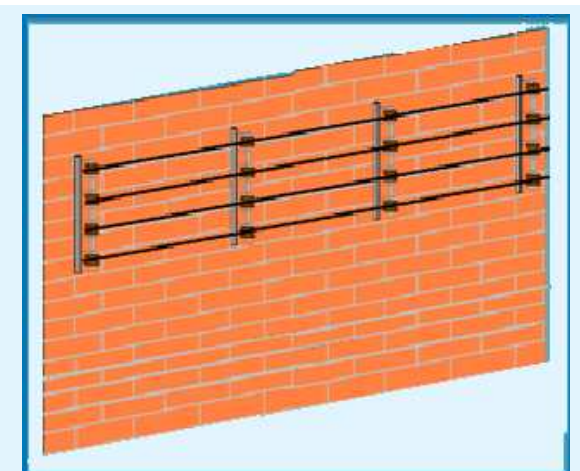


Figura 320-5.
Alambrado a la vista sobre aisladores de pared

320-2. Otras Secciones. La instalación de alambrado a la vista sobre aisladores debe cumplir con esta Sección y además con las disposiciones aplicables de otras Secciones de este *Código*, sobre todo las Secciones 225 y 300.

Sección 225 - CIRCUITOS RAMALES Y ALIMENTADORES EXTERIORES

225-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos que deben cumplir los circuitos ramales y alimentadores exteriores tendidos sobre o entre edificaciones, estructuras o postes en los predios y de los equipos eléctricos y alambrado para el suministro de los equipos de utilización que estén situados o conectados al exterior de las edificaciones, estructuras o postes.

La **Sección 300-MÉTODOS DE ALAMBRADO** recoge todos los métodos que se deben utilizar para todas las instalaciones eléctricas; pero con algunas excepciones y limitaciones para circuitos de más o menos de 600 v nominales.

320-3. Usos permitidos. Se permiten las instalaciones de alambrado a la vista sobre aisladores en sistemas de 600 V nominales o menos, sólo en establecimientos industriales o agrícolas, en interiores o exteriores, en lugares secos o mojados, cuando estén sometidos a vapores corrosivos, y para acometidas.

320-5. Conductores.

(a) Tipo. Los conductores deben ser del tipo especificado en la Sección 310.

Sección 310 - CONDUCTORES PARA INSTALACIONES EN GENERAL

310-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipos, aislamiento, rótulos, etiquetas, resistencia mecánica, capacidad de corriente nominal y usos. Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integral de equipos como motores, controladores de motores y similares, ni a los conductores específicamente tratados en otras Partes de este *Código*.

(b) Capacidad de corriente. La capacidad de corriente debe cumplir lo establecido en el Artículo 310-15.

El artículo 310-15 nos indica como calcular la capacidad de corriente de los conductores a utilizar en las instalaciones, el artículo nos dice que las corrientes calculadas en este artículo no tienen en cuenta las caídas de tensión, la forma general de identificar la capacidad de corriente de los conductores es ir a las tablas, para conductores que van a soportar tensiones de 0 a 2000v nominales se emplean las tablas 310-16 a 310-19 y para conductores sólidos con aislamiento dieléctrico que van a soportar tensiones de 2001 a 35.000v se emplean las tablas 310-67 a 310-86 y sus respectivas notas. Después de calcular las cargas según la sección 220 se debe acudir a estas tablas pero se debe tener en cuenta los siguientes factores:

1. La compatibilidad en temperatura con los equipos conectados, sobre todo en los puntos de conexión.
2. La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y de la instalación.
3. Los requisitos de los certificados o certificaciones de los productos. Véase a este respecto el Artículo 110-3(b).
4. El cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos generalmente aceptados.

Otra de maneras de calcular la capacidad de corriente de los conductores es empleando la siguiente fórmula:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \Delta TD)}{RCC(I + YC)RCA}}$$

Donde:

TC = Temperatura del conductor en °C

TA = Temperatura ambiente en °C

ΔTD = Aumento de temperatura por pérdidas del dieléctrico

RCC = Resistencia de c.c. del conductor a la temperatura TC

YC = Resistencia de c.a. del conductor resultante de los efectos de piel y proximidad.

RCA = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el aire que le rodea

Si al emplear los dos métodos el resultado es diferente capacidad de corriente se debe emplear la de menor valor.

Nota: Ver ejemplo en página 46

320-6. Soportes de los conductores. Los conductores deben estar rígidamente apoyados sobre materiales aislantes no combustibles y no absorbentes y no deben estar en contacto con cualquier otro de objeto. Los soportes se deben instalar como sigue: (1) a menos de 150 mm de un empalme o derivación; (2) a menos de 0,3 m de la conexión final con un porta bombillas o tomacorriente; (3) a intervalos de 1,40 m o menos, suficientes para ofrecer soporte adecuado cuando se puedan producir alteraciones.

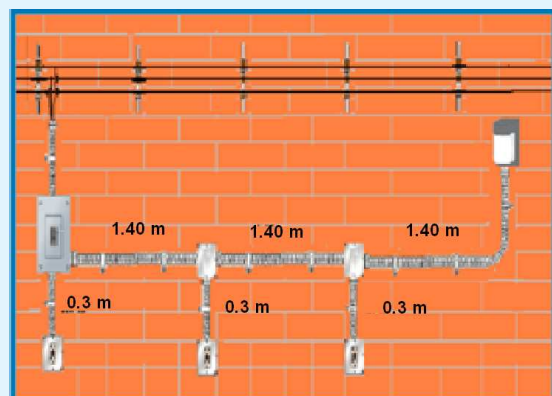


Figura 320-6.

Soporte a menos de 0,3 m de la conexión final con un porta bombillas o tomacorriente.

Excepción n.º 1: Se permite que los soportes de los conductores de 8,36 mm² (8 AWG) o mayores instalados a través de espacios abiertos, estén separados hasta 4,5 m si se utilizan separadores aislantes no combustibles y no absorbentes como mínimo cada 1,4 m para mantener una separación de los conductores de 65 mm como mínimo.

Excepción n.º 2: En edificaciones en las que no sea probable que se produzcan alteraciones, se permite tender conductores de 8,36 mm² (8 AWG) y mayores sobre los espacios abiertos si están apoyados en todos los travesaños de madera sobre aislantes aprobados que mantengan una distancia de 160 mm entre los conductores.

Excepción n.º 3: Sólo en establecimientos industriales, cuando sus condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permite utilizar conductores de 126,67 mm² (250 kcmils) y mayores a través de espacios abiertos cuando estén soportados a intervalos de hasta 9,0 m.

320-7. Montaje de los soportes de los conductores. Cuando se utilicen clavos para sujetar los aisladores de pared, no deben ser de menos de 75 mm. Cuando se utilicen tornillos para sujetar los aisladores, o clavos y tornillos para montar abrazaderas, deben ser de longitud suficiente para que penetren en la madera a una profundidad igual como mínimo a la mitad de la altura del aislador y en todo el espesor de la abrazadera. Con los clavos se deben utilizar arandelas aislantes. Los clavos, tornillos, arandelas y abrazaderas deben ser inoxidable.

320-8. Alambres de amarre. Los conductores de 8,36 mm² (8 AWG) o mayores apoyados en aisladores de pared sólidos, se deben sujetar bien a ellos mediante alambres de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor. Los amarres deben ser inoxidable.

320-10. Tubería flexible no metálica. En locales secos y cuando no estén expuestos a daños físicos graves, se permite que los conductores vayan independientemente dentro de tubería flexible no metálica. La tubería debe ser de tramos continuos no superiores a 4,5 m y se debe sujetar a la superficie por abrazaderas a intervalos no superiores a 1,4 m.

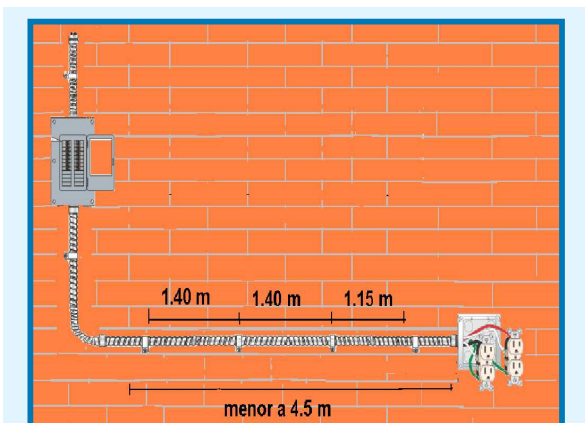


Figura 320-7.
Tubería en tramos no mayores a 4.5 m

320-11. Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera, etc. Se debe evitar el contacto de los conductores a la vista con las paredes, pisos, vigas de madera o tabiques que atraviesen, mediante el uso de tubos o pasacables de material aislante no combustible y no absorbente. Cuando el pasacables sea más corto que el agujero, se debe meter en el agujero un niple a prueba de agua de material no conductor y meter después un pasacables aislante por cada extremo del niple, de modo que los conductores no toquen en absoluto el niple. Cada conductor se debe llevar a través de un tubo o niple independiente.

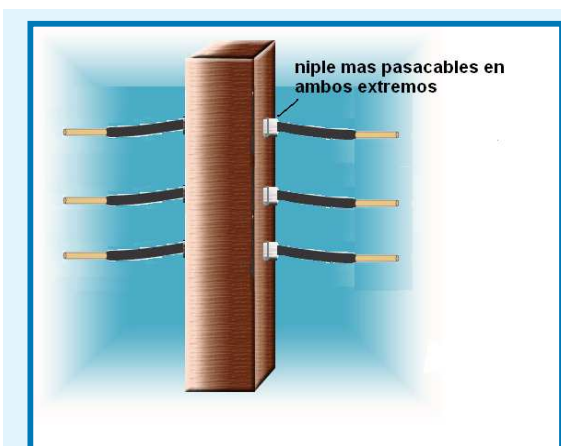


Figura 320-8.
Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera

(NOTA): Las figuras de los niples y pasacables se encuentra en el artículo 3004- protección contra daños físicos De este manual.

(NOTA): En cuanto a los límites de temperatura de los conductores, véase el Artículo 310-10.

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 instalación aplicado o al número de conductores, se supere el límite de temperatura de alguno de los conductores.

(NOTA): La temperatura nominal de un conductor (ver Tablas 310-13 y 310-61) 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 serios., las Tablas de capacidad de corriente de la Sección 310 y las del Apéndice B, así como los factores de corrección al final de esas Tablas y las notas a los mismos, ofrecen orientaciones para coordinar el tipo, calibres, capacidad de corriente, temperatura ambiente y número de conductores en una instalación.

Los principales determinantes de la temperatura de funcionamiento de los conductores son:

1. La temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.
2. El calor generado interiormente en el conductor por el paso de la corriente, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicos.
3. La velocidad de disipación del calor generado al medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores, puede afectar a esa velocidad de disipación.
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.

320-12. Distancia a las tuberías, otros conductores expuestos, etc. Los conductores a la vista deben estar separados como mínimo 50 mm de canalizaciones, tuberías metálicas u otro material conductor y de cualquier conductor expuesto de alumbrado, fuerza o señalización o estar separados de ellos, además del aislante del conductor, por un material no conductor continuo y bien sujeto. Cuando se utilice cualquier tipo de tubo aislante, se debe sujetar bien en sus dos extremos. Cuando sea posible, los conductores deben pasar sobre cualquier tubería que pueda producir fugas o acumulación de humedad, y no por debajo de ella.

320-13. Entrada de los conductores en lugares donde pueda haber agua, humedad o vapores corrosivos. Cuando los conductores entren o salgan en lugares donde pueda haber agua, humedad o vapores corrosivos, se debe hacer con ellos un bucle de goteo y después pasarlos en dirección hacia arriba y hacia dentro o desde el lugar húmedo, mojado o corrosivo a través de tubos aislantes no combustibles y no absorbentes.

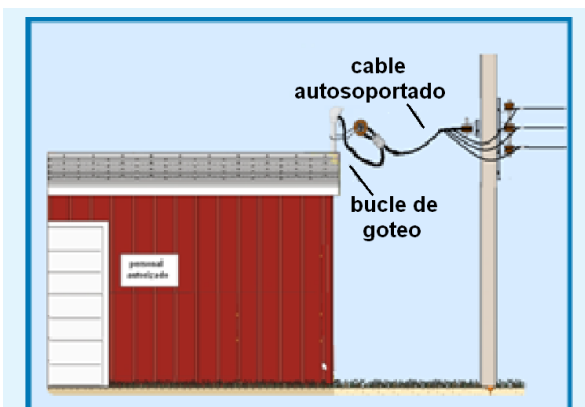


Figura 320-9.
Bucle de goteo

(NOTA): Para conductores que entran o salen de edificios u otras estructuras, véase el Artículo 230-52.

230-52. Conductores individuales que entran en edificaciones u otras estructuras. Cuando un conductor individual a la vista entra en un edificio u otra estructura, debe hacerlo a través de pasacables en el tejado o a través de la pared con una inclinación hacia arriba a través de tubos aislantes individuales, no combustibles y no absorbentes. Antes de entrar en los tubos se debe hacer un bucle de goteo en los conductores.

320-14. Protección contra daños físicos. Se deben considerar expuestos a daños físicos los conductores que estén a menos de 2,1 m del piso. Cuando los conductores a la vista que atraviesen cerchas y pilares de pared estén expuestos a daños físicos, se deben proteger por alguno de los siguientes métodos:

(1) por bandas protectoras de espesor nominal no inferior a 25 mm y de una altura como mínimo igual a la de los soportes aislantes, colocadas una en cada extremo y cerca del conductor;

(2) mediante un larguero fuerte, de mínimo 12 mm de espesor en el que se apoyen los conductores, con protecciones laterales; estos largueros deben prolongarse como mínimo 25 mm fuera de los conductores, pero no más de 50 mm y los laterales de protección deben tener como mínimo 50 mm de alto y 25 mm de espesor nominal;

(3) mediante una caja hecha como se ha indicado anteriormente y dotada de tapa que se mantenga alejada de los conductores que discurren por su interior un mínimo de 25 mm; cuando haya que proteger conductores verticales sobre paredes laterales, esta caja debe ir cerrada por arriba y en los orificios a través de los cuales pasen los conductores se debe instalar un pasacables;

(4) mediante un tubo conduit metálico rígido (Rigid), metálico intermedio (IMC), rígido no metálico o una tubería eléctrica metálica (EMT) que cumplan las normas de las Secciones 345, 346, 347 o 348; o por canalizaciones metálicas, en cuyo caso los conductores deben ir encerrados en tramos continuos de tubería flexible. Los conductores que pasen a través de encerramientos metálicos deben agruparse de modo que la corriente en ambas direcciones sea aproximadamente la misma.

***Sección 345 - TUBO (CONDUIT) METÁLICO INTERMEDIO - NTC 169 (Tipo IMC)**

***Sección 346 - TUBO (CONDUIT) METÁLICO RÍGIDO - NTC 171 (Tipo Rigid)**

***Sección 347 - TUBO (CONDUIT) RÍGIDO NO METÁLICO - NTC 979**

***Sección 348 - TUBERÍA ELÉCTRICA METÁLICA - NTC 105(Tipo EMT)**

320-15. Conductor en desvanes y ático sin terminar y espacios bajo el tejado. Los conductores en desvanes y áticos sin terminar y espacios bajo el tejado deben cumplir las siguientes condiciones (a) o (b).

(a) Accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo o a través de agujeros perforados en las vigas del piso, caballetes o travesaños. Cuando pasen a través de agujeros perforados, los conductores que atraviesen las vigas, caballetes o travesaños a una altura no inferior a 2,1 m por encima del piso o vigas del mismo, deben protegerse mediante largueros adecuados que se prolonguen no más de 25 mm a cada lado del conductor. Estos largueros se deben sujetar bien. No son necesarios los largueros ni las bandas protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, caballetes o travesaños.

(b) No accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, caballetes o travesaños o a través de agujeros perforados en los mismos.

Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación y que tengan en todos sus puntos una altura de techo inferior a 0,9 m.

320-16. Interruptores. Se deben montar interruptores de sobreponer según el Artículo 380-10(a) y no son necesarias cajas. Los interruptores de otros tipos se deben instalar de acuerdo con el Artículo 380-4.

380-10. Montaje de los interruptores de acción rápida.

(a) Tipo de superficie. Los interruptores de acción rápida usados en alambrado a la vista sobre aisladores, se deben montar sobre material aislante que separe los conductores de la superficie de la instalación 12,7 mm como mínimo.

(b) En cajas. Los interruptores de acción rápida montados en cajas a nivel de la superficie de la pared, tal como permite el Artículo 370-20, se deben instalar de modo que los bordes de la placa sobre la cual están montados queden sobre la superficie de la pared. Los interruptores de acción rápida montados en cajas que queden a nivel de la superficie de la pared o

sobresalgan de la misma, se deben instalar de modo que la horquilla o platina de montaje del interruptor quede apoyada sobre la caja.

380-4. En lugares mojados. Un interruptor o interruptor automático instalado en un lugar mojado o fuera de un edificio, debe estar dentro de un encerramiento o armario de intemperie que cumpla lo establecido en el Artículo 373-2(a). No se deben instalar interruptores en lugares mojados, en los espacios para bañeras o duchas, excepto si están instalados como parte de un conjunto certificado para bañeras o duchas.

(NOTA): El diseño debe indicar claramente las dimensiones de los soportes, el número y calibres de los conductores, la forma de fijación y el detalle de los accesorios requeridos tales como tornillos, amarres, grapas, abrazaderas, tuberías y pasacables o niples para cruzar paredes o pisos.

Sección 321 - ALAMBRADO SOPORTADO POR CABLE MENSAJERO

DO

os industriales.
os (clasificados).

nte.

es mensajeros.

ivaciones de los

321-1. Definición. Una instalación de cables soportados por cables mensajeros consiste en un sistema de soporte mediante cables mensajeros en los que se sujetan los conductores aislados mediante uno de los siguientes medios: (1) un cable mensajero con anillos y guardacabos para los conductores; (2) un cable mensajero con anclajes instalados en obra para los conductores; (3) un cable aéreo montado en fábrica (auto soportado); (4) varios cables de conductores a la vista, montados en fábrica y trenzados con uno o más conductores aislados, formando grupos de 2, 3 o 4 cables.

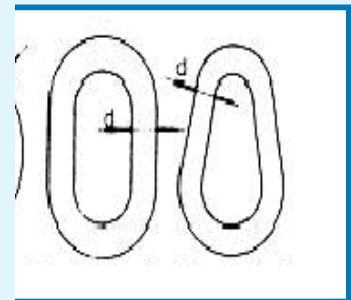
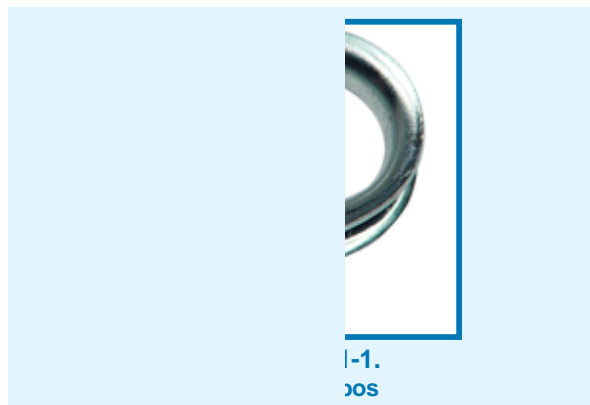


Figura 321-2
Anillos

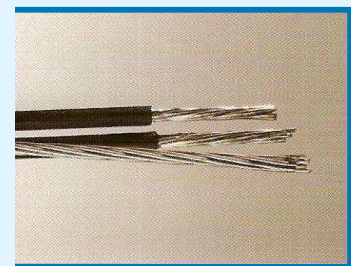


Figura 321-3
e auto soportado

s el más débil
s de resistencia media
a de pera es el de mayor

321-2. Otras Secciones. Las instalaciones con cables mensajeros deben cumplir esta Sección y además las disposiciones aplicables de otras Secciones de este código, especialmente las Secciones 225 y 300.

**CIRCUITOS RAMALES Y
DORES EXTERIORES**

Esta Sección trata de los deben cumplir los circuitos ntadores exteriores tendidos caciones, estructuras o postes de los equipos eléctricos y suministro de los equipos de tén situados o conectados al edificaciones, estructuras o

MÉTODOS DE ALAMBRADO

métodos que se deben utilizar alaciones eléctricas; pero con ones y limitaciones para menos de 600 v nominales.

321-3. Usos permitidos.

(a) Tipos de cables. En las instalaciones con cables mensajero se permite instalar los siguientes elementos, en las condiciones indicadas en las Secciones que se mencionan para cada uno: (1) cables con aislamiento mineral y recubrimiento metálico (Sección 330); (2) cables con recubrimiento metálico (Sección 334); (3) cables multiconductores de acometida (Sección 338); (4) cables multiconductores para alimentadores y circuitos ramales subterráneos (Sección 339); (5) cables de fuerza y control para bandejas portables (Sección 340); (6) cables de potencia limitada para bandejas (Secciones 725-71(e) y 725-61(c)) y (7) otros cables multiconductores de control, señalización o fuerza identificados para este uso.

(b) En establecimientos industriales. En instalaciones industriales solamente cuando sus condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permite usar los siguientes cables:

(1) Cualquiera de los conductores mostrados en la Tabla 310-13 o Tabla 310-62.

(2) Cables MV.

Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores deben estar certificados para su uso en lugares mojados. Cuando estén expuestos a los rayos directos del sol, los cables o conductores deben ser resistentes a la luz del sol.

(c) En lugares peligrosos (clasificados). Se permiten las instalaciones soportadas por cables mensajeros en lugares peligrosos (clasificados) cuando los cables de las mismas estén permitidos para tal uso según los Artículos 501-4, 502-4, 503-3 y 504-20.

321-4. Usos no permitidos. No se pueden usar instalaciones soportadas por cables mensajeros en los fosos de ascensores o cuando estén expuestas a daños físicos severos.

321-5. Capacidad de corriente. La capacidad de corriente viene determinada por el Artículo 310-15.

(NOTA): el artículo y el ejemplo se encuentra en la página 46

321-6. Soporte de los cables mensajeros. Los cables mensajeros deben sujetarse por sus extremos y en puntos intermedios, de modo que no causen tensión mecánica sobre los conductores. No se permite que los conductores estén en contacto con los soportes de los cables mensajeros ni con miembros estructurales, paredes o tuberías.

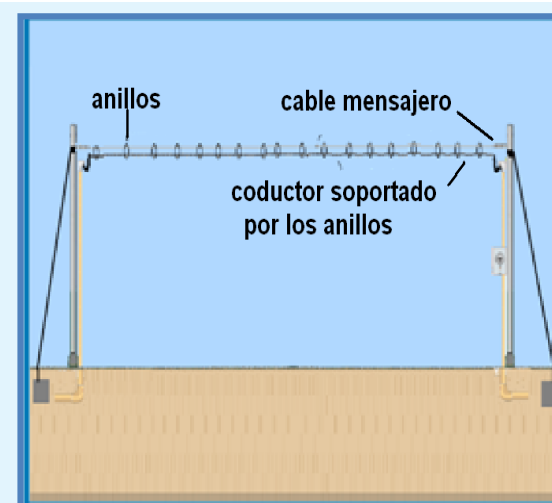


Figura 321-4.
Cable mensajero soportado con anillos

321-7. puesta a tierra El cable mensajero se debe poner a tierra tal como establecen los Artículos 250-32 y 250-33 para la puesta a tierra de encerramientos.

250-32. Encerramientos y canalizaciones de la acometida. Se deben poner a tierra los armarios y canalizaciones metálicos de los conductores de la acometida.

Excepción: Un codo metálico instalado en la parte subterránea de un tubo no metálico rígido y esté aislado de posibles contactos con cualquier parte del codo por una cubierta de mínimo de 460 mm.

250-33. Otros encerramientos y canalizaciones para conductores. Se deben poner a tierra los cerramientos y canalizaciones metálicos para todos los demás conductores.

Excepciones:

- 1) *No es necesario poner a tierra las canalizaciones y encerramientos metálicos de conductores que se añadan a instalaciones existentes de cables a la vista, o instalados sobre aisladores y los cables de forro no metálico que no constituyan contacto a tierra de equipos, si no tienen más de 8,0 m, si están libres de posibles contactos con tierra, metales puestos a tierra, rejillas metálicas u otro material conductor y si están resguardados del contacto con personas.*
- 2) *No es necesario poner a tierra las partes cortas de canalizaciones o encerramientos metálicos utilizados como apoyo o protección de cables contra daños físicos.*
- 3) *No es necesario poner a tierra los encerramientos cuando no lo exija el Artículo 250-43.i).*
- 4) *Un codo metálico instalado en la parte subterránea de un tubo no metálico rígido y aislado de posibles contactos por una cubierta de mínimo 460 mm.*

321-8. Empalmes y derivaciones de los conductores. En las instalaciones soportadas por cables mensajeros, se permiten empalmes y derivaciones de los conductores que estén hechas y aisladas por métodos aprobados.

Sección 324 - INSTALACIONES OCULTAS EN AISLADORES TIPO CARRETE

CONTENIDO

- 324-1. Definición.
- 324-2. Otras Secciones.
- 324-3. Usos permitidos.
- 324-4. Usos no permitidos.
- 324-5. Conductores.
 - (a) Tipo.
 - (b) Capacidad de corriente.
- 324-6. Soportes de los conductores.
- 324-7. Alambres de amarre.
- 324-8. Distancia entre conductores.
- 324-9. Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera, etc.
- 324-10. Distancia a tuberías, conductores expuestos, etc.
- 324-11. Desvanes y áticos sin acabar y espacios bajo la cubierta del techo.
 - (a) Accesibles mediante una escalera permanente o de mano.
 - (b) No accesibles mediante una escalera permanente o de mano.
- 324-12. Empalmes.
- 324-13. Cajas.
- 324-14. Interruptores.

324-1. Definición. Una instalación oculta en aisladores tipo carrete es método de alambrado en que se utilizan aisladores, tubos y tuberías no metálicas flexibles para la protección y soporte de los conductores aislados sencillos.

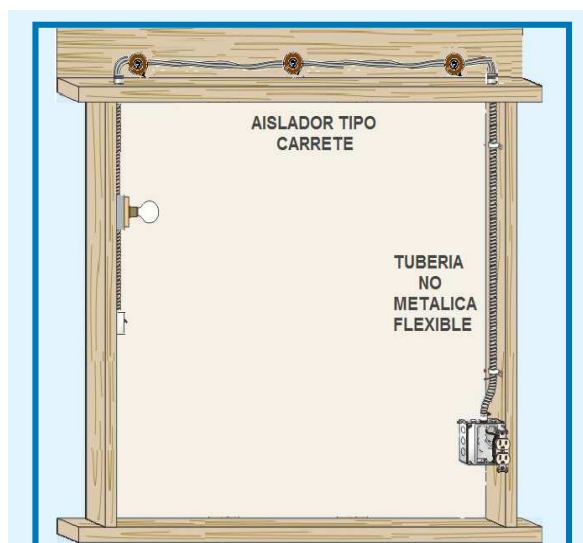


Figura 324-1.

Instalación oculta con conductores suspendidos por aisladores

Cuando los conductores soportados por aisladores entren en la tubería no metálica deben tener pasacables para protección de los conductores.

Este tipo de instalaciones con aisladores de carrete no son muy usuales, se pueden encontrar en edificaciones muy antiguas construidas en madera; estas instalaciones manejaban solo 110 V y no tenían sistema de puesta a tierra.

Si es usual encontrar las instalaciones ocultas en las estructuras empotradas en las paredes mediante tubería no metálica.

324-2. Otras Secciones. Las instalaciones con tubos y aislantes tipo carrete deben cumplir esta Sección y además las disposiciones aplicables de otras Secciones de este código, especialmente la Sección 300.

La **Sección 300 MÉTODOS DE ALAMBRADO** recoge todos los métodos que se deben utilizar para todas las instalaciones eléctricas; pero con algunas excepciones y limitaciones para circuitos de más o menos de 600 v nominales.

324-3. Usos permitidos. Se permite hacer una instalación oculta en aisladores tipo carrete en los espacios huecos de las paredes y techos, o en desvanes y áticos sin acabar y espacios bajo las cubiertas de techos, tal como establece el Artículo

324-11, sólo en ampliaciones de instalaciones así existentes.



Figura 324-2
Instalación oculta con tubería

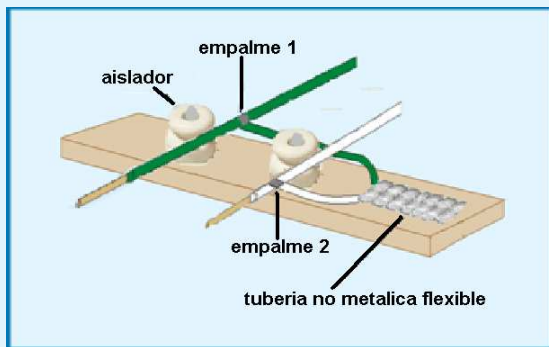


Figura 324-3

Vista superior de empalme de los conductores

La tubería no metálica flexible también puede por encima de las cerchas de madera.

Esta es una vista superior de la figura 324-2.

Los empalmes deben ir bien tapados para evitar cualquier contacto entre conductores o partes metálicas y así prevenir un cortocircuito.

324-4. Usos no permitidos. No se deben usar instalaciones ocultas sobre aisladores en garajes comerciales, teatros y locales similares, estudios cinematográficos, lugares peligrosos (clasificados) o en los espacios huecos de las paredes, techos y desvanes cuando dichos espacios estén aislados por material aislante suelto, enrollado o esponjoso que envuelva a los conductores.

324-5. Conductores.

(a) **Tipo.** Los conductores deben ser del tipo especificado en la Sección 310.

(b) **Capacidad de corriente.** La capacidad de corriente debe cumplir lo establecido en el Artículo 310-15.

Sección 310 - CONDUCTORES PARA INSTALACIONES EN GENERAL

310-1. Alcance. Esta Sección trata de los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipos, aislamiento, rótulos, etiquetas, resistencia mecánica, capacidad de corriente nominal y usos. Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integral de equipos como motores, controladores de motores y similares, ni a los conductores específicamente tratados en otras Partes de este Código.

(NOTA): el artículo y el ejemplo se encuentra en la página 46

324-6. Soportes de los conductores. Los conductores deben estar rígidamente apoyados sobre materiales aislantes no combustibles y no absorbentes y no deben estar en contacto con cualquier otro objeto. Los soportes se deben instalar como sigue: (1) a menos de 150 mm a cada lado de un empalme o derivación, y (2) a intervalos no superiores a 1,4 m.

Excepción: Si fuera impracticable que hubiera soportes en lugares secos, se permite pasar los conductores a través de espacios huecos si cada conductor va encerrado individualmente en un tubo flexible no metálico. El tubo debe ser de tramo continuo entre los soportes, entre cajas o entre un soporte y una caja.

324-7. Alambres de amarre. Cuando se utilicen aisladores sólidos, los conductores se deben sujetar bien a ellos mediante alambres de amarre de un aislamiento equivalente al del conductor.

324-8. Distancia entre conductores. Entre los conductores se debe mantener una distancia no inferior a 75 mm y otra no inferior a 25 mm entre el conductor y la superficie sobre la que pase.

Excepción: Cuando haya poco espacio para cumplir con las anteriores distancias, como en los tableros de medidores, paneles de distribución, puntos de salida e interruptores, los conductores se deben encerrar individualmente en tubos flexibles no metálicos que deben ser de tramo continuo entre el último soporte o caja y el punto de terminación.

324-9. Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera, etc. Cuando los conductores pasen a través de agujeros hechos en los miembros estructurales, deben cumplir lo establecido en el Artículo 320-11. Cuando pasen a través de armazones de madera en paredes de yeso, los conductores se deben proteger mediante tubos aislantes no combustibles y no absorbentes que se prolonguen no menos de 75 mm sobre la madera.

320-11. Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera, etc. Se debe evitar el contacto de los conductores a la vista con las paredes, pisos, vigas de madera o tabiques que atraviesen, mediante el uso de tubos o pasacables de material aislante no combustible y no absorbente. Cuando el pasacables sea más corto que el agujero, se debe meter en el agujero un niple a prueba de agua de material no conductor y meter después un pasacables aislante por cada extremo del niple, de modo que los conductores no toquen en absoluto el niple. Cada conductor se debe llevar a través de un tubo o niple independiente.

(NOTA): En cuanto a los límites de temperatura de los conductores, véase el Artículo 310-10.

324-10. Distancia a tuberías, conductores expuestos, etc. Los conductores deben cumplir las disposiciones del Artículo 320-12 en cuanto a distancia a otros conductores expuestos, tuberías, etc.

320-12. Distancia a las tuberías, otros conductores expuestos, etc. Los conductores a la vista deben estar separados como mínimo 50 mm de canalizaciones, tuberías metálicas u otro material conductor y de cualquier conductor expuesto de alumbrado, fuerza o señalización o estar separados de ellos, además del aislante del conductor, por un material no conductor continuo y bien sujeto. Cuando se utilice cualquier tipo de tubo aislante, se debe sujetar bien en sus dos extremos. Cuando sea posible, los conductores deben pasar sobre cualquier tubería que pueda producir fugas o acumulación de humedad, y no por debajo de ella.

324-11. Desvanes y áticos sin acabar y espacios bajo la cubierta del techo. Los conductores en desvanes y áticos sin acabar y espacios bajo la cubierta del techo deben cumplir las siguientes disposiciones (a) o (b):

(NOTA): En cuanto a los límites de temperatura de los conductores, véase el Artículo 310-10.

(a) Accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo o a través de agujeros perforados en las vigas del piso, caballetes o travesaños. Cuando pasen a través de agujeros perforados, los conductores que atraviesen las vigas, caballetes o travesaños a una altura no inferior a 2,1 m por encima del piso o travesaños del mismo, deben protegerse mediante largueros adecuados que se prolonguen no más de 25 mm a cada lado del conductor. Estos largueros se deben sujetar bien. No son necesarios los largueros ni las bandas protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, caballetes o travesaños.

(b) No accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, caballetes o travesaños o a través de agujeros perforados en los mismos.

Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación y que tengan en todos sus puntos una altura de techo inferior a 0,9 m.

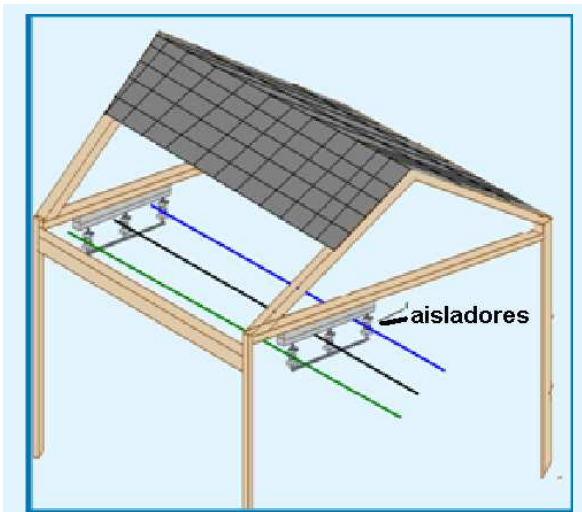


Figura 324-4
Conductores atravesando de la edificación
suspendido por los aisladores de cerámica

324-12. Empalmes. Los empalmes se deben soldar, a no ser que se utilicen dispositivos de empalme aprobados. No se deben hacer empalmes en línea o que se puedan romper por tensión.

324-13. Cajas. Las cajas de salida deben cumplir la Sección 370.

Sección 370 - CAJAS DE SALIDA, DE DISPOSITIVOS, DE PASO Y DE EMPALMES, CONDULETAS Y SUS ACCESORIOS

370-1. Alcance. Esta Sección trata de la instalación y uso de todas las cajas y conduletas utilizadas para salidas, uniones o cajas de paso, dependiendo de su uso. No se consideran conduletas las cajas de metal fundido, de lámina metálica, las no metálicas y otras como las FS, FD y más grandes. Esta Sección trata además de los requisitos de instalación de los accesorios utilizados para conectar las canalizaciones entre sí y las canalizaciones y cables con las cajas y conduletas.

324-14. Interruptores. Los interruptores deben cumplir con los Artículos 380-4 y 380-10(b).

380-4. En lugares mojados. Un interruptor o interruptor automático instalado en un lugar mojado o fuera de un edificio, debe estar dentro de un encerramiento o armario de intemperie que cumpla lo establecido en el Artículo 373-2(a).

No se deben instalar interruptores en lugares mojados, en los espacios para bañeras o duchas, excepto si están instalados como parte de un conjunto certificado para bañeras o duchas.

380-10. Montaje de los interruptores de acción rápida.

(a) Tipo de superficie. Los interruptores de acción rápida usados en alambrado a la vista sobre aisladores, se deben montar sobre material aislante que separe los conductores de la superficie de la instalación 12,7 mm como mínimo.

(b) En cajas. Los interruptores de acción rápida montados en cajas a nivel de la superficie de la pared, tal como permite el Artículo 370-20, se deben instalar de modo que los bordes de la placa sobre la cual están montados queden sobre la superficie de la pared. Los interruptores de acción rápida montados en cajas que queden a nivel de la superficie de la pared o sobresalgan de la misma, se deben instalar de modo que la horquilla o platina de montaje del interruptor quede apoyada sobre la caja.

CONCLUSIONES

- Las personas que hagan uso de este manual tendrán mayor facilidad para interpretar correctamente el código, observando como principio fundamental de la NTC 2050 el prevenir accidentes y riesgos que afecten la salud de las personas y el buen funcionamiento de diferentes equipos. Y hacer mas fácil y seguro su mantenimiento.
- La NTC 2050 esta basada en una traducción de la norma americana; debido a esto hace referencias a instalaciones eléctricas en estructuras que no son utilizadas comúnmente en nuestro país.
- La NTC 2050 cuenta con un capitulo de ejemplos el cual es muy limitado; debido la importancia que tienen los cálculos en el diseño de las instalaciones eléctricas, se incluyeron algunos ejemplos numéricos donde se vio la necesidad, para la correcta interpretación de la norma.
- Es necesario hacer mayor esfuerzo académico, profundizar y hacer mayor énfasis en el estudio de las normas en los programas de pregrado puesto que es necesario tener buenas bases académicas sobre las mismas, que el estudiante tenga la capacidad y confianza para afrontar proyectos de gran magnitud con plena seguridad en sus diseños e instalaciones.
- Se debe ser conscientes de la importancia de los conductores eléctricos en la seguridad de las instalaciones eléctricas, se deben utilizar materiales de excelente calidad certificados por sellos de conformidad de productos según RETIE, los cuales deben estar instalados siguiendo las instrucciones del Reglamento y del Código Eléctrico Colombiano, brindando una total seguridad para las instalaciones.
- En la NTC 2050 se encontraron errores de traducción en algunos de sus párrafos lo cual dificulta su correcta interpretación y aplicación. En este manual se busco corregir dicho problema.
- Se debería adecuar el código de tal manera que se adapte por completo al entorno colombiano, independientemente de las referencias que se utilicen.

BIBLIOGRAFIA

[1] CODIGO ELECTRICO COLOMBIANO (NTC 2050). **Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC)**. Colombia, 1998.

[2] COMITE DE NORMAS CODENSA ACOMETIDAS A SERVICIOS TEMPORALES.

[3] Biblioteca SENA. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y RIESGOS ELÉCTRICOS. Seccional ANTIOQUIA

[4] CATALOGO MECANO SISTEMAS DE BANDEJAS PORTACABLES

[5] <http://www.facel.es/> CABLES DE ALTA SEGURIDAD

[6] IMPACTO DEL RETIE EN INSTALACIONES DE USO FINAL, UNIVERSIDAD NACIONAL, SEDE MEDELLÍN.

[7] INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES, SENA SECCIONAL DOSQUEBRADAS.

[8] REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, RETIE.

[9] <http://www.usfa.dhs.gov/espanol/homefireprevention/electrical.shtm> POSIBILIDADES DE INCENDIOS

[10] <http://www.procables.com.co/portal/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=21> MATERIAL DE LOS CONDUCTORES DE ALUMINIO.

ANEXOS

CONTENIDO

1. Aspectos generales del RETIE

2. Fases de un proyecto de instalaciones eléctricas

1. ASPECTOS GENERALES DEL RETIE

OBJETIVO DEL RETIE

(a) Establecer Medidas Que Garanticen:

- seguridad
- preservación del medio ambiente
- protección al usuario

(b) Ser Un Instrumento Técnico legal que No Cree Obstáculos Al Libre Comercio

OBLIGATORIEDAD Y CAMPO DE APLICACIÓN

A Partir De Su Entrada En Vigencia, Toda Instalación Nueva, Ampliación o Remodelación, En Los Procesos De:

- Generación
- Transmisión
- Transformación
- Distribución
- Utilización (uso final)

VIGENCIA

- entró en vigencia 1 de mayo de 2005
- resolución minminas n° 181419 de noviembre 1 de 2005, incluyó aclaraciones adicionales
- tendrá vigencia inicial por 3 años
- renovación automática si no hay modificaciones
- el RETIE “retornó” la obligatoriedad del CEC (NTC 2050), para las instalaciones de uso final (domiciliarias)

Instalaciones especiales: las localizadas en ambientes clasificados o especiales (típicas: las de los capítulos 5 y 6 del CEC).

Instalaciones básicas: las que se ciñen a capítulos 1 a 4 del CEC.

Instalaciones provisionales:

* Para un proyecto en construcción

* Para utilización no mayor de 6 meses (Prorrogables según criterio de OR).

Instalación eléctrica nueva: que entre en operación después de entrada en vigencia del RETIE, aplican excepciones.

Ampliación: que implique solicitud de aumento de capacidad o instalación mayor al 50%

REMODELACIÓN

Cambio mayor o igual al 80%

EXCEPCIONES

Se exceptúa cumplimiento de RETIE a:

(a) instalaciones que no hayan entrado en operación y cuenten con licencia o proyecto aprobado, previo a vigencia

(b) subestaciones en m.t. y redes de distribución con construcción iniciada previa a vigencia

(c) subestaciones en alta tensión y extra alta tensión, líneas y generación, en ejecución antes de vigencia

(d) de autos, navíos, aeronaves, electrodomésticos, estaciones de telecomunicaciones y sistemas de radio

(e) de “muy baja tensión” (menos de 24v) Independientes

- para las b) y c) se requiere informe de cumplimiento de gerente de la empresa propietaria, a minminas.

OBLIGATORIEDAD Y COMPETENCIA

Impone el RETIE condiciones Especiales:

- ejecución de actividades (de diseño, construcción, operación, mto., etc.) por personal capacitado.
- determina la competencia de ingenieros, tecnólogos y técnicos.
- organismos de certificación no deberán expedir certificado a instalaciones que no cumplan lo anterior.

Inquietudes y dificultades:

- ¿quien debe acreditar tal competencia?
- ¿el responsable (jefe) del proyecto?
- ¿todos los que participen? (supervisores, oficiales, ayudantes, etc.)
- es fundamental aclarar por las grandes implicaciones de tipo laboral, económico y hasta social que ello tiene.
- es frecuente que actividades de operación y mantenimiento sean realizadas por personal "capacitado" pero sin competencia ¡graves implicaciones!
- ¿cómo proceder ingenieros próximos o recién graduados que no poseen aun matrícula? (están en el "limbo", con graves implicaciones tanto laborales como frente a RETIE.

TRABAJOS DE ALTO RIESGO

Impone el RETIE condiciones especiales:

- para ejecución de trabajos.
- para equipos de protección personal.

INQUIETUDES Y DIFICULTADES

- graves implicaciones por no cumplimiento, en caso de accidentes.
- desconocimiento del alcance, ejemplo mediciones de corriente y tensión.

- información sobre condiciones del riesgo (a manera de ilustración).



- adecuada ejecución de mediciones.



CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS

Inquietudes y dificultades:

Confusión sobre cuándo y a que Productos aplican los "dos tipos" de Certificado.

- certificado RETIE (expedido por organismos).
- certificado (declaración) de verificación con norma de fabricación (expedido por sic).

Necesario aclarar, pues se podrían estar comercializando productos sin certificación RETIE, cuando realmente la requieren.

Lo anterior puede provocar graves complicaciones en el momento de certificación de la instalación.

PRODUCTOS REUTILIZADOS

Inquietudes:

- el uso de productos usados es habitual, especialmente en instalaciones industriales, pero también en instalaciones de los otros procesos.
- tal uso se da no solo internamente dentro de la misma instalación, sino especialmente:
 - por traslado a otras localizaciones
 - por compras nacionales e internacionales
- no quedó reglamentado en el RETIE, el procedimiento con tales productos.
- no hay forma de que ellos cuenten con certificado de conformidad, con el procedimiento establecido.
- se van a presentar “problemas” con ellos en el proceso de certificación de la instalación.

SUGERENCIA

Por las importantes consecuencias que desde el punto de vista operativo, económico y legal, lo anterior tiene; se requiere una pronta aclaración por parte del ministerio sobre este tema la cual deberá tener en cuenta la cotidianidad del hecho y las condiciones del país, sin atentar contra los objetivos primordiales del RETIE:

- Seguridad
- Protección del medio ambiente
- no ser obstáculo para el libre comercio

CERTIFICACIÓN DE INSTALACIONES

DURANTE TRANSITORIEDAD

Impone el RETIE:

- Declaración juramentada de cumplimiento total y cabal del RETIE, suscrita por el responsable de la construcción y el propietario.

Inquietudes y dificultades:

- dificultad real de cumplir “totalmente” RETIE y CEC.
- lo anterior dificulta o facilita el “jurar en vano”, que aunque es un problema ético, como tal, se vuelve subjetivo
- dificultad de firma por parte del propietario.

Sugerencia:

Aunque esta próxima la finalización del periodo de transitoriedad, podría:

- eliminarse la firma del propietario o cambiarla por afirmación de verificación del carácter de capacitado del constructor de la instalación.

CERTIFICACIÓN DE INSTALACIONES

DESPUÉS DE TRANSITORIEDAD

Inquietudes:

Aunque aun no hay experiencias, pueden presentarse, con la “declaración del constructor”, dificultades como:

- “otra vez”: dificultad de cumplimiento de “todos y cada uno de los requisitos” del RETIE y del CEC.
- necesidad de aclarar lo de certificación de productos, pues se requiere adjuntar copias.
- aclaración sobre el “plano eléctrico anexo”, ¿es práctico?
- ¿que se entregará al OR?
- por ser avalada por el “dictamen de inspección”, involucra a los organismos de inspección y certificación.

ALGUNAS VIOLACIONES FRECUENTES EN INSTALACIONES DE USO FINAL

Es indudable que el RETIE y especialmente el CEC, contienen infinidad de disposiciones de obligatorio cumplimiento.

Por las implicaciones y en algunos casos injustificación que lo anterior tiene, sería conveniente, quizás indispensable, presentar las sugerencias que permitan hacer modificaciones o adiciones, para que, sin demérito de la seguridad, se consiga una racional, práctica y ojala objetiva aplicación del reglamento.

Clasificación:

Mayores (“pecados mortales”)

- aquellas disposiciones que por sus grandes implicaciones de seguridad, antecedentes o análisis riguroso, su no cumplimiento puede generar un evidente riesgo alto o medio.
- no tienen atenuantes (“disculpas”) para no cumplir con ellas.

Ejemplos violaciones mayores:

- requisitos para instalaciones residenciales (cap. 2 del CEC).
- requerimientos para puesta a tierra de sistemas y equipos (sec. 250 del CEC art. 15° del RETIE)
- uso inadecuado de conductores (sec. 310 del CEC)
- métodos de cableado en espacios para aire ambiental (art. 300-22 CEC)
- uso inadecuado de bandejas portacables (sec. 318 del CEC)
- Uso inadecuado de canalizaciones (sec.331, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 362, del CEC) ¡ojo con PVC!
- requisitos para instalación de paneles y cuadros de distribución (secs. 110 y 384 del CEC)

- uso inadecuado de cordones y cables flexibles (sec. 400 del CEC)
- no uso de medios de desconexión (sec. 430-1 . del CEC)
- requisitos para instalación de transformadores (sec. 450).
- instalaciones en lugares peligrosos (clasificados) (sec. 500 del CEC)
- instalaciones en instituciones de asistencia médica (sec. 517 del CEC)
- instalaciones en sitios de reunión pública, teatros y similares (secciones 518, 520 y 525 del CEC)
- instalaciones para bombas contra incendio (sec. 695)
- sistemas de emergencia y de reserva legal requerida (sec. 700 y 701 del CEC)

Menores (“pecados veniales”)

- Aquellas disposiciones que por su naturaleza, experiencias, su mayor especificación frente a versiones posteriores de normas precedentes o análisis riguroso, su no cumplimiento podrían generar un riesgo bajo.
- tener mucho cuidado para no violar algunas de ellas.
- para otras, se podría:
 - modificarlas para adecuarse a nueva versión de norma o a condiciones locales
 - concederles la posibilidad de contar con atenuantes, documentados y justificados, frente a un proceso de certificación

Ejemplos violaciones menores:

- conexiones eléctricas (art. 110-14 CEC) **sugerencia:** permitir métodos tradicionales locales (“alicate y cinta”) con requisitos.

- número máximo de conductores en cajas (pequeñas) y conduletas.

Sugerencia: por dificultad de control, establecer otro parámetro para cumplimiento, p.e: n° Max. de tubos.

- otros requisitos de fabricación e instalación de cajas ¡tener cuidado! (sec. 370 CEC, art. 11°-12 RETIE).

- empalmes en conduletas (arts. 370-5 y 370-16 CEC) ¡tener cuidado!

- Código de colores (art. 11° 4 RETIE)
Sugerencia: se presentan dificultades con: conductores, cintas y pintura; volverlo recomendación, permitir CEC (sec. 200).

- Calibre del neutro para cargas no lineales
Sugerencia: especificar mas o dejarlo como Recomendación.

- Uso de cordones flexibles, (específico, “encauchetados”) en bandejas
Sugerencia: evaluar la posibilidad de permitirlo pero con restricciones y justificación

- Requisitos para instalaciones hospitalarias (art. 41° RETIE)

Sugerencia: aquellas disposiciones que son mayores que las del CEC o no están contenidas en él, eliminarlas o dejarlas como recomendación

Mínimas (“mentiras piadosas”)

- Aquellas disposiciones que por su carácter de inocuidad, su no cumplimiento no presenta un riesgo evidente

- y por el contrario, podrían conducir a grandes dificultades, quizás innecesarias, en el proceso de certificación

- Podrían eliminarse o concedérseles carácter de “recomendación”, según el caso

Ejemplos violaciones mínimas:

Especialmente el CEC contiene algunas disposiciones de este tipo, como por ejemplo:

- Profundidad mínima de cajas embebidas (el CEC, art. 370-20, exige máximo 6mm a borde de acabado).

- Identificación de tuberías (art. 300-24, exige identificación según NTC 3458).

- Identificación, mediante colores, de compartimientos en canalizaciones superficiales mixtas (arts. 352-6 y 352-26).[6]

2. Fases de un proyecto de instalaciones eléctricas

(a) Planeamiento

(b) Diseño

- Alcance
- Planos
- Especificaciones
- Complementación

(c) Construcción

(a) Planeamiento

- Estimativo preliminar de carga
- Disponibilidad y características de energía
- Dimensionamiento y localización previa de equipos
- Requerimientos básicos del proyecto
- Preferencia de equipos y materiales
- Alcance del proyecto

(b) Diseño

Alcance del proyecto

- Sistema de iluminación
- Sistema de comunicaciones
- Sistema de señalización
- Sistema eléctrico

Planos

- Localización en planta de los servicios
- Rutas de acometida de media y baja tensión
- Plantas para sistemas eléctricos y afines
- Cuadros de carga
- Diagrama unifilar
- Dimensionamiento de equipos y espacio
- Detalles constructivos

Especificaciones

- Generalidades del proyecto
- Especificación detallada de materiales y equipos
- Normas básicas para la construcción
- Formulario de propuesta

Complementación

- Presupuesto básico
- Programación de obra

Requisitos básicos

- Personas
- Instalaciones y equipos de usuarios
- Equipos de la empresa de servicio

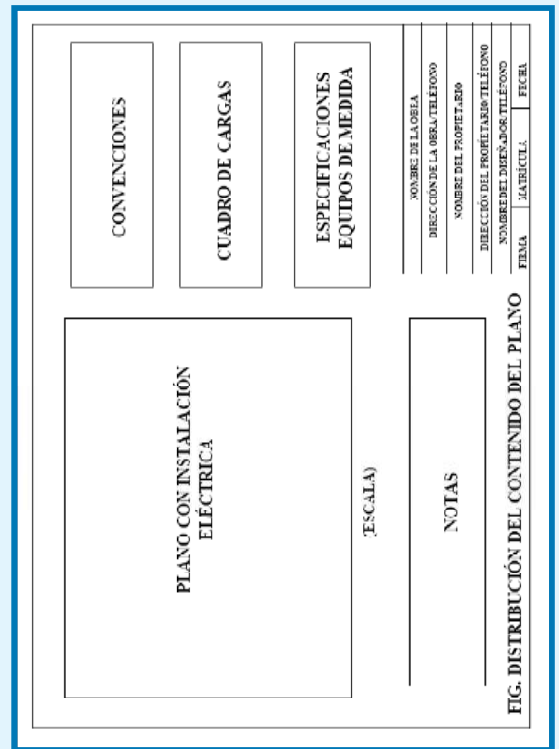
**NORMAS ICONTEC (materiales y equipos)
NORMA NTC 2050 (diseño y construcción)
RETIE (diseño y construcción)**

Elaboración de planos

Instalaciones eléctricas exteriores

Instalaciones eléctricas interiores

- Diagrama unifilar
- Cuadro de cargas
- Simbología
- Planta arquitectónica – propuesta desde el inicio
- Equipo de medida
- Notas aclaratorias (rotulo)



Diseño de la instalación

- Conductores
- Ductos
- Acometidas
- Niveles de tensión

Conductores

- Aislamiento de los conductores
- Calibre de los conductores
- Corrección por temperatura
- Corrección por número de conductores
- Caída de tensión

Ductos

- Canalizaciones abiertas
 - Bandejas portacables
 - Canastillas
 - Aisladores de porcelana
- Canalizaciones cerradas
 - Tubería metálica (tubo rugido o EMT)
 - Tubería plástica (PVC)
 - Tubería flexible
 - Canaletas

Acometidas

- Acometida aérea
- Acometida subterránea

Niveles de tensión

- Monofásico bifilar
- Monofásico trifilar o bifásico
- Trifásico trifilar
- Trifásico tetrafilar

Tipos de acometida

- **Monofásica trifilar (120 V) :**
 - utilizada para una carga instalada menor a 9KW
 - el calibre de la fase y el neutro deben ser iguales
 - $P = V * I \cos \theta$

- Monofásica trifilar o bifásico (120/240 V)

- usada para una carga instalada menor a 9 KW
- El calibre se calcula de acuerdo a: la carga por cada fase, las tomas especiales, el factor de demanda y los factores de corrección
- El calibre de neutro es menor que el de las fases. (mínimo permitido 14 AWG)
- Se cuenta con dos niveles de tensión 120 V y 240 V
- $P = 2 V * I * \cos \theta$

- Trifásico – Tetrafilar (120/208 V)

- Usada para una carga instalada mayor de 9KW.
- El calibre se calcula de acuerdo a: la carga por cada fase, las tomas especiales, el factor de demanda y los factores de corrección.
- El calibre de neutro es menor que el de las fases. (mínimo permitido 10 AWG para neutro y 8 AWG para fases)
- Se cuenta con dos niveles de tensión 120 V y 220 V
- $P = \sqrt{3} * V * I * \cos \theta$

Capacidad de los elementos Del circuito ramal**Los conductores:**

- Su capacidad de corriente no podrá ser menor que la de la máxima carga a alimentar.
- Si alimenta varios tomas deberán tener una capacidad portadora de corriente no menor a la de su dispositivo de protección.
- Para equipos entre 3.5 y 8.75 KW la capacidad del circuito ramal no será menor al 80% de la capacidad nominal de placa de los equipos a alimentar y para mayores de 8.75 KW alimentados a 240V la capacidad mínima del circuito ramal será de 40A.

- El tamaño de los conductores no será nunca menor del 14 AWG.

Sistemas de medida contadores

Toda instalación eléctrica debe tener un medidor colocado a la entrada de la acometida **contador**, en el caso residencial el tipo de medición debe ser directa.

Monofásico bifilar

- 1 Conductor activo (fase)
- 1 Conductor no activo (neutro)

Monofásico trifilar

- 2 Conductores activos (fases)
- 1 Conductor no activo (neutro)

Trifásico tetrafilar

- 3 Conductores activos (fases)
- 1 Conductor no activo (neutro)

Circuitos ramales

Están constituidos por: Dispositivo de Protección contra sobrecorriente, el conductor y el aparato de salida (electrodoméstico, etc.) y se clasifican según la capacidad del dispositivo de sobrecorriente que le protege y los más reconocidos son de 15, 20, 30, 40 y 50 A.

La cubierta aislante de los conductores debe ser de color:

- Neutro (Blanco o gris)
- Tierra (verde o verde con rayas amarillas)
- Fase (colores diferentes a los de neutro y tierra)

Los tomas instalados en circuitos de 15 y 20A. Serán del tipo con polo a tierra.

Los circuitos ramales multihilos se componen de 2 o más conductores vivos y deben alimentar cargas conectadas entre fase y neutro, excepto cuando la protección es multipolar (bipolar).

Circuitos ramales individuales:

Podrá dimensionarse para alimentar cualquier carga pero deberá cumplir lo siguiente:

- Si alimenta cargas continuas su capacidad (dispositivo de protección) no deberá ser menor de 125% de esta carga.
- La carga conectada no podrá exceder en ningún caso la capacidad del circuito ramal

Circuitos ramales que alimentan dos o más salidas:

De 15 ó 20A para Alumbrado y/o tomas de equipos:

- Equipos portátiles no podrá exceder el 80% de la capacidad del circuito.
- Equipos fijos no podrá exceder el 50% de la capacidad del circuito.

De 30A para alimentar iluminación fija con portalámparas de tipo pesado no menores de 660 VA en edificios que no sean para vivienda y tomas sin superar el 80% de la capacidad del circuito ramal.

De 40 y 50A para equipos fijos de cocina, iluminación fija de tipo pesado y tomas para cualquier tipo de utilización.

De 50A solo para cargas diferentes de iluminación

Cantidad mínima de tomacorrientes:

Se deberán colocar tomacorrientes de tal manera que ningún punto, a lo largo de la pared, esté a más de 1.8m de cualquier toma corriente en tal espacio de pared, entendiéndose por espacio de pared a toda línea de pared continua, de 0.6m o más de largo.

En zonas de circulación de más de 3m de largo deberá instalarse al menos 1 toma.

En baños se coloca mínimo 1 toma adyacente al lavamanos.

En zonas de ropa se instalará un toma para lavadora, localizado a no más de 1.8m del sitio donde se instalará la lavadora.

En el garaje se instalará al menos un toma.

Salidas mínimas de Alumbrado requeridas

Al menos una salida para iluminación controlada por un suiche se deberá colocar en cada salón habitable, sala de baño vestíbulo escalera, garaje y acceso a exteriores.[7]

Tabla 300-5
Requisitos mínimos de enterramiento en instalaciones de 0 a 600 voltios nominales (distancia en pulgadas).
(Enterramiento se define como la distancia más corta medida entre un punto de la superficie superior de cualquier conductor, cable, conducto u otra canalización directamente enterrado y la superficie superior de la tierra, cubierta de hormigón u otra cobertura similar)

Situación de la instalación o circuito	Tipo de circuito o instalación				
	1 Cables o conductores directamente enterrados	2 Conductos metálicos rígidos o intermedios	3 Canalizaciones no metálicas aprobadas para enterramiento directo sin cajón de hormigón u otras canalizaciones aprobadas	4 Ramales para locales residenciales de 120 voltios nominales o menos con protección GFCI y protección máxima contra sobrecorriente de 20 amperios	5 Circuitos de control de máquinas de regar e iluminación de parques limitados a no más de 30 voltios e instalados con cables o canalizaciones de tipo UF u otro
Todas las situaciones no identificadas a continuación	24	6	18	12	6
En zanjas por debajo de 2 pulgadas. Hormigón grueso o equivalente	18	6	12	6	6
Bajo edificios	0 (sólo en canalizaciones)	0	0	0 (sólo en canalizaciones)	0 (sólo en canalizaciones)
Bajo un mínimo de 4 pulgadas. Baldosas de hormigón grueso para exteriores sin tráfico de vehículos y baldosas que no sobrepasen en más de 6 pulgadas la instalación subterránea	18	4	4	6 (directamente enterrado) ó 4 (en canalizaciones)	6 (directamente enterrado) ó 4 (en canalizaciones)
Bajo calles, carreteras, autopistas, avenidas, accesos y aparcamientos	24	24	24	24	24
Accesos y aparcamientos exteriores a viviendas uni- y bifamiliares y utilizados sólo por sus habitantes	18	18	18	12	18
En o bajo pistas de rodadura de los aeropuertos, incluidas las zonas adyacentes cuando esté prohibido el paso	18	18	18	18	18

Nota 1: Unidades SI, 1 pulgada = 25,4 mm

Nota 2: Las canalizaciones aprobadas para enterrarlas sólo en cajas de hormigón, requieren una envoltura de hormigón no inferior a 2 pulgadas de espesor.

Nota 3: Se permite menor profundidad cuando los cables y conductores suben para terminaciones o empalmes o cuando hay que acceder a ellos.

Nota 4: Cuando se usa una instalación de las columnas 1-3 en alguno de los circuitos de las columnas 4 y 5, se permite enterrar los cables a la menor de las dos profundidades.

Nota 5: Si se encuentra roca, todos los cables se deben instalar en canalizaciones metálicas o no metálicas permitidas para enterramiento directo. La canalización se debe tapar con un mínimo de 2 pulgadas de hormigón que llegue hasta la roca.

1) Las canalizaciones aprobadas para enterrarlas sólo en cajas de hormigón, requieren una cubierta de concreto de no menos de 5 cm de espesor.

2) Se permite menor profundidad cuando los cables y conductores suben para terminaciones o empalmes o cuando hay que acceder a ellos.

3) Cuando se usa uno de los métodos de alambrado listados en las columnas 1-3 para alguno de los circuitos de las columnas 4 y 5, se permite enterrar los cables a la menor de las dos profundidades.

4) Si se encuentra roca sólida, todos los cables se deben instalar en canalizaciones metálicas o no metálicas permitidas para enterramiento directo. La canalización se debe cubrir con un mínimo de 5 cm de concreto que llegue hasta la roca.

Tabla 300-19(a)
Separación de los soportes de los conductores

Conductores			
Calibre AWG o sección del cable en mils	Soportes de los conductores en montantes verticales	Aluminio o cobre revestido de aluminio	Cobre
18 AWG a 8 AWG	No mayor de	100 pies	100 pies
6 AWG a 1/0 AWG	No mayor de	200 pies	100 pies
2/0 AWG a 4/AWG	No mayor de	180 pies	80 pies
Más de 4/0 AWG a 350 Kcmils	No mayor de	135 pies	60 pies
Más de 350 Kcmils a 500 Kcmils	No mayor de	120 pies	50 pies
Más de 500 Kcmils a 750 Kcmils	No mayor de	95 pies	40 pies
Más de 750 Kcmils	No mayor de	85 pies	35 pies

Unidades SI: 1 pie = 0,3048 m.

Tabla 310-13
Aplicaciones y aislamiento de los conductores

Nombre comercial	Letra de tipo	Temp. máx. de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	AWG o kcmil	Espesor del aislamiento en kcmil	Recubrimiento externo(1)
Etileno-propileno fluorado	FEP o FEPB	90°C (194°F) 200°C (392°F)	Lugares secos y mojados Lugares secos en aplicaciones especiales(3)	Etileno-propileno fluorado Etileno-propileno fluorado	14-10 8-2 14-8 6-2	20 30 14 14	Ninguno Trenza de cristal Trenza de amianto u otro material adecuado
Aislamiento mineral (con recubrimiento metálico)	MI	90°C (194°F) 250°C (482°F)	Lugares secos y mojados Para aplicaciones especiales(3)	Oxido de magnesio	18-16(2) 16-18 9-4 3-500	23 36 50 55	De cobre o aleación de acero
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y al aceite	MTW	60°C (140°F) 90°C (194°F)	Instalaciones de máquinas herramientas en lugares mojados, como permite NFPA 79 (ver Artículo 670) Instalaciones de máquinas herramientas en lugares secos, como permite NFPA 79 (ver Artículo 670)	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad, al calor y al aceite	22-12 10 8 6 4-2 1-4/0 213-500 501-1000	A B 30 15 30 20 45 30 60 30 60 40 80 50 95 60 110 70	A = Ninguno B = Forro de nylon o equivalente
Papel		85°C (185°F)	Para conductores subterráneos de acometida o con permiso especial	Papel			Forro de plomo
Perfluoroalcoxi	PFA	90°C (194°F) 200°(392°F)	Lugares secos y mojados Lugares secos, aplicaciones especiales(3)	Perfluoroalcoxi	14-10 8-2 1-4/0	20 30 45	Ninguno
Perfluoroalcoxi	PFAH	250°C (482°F)	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o de conductos conectados a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubiertos de níquel)	Perfluoroalcoxi	14-10 8-2 1-4/0	20 30 45	Ninguno
Plástico termoendurecible	RH	75°C (167°F)	Lugares secos y mojados	Plástico termoendurecible	14-12(5) 10	30 45	Recubrimiento no metálico, resistente a la

Nombre comercial	Letra de tipo	Temp. máx. de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	AWG o kcmil	Espesor del aislamiento en kcmil	Recubrimiento externo(1)
Plástico termoendurecible	RHH	90°C (194°F)	Lugares secos y mojados	retardante de la llama	8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000 Para 601-2000 voltios, ver Cuadro 310-62	60 80 95 110 125	humedad y retardante de la llama(4)
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	RHW(6)	75°C (167°F)	Lugares secos y mojados. Si el aislante es de más de 2000 voltios, debe ser resistente al ozono	Plástico termoendurecible resistente a la humedad y retardante de la llama	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000 Para 601-2000 voltios, ver Cuadro 310-62	45 60 80 95 110 125	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama(4)
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	RHW-2	90°C (194°F)	Lugares secos y mojados	Plástico termoendurecible resistente a la humedad y retardante de la llama	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000 Para 601-2000 voltios, ver Cuadro 310-62	45 60 80 95 110 125	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama(4)
Silicona	SA	90°C (194°F) 200°C (392°F)	Lugares secos y húmedos Para aplicaciones especiales(3)	Goma de silicona	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	45 60 80 95 110 125	Malla de cristal u otro material adecuado
Plástico termoendurecible	SIS	90°C (194°F)	Sólo para cableado de cuadros	Plástico termoendurecible retardante de la llama	14-10 8-2 6-2 1-4/0	30 45 60 55	Ninguno
Termoplástico y otras mallas externas fibrosas	TBS	90°C (194°F)	Sólo para cableado de cuadros	Termoplástico	14-10 8-2 6-2 1-4/0	30 45 60 80	Recubrimiento no metálico retardante de la llama
Politetrafluoroetileno extendido	TFE	250°C (482°F)	Sólo lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o dentro de	Politetrafluoroetileno extendido	14-10 8-2 1-4/0	20 30 45	Ninguno

Nombre comercial	Letra de tipo	Temp. máx. de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	AWG o kcmil	Espesor del aislamiento en kcmil	Recubrimiento externo(1)
			canalizaciones conectadas a aparatos, o como cables desnudos (sólo de níquel o níquel recubierto de cobre)				
Termoplástico resistente al calor	THHN	90°C (194°F)	Lugares secos y húmedos	Termoplástico resistente al calor y retardante de la llama	14-12 10 8-6 4-2 1-4/0 250-500 501-1000	15 20 30 40 50 60 70	Forro de nylon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THHW	75°C (167°F) 90°C (194°F)	Lugares húmedos Lugares secos	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000	45 60 80 95 110	Ninguno
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW(6)	75°C (167°F) 90°C (194°F)	Lugares secos y húmedos Aplicaciones especiales en equipos de iluminación por descarga. Limitado a 1000 voltios en circuito abierto o menos (sólo cables de los números 14-8, como permite la Sección 410-13)	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	45 60 80 95 110 125	Ninguno
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THWN(6)	75°C (167°F)	Lugares secos y húmedos	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-12 10 8-6 4-2 1-4/0 250-500 501-1000	15 20 30 40 50 60 70	Forro de nylon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60°C (140°F)	Lugares secos y húmedos	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-10 8 6-2 1-4/0 213-500	30 45 60 80 95	Ninguno

Nombre comercial	Letra de tipo	Temp. máx. de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	AWG o kcmil	Espesor del aislamiento en kcmil	Recubrimiento externo(1)
					501-1000 1001-2000	110 125	
Cable de circuitos subterráneos principales y secundarios de un solo conductor (para cables de tipo UF con más de un conductor, ver el Artículo 339)	UF	60°C (140°F) 75°C (167°F)(7)	Ver Artículo 339	Resistente a la humedad Resistente al calor y a la humedad	14-10 8-2 1-4/0	60(8) 80(8) 95(8)	Integrado con el aislante
Cable subterráneo de entrada a la acometida, de un solo conductor (para cables de tipo USE con más de un conductor, ver el Artículo 338)	USE(6)	75°C (167°F)	Ver Artículo 338	Resistente al calor y a la humedad	12-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	45 60 80 95(9) 110 125	Recubrimiento no metálico resistente a la humedad. Ver Sección 338-1(b)
Plástico termoendurecible	XHH	90°C (194°F)	Lugares secos y mojados	Plástico termoendurecible retardante de la llama	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	30 45 55 65 80 95	Ninguno
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	XHHW(6)	90°C (194°F) 75°C (167°F)	Lugares secos y mojados Lugares húmedos	Plástico termoendurecible retardante de la llama y resistente a la humedad	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	30 45 55 65 80 95	Ninguno
Plástico termoendurecible resistente a la humedad	XHHW-2	90°C (194°F)	Lugares secos y húmedos	Plástico termoendurecible retardante de la llama y resistente a la humedad	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	30 45 55 65 80 95	Ninguno
Etileno-tetrafluoroetileno modificado	Z	90°C (194°F) 150°C (302°F)	Lugares secos y mojados Lugares secos,	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	14-12 10 8-4	15 20 25	Ninguno

Nombre comercial	Letra de tipo	Temp. máx. de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	AWG o kcmil	Espesor del aislamiento en kcmil	Recubrimiento externo(1)
			aplicaciones especiales(3)		3-1 1/0-4/0	35 45	
Etileno-tetrafluoroetileno modificado	ZW(6)	75°C (167°F) 90°C (194°F) 150°C (302°F)	Lugares húmedos y secos Lugares mojados y secos, aplicaciones especiales(3)	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	14-10 8-2	30 45	Ninguno

(NOTAS AL CUADRO 310-13)

- (1) Algunos aislamientos no requieren recubrimiento externo.
- (2) Para circuitos de señales que permiten un aislamiento de 300 voltios.
- (3) Cuando las condiciones de proyecto requieren que la temperatura máxima de funcionamiento del conductor sea superior a 90°C.
- (4) Algunos aislantes de goma no requieren recubrimiento externo.
- (5) Para secciones número 14-12, el cable RHH debe tener un aislamiento de 45 mils de espesor.
- (6) Los cables listados con sufijo "-2" se pueden utilizar a temperatura de funcionamiento continua de 90°C en lugares secos o húmedos.
- (7) En cuanto a la limitación de la capacidad, ver la Sección 339-5.
- (8) Incluye forro integral.
- (9) En los conductores de tipo USE que hayan sido sometidos a investigación especial, se permite que el aislamiento sea de 80 mils de espesor. No se requiere que el recubrimiento no metálico de conductores aislados cubiertos de goma o cables con recubrimiento de aluminio y los cables forrados de plomo o de varios conductores, sea retardante de la llama. Para los cables de tipo MC, ver la Sección 334-20. Para los cables de forro no metálico, ver la Sección 336-25. Para los cables de tipo UF, ver la Sección 339-1.

Tabla 310-63
Espesor del aislante y del forro de conductores dieléctricos aislados macizos no blindados para 2001 a 8000 voltios (en mils)

Sección del conductor en AWG-kcmil	2001-5000 voltios						5001-8000 voltios, nivel de aislamiento 100 por 100 para lugares húmedos o secos		
	Conductor unipolar para lugares secos			Para lugares secos o húmedos			Conductor unipolar		Conductor multipolar*
	Sin forro	Con forro		Conductor unipolar		Conductor multipolar*			
	Aislante	Aislante	Forro	Aislante	Forro	Aislante	Aislante	Forro	Aislante
8	110	90	30	125	80	90	180	80	180
6	110	90	30	125	80	90	180	80	180
4-2	110	90	45	125	80	90	180	95	180
1-2/0	110	90	45	125	80	90	180	95	180
3/0-4/0	110	90	65	125	95	90	180	110	180
213-500	120	90	65	140	110	90	210	110	210
501-750	130	90	65	155	125	90	235	125	235
751-1000	130	90	65	155	125	90	250	140	250

* Bajo una única cubierta general, como forro, revestimiento o blindaje.

Tabla 400-4 Cables y cordones flexibles (ver la Sección 400-4)

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
Cordón para bombilla	C		18-20	2 o más	Termoplástico o termoendurecido	18-16 14-10	30 45	Algodón	Ninguno	Colgante o portátil	En lugares secos	No intenso
Cable de ascensores	E Nota 5 Nota 9 Nota 10		20-2	2 o más	Termoendurecido	20-16 14-12 12-10 8-2 20-16 14-12 12-10 8-2	20 30 45 60 20 30 45 60	Algodón Forro de nylon flexible	3 de algodón, uno exterior retardante llama y resist. humedad . Nota 3	Iluminación y control de ascensores	Lugares no peligrosos	
Cable de ascensores	EO Nota 5 Nota 10		20-2	2 o más	Termoendurecido	20-16 14-20 12-10 8-2	20 30 45 60	Algodón	3 de algodón, uno exterior retardante llama y resist. humedad . Nota 3	Iluminación y control de ascensores	Lugares no peligrosos	
									1 de algodón y forro de neopreno . Nota 3		Lugares peligrosos (clasificados)	
Cable de ascensores	ET Nota 5 Nota 10	20-2		2 o más	Termoplástico	20-16 14-12 12-10 8-2	20 30 45 60	Rayón	3 de algodón o equivalente, uno exterior	Lugares no peligrosos		

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
									retardante llama y resist. humedad . Nota 3			
	ETLB Nota 5 Nota 10							Ninguno				
	ETP Nota 5 Nota 10				Termoplástico			Rayón	Termoplástico	Lugares peligrosos (clasificados)		
	ETT Nota 5 Nota 10				Termoplástico			Ninguno	1 de algodón o equivalente y un forro termoplástico	Lugares peligrosos (clasificados)		
Cable eléctrico portátil	G	8-500 Kcmils		2-6 más el o los de tierra	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	60 80 95		Termoendurecido resistente al aceite	Portátil y uso extra-intenso		
Cordón de calentador	HPD	18-12		2, 3 o 4	Termoendurecido con amianto o sólo termoendurecido	18-16 14-12	15 30	Ninguno	Algodón o rayón	Calentadores portátiles	Lugares secos	No intenso

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
					do							
Cordón paralelo de calentador	HPN Nota 6	18-12		2 o 3	Termoendurecido resistente al aceite	18-16 14 12	45 60 95	Ninguno	Termoendurecido resistente al aceite	Portátil	Lugares húmedos	No intenso
Cordón de calentador con forro termoendurecido	HS	14-12		2, 3 o 4	Termoendurecido	18-16 14-12	30 45	Ninguno	Algodón y termoendurecido	Portátil o calentador portátil	Lugares húmedos	Extra intenso
	HSJ	18-12			Intenso							
	HSO	14-12			Extra intenso							
	HSJO	18-12			Intenso							
	HSOO	14-12			Extra intenso							
	HSJO O	18-12			Intenso							
Cordón portátil trenzado	PD	18-10		2 o más	Termoendurecido o termoplástico	18-16 14-10	30 45	Algodón	Algodón o rayón	Colgante o portátil	Lugares secos	No intenso
Cable eléctrico portátil	PPE	8-500 Kcmils		1-6 más conductor(es) de	Elastómero termoplástico	8-2 1-4/0 250	60 80		Elastómero termoplá	Portátil extra-intenso		

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
				tierra (opcional)		Kcmils a 500 Kcmils	95		stico resistente al aceite			
Cordón para uso intenso	S Nota 4	18-12		2 o más	Termoendurecido	18-16 14-10 8-2	30 45 60	Ninguno	Termoendurecido	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Extra-intenso
Cable flexible para escenarios e iluminación	SC	8-250 Kcmils		1 o más	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 Kcmils	60 80 95		Termoendurecido*	Portátil, extra-intenso		
Cable flexible para escenarios e iluminación	SCE	8-250 Kcmils		1 o más	Elastómero termoplástico	8-2 1-4/0 250 Kcmils	60 80 95		Termoplástico elastómero**	Portátil, extra-intenso		
Cable flexible para escenarios e iluminación	SCT	8-250 Kcmils		1 o más	Termoplástico	8-2 1-4/0 250 Kcmils	60 80 95		Termoplástico**	Portátil, extra-intenso		
Cordón de uso intenso	SE Nota 4	18-2		2 o más	Elastómero termoplástico	18-16 14-10 8-2	30 45 60	Ninguno	Elastómero termoplástico	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Extra-intenso

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
	SEO Nota 4								Elastómero termoplástico resistente al aceite			
	SEOO Nota 4				Elastómero termoplástico resistente al aceite							
Cordón de uso intenso	SJ	18-10		2, 3, 4 o 5	Termoendurecido	18-12	30	Ninguno	Termoendurecido	Lugares húmedos	Intenso	
	SJE				Elastómero termoplástico				Elastómero termoplástico			
	SJEO				Elastómero termoplástico resistente al aceite				Elastómero termoplástico resistente al aceite			
	SJEOO				Elastómero termoplástico resistente al aceite							
	SJO				Termoendurecido				10			45	Termoendurecido resistente al aceite

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
						AWG	Mils					
	SJOO		AWG		Termoendurecido resistente al aceite				Termoendurecido resistente al aceite			
	SJT				Termoplástico				Termoplástico			
	SJTO				Termoplástico				Termoplástico resistente al aceite			
	SJTOO				Termoplástico resistente al aceite				Termoplástico resistente al aceite			
Cordón para uso intenso	SO Nota 4	18-2		2 o más	Termoendurecido	18-16 14-10 8-2	30 45 60		Termoendurecido resistente al aceite	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Extra-intenso
	SOO Nota 4				Termoendurecido resistente al aceite				Termoendurecido resistente al aceite			
Cordón paralelo todo de termoend	SP-1 Nota 6	20-18		2 o 3	Termoendurecido	20-18	30	Ninguno	Termoendurecido	Colgante o portátil		

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
urecido												
	SP-2 Nota 6	18-16				18-16	45					
	SP-3 Nota 6	18-10			Termoendurecido	18-16 14 12 10	60 80 95 110	Ninguno	Termoendurecido	Frigoríficos, acondicionados de aire y lo que permite la Sección 422-8(d)	Lugares húmedos	No intenso
Cordón paralelo todo de elastómero (termoplástico)	SPE-1 Nota 6	20-18		2 o 3	Elastómero termoplástico	20-18	30	Ninguno	Elastómero termoplástico	Colgante o portátil	Lugares húmedos	No intenso
	SPE-2 Nota 6	18-16				18-16	45					
	SPE-3 Nota 6	18-10				18-16 14 12 10	60 80 95 110	Ninguno	Elastómero termoplástico	Frigoríficos, acondicionados de aire y lo que permite la Sección 422-8(d)	Lugares húmedos	No intenso
Cordón paralelo todo de plástico	SPT-1 Nota 6	20-18		2 o 3	Termoplástico	20-18	30	Ninguno	Termoplástico	Colgante o portátil	Lugares húmedos	No intenso
	SPT-2 Nota 6	18-16				18-16	45					
	SPT-3 Nota 6	18-10			Termoplástico	18-16 14 12	60 80 95	Ninguno	Termoplástico	Frigoríficos, acondicionados de aire y lo	Lugares húmedos	No intenso

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
						10	110			que permite la Sección 422-8(d)		
Cable de cocinas y secadoras	SRD	10-4		3 o 4	Termoendurecido	10-4	45	Ninguno	Termoendurecido	Portátil	Lugares húmedos	Cocinas y secadoras
	SRDE	10-4		3 o 4	Elastómero termoplástico			Ninguno	Elastómero termoplástico	Portátil	Lugares húmedos	Cocinas y secadoras
	SRDT	10-4		3 o 4	Termoplástico			Ninguno	Termoplástico	Portátil	Lugares húmedos	Cocinas y secadoras
Cordón para uso intenso	ST Nota 4	18-2		2 o más	Termoplástico	18-16	15	Ninguno	Termoendurecido	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Extra-intenso
	STO Nota 4								Elastómero termoplástico			
	STOO Nota 4				Termoplástico resistente al aceite							
Cable de aspiradoras	SV Nota 6	18-16		2 o 3	Termoendurecido	18-16	15	Ninguno	Termoendurecido	Colgante o portátil	Lugares húmedos	No intenso
	SVE Nota 6				Elastómero termoplástico				Elastómero termoplástico			
	SVEO Nota 6								Elastómero termoplástico			

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
									stico resistente al aceite			
	SVEO O Nota 6				Elastómero termoplástico resistente al aceite				Termoendurecido resistente al aceite			
	SVO SVOO				Termoendurecido Termoendurecido resistente al aceite							
	SVT Nota 6				Termoplástico				Termoplástico			
	SVTO Nota 6				Termoplástico				Termoplástico resistente al aceite			
	SVTO O				Termoplástico resistente al aceite				Termoplástico resistente al aceite			
Cable de Tinsel paralelo	TPT Nota 2	27		2	Termoplástico	27	30	Ninguno	Termoplástico	Unido a un aparato	Lugares húmedos	No intenso

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
Cable de Tinsel forrado	TS Nota 2	27		2	Termoendurecido	27	15	Ninguno	Termoendurecido	Unido a un aparato	Lugares húmedos	No intenso
	TST Nota 2	27		2	Termoplástico			Ninguno	Termoplástico	Unido a un aparato	Lugares húmedos	No intenso
Cable eléctrico portátil	W	8-500 Kcmils		1-6	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	60 80 95		Termoendurecido resistente al aceite	Portátil, extra-intenso		
Cables eléctricos para vehículos	EV	18-500 Kcmils	Nota 11	2 o más, más conductor o conductores de masa más cables opcionales híbridos para datos, señales, comunicaciones y fibra óptica	Termoendurecido con nylon opcional. Nota 12	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	30 (20) 45 (30) 60 (45) 80 (60) 95 (75) Nota 12	Opcional	Termoendurecido	Carga de vehículos eléctricos	Lugares húmedos	Extra-intenso
	EVJ	18-12	Nota 11			18-12	30 (20) Nota 12					Intenso

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección transversal		Número de conductores	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
			AWG			AWG	Mils					
	EVE	18-500 Kcmils	Nota 11		Elastómero termoplástico con nylon opcional. Nota 12	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	30 (20) 45 (30) 60 (45) 80 (60) 95 (75) Nota 12		Elastómero termoplástico			Extra-intenso
	EVJE	18-12	Nota 11			18-12	30 (20) Nota 12					Intenso
	EVT	18-500 Kcmils	Nota 11		Termoplástico con nylon opcional. Nota 12	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	30 (20) 45 (30) 60 (45) 80 (60) 95 (75) Nota 12		Termoplástico			Extra-intenso
	EVJT	18-12	Nota 11			18-12	30 (20) Nota 12					Intenso

** El recubrimiento exterior exigido en algunos cables unipolares puede ir integrado con el aislamiento.

TABLA 400-4 Cordones y Cables Flexibles

Notas a la Tabla 400-4

1. Excepto para los tipos HPN, SP-1, SP-2, SP-3, SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT-2, STP-3, TPT y las versiones de cables paralelos de tres conductores de los cables SRD, SRDE y SRDT, los conductores individuales deben ir trenzados.
2. Se permiten cables de tipo TPT, TS y TST cuya longitud no supere los 2,40 m cuando vayan unidos directamente o mediante un conector especial a artefactos portátiles de 50 W nominales o menos y de tal naturaleza que resulte esencial una gran flexibilidad del cordón.
3. En sustitución del trenzado interno se permite utilizar cintas rellenas de goma o de tela barnizada.
4. En los escenarios de los teatros, en los garajes y en otros lugares donde este *Código* lo autorice, se permite usar cordones flexibles, es apropiado el uso de cables de tipo G, S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, PPE y W.
5. Los cables móviles de los ascensores para los circuitos de control y señalización, deben contener los rellenos no metálicos necesarios para mantener su forma concéntrica. Los cables deben tener miembros de soporte en acero como exige el Artículo 620-41. En lugares expuestos a excesiva humedad o vapores o gases corrosivos, se permite utilizar miembros de soporte en otros materiales. Cuando se utilicen miembros de soporte en acero, deben ir rectos a través del centro del conjunto del cable y no se deben trenzar con los hilos de cobre de los conductores.

Además de los conductores utilizados para los circuitos de control y señalización, se permite que los cables de ascensores de tipos E, EO, ET, ETLB, ETP y ETT lleven incorporados uno o más pares telefónicos con sección transversal de $0,51 \text{ mm}^2$ (20 AWG), uno o más cables coaxiales y/o uno o más cables de fibra óptica. Se permite que los pares con sección transversal de $0,51 \text{ mm}^2$ (20 AWG) vayan cubiertos con una pantalla adecuada para circuitos de comunicaciones telefónicas, de audio o de alta frecuencia; los cables coaxiales consisten en un conductor central, un aislante y una pantalla (blindaje) para usar en circuitos de comunicaciones para vídeo o radiofrecuencia. Los cables de fibra óptica deben ir recubiertos adecuadamente con un termoplástico retardante de la llama. El aislante de los conductores debe ser de goma o termoplástico, de un espesor no menor al especificado para los demás conductores de ese tipo de cable. Las pantallas metálicas deben tener su propio recubrimiento protector. Cuando se utilicen, se permite que estos componentes vayan incorporados en cualquier capa del conjunto del cable, pero no deben ir en línea recta a través del centro del conjunto.

6. El tercer conductor de estos cables sólo se debe utilizar para puesta a tierra de los equipos.
7. Los conductores individuales de todos los cordones, excepto los de los cordones resistentes al calor, deben llevar aislante de termoplástico o termoendurecido, excepto el conductor de puesta a tierra de los equipos, cuando se utilice, que debe cumplir lo establecido en el Artículo 400-23(b).
8. Cuando la tensión entre dos conductores cualesquiera sea mayor de 300 V pero no supere los 600V, los cables flexibles con sección transversal de $5,25 \text{ mm}^2$ (10 AWG) e inferiores deben tener sus conductores individuales con aislamiento termoplástico o termoendurecido de 1,14 mm de espesor como mínimo, excepto si se utilizan cordones de tipo S, SE, SEO, SEOO, SO, SOO, ST, STO o STOO.
9. Se permite utilizar el sufijo LS, después de las letras tipo de Código, para designar los aislantes y recubrimientos exteriores que cumplan los requisitos de retardante de la llama, producción limitada de humo y que estén así certificados.
10. Los cables de ascensores con sección transversal de $0,51$ a $2,08 \text{ mm}^2$ (20 a 14 AWG) son de 300 V nominales y con sección transversal de $5,25$ a $33,62 \text{ mm}^2$ (10 a 2 AWG) son de 600 V nominales. Los de sección transversal de $3,30 \text{ mm}^2$ (12 AWG) son de 300 V nominales con un aislante de 0,76 mm de espesor y los de 600 V con un aislante de 1,14 mm de espesor.
11. Las secciones transversales de los conductores de los cables tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT y EVJT son sólo para circuitos de potencia no limitada. Los conductores para circuitos de potencia limitada (de datos, señales o comunicaciones) pueden superar la sección transversal (calibre AWG) establecida. Todos los conductores deben estar aislados para la misma tensión nominal del cable.
12. Entre paréntesis se indica el espesor del aislamiento de los cables de nylon de tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT y EVJT.