

310-6. Pantalla. Los conductores aislados con dieléctrico sólido en instalaciones permanentes que operen a más de 2 000 V, deben tener un aislamiento resistente al ozono y tener una pantalla. Todas las pantallas metálicas de aislamiento se deben poner a tierra a través de un medio efectivo de puesta a tierra que cumpla los requisitos indicados en 250-51. La pantalla debe servir para el propósito de confinar los esfuerzos de la tensión eléctrica en el aislamiento.

Excepción: Se permite usar conductores aislados sin pantalla aprobados, en instalaciones hasta de 8 000 V, con las siguientes condiciones:

a. Los conductores deben tener un aislamiento resistente a las descargas eléctricas y a la formación de caminos conductores, o deben estar recubiertos de un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a la formación de caminos conductores.

b. Cuando se usen en lugares mojados, los conductores aislados deben tener una cubierta no metálica que los cubra totalmente o una cubierta metálica continua.

c. Cuando los conductores aislados operen entre 5 001 V y 8 000 V deben llevar una cubierta no metálica sobre el aislamiento. El aislamiento debe tener una permitividad relativa no mayor que 4 y la cubierta una permitividad relativa no menor que 6 y no mayor que 10.

d. El espesor del aislamiento y de la cubierta deben estar de acuerdo a lo indicado en la tabla 310-63.

310-7. Conductores directamente enterrados. Los conductores que vayan directamente enterrados deben ser de un tipo aprobado e identificado para ese uso.

Los cables de más de 2 000 V nominales deben tener pantalla.

Excepción: Se permite usar cables multiconductores sin pantalla entre 2 001 V y 5 000 V si el cable tiene sobre el conjunto una armadura o cubierta metálica continua.

La pantalla, cubierta o armadura metálica debe estar puesta a tierra a través de un medio efectivo de puesta a tierra que cumpla los requisitos indicados en 250-51.

NOTA 1: Para requisitos de instalación de los conductores de 600 V o menos, véase 300-5.

NOTA 2: Para requisitos de instalación de conductores de más de 600 V, véase 710-4(b).

310-8. Lugares.

a) **Lugares secos.** Los conductores y cables aislados utilizados en lugares secos, deben ser de cualquiera de los tipos identificados en esta Norma.

b) **Lugares secos y húmedos.** Los conductores y cables aislados utilizados en lugares secos y húmedos deben ser de los tipos FEP, FEPB, MTW, RHH, RHW, RHW-2, THHN, THW, THW-LS, THW-2, THHW, THHW-LS, THHW-2, THWN, THWN-2, TW, XHHW o XHHW-2.

c) **Lugares mojados.** Los conductores y cables aislados utilizados en lugares mojados deben ser:

(1) Con cubierta metálica hermética a la humedad.

(2) De los tipos MTW, RHW, RHW-2, TW, THW, THW-LS, THW-2, THHW, THHW-LS, THHW-2, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2; o

(3) De otro tipo certificado para uso en lugares mojados.

d) **Lugares expuestos a la radiación solar directa.** Los conductores y cables aislados, utilizados cuando hay exposición directa a los rayos solares deben ser aprobados y marcado como "SR".

310-9. Condiciones corrosivas. Los conductores expuestos a aceites, grasas, 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 debe utilizarse de modo que su temperatura de operación supere la designada para el tipo de conductor aislado al que pertenezca. En ningún caso deben ir juntos los conductores de tal modo que con respecto al tipo de circuito, al método de alambrado aplicado o al número de conductores, se supere el límite de temperatura de cualquiera de los conductores empleados.

NOTA: La temperatura nominal de un conductor (véanse las Tablas 310-13 y 310-61) es la temperatura máxima, en cualquier punto de su longitud, que puede soportar durante un periodo prolongado de tiempo sin que se produzca degradación. Las tablas de capacidad de conducción de corriente del artículo 310 y del

apéndice A, los factores de corrección al final de estas tablas y las notas a las mismas, proveen una guía para coordinar el tamaño y tipo de los conductores, la corriente eléctrica máxima permitida, la corriente eléctrica resultante, la temperatura ambiente y el número de conductores asociados.

Los principales determinantes de la temperatura de operación 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 eléctrica, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicas.

3) El factor de disipación del calor generado al medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores puede afectar ese factor de disipación.

4) Conductores adyacentes que transportan carga. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente y de impedir la disipación de calor.

310-11 Marcado

a) Información necesaria. Todos los conductores y cables deben ir marcados con la información necesaria siguiente, según el método de marcado aplicable descrito en 310-11(b) y de acuerdo con las normas nacionales de producto existentes:

NOTA - Para mayor información ver el Apéndice B.1 informativo.

1) La tensión eléctrica nominal máxima.

2) La letra o letras que indican el tipo de alambres o cables, tal como se especifica en otros lugares de esta Norma.

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

4) El tamaño nominal en mm² (AWG o kcmil)

5) En los ensambles de cables debe marcarse cuando el tamaño del conductor neutro es menor que los de los cables de fase.

b) Métodos de marcado

1) **Marcado en la superficie.** Los siguientes conductores y cables se deben marcar en su superficie de modo indeleble. El tamaño nominal se debe repetir a intervalos no mayores a 60 cm. Todas las demás marcas deben repetirse a intervalos no mayores a 1 m.

a. Cables y alambres de uno o varios conductores, con aislamiento de hule o termoplástico.

b. Cables con recubrimiento no metálico.

c. Cables de entrada de acometida.

d. Cables subterráneos de circuitos alimentadores y derivados.

e. Cables para usarse en soportes tipo charola para cables.

f. Cables para riego.

g. Cables de energía limitada para su uso en soportes tipo charola para cables.

h. Cables de instrumentos para uso en soportes tipo charola para cables.

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

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

Excepción 2: Los cables tipo AC.

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

NOTA: Los cables con recubrimiento metálico son del tipo AC (artículo 333), tipo MC (artículo 334) y cables con cubierta de plomo.

3) Marcado mediante etiquetas. En el empaque de todos los cables y conductores se deben marcar mediante una etiqueta impresa sujeta al rollo, bobina o caja del cable, conforme con las normas de producto correspondientes.

4) Indicación opcional del tamaño nominal del cable. Se permite que la información exigida en el párrafo anterior 310-11(a)(4) esté marcada en la superficie de cada conductor aislado de los siguientes cables multiconductores:

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

c) Sufijos que indican el número de conductores. Una letra o letras solas indican 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 cableados en espiral, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

d) Marcas opcionales. Se permite que los conductores de los tipos aprobados indicados en las Tablas 310-13 y 310-61 lleven en su superficie marcas que indiquen características especiales o el material de los cables.

NOTA: Ejemplos de estas marcas son, entre otros, la "LS" (no propagador de incendios, baja emisión de humos y de gas ácido) o "resistente a la luz solar".

310-12. Identificación de los conductores

a) Conductores puestos a tierra. Los conductores aislados, de tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) o más pequeños, diseñados para usarse como conductores puestos a tierra en circuitos, deben tener una identificación exterior de color blanco o gris claro. Los cables multiconductores planos de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores pueden llevar un borde exterior sobre el conductor puesto a tierra.

Excepción 1: Los cables de aparatos eléctricos, como se indica en el artículo 402.

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

Excepción 3: Un conductor de circuitos derivados identificado como se establece en 210-5(a).

Excepción 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 terminales en el momento de la instalación, mediante una marca clara de color blanco u otro medio igualmente eficaz.

En los cables aéreos, la identificación debe ser como se indica o por medio de un borde situado en el exterior del cable, lo cual permita identificarlo.

Se considera que los cables con recubrimiento exterior de color blanco o gris claro, pero con hilos de color en la malla para identificar al fabricante, cumplen lo establecido en esta Sección.

NOTA: Para los requisitos de identificación de conductores mayores de 13,3 mm² (6 AWG), véase 200-6.

b) Conductores de puesta a tierra. 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 franjas amarillas.

Excepción 1: Se permite identificar permanentemente, en el momento de la instalación, a un conductor aislado o cubierto de tamaño mayor que 13,3 mm² (6 AWG) como conductor de puesta a tierra en sus dos extremos y en todos los puntos en los que el conductor esté accesible. La identificación se debe hacer por uno de los métodos siguientes:

a. Quitando el aislamiento o cubierta del conductor en toda la parte expuesta.

b. Pintando de verde el aislamiento o cubierta en toda la parte expuesta.

c. Marcando la parte expuesta del aislamiento o cubierta con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.

Excepción 2: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que sólo personal calificado tiene acceso a la misma, se permite identificar permanentemente 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 esté accesible, en el momento de la instalación, por uno de los métodos siguientes:

a. Quitando el aislamiento o cubierta del conductor en toda la parte expuesta.

b. Pintando de verde el aislamiento o cubierta en toda la parte expuesta.

c. Marcando la parte expuesta del aislamiento o la cubierta con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.

c) Conductores de fase. Los conductores que vayan a utilizarse como conductores de fase, ya sea como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar identificados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier combinación de colores y sus correspondientes marcas. Estas marcas deben ir también en un color que no sea blanco, gris claro o verde, y deben consistir en una franja o franjas, o una serie de marcas iguales espaciadas de manera uniforme. Estas marcas no deben interferir en modo alguno con las marcas superficiales que se exigen en 310-11(b)(1).

Excepción: Lo que se permite en 200-7.

310-13. Construcción y aplicaciones de los conductores. Los conductores aislados deben cumplir las disposiciones aplicables de una 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 los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3 y como se especifica en sus respectivas tablas.

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

TABLA 310-13.- Conductores-Aislamientos y usos

Nombre genérico	Tipo	Temp. máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Tamaño o Designación		Espesor nominal de aislamiento mm		Cubierta exterior ⁽¹⁾
					mm ²	AWG o kcmil			
Etileno Propileno Fluorado	FEP o FEPB	90	Lugares secos o húmedos	Etileno Propileno Fluorado	2,08 -5,26	14 – 10	0,51		Ninguna
					8,37-33,6	8 - 2	0,76		Ninguna
		200	Lugares secos aplicaciones especiales ⁽²⁾	Etileno Propileno Fluorado	2,08-8,37	14 – 8	0,36		Malla de fibra de vidrio
					13,3-33,6	6 – 2	0,36		Malla de material adecuado
Aislamiento Mineral (con cubierta metálica)	MI	90 200	Lugares secos o húmedos Lugares secos Aplicaciones especiales ⁽²⁾	Oxido de magnesio	0,824-1,31 ⁽³⁾	18 –16 ⁽³⁾	0,58		Cobre o aleación de acero
					1,31 - 5,26	16 – 10	0,91		
					6,63 - 21,2	9 – 4	1,27		
					26,7 - 253	3 – 500	1,40		
Termoplástico o resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama	MTW	60	Alambrado de máquinas herramienta en lugares mojados (véase Art. 670)	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama	0,325 - 3,31	22 -12	(A)	(B)	(A) Ninguna (B) Cubierta de nylon o
					5,26	10	0,76	0,38	
					8,37	8	0,76	0,51	
					13,3	6	1,14	0,76	
							1,52	0,76	

		90	Alambrado de máquinas herramienta en lugares secos (véase el Artículo 670)		21,2 -33,6 42,4 -107 127 -253 304 -507	4-2 1-4/0 250 -500 600 -1 000	1,52 2,03 2,41 2,79	1,02 1,27 1,52 1,78	equivalente
Perfluoroalcoxi	PFAH	250	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de artefactos o de canalizaciones conectadas a artefactos (sólo de níquel o de cobre recubierto de níquel)	Perfluoroalcoxi	2,08 – 5,26 8,37 – 33,6 42,4 - 107	14 – 10 8 – 2 1 – 4/0	0,51 0,76 1,14		Ninguno
Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor	RHH	90	Lugares secos o húmedos	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y a la flama	2,08 -5,26 8,37 -33,6 42,4 -107 127 -253 304 -507 557-1010	14 -10 8 -2 1 - 4/0 250 -500 600 -1 000 1100-2000	1,14 1,52 2,03 2,41 2,79 3,18		Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama. (1)
Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor	RHW (5)	75	Lugares secos o mojados	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor, a la humedad y a la flama	2,08 -5,26 8,37 -33,6 42,4-107 127 -253 304 -507 557 -1010	14 -10 8 -2 1-4/0 250 -500 600-1 000 1100-2000	1,14 1,52 2,03 2,41 2,79 3,18		Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama. (1)
Silicón-FV	SF	150	Lugares secos y húmedos	Hule Silicón	2,08 –5,26 8,37 –33,6 42,4 –107	14-10 8 –2 1 - 4/0	0,76 1,52 2,03		Malla de fibra de vidrio o material equivalente
		200	En aplicaciones donde existan condiciones de alta temperatura (2)						
Polímero sintético resistente al calor	SIS	90	Alambrado de tableros de distribución	Polímero sintético de cadena cruzada resistente al calor	2,08 –5,26 8,37	14 –10 8	0,76 1,14		Ninguna
Termoplástico para tableros	TT	75	Alambrado de tableros de distribución	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendio y de emisión reducida de humos y gas ácido	0,519 –3,31	20 -12	0,76		Ninguna
Politetra-fluoroetileno extendido	TFE	250	Sólo lugares secos. Sólo para cables dentro de artefactos o dentro de canalizaciones conectadas a artefactos, o como alambrado a la vista (sólo de níquel o cobre recubierto de níquel)	Politetra-fluoroetileno extruido	2,08 –5,26 8,37 –33,6 42,4 –107	14-10 8 –2 1- 4/0	0,51 0,76 1,14		Ninguno
Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio	TW	60	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio	2,08-5,26 8,37 13,3 –33,6	14 -10 8 6 -2	0,76 1,14 1,52		Ninguna
Termoplástico resistente a la humedad, al	THW (5)	75 90	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al	2,08 -5,26 8,37	14 -10 8	0,76 1,14		Ninguna

calor y a la propagación de incendio			Para la alimentación de equipos de iluminación por descarga eléctrica véase Artículo 410-31	calor y a la propagación de incendio	13,3 -33,6 42,4 -107 127 -253 304 -507	6 -2 1 - 4/0 250-500 600 -1 000	1,52 2,03 2,41 2,79	
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido	THW-LS ⁽⁴⁾	75 90	Lugares secos y mojados. Para la alimentación de equipos de iluminación por descarga eléctrica véase Artículo 410-31	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido.	2,08-5,26 8,37 13,3-33,6 42,4-107 127-253 304-507	14 -10 8 6 -2 1 - 4/0 250 -500 600 -1 000	0,76 1,14 1,52 2,03 2,41 2,79	Ninguna
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios	THHW	75	Lugares secos y mojados.	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios.	2,08-5,26 8,37 13,3 -33,6 42,4-107 127-253 304-507	14 -10 8 6 -2 1 - 4/0 250 -500 600 -1 000	0,76 1,14 1,52 2,03 2,41 2,79	Ninguna
		90	Lugares secos					
		Para la alimentación de equipos de iluminación por descarga eléctrica véase artículo 410-31						
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido	THHW-LS ⁽⁴⁾	75	Lugares mojados.	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido	2,08 -5,26 8,37 13,3 -33,6 42,4 -107 127 -253 304 -507	14 -10 8 6 -2 1 - 4/0 250 -500 600 -1 000	0,76 1,14 1,52 2,03 2,41 2,79	Ninguna
		90	Lugares secos					
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	THWN	75	Lugares secos y mojados	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	2,08 -3,31 5,26 8,37 -13,3 21,2 -33,6 42,4 -107 127 -253 304 -507	14 -12 10 8 - 6 4 -2 1 - 4/0 250 -500 600 -1 000	0,38 0,51 0,76 1,02 1,27 1,52 1,78	Cubierta de nylon o equivalente
Cable plano para acometida aérea y sistemas fotovoltaicos	TWD-UV	60	Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea. Véase el Artículo 338. Sistemas fotovoltaicos. Véase el Artículo 690.	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la intemperie y a la propagación de incendio.	3,31 -5,26 8,37 - 13,3	12 - 10 8- 6	1,20 1,58	Ninguna
Cable mono-conductor para acometida subterránea	BTC	90	Lugares secos y mojados Acometida subterránea. Véase el artículo 338	Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	15-35		1,60	Ninguna
Cable mono-conductor y multiconductor para acometida subterránea	DRS	90	Lugares secos y mojados Entrada de acometida subterránea.	Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la	21,2 -33,6 53,5-107 177	4 - 2 1/0 - 4/0 350	1,58 1,98 2,39	Ninguna

			Véase Art. 338	propagación de la flama				
Cable para acometida aérea	CCE	60	Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea. Véase el artículo 338	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	3,31 -8,36 13,3 -21,2	12 - 8 6 - 4	1,2 1,6	Termo-plástico resistente a la humedad y a la intemperie
Cable para acometida aérea	BM-AL	75	Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea. Véase Art. 338 o distribución aérea en baja tensión	Termo-plástico resistente a la humedad y a la intemperie	5,26 - 33,6	10 - 2	1,14	Ninguna
Cable para acometida subterránea un solo conductor	USE(5)	75	Ver artículo 338	Resistente al calor y la humedad	2,08 -5,26 8,37 -33,6 42,4 -107 108 - 253 279 - 507	14 - 10 8 - 2 1 - 4/0 213 - 500 550 - 1 000	1,14 1,52 2,03 2,41 2,79	Cubierta no metálica resistente a la humedad
Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad y al calor	XHHW (4)(5)	90	Lugares secos y húmedos	Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama.	2,08 -5,26 8,37 -33,6 42,4 -107 127 -253 304-507	14 -10 8 -2 1 - 4/0 250 -500 600-1 000	0,76 1,14 1,4 1,65 2,03	Ninguna
		75	Lugares mojados					
Tetrafluoroetileno modificado con etileno	Z	90	Lugares secos y mojados	Tetrafluoroetileno modificado con etileno	2,08 - 3, 31 5,26 8,37 - 21,2 33,7 - 42,4 53, 5 - 107	14 - 12 10 8 - 4 2 -1 1/0 - 4/0	0,38 0,51 0,64 0,89 1,14	Ninguno
		150	Lugares secos, aplicaciones especiales ⁽²⁾					

Notas a la tabla 310-13:

1. Algunos aislamientos no requieren de cubierta exterior.
2. Cuando las condiciones de diseño requieren temperaturas máximas de operación del conductor de más de 90 °C.
3. Para circuitos de señalización que permiten aislamiento de 300 V.
4. Los cables tipo THW-LS y THHW-LS, cubren los requerimientos de no propagación de incendio, de emisión reducida de humos y de gas ácido, de acuerdo con las normas nacionales. Otros tipos de cables que lleven el sufijo "LS" deben cumplir con las mismas pruebas. Por ejemplo XHHW-LS.
5. Se permite que los tipos de cables para utilizarse en temperaturas de operación 90 °C en lugares secos y mojados, se marquen con el sufijo "-2". Por ejemplo: THW-2, XHHW-2, RHW-2, etc.
6. Cuando los tipos de cables sean sin contenido de halógenos pueden marcarse: LSOH.

310-14. Material de los conductores de aluminio. Los conductores cableados de aluminio de tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) y mayores, de tipos XHHW, XHHW-2, RHW, RHH y RHW-2, conductores para entrada de acometida tipo SE estilo U y SE estilo R, deben ser de aluminio de aleación 1350 o AA 8000.

No se permite el uso de conductores de aluminio o de aleación de aluminio en tamaños nominales menores a 13,3 mm² (6 AWG). Véanse las Tablas 310-16, 310-17 y la Tabla A-310-2 del Apéndice A. Véase 110-14 para conexiones eléctricas.

310-15. Capacidad de conducción de corriente para tensiones nominales de 0 a 2 000 V. Se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante los siguientes incisos (a) o (b).

NOTA: Para las capacidades de conducción de corrientes calculadas en esta Sección no se tiene en cuenta la caída de tensión eléctrica. Para los circuitos derivados, véase la Nota 4 de 210-19(a), para los circuitos de alimentación, véase la Nota 2 de 215-2(b).

a) Disposiciones generales. Para la selección del tamaño nominal de los conductores, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de 0 a 2 000 V nominales se debe considerar como máximo los

valores especificados en las Tablas de capacidad de conducción de corriente 310-16 a 310-19 y los incisos (d) a (j) siguientes.

Las Tablas 310-16 a 310-19 son tablas de aplicación para usarse en la selección del tamaño nominal de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el artículo 220. La capacidad de conducción de corriente permanentemente admisible es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

1. La compatibilidad en temperatura con equipo conectado, sobre todo en los puntos de conexión.
2. La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y de la instalación.
3. El cumplimiento de los requisitos del producto de acuerdo con su norma específica correspondiente. A este respecto véase 110-3.
4. El cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos normalizados.

b) Supervisión de ingeniería. Con la supervisión de personal de ingeniería, se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante la siguiente fórmula general:

Ecuación:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \Delta TD)}{R_{cc} (1 + YC) RCA}}$$

donde:

TC = Temperatura del conductor en °C.

TA = Temperatura ambiente en °C.

ΔTD = Incremento de la temperatura por pérdidas del dieléctrico.

R_{cc} = Resistencia de c.c. del conductor a la temperatura TC.

YC = Componente de resistencia de c.a. debida a los efectos superficial y de proximidad.

RCA = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el ambiente que lo rodea.

c) Selección de la capacidad de conducción de corriente. Cuando se calculan diferentes capacidades de conducción de corriente que se pudieran aplicar para un circuito de longitud dada, se debe tomar la de menor valor.

Excepción: Cuando se aplican dos valores de capacidad de conducción de corriente a partes adyacentes de un circuito, se permite utilizar la de mayor capacidad más allá del punto de transición, a la distancia de 3 m o 10% de la longitud del circuito, la distancia que sea menor.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores según su conexión a los puntos terminales, véase 110-14(c).

d) Circuitos de alimentación y acometidas a unidades de vivienda a 120/240 V, tres hilos. Para unidades de vivienda, se permite utilizar los conductores de la tabla 310-15(d) como conductores de entrada de acometida monofásica a 120/240 V, tres hilos, conductores de acometida subterránea y conductores del alimentador que sirve como principal fuente de alimentación 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 Sección, el(los) alimentador(es) principal(es) debe(n) ser el(los) alimentador(es) entre el interruptor principal y el tablero de alumbrado y carga y no se exige que los alimentadores a una unidad de vivienda sean de mayor tamaño nominal a los de la entrada de acometida. Se permite que el conductor puesto a tierra sea de menor tamaño nominal que los conductores de fase, siempre que se cumplan los requisitos indicados en 215-2, 220-22 y 230-42.

TABLA 310-15 (d).- Tipos y designación de los conductores para alimentadores y acometidas monofásicas, tres hilos de 120/240 V para unidades de vivienda RHH, RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, THHN, XHHW, USE

Tamaño o designación mm ² (AWG o kcmil)		Capacidad de conducción de corriente de la acometida o del alimentador (A)
Cobre	Aluminio	
21,2 (4)	33,6 (2)	100
26,7 (3)	42,4 (1)	110

33,6 (2)	53,5 (1/0)	125
42,4 (1)	67,4 (2/0)	150
53,5 (1/0)	85,0 (3/0)	175
67,4 (2/0)	107 (4/0)	200
85,0 (3/0)	127 (250)	225
107 (4/0)	152 (300)	250
127 (250)	177 (350)	300
177 (350)	253 (500)	350
203 (400)	304 (600)	400

e) Conductores desnudos o cubiertos. Cuando se usen juntos conductores desnudos o cubiertos, con conductores aislados, su capacidad de conducción de corriente se debe limitar al permitido para conductores aislados adyacentes.

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

g) Factores de ajuste.

1.- 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 sea mayor que tres, la capacidad de conducción de corriente se debe reducir con los factores que se indican en la Tabla 310-15(g).

TABLA 310-15(g).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Número de conductores portadores de corriente	Por ciento de 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 y los cables multiconductores vayan juntos una distancia de más de 0,60 m sin mantener la separación y no vayan instalados en canalizaciones, las capacidades de conducción de corriente de cada conductor se deben reducir como se indica en la tabla anterior.

Excepción 1: Cuando haya instalados en la misma canalización o cable conductores de diferentes sistemas, como se explica en 300-3, los factores de corrección anteriores se deben aplicar sólo a los conductores de fuerza e iluminación (Artículos 210, 215, 220 y 230).

Excepción 2: A los conductores instalados en soportes tipo charola para cables se les debe aplicar lo establecido en 318-11.

Excepción 3: Estos factores de corrección no se deben aplicar en uniones de canalizaciones cuya longitud no supere 0,60 m

Excepción 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) metálico tipo pesado, semipesado o no metálico tipo pesado de una longitud no mayor que 3,0 m y el número de conductores no pase de cuatro.

Excepción 5: Para otras condiciones de carga, se permite calcular la capacidad de conducción de corriente y los factores de ajuste según lo establecido en 310-15(g).

NOTA: Para los factores de ajuste de más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con diversas cargas, véase el Apéndice A, Tabla A-310-11.

2.- Más de un ducto o canalización. Se debe conservar la separación entre ductos o canalizaciones para no cambiar las condiciones de reactancia inductiva del circuito.

3.- Cables expuestos a la radiación solar. Cuando los cables estén expuestos a la radiación solar, las capacidades de conducción de corriente indicadas en las tablas 310-16 a 310-19 se deben multiplicar por un factor de ajuste de 0,85. Adicionalmente deben realizarse las correcciones necesarias a la capacidad de conducción de corriente por temperatura ambiente, así como las correcciones por agrupamiento indicadas arriba en 310-15 (g)(1).

h) Protección contra sobrecorriente. Cuando las capacidades nominales o el ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no correspondan con las capacidades nominales y con los valores de ajuste permitidos para esos conductores, se permite tomar los valores inmediatamente superiores, según lo establecido en 240-3(b) y 240-3(c).

i) Conductor neutro

1.- Un conductor neutro que transporte sólo la corriente desbalanceada de otros conductores del mismo circuito, no se considera para lo establecido en 310-15(g).

2.- En un circuito de tres hilos consistente en dos fases y el neutro de un sistema de cuatro hilos, tres fases en estrella, el conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, por lo que se debe considerar al aplicar lo establecido en 310-15(g).

3.- En un circuito de cuatro hilos tres fases en estrella, cuando la mayor parte de las cargas no son lineales, por el conductor neutro pasan armónicas de la corriente por lo que se le debe considerar como conductor activo o portador de corriente.

j) Conductor de puesta a tierra o de empalme. Al aplicar lo establecido en 310-15(g), no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o puente de unión empalmado a éste.

TABLA 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de 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 o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)					
mm ²	AWG o kcmil	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
		TIPOS TW* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT, USE	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW- LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHW-2, XHHW*, XHHW-2, DRS
		Cobre			Aluminio		
0,824	18	---	---	14	---	---	---
1,31	16	---	---	18	---	---	---
2,08	14	20*	20*	25*	---	---	---
3,31	12	25*	25*	30*	---	---	---
5,26	10	30	35*	40*	---	---	---
8,37	8	40	50	55	---	---	---
13,3	6	55	65	75	40	50	60
21,2	4	70	85	95	55	65	75
26,7	3	85	100	110	65	75	85
33,6	2	95	115	130	75	90	100
42,4	1	110	130	150	85	100	115
53,5	1/0	125	150	170	100	120	135
67,4	2/0	145	175	195	115	135	150
85,0	3/0	165	200	225	130	155	175
107	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230

152	300	240	285	320	190	230	255
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	355	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	310	375	420
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	450
458	900	435	520	585	355	425	480
507	1 000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	520	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1010	2000	560	665	750	470	560	630
FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	1,04
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	0,76
56-60	****	0,58	0,71	****	0,58	0,71	0,71
61-70	****	0,33	0,58	****	0,33	0,58	0,58
71-80	****	****	0,41	****	****	0,41	0,41

* A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2,08 mm² (14 AWG); 20 A para 3,31 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm² (10 AWG), todos de cobre.

Véase Sección 310-15

TABLA 310-17.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2 000 V nominales, al aire libre y a temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (ver tabla 310-13)					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS
		TW*	RHW*, THHW*, THW*, THW-LS*, THWN*, XHHW*, USE	MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THW-LS*, THWN-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	UF	RHW*, XHHW*	RHH*, RHW-2, XHHW*, XHHW-2
		Cobre			Aluminio		
0,824	18	----	---	18	----	----	----
1,31	16	----	---	24	----	----	----
2,08	14	25*	30*	35*	----	----	----
3,31	12	30*	35*	40*	----	----	----
5,26	10	40	50*	55*	----	----	----
8,37	8	60	70	80	----	----	----
13,3	6	80	95	105	60	75	80
21,2	4	105	125	140	80	100	110
26,7	3	120	145	165	95	115	130
33,6	2	140	170	190	110	135	150
42,4	1	165	195	220	130	155	175

53,5	1/0	195	230	260	150	180	205
67,4	2/0	225	265	300	175	210	235
85,0	3/0	260	310	350	200	240	275
107	4/0	300	360	405	235	280	315
127	250	340	405	455	265	315	355
152	300	375	445	505	290	350	395
177	350	420	505	570	330	395	445
203	400	455	545	615	355	425	480
253	500	515	620	700	405	485	545
304	600	575	690	780	455	540	615
355	700	630	755	855	500	595	675
380	750	655	785	885	515	620	700
405	800	680	815	920	535	645	725
456	900	730	870	985	580	700	785
507	1 000	780	935	1 055	625	750	845
633	1 250	890	1 065	1 200	710	855	960
760	1 500	980	1 175	1 325	795	950	1 075
887	1 750	1 070	1 280	1 445	875	1 050	1 185
1 010	2 000	1 155	1 385	1 560	960	1 150	1 335
FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.						
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	
56-60	****	0,58	0,71	****	0,58	0,71	
61-70	****	0,33	0,58	****	0,33	0,58	
71-80	****	****	0,41	****	****	0,41	

* A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2,08 mm² (14 AWG); 20 A para 3,31 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm² (10 AWG), todos de cobre.

Véase Sección 310-15

TABLA 310-18.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores aislados individuales de 0 a 2 000 V, de 150°C a 250°C, en canalizaciones o cable, para una temperatura ambiente de 40°C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13			
mm ²	AWG o kcmil	150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
		TIPOS Z, SF	TIPOS FEP, FEPB, SF	TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z
		Cobre		Níquel o níquel recubierto de cobre	Aluminio
2,08	14	34	36	39	----
3,31	12	43	45	54	---
5,26	10	55	60	73	---
8,37	8	76	83	93	---
13,3	6	96	110	117	75
21,2	4	120	125	148	94
26,7	3	143	152	166	109
33,6	2	160	171	191	124
42,4	1	186	197	215	145

53,5	1/0	215	229	244	169
67,4	2/0	251	260	273	198
85,0	3/0	288	297	308	227
107	4/0	332	346	361	260
FACTORES DE CORRECCION					
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes.				
41-50	0,95	0,97	0,98	0,95	0,95
51-60	0,90	0,94	0,95	0,90	0,90
61-70	0,85	0,90	0,93	0,85	0,85
71-80	0,80	0,87	0,90	0,80	0,80
81-90	0,74	0,83	0,87	0,74	0,74
91-100	0,67	0,79	0,85	0,67	0,67
101-120	0,52	0,71	0,79	0,52	0,52
121-140	0,30	0,61	0,72	0,30	0,30
141-160	----	0,50	0,65	----	----
161-180	----	0,35	0,58	----	----
181-200	----	----	0,49	----	----
201-225	----	----	0,35	----	----

TABLA 310-19.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables monoconductores aislados de 0 a 2000 V, de 150°C a 250°C, al aire libre, para una temperatura ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13			
mm ²	AWG o kcmil	150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
		TIPOS Z, SF	TIPOS FEP, FEPB, SF	TIPOS PFAH, TFE	TIPO Z
		Cobre		Níquel o cobre recubierto de níquel	Aluminio
2,08	14	46	54	59	----
3,31	12	60	68	78	---
5,26	10	80	90	107	---
8,37	8	106	124	142	---
13,3	6	155	165	205	112
21,2	4	190	220	278	148
26,7	3	214	252	327	170
33,6	2	255	293	381	198
42,4	1	293	344	440	228
53,5	1/0	339	399	532	263
67,4	2/0	390	467	591	305
85,0	3/0	451	546	708	351
107	4/0	529	629	830	411
FACTORES DE CORRECCION					
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar las anteriores capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes				
41-50	0,95	0,97	0,98	0,95	0,95
51-60	0,90	0,94	0,95	0,90	0,90
61-70	0,85	0,90	0,93	0,85	0,85
71-80	0,80	0,87	0,90	0,80	0,80
81-90	0,74	0,83	0,87	0,74	0,74
91-100	0,67	0,79	0,85	0,67	0,67
101-120	0,52	0,71	0,79	0,52	0,52
121-140	0,30	0,61	0,72	0,30	0,30
141-160	----	0,50	0,65	----	----
161-180	----	0,35	0,58	----	----
181-200	----	----	0,49	----	----

201-225	----	----	0,35	----
---------	------	------	------	------

Véase Sección 310-15

310-60. Conductores para tensiones nominales de 2 001 V a 35 000 V.

a) Definiciones.

Ductos eléctricos. Como se usa en el Artículo 310, se entiende por ductos eléctricos cualquiera de los sistemas de tubo (conduit) reconocidos en el Capítulo 3 como adecuados para uso subterráneo; y cualquier otra canalización de sección transversal circular aprobada para uso subterráneo, ya sea enterrada directamente o embebida en concreto.

Resistividad térmica. Para efectos de esta norma, 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 expresa en "RHO", en unidades °C cm/W.

b) Capacidad de conducción de corriente para conductores de 2 001 V a 35 000 V. Se permite determinar la capacidad de conducción de corriente para conductores con aislamiento sólido por medio de las tablas o bajo supervisión de ingeniería, de acuerdo con lo indicado en 310-60 (c) a (d).

1.- Selección de la capacidad de conducción de corriente. Cuando se calculan diferentes capacidades de conducción de corrientes que se pudieran aplicar para un circuito de longitud dada, se debe tomar la de menor valor.

Excepción: Cuando se aplican dos valores de capacidad de conducción de corriente a partes adyacentes de un circuito, se permite utilizar la de mayor capacidad más allá del punto de transición, a la distancia de 3 m o 10% de la longitud del circuito, la distancia que sea menor.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores según su conexión a los puntos terminales, véase 110-14(c).

c) Tablas. La capacidad de corriente para conductores para tensiones nominales de 2 001 V a 35 000 V deben ser las que se especifican en las tablas de capacidad de conducción de corriente 301-67 a 310-86. Las capacidades de corriente a temperaturas diferentes a las de las tablas deben determinarse por la fórmula indicada en 310-60 (c)(4).

NOTA: Para las capacidades de conducción de corriente indicadas en esta Sección no toman en consideración las caídas de tensión, véase la Sección 210-19(a) Nota 4, para circuitos derivados y la Sección 215-2(b) Nota 1, para alimentadores.

(1) Pantallas puestas a tierra. Las capacidades de conducción de corriente mostradas en las Tablas 310-69, 310-70, 310-81 y 310-82 son para cables con pantallas puestas a tierra sólo en un punto. Si están puestas a tierra en más de un punto, se debe ajustar la capacidad de conducción de corriente teniendo en cuenta el calentamiento debido a las corrientes de la pantalla.

(2) Profundidad bajo tierra de los circuitos subterráneos. Cuando la profundidad de los bancos de ductos directamente enterrados sea distinta a la de los valores de la tabla o figura, pueden modificarse las capacidades de conducción de corriente de acuerdo con los siguientes incisos (a) y (b):

a) Si aumenta la profundidad de una parte o partes de un ducto eléctrico, no es necesario reducir la capacidad de conducción de corriente de los conductores, siempre que la longitud total de las partes cuya profundidad es mayor para evitar obstáculos, sea menor que 25% de la longitud total del recorrido.

b) Si la profundidad es mayor que la de una tabla o figura se debe aplicar un factor de corrección de 6% por cada 0,30 m de aumento de profundidad, para cualquier valor de RHO. No es necesario aplicar el factor de corrección cuando la profundidad sea menor.

(3) Ductos eléctricos utilizados en la figura 310-60. Se permite que la separación entre los ductos (canalizaciones) eléctricos, tal como los define la figura 310-60, sea menor que la indicada cuando esos ductos o canalizaciones entren en cubiertas de equipos desde una canalización subterránea, sin necesidad de reducir la capacidad de conducción de corriente de los conductores instalados en dichos ductos o canalizaciones.

(4) Temperaturas ambientes distintas a las de las tablas. Las capacidades de conducción 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 conducción de corriente que dan las tablas para una temperatura ambiente TA_1

I_2 = Capacidad de conducción 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

(d) Ver 310-15(b).

Ecuación:

$$I = \sqrt{\frac{TC - (TA + \Delta TD)}{R_{cc} (1 + YC) RCA}}$$

donde:

TC = Temperatura del conductor en °C.

TA = Temperatura ambiente en °C.

ΔTD = Incremento de la temperatura por pérdidas del dieléctrico.

R_{cc} = Resistencia de c.c. del conductor a la temperatura TC .

YC = Componente de resistencia de c.a. debida a los efectos superficial y de proximidad.

RCA = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el ambiente que lo rodea.

e) Capacidad nominal de temperatura del conductor. Para la capacidad nominal de temperatura del conductor aplicable a las tabas 310-67 a 310-86 ver la tabla 310-61.

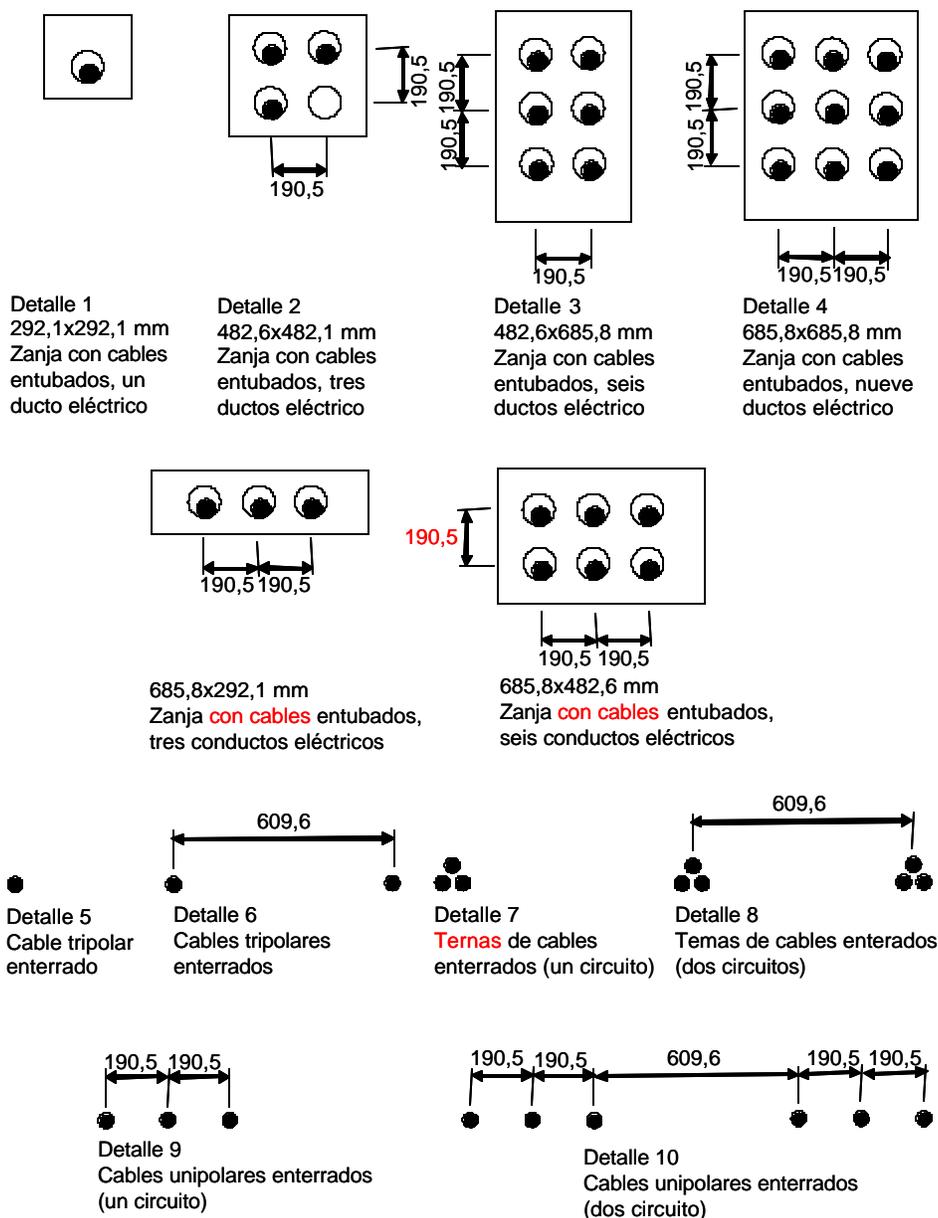


FIGURA 310-60.- Dimensiones para la instalación de cables en ductos aplicables a las Tablas 310-77 a 310-86

TABLA 310-61.- Aplicaciones y aislamiento de los conductores de media tensión MT (MV)*

Nombre comercial	Denominación	Temperatura máxima de funcionamiento	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Cubierta exterior
Media Tensión – dieléctrico sólido	MT (MV)-90 MT (MV)-105**	90 °C 105 °C	Lugares secos o húmedos, para 2001 V en adelante	Termoplástico o Termofijo	Cubierta plástica, cubierta metálica o armadura

* Ver Artículo 326, para definición.

** 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 sin pantalla metálica, tipos RHH y RHW, para 601 V - 2 000 V

Tamaño o Designación		Espesor
mm ²	AWG o kcmil	mm
2,08 – 5,26	14-10	1,5
8,37	8	1,8
13,3 – 33,6	6-2	1,8
42,4 – 67,4	1-2/0	2,3
85,0 – 107	3/0 - 4/0	2,3
127 – 253	250-500	2,7
304 – 507	600-1 000	3,0

Nota: Los aislamientos pueden ser materiales tales como el polietileno de cadena cruzada, etileno-propileno y similares.

TABLA 310-63.- Espesor de aislamiento y cubierta (mm), de cables con aislamiento sólido sin pantalla metálica, para 2 001 V a 5 000 V

Tamaño o Designación		2001 V - 5000 V					
		Monoconductor para lugares secos			Lugares secos o mojados		
		Sin cubierta	Con cubierta		Monoconductor		Multiconductor *
mm ²	AWG (kcmil)	Aislamiento	Aislamiento	Cubierta	Aislamiento	Cubierta	Aislamiento
8,37	8	2,8	2,3	0,76	3,2	2,0	2,3
13,3	6	2,8	2,3	0,76	3,2	2,0	2,3
21,2-33,6	4-2	2,8	2,3	1,14	3,2	2,0	2,3
42,4-67,4	1-2/0	2,8	2,3	1,14	3,2	2,0	2,3
85,0-107	3/0-4/0	2,8	2,3	1,7	3,2	2,4	2,3
127-253	250-500	3,0	2,3	1,7	3,6	2,8	2,3
254-380	501-750	3,3	2,3	1,7	3,9	3,2	2,3
381-507	751-1 000	3,3	2,3	1,7	3,9	3,2	2,3

* Nota: Bajo una cubierta general o armadura.

TABLA 310-64.- Espesor del aislamiento de cables con aislamiento sólido, con pantalla metálica, para 2 001 V a 35 000 V (mm)

Tamaño o Designación mm ² (AWG o kcmil)	2 001-5 000 (Volts)		5 001-8 000 (Volts)		8 001-15 000 (Volts)		15 001-25 000 (Volts)		25 001 - 35 000 (Volts)	
	CATEGORIA DEL AISLAMIENTO*									
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
8,37 (8)	2,3	2,9	----	----	----	----	----	----	----	----
13,3 – 21,2 (6-4)	2,3	2,9	2,9	3,5	----	----	----	----	----	----
33,6 (2)	2,3	2,9	2,9	3,5	4,45	5,6	----	----	----	----
42,4 (1)	2,3	2,9	2,9	3,5	4,45	5,6	6,6	8,1	----	----
53,5 – 507 (1/0-1 000)	2,3	2,9	2,9	3,5	4,45	5,6	6,6	8,1	8,8	10,7

* Nota:

Categoría I (100% Nivel de aislamiento). Los cables de esta categoría deben utilizarse en sistemas con neutro conectado sólidamente a tierra y provistos con dispositivos de protección tales que las fallas a tierra se eliminen tan pronto como sea posible, pero en cualquier caso antes de 1 min. También pueden utilizarse en otros sistemas para los cuales sean aceptables, siempre y cuando se cumpla con los requisitos del párrafo anterior.

Categoría II (133% Nivel de aislamiento). Los cables de esta categoría corresponden a los anteriormente designados para sistemas con neutro aislado. Estos cables pueden ser utilizados en los casos en que no puedan cumplirse los requisitos de eliminación de falla de la categoría I (100 % nivel de aislamiento), pero en los que exista una seguridad razonable de que la sección que presenta

la falla se desenergiza en un tiempo no mayor que una hora. Asimismo, pueden ser utilizados cuando se requiera un esfuerzo dieléctrico superior al de los cables con 100 % de nivel de aislamiento.

TABLA 310-67.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de cobre aislados MT (MV), en configuración tríplex al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V - 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V - 35 000 V	
Mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
8,37	8	65	74	----	----
13,3	6	90	99	100	110
21,2	4	120	130	130	140
33,6	2	160	175	170	195
42,4	1	185	205	195	225
53,5	1/0	215	240	225	255
67,4	2/0	250	275	260	295
85,0	3/0	290	320	300	340
107	4/0	335	375	345	390
127	250	375	415	380	430
177	350	465	515	470	525
253	500	580	645	580	650
380	750	750	835	730	820
507	1 000	880	980	850	950

TABLA 310-68.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV), en configuración tríplex al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
13,3	6	70	77	75	84
21,2	4	90	100	100	110
33,6	2	125	135	130	150
42,4	1	145	160	150	175
53,5	1/0	170	185	175	200
67,4	2/0	195	215	200	230
85,0	3/0	225	250	230	265
107	4/0	265	290	270	305
127	250	295	325	300	335
177	350	365	405	370	415
253	500	460	510	460	515
380	750	600	665	590	660
507	1 000	715	800	700	780

TABLA 310-69.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de cobre aislados MT (MV), al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 15 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 15 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
8,37	8	83	93	----	----	----	----
13,3	6	110	120	110	125	----	----
21,2	4	145	160	150	165	----	----

33,6	2	190	215	195	215	----	----
42,4	1	225	250	225	250	225	250
53,5	1/0	260	290	260	290	260	290
67,4	2/0	300	330	300	335	300	330
85,0	3/0	345	385	345	385	345	380
107	4/0	400	445	400	445	395	445
127	250	445	495	445	495	440	490
177	350	550	615	550	610	545	605
253	500	695	775	685	765	680	755
380	750	900	1 000	885	990	870	970
507	1 000	1 075	1 200	1 060	1 185	1 040	1 160
633	1 250	1 230	1 370	1 210	1 350	1 185	1 320
760	1 500	1 365	1 525	1 345	1 500	1 315	1 465
887	1 750	1 495	1 665	1 470	1 640	1 430	1 595
1010	2 000	1 605	1 790	1 575	1 755	1 535	1 710

TABLA 310-70.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV), al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 15 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 15 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
13,3	6	85	95	87	97	----	----
21,2	4	115	125	115	130	----	----
33,6	2	150	165	150	170	----	----
42,4	1	175	195	175	195	175	195
53,5	1/0	200	225	200	225	200	225
67,4	2/0	230	260	235	260	230	260
85,0	3/0	270	300	270	300	270	300
107	4/0	310	350	310	350	310	345
127	250	345	385	345	385	345	380
177	350	430	480	430	480	430	475
253	500	545	605	535	600	530	590
380	750	710	790	700	780	685	765
507	1 000	855	950	840	940	825	920
633	1250	980	1095	970	1080	950	1055
760	1500	1105	1230	1085	1215	1060	1180
887	1750	1215	1355	1195	1335	1165	1300
1010	2000	1320	1475	1295	1445	1265	1410

TABLA 310 – 71.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de cobre aislados, al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
8,37	8	59	66	----	----
13,3	6	79	88	93	105
21,2	4	105	115	120	135
33,6	2	140	154	165	185

42,4	1	160	180	185	210
53,5	1/0	185	205	215	240
67,4	2/0	215	240	245	275
85,0	3/0	250	280	285	315
107	4/0	285	320	325	360
127	250	320	355	360	400
177	350	395	440	435	490
253	500	485	545	535	600
380	750	615	685	670	745
507	1 000	705	790	770	860

TABLA 310-72.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de aluminio aislados, al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
13,3	6	61	68	72	80
21,2	4	81	90	95	105
33,6	2	110	120	125	145
42,4	1	125	140	145	165
53,5	1/0	145	160	170	185
67,4	2/0	170	185	190	215
85,0	3/0	195	215	220	245
107	4/0	225	250	255	285
127	250	250	280	280	315
177	350	310	345	345	385
253	500	385	430	425	475
380	750	495	550	540	600
507	1 000	585	650	635	705

TABLA 310-73.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monconductores de cobre aislados MT (MV) o en configuración tríplex, dentro de un tubo (conduit) al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
8,37	8	55	61	----	----
13,3	6	75	84	83	93
21,2	4	97	110	110	120
33,6	2	130	145	150	165
42,4	1	155	175	170	190
53,5	1/0	180	200	195	215
67,4	2/0	205	225	225	255
85,0	3/0	240	270	260	290
107	4/0	280	305	295	330
127	250	315	355	330	365
177	350	385	430	395	440
253	500	475	530	480	535
380	750	600	665	585	655
507	1 000	690	770	675	755

TABLA 310-74.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV) o en configuración tríplex, dentro de un tubo (conduit) al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
13,3	6	58	65	65	72
21,2	4	76	85	84	94
33,6	2	100	115	115	130
42,4	1	120	135	130	150
53,5	1/0	140	155	150	170
67,4	2/0	160	175	175	200
85,0	3/0	190	210	200	225
107	4/0	215	240	230	260
127	250	250	280	255	290
177	350	305	340	310	350
253	500	380	425	385	430
380	750	490	545	485	540
507	1 000	580	645	565	640

TABLA 310-75.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de cobre aislados, dentro de un tubo (conduit) al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
8,37	8	52	58	----	----
13,3	6	69	77	83	92
21,2	4	91	100	105	120
33,6	2	125	135	145	165
42,4	1	140	155	165	185
53,5	1/0	165	185	195	215
67,4	2/0	190	210	220	245
85,0	3/0	220	245	250	280
107	4/0	255	285	290	320
127	250	280	315	315	350
177	350	350	390	385	430
253	500	425	475	470	525
380	750	525	585	570	635
507	1 000	590	660	650	725

TABLA 310-76.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de aluminio aislados, dentro de un tubo (conduit) al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación	Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V	Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V
----------------------	---	--

mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
13,3	6	53	59	64	71
21,2	4	71	79	84	94
33,6	2	96	105	115	125
42,4	1	110	125	130	145
53,5	1/0	130	145	150	170
67,4	2/0	150	165	170	190
85,0	3/0	170	190	195	220
107	4/0	200	225	225	255
127	250	220	245	250	280
177	350	275	305	305	340
253	500	340	380	380	425
380	750	430	480	470	520
507	1 000	505	560	550	615

TABLA 310-77.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de cobre aislados MT (MV) o en configuración tríplex, en ductos subterráneos (tres conductores en cada ducto como se indica en la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V –5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito (Véase Figura 310-60 Detalle 1)					
8,37	8	64	69	----	----
13,3	6	85	92	90	97
21,2	4	110	120	115	125
33,6	2	145	155	155	165
42,4	1	170	180	175	185
53,5	1/0	195	210	200	215
67,4	2/0	220	235	230	245
85,0	3/0	250	270	260	275
107	4/0	290	310	295	315
127	250	320	345	325	345
177	350	385	415	390	415
253	500	470	505	465	500
380	750	585	630	565	610
507	1 000	670	720	640	690
Tres circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 2)					
8,37	8	56	60	----	----
13,3	6	73	79	77	83
21,2	4	95	100	99	105
33,6	2	125	130	130	135
42,4	1	140	150	145	155
53,5	1/0	160	175	165	175
67,4	2/0	185	195	185	200
85,0	3/0	210	225	210	225
107	4/0	235	255	240	255

127	250	260	280	260	280
177	350	315	335	310	330
253	500	375	405	370	395
380	750	460	495	440	475
507	1 000	525	665	495	535
Seis circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 3)					
8,37	8	48	52	----	----
13,3	6	62	67	64	68
21,2	4	80	86	82	88
33,6	2	105	110	105	115
42,4	1	115	125	120	125
53,5	1/0	135	145	135	145
67,4	2/0	150	160	150	165
85,0	3/0	170	185	170	185
107	4/0	195	210	190	205
127	250	210	225	210	225
177	350	250	270	245	265
253	500	300	325	290	310
380	750	365	395	350	375
507	1 000	410	445	390	415

TABLA 310-78.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV) o en configuración tríplex, en ductos subterráneos (tres conductores en cada ducto como se indica en la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito (Véase figura 310-60 Detalle 1)					
13,3	6	66	71	70	75
21,2	4	86	93	91	98
33,6	2	115	125	120	130
42,4	1	130	140	135	145
53,5	1/0	150	160	155	165
67,4	2/0	170	185	175	190
85,0	3/0	195	210	200	215
107	4/0	225	245	230	245
127	250	250	270	250	270
177	350	305	325	305	330
253	500	370	400	370	400
380	750	470	505	455	490
507	1 000	545	590	525	565
Tres circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 2)					
13,3	6	57	61	60	65
21,2	4	74	80	77	83
33,6	2	96	105	100	105
42,4	1	110	120	110	120

53,5	1/0	125	135	125	140
67,4	2/0	145	155	145	155
85,0	3/0	160	175	165	175
107	4/0	185	200	185	200
127	250	205	220	200	220
177	350	245	265	245	260
253	500	295	320	290	315
380	750	370	395	355	385
507	1 000	425	460	405	440
Seis circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 3)					
13,3	6	48	52	50	54
21,2	4	62	67	64	69
33,6	2	80	86	80	88
42,4	1	91	98	90	99
53,5	1/0	105	110	105	110
67,4	2/0	115	125	115	125
85,0	3/0	135	145	130	145
107	4/0	150	165	150	160
127	250	165	180	165	175
177	350	195	210	195	210
253	500	240	255	230	250
380	750	290	315	280	305
507	1 000	335	360	320	345

TABLA 310-79.- Capacidad de conducción de corriente(A) permisible de un cable multiconductor MT(MV) formado por tres conductores de cobre aislados, en ductos subterráneos (un cable multiconductor en cada ducto como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito (Véase figura 310-60 Detalle 1)					
8,37	8	59	64	----	----
13,3	6	78	84	88	95
21,2	4	100	110	115	125
33,6	2	135	145	150	160
42,4	1	155	165	170	185
53,5	1/0	175	190	195	210
67,4	2/0	200	220	220	235
85,0	3/0	230	250	250	270
107	4/0	265	285	285	305
127	250	290	315	310	335
177	350	355	380	375	400
253	500	430	460	450	485
380	750	530	570	545	585
507	1 000	600	645	615	660
Tres circuitos (Véase figura 310-60)					

Detalle 2)					
8,37	8	53	57	----	----
13,3	6	69	74	75	81
21,2	4	89	96	97	105
33,6	2	115	125	125	135
42,4	1	135	145	140	155
53,5	1/0	150	165	160	175
67,4	2/0	170	185	185	195
85,0	3/0	195	210	205	220
107	4/0	225	240	230	250
127	250	245	265	255	270
177	350	295	315	305	325
253	500	355	380	360	385
380	750	430	465	430	465
507	1 000	485	520	485	515
Seis circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 3)					
8,37	8	46	50	----	----
13,3	6	60	65	63	68
21,2	4	77	83	81	87
33,6	2	98	105	105	110
42,4	1	110	120	115	125
53,5	1/0	125	135	130	145
67,4	2/0	145	155	150	160
85,0	3/0	165	175	170	180
107	4/0	185	200	190	200
127	250	200	220	205	220
177	350	240	270	245	275
253	500	290	310	290	305
380	750	350	375	340	365
507	1 000	390	420	380	405

TABLA 310-80.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de aluminio aislados, en ductos subterráneos (un cable multiconductor en cada ducto como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito (Véase figura 310-60 Detalle 1)					
13,3	6	61	66	69	74
21,2	4	80	86	89	96
33,6	2	105	110	115	125
42,4	1	120	130	135	145
53,5	1/0	140	150	150	165
67,4	2/0	160	170	170	185
85,0	3/0	180	195	195	210
107	4/0	205	220	220	240
127	250	230	245	245	265
177	350	280	310	295	315
253	500	340	365	355	385
380	750	425	460	440	475

507	1 000	495	535	510	545
Tres circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 2)					
13,3	6	54	58	59	64
21,2	4	70	75	75	81
33,6	2	90	97	100	105
42,4	1	105	110	110	120
53,5	1/0	120	125	125	135
67,4	2/0	135	145	140	155
85,0	3/0	155	165	160	175
107	4/0	175	185	180	195
127	250	190	205	200	215
177	350	230	250	240	255
253	500	280	300	285	305
380	750	345	375	350	375
507	1 000	400	430	400	430

TABLA 310-81.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de cobre aislados MT (MV), directamente enterrados en el terreno (como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito, tres conductores (Véase figura 310-60 Detalle 9)					
8,37	8	110	115	----	----
13,3	6	140	150	130	140
21,2	4	180	195	170	180
33,6	2	230	250	210	225
42,4	1	260	280	240	260
53,5	1/0	295	320	275	295
67,4	2/0	335	365	310	335
85,0	3/0	385	415	355	380
107	4/0	435	465	405	435
127	250	470	510	440	475
177	350	570	615	535	575
253	500	690	745	650	700
380	750	845	910	805	865
507	1 000	980	1055	930	1005
Dos circuitos, 6 conductores (Véase figura 310-60 Detalle 10)					
8,37	8	100	110	----	----
13,3	6	130	140	120	130
21,2	4	165	180	160	170
33,6	2	215	230	195	210

42,4	1	240	260	225	240
53,5	1/0	275	295	255	275
67,4	2/0	310	335	290	315
85,0	3/0	355	380	330	355
107	4/0	400	430	375	405
127	250	435	470	410	440
177	350	520	560	495	530
253	500	630	680	600	645
380	750	775	835	740	795
507	1 000	890	960	855	920

TABLA 310-82.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV), directamente enterrados en el terreno (como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito, tres conductores (Véase figura 310-60 Detalle 9)					
13,3	6	110	115	100	110
21,2	4	140	150	130	140
33,6	2	180	195	165	175
42,4	1	205	220	185	200
53,5	1/0	230	250	215	230
67,4	2/0	265	285	245	260
85,0	3/0	300	320	275	295
107	4/0	340	365	315	340
127	250	370	395	345	370
177	350	445	480	415	450
253	500	540	580	510	545
380	750	665	720	635	680
507	1 000	780	840	740	795
Dos circuitos, 6 conductores (Véase figura 310-60 Detalle 10)					
13,3	6	100	110	95	100
21,2	4	130	140	125	130
33,6	2	165	180	155	165
42,4	1	190	200	175	190
53,5	1/0	215	230	200	215
67,4	2/0	245	260	225	245
85,0	3/0	275	295	255	275
107	4/0	310	335	290	315
127	250	340	365	320	345
177	350	410	440	385	415
253	500	495	530	470	505
380	750	610	655	580	625
507	1 000	710	765	680	730

TABLA 310-83.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de cobre aislados, directamente enterrados en el terreno (como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
mm ²	AWG o kcmil	90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
Un circuito (Véase figura 310-60 Detalle 5)					
8,37	8	85	89	----	----
13,3	6	105	115	115	120
21,2	4	135	150	145	155
33,6	2	180	190	185	200
42,4	1	200	215	210	225
53,5	1/0	230	245	240	255
67,4	2/0	260	280	270	290
85,0	3/0	295	320	305	330
107	4/0	335	360	350	375
127	250	365	395	380	410
177	350	440	475	460	495
253	500	530	570	550	590
380	750	650	700	665	720
507	1 000	730	785	750	810
Dos circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 10)					
8,37	8	80	84	----	----
13,3	6	100	105	105	115
21,2	4	130	140	135	145
33,6	2	165	180	170	185
42,4	1	185	200	195	210
53,5	1/0	215	230	220	235
67,4	2/0	240	260	250	270
85,0	3/0	275	295	280	305
107	4/0	310	335	320	345
127	250	340	365	350	375
177	350	410	440	420	450
253	500	490	525	500	535
380	750	595	640	605	650
507	1 000	665	715	675	730

TABLA 310-84.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable multiconductor MT (MV) formado por tres conductores de aluminio aislados, directamente enterrados en el terreno (como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V		Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V – 35 000 V	
		90 °C	105 °C	90 °C	105 °C
mm ²	AWG				

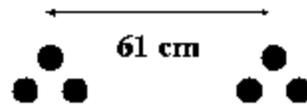
	o kcmil				
Un circuito (Véase figura 310-60 Detalle 5)					
13,3	6	80	88	90	95
21,2	4	105	115	115	125
33,6	2	140	150	145	155
42,4	1	155	170	165	175
53,5	1/0	180	190	185	200
67,4	2/0	205	220	210	225
85,0	3/0	230	250	240	260
107	4/0	260	280	270	295
127	250	285	310	300	320
177	350	345	375	360	390
253	500	420	450	435	470
380	750	520	560	540	580
507	1 000	600	650	620	665
Dos circuitos (Véase figura 310-60 Detalle 6)					
13,3	6	75	83	80	95
21,2	4	100	110	105	115
33,6	2	130	140	135	145
42,4	1	145	155	150	165
53,5	1/0	165	180	170	185
67,4	2/0	190	205	195	210
85,0	3/0	215	230	220	240
107	4/0	245	260	250	270
127	250	265	285	275	295
177	350	320	345	330	355
253	500	385	415	395	425
380	750	480	515	485	525
507	1 000	550	590	560	600

TABLA 310-85.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de cobre aislados MT (MV) o en configuración tríplex, directamente enterrados en el terreno (como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C



Detalle 7

Cable triplex enterrado
(un circuito)



Detalle 8

Dos cables triplex enterrados
(dos circuitos)

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V - 5 000 V	Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V - 35 000 V
mm ²	AWG o kcmil		
Un circuito, tres conductores (Véase figura 310-60 Detalle 7)			
8,37	8	90	115
13,3	6	120	150
21,2	4	150	190
33,6	2	195	215
42,4	1	225	245
53,5	1/0	255	275
67,4	2/0	290	315
85,0	3/0	330	360
107	4/0	375	390
127	250	410	470
177	350	490	565
253	500	590	385
380	750	725	770
507	1 000	825	
Dos circuitos, seis conductores (Véase figura 310-60 Detalle 8)			
8,37	8	85	----
13,3	6	110	105
21,2	4	140	140
33,6	2	180	175
42,4	1	205	200
53,5	1/0	235	225
67,4	2/0	265	255
85,0	3/0	300	290
107	4/0	340	325
127	250	370	355
177	350	445	426
253	500	535	510
380	750	650	615
507	1 000	740	690

TABLA 310-86.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres cables monoconductores de aluminio aislados MT (MV) o en configuración triplex, directamente enterrados

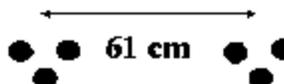
en el terreno (como indica la figura 310-60). Para una temperatura del terreno de 20 °C, una resistividad térmica del terreno (RHO) de 90, un factor de carga del 100 % y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C



Detalle 7

Cable triplex enterrado

(un circuito)



Detalle 8

Dos cables triplex enterrados

(dos circuitos)

Tamaño o Designación		Capacidad de conducción de corriente para 2 001 V – 5 000 V	Capacidad de conducción de corriente para 5 001 V - 35 000 V
mm ²	AWG o kcmil		
Un circuito, tres conductores (Véase figura 310-60 Detalle 7)			
13,3	6	90	90
21,2	4	120	115
33,6	2	155	145
42,4	1	175	165
53,5	1/0	200	190
67,4	2/0	225	215
85,0	3/0	255	245
107	4/0	290	280
127	250	320	305
177	350	385	370
253	500	465	445
380	750	580	550
507	1 000	670	635
Dos circuitos, seis conductores (Véase figura 310-60 Detalle 8)			
13,3	6	85	85
21,2	4	110	105
33,6	2	140	135
42,4	1	160	155
53,5	1/0	180	175
67,4	2/0	205	200
85,0	3/0	235	225
107	4/0	265	255
127	250	290	280
177	350	350	335
253	500	420	405
380	750	520	485

507	1 000	600	565
-----	-------	-----	-----

ARTICULO 318 - SOPORTES TIPO CHAROLA PARA CABLES

318-1. Alcance. Este artículo cubre los sistemas de soporte tipo charola para cables, incluyendo escalera, fondo ventilado, malla, fondo expandido, canales ventilados, fondo sólido y otras estructuras similares.

318-2. Definición. Sistema de soportes tipo charola para cables. Es una unidad o conjunto de unidades o secciones y accesorios, que forman un sistema estructural rígido utilizado para soportar cables y canalizaciones.

318-3. Usos permitidos. Las soportes tipo charola para cables no se limitan a los establecimientos industriales.

a) Métodos de alambrado. Se permite la instalación en soporte tipo charola para cables, en las condiciones establecidas en sus respectivos artículos, para lo siguiente:

- 1) Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral (Artículo 330)
- 2) Tubo (conduit) no metálico (Artículo 331)
- 3) Cables armados tipo AC (Artículo 333)
- 4) Cables con armadura metálica (Artículo 334)
- 5) Cables con cubierta no metálica (Artículo 336)
- 6) Cables multiconductores para entrada de acometida (Artículo 338)
- 7) Cables multiconductores para alimentadores y circuitos derivados subterráneos (Artículo 339)
- 8) Cables de energía y control para uso en soporte tipo charola (Artículo 340)
- 9) Cables de instrumentos para uso en soporte tipo charola
- 10) Cables de baja energía para uso en soporte tipo charola (Secciones 725-50, 725-51 y 725-53)

11) Otros cables multiconductores de energía, señales y control montados en fábrica, específicamente aprobados para su instalación en soportes tipo charola para cables

12) Cables monoconductores tipos THW-LS, THHW-LS, XHHW-LS, cables sin contenido de halógenos, para interiores o exteriores donde se requiera mayor protección contra la propagación de incendio y de baja emisión de humos (Artículo 310). Cuando no se requieran las características anteriores pueden usarse conductores con aislamiento tipo THHN y THWN (Artículo 310)

Los conductores o cables para uso en soportes tipo charola deben ser aprobados para ese uso e identificados con el marcado CT. Los conductores o cables que quedan expuestos a los rayos del sol deben ser aprobados como resistentes a los rayos solares e identificados con el marcado SR.

- 13) Tubo (conduit) metálico tipo semipesado (Artículo 345)
- 14) Tubo (conduit) metálico tipo pesado (Artículo 346)
- 15) Tubo (conduit) no metálico tipo pesado (Artículo 347)
- 16) Tubo (conduit) metálico tipo ligero (Artículo 348)
- 17) Tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero (Artículo 349)
- 18) Tubo (conduit) metálico flexible (Artículo 350)
- 19) Cables de fibra óptica (Artículo 770)
- 20) Tubo (conduit) flexible hermético a los líquidos metálico y no metálico (Artículo 351)

b) En instalaciones industriales. Los métodos de alambrado indicados en 318-3(a) se pueden utilizar en cualquier establecimiento industrial en las condiciones establecidas en sus respectivos Artículos. En instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de soporte tipo charola para cables es atendido sólo por personas calificadas, se permite instalar cualquiera de los siguientes cables en soporte tipo charola para cables, en los tipos escalera, malla o de fondo ventilado.

1) **Cables monoconductores.** Los cables monoconductores deben ser de 21,2 mm² (4 AWG) o mayor y de un tipo aprobado e identificado para su uso en soportes tipo charola para cables, como se indica en la Sección 318-3 a)(12). Cuando se instalen cables monoconductores de tamaño nominal de 53,5 mm² (1/0 AWG) a 107 mm² (4/0 AWG) en soportes tipo escalera, la separación de los travesaños debe ser de 23 cm, como máximo. Cuando se instalen cables monoconductores de tamaño nominal menores a 53,5 mm²

(1/0 AWG) y hasta 21,2 mm² (4 AWG) en soportes tipo escalera, la separación de los travesaños debe ser de 16 cm, como máximo.

Excepción 1: Los cables de máquinas de soldar eléctricas, como se permite en el Artículo 630 Parte E.

Excepción 2: Los cables monoconductores utilizados como conductores de puesta a tierra de equipo, pueden estar aislados, cubiertos o desnudos, de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores.

2) Multiconductores. Los cables multiconductores de tipo MT (MV) (Artículo 326) para uso en soportes tipo charola para cables y expuestos directamente a los rayos del sol deben estar aprobados e identificados como se indica en la Sección 318-3 a)(12).

c) En áreas peligrosas (clasificadas). Los soportes tipo charola para cables en áreas peligrosas (clasificadas), sólo deben contener los tipos de cables permitidos en 501-4, 502-4, 503-3 y 504-20.

d) Soporte tipo charola de material no metálico para cables. Se permite utilizar soportes tipo charola de material no metálico para cables en zonas corrosivas y en las que requieran aislamiento a la tensión eléctrica.

318-4. Usos no permitidos. No está permitido utilizar sistemas de soporte tipo charola para cables:

- a) En cubos de elevadores o donde puedan estar sujetos a daño físico severo.
- b) En espacios de manejo de aire ambiental, excepto lo permitido en 300-22.
- c) Como conductor de puesta a tierra de equipos.

318-5. Especificaciones de construcción

a) Resistencia y rigidez. Los soportes tipo charola para cables deben tener resistencia y rigidez suficientes para que ofrezcan un soporte adecuado a todos los cables instalados en ellos.

b) Bordes lisos. Los soportes tipo charola para cables no deben tener bordes afilados, rebabas o salientes que puedan dañar las cubiertas o aislamientos de los cables.

c) Protección contra la corrosión. Los soportes tipo charola para cables deben ser de un material resistente a la corrosión o, si son de metal, deben estar adecuadamente protegidos contra la corrosión, como se indica en la Sección 300-6.

d) Rieles laterales. Los soportes tipo charola para cables deben tener rieles laterales u otros miembros estructurales equivalentes.

e) Accesorios. Los soportes tipo charola para cables deben incluir dispositivos o tener accesorios u otros medios adecuados para poder cambiar la dirección y elevación de los cables.

f) Soporte tipo charola de material no metálico para cables. Los soportes tipo charola de material no metálico para cables deben estar hechos de material retardante a la flama.

318-6. Instalación

a) Sistema completo. Los soportes tipo charola para cables deben instalarse como sistemas completos. Si en campo o durante la instalación se hacen curvas o modificaciones, deben estar de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema y el soporte continuo de los cables. Se permite que los sistemas de soporte tipo charola para cables tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre los tramos de cables o entre los cables y el equipo siempre y cuando se mantenga la continuidad con uno o varios puentes de unión según 250-75 y 250-79. El sistema debe ofrecer soporte a los cables según lo establecido en los correspondientes Artículos. Si se hacen puentes de unión, deben cumplir con lo establecido en 250-75.

b) Terminación antes de la instalación. Cada tramo del soporte tipo charola para cables debe estar completamente terminado antes de la instalación de los cables.

c) Apoyos. Se deben instalar apoyos que eviten esfuerzos sobre los cables cuando éstos entren al soporte tipo charola para cables desde canalizaciones u otros envolventes. En los soportes tipo charola que lleguen o pasen a través del piso, deben colocarse tapas que lleguen hasta una altura mínima de 1,80 m sobre el nivel del piso terminado. Cuando se emplean tapas en soportes tipo charolas instalados en exteriores, deben asegurarse firmemente para evitar que se desprendan por efectos del viento.

d) Cubiertas. En las partes o tramos que los soportes tipo charola estén expuestos a la caída de objetos o a la acumulación de escombros o materiales corrosivos o donde se requiera mayor protección, se deben instalar tapas o cubiertas protectoras de un material compatible con el del soporte.

e) Cables multiconductores de 600 V nominales o menos. Se permite instalar en el mismo soporte tipo charola cables multiconductores de 600 V nominales o menos.

f) Cables de más de 600 V nominales. No se deben instalar en el mismo soporte tipo charola cables de más de 600 V nominales con otros cables de 600 V nominales o menores.

Excepción 1: Cuando estén separados por una barrera fija de un material sólido compatible con el del soporte tipo charola.

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

g) Paso a través de paredes y separaciones. Se permite que los soportes tipo charola para cables se prolonguen transversalmente a través de paredes y tabiques o verticalmente a través de pisos y plataformas en lugares mojados o secos cuando la instalación completa con los cables esté hecha de acuerdo con los requisitos indicados en 300-21 y 318-6(c).

h) Expuestos y accesibles. Los soportes tipo charola para cables deben estar expuestos y accesibles, excepto en lo permitido en 318-6(g).

i) Acceso adecuado. Alrededor de los soportes tipo charola se debe dejar y mantener un espacio suficiente que permita el acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables.

j) Tubo (conduit) y cables instalados en soportes tipo charola. En instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de soporte tipo charola es atendido únicamente por personas calificadas y estén proyectados de modo que puedan soportar la carga, se permite apoyar tubos (conduit) y cables. Para la terminación de los tubos (conduit) en la charola se debe utilizar una abrazadera o adaptador aprobado y listado y no es necesario un soporte a menos de 0,90 m de la charola. Para los tubos (conduit) y cables que vayan paralelos a la charola, al lado de ella o por debajo, los soportes deben cumplir los requisitos establecidos en los correspondientes Artículos relativos al tubo (conduit) o al cable.

k) Derivaciones a equipo. Las derivaciones de soportes tipo charola a equipos deben realizarse de forma que el agua pueda drenarse lejos de la entrada al equipo.

l) Tuberías con servicios no eléctricos en proximidad a los soportes tipo charola. Ver la Sección 300-8. La separación entre soportes tipo charola y otras tuberías con servicios no eléctricos, no debe ser menor que 0,60 m.

318-7. Puesta a tierra de los soportes para cables

a) Soporte tipo charola metálico para cables. Los soportes tipo charola metálicos para cables que soporten conductores se deben poner a tierra como lo exige el Artículo 250 para las envolventes de conductores. Para la puesta a tierra deben cumplirse los siguientes requisitos:

1) Las secciones de soporte tipo charola, los accesorios y otras canalizaciones conectadas deben empalmarse o unirse según lo establecido en 250-75, utilizando conectores mecánicos con tornillos o puentes de unión que cumplan los requisitos establecidos en 250-79.

2) Para efectuar la conexión de puesta a tierra del sistema de soporte tipo charola, se debe proveer de un cable de puesta a tierra de un material compatible con el del soporte y en toda la extensión del sistema de soporte tipo charola. El conductor de puesta a tierra debe unirse eléctricamente a los soportes tipo charola utilizando conectores metálicos con tornillos o puentes de unión de sección transversal adecuada a intervalos no mayores que 15 m. El tamaño nominal del conductor de puesta a tierra debe basarse en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito o circuitos instalados en el soporte tipo charola.

3) El conductor de puesta a tierra puede alojarse en la parte exterior del soporte tipo charola, siempre que no quede expuesto a daño mecánico.

318-8. Instalación de los cables

a) Empalmes. Se permiten empalmes hechos y aislados con métodos y accesorios aprobados, en un soporte tipo charola para cables, siempre que sean accesibles y no sobresalgan de los rieles laterales.

b) Amarres de seguridad. Los cables o conjuntos de cables deben fijarse firmemente y en forma segura a los travesaños de los soportes tipo charola en todos los tramos a distancias no mayores a 70 cm. El material de los amarres debe ser de forma que no afecte al aislamiento o a la cubierta de los cables y ser

resistente a los esfuerzos dinámicos y mecánicos en operación normal y en condiciones de falla. En caso de alambrados expuestos al sol o a la intemperie, los amarres deben ser aprobados para esas condiciones ambientales.

c) Tubo (conduit) y acoplamientos. Cuando los cables o conductores estén instalados en tubo (conduit) y utilicen los acoplamientos aprobados para soporte y protección contra daño físico del conductor, no es necesario instalar una caja.

d) Conexión en paralelo. Cuando los cables monoconductores (fase o neutro) de un circuito se conecten en paralelo como se permite en 310-4, los conductores se deben instalar en grupos consistentes en no más de un conductor por fase o neutro para prevenir desbalanceo de corriente eléctrica en los conductores en paralelo, debidos a la reactancia inductiva.

Los cables monoconductores se deben amarrar firmemente en grupos de circuitos para evitar movimiento excesivo si se producen esfuerzos mecánicos por fallas a tierra.

No se requiere enlazar los cables cuando los cables monoconductores estén cableados entre sí, como en los conjuntos tríplex o cuádruplex hechos en fábrica, pero sí deben sujetarse al soporte tipo charola.

e) Cables monoconductores. Cuando los cables monoconductores instalados en un soporte tipo escalera, fondo ventilado o malla sean de $21,2 \text{ mm}^2$ (4 AWG) a 107 mm^2 (4/0 AWG), deben colocarse en una sola capa y la suma de los diámetros de los cables no debe exceder el ancho del soporte tipo charola. Cuando los cables monoconductores son cableados entre sí (tríplex o cuádruplex) o son amarrados entre sí formando conjuntos, la suma de los diámetros de los conjuntos de cables no debe exceder el ancho del soporte tipo charola y los grupos deben colocarse en una sola capa.

f) Cables de diferentes tensiones eléctricas. Los soportes tipo charola para cables con elementos de diferente nivel de tensión eléctrica deben ser colocados en un orden tal que los cables de mayor tensión queden más alejados de las personas.

g) Capacidad de carga de los soportes. El soporte tipo charola para cables debe seleccionarse de forma que la suma de los pesos de los cables y canalizaciones que se coloquen sobre él, sea igual o menor que la capacidad de carga aprobada para el producto (véase 110-2).

318-9. Número de cables multiconductores de 2 000 V nominales o menos en soporte tipo charola para cables. El número de cables multiconductores de 2 000 V nominales o menos permitidos en un soporte tipo charola para cables, no debe superar lo establecido en esta Sección. Los tamaños nominales de los conductores mencionados se refieren tanto a conductores de cobre como de aluminio.

a) Cualquier combinación de cables. Cuando un soporte tipo charola para cables, de fondo ventilado o tipo malla contenga cables multiconductores de energía o de iluminación o cualquier combinación de cables multiconductores de energía, iluminación, control y señales, el número máximo de cables debe ser el siguiente:

1) Si todos los cables son de 107 mm^2 (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros de todos ellos incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho del soporte y los cables deben ir instalados en una sola capa.

2) Si todos los cables son menores de 107 mm^2 (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales incluyendo el aislamiento de todos los cables no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 1 en la Tabla 318-9, para el correspondiente ancho del soporte.

3) Si en el mismo soporte se instalan cables de 107 mm^2 (4/0 AWG) o mayores con cables menores a 107 mm^2 (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales incluyendo el aislamiento de todos los cables menores a 107 mm^2 (4/0 AWG) no debe superar la superficie máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 318-9 para el correspondiente ancho del soporte. Los cables de 107 mm^2 (4/0 AWG) y mayores se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

b) Cables multiconductores sólo de control y/o señalización. Cuando un soporte para cables tipo escalera, de fondo ventilado o tipo malla para cables, con una profundidad interior útil de 15 cm o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma del área de sección transversal de todos los cables incluyendo el aislamiento, en cualquier sección de la charola no debe superar 50% de la sección interior de dicha charola. Cuando la profundidad interior útil de la charola sea de más de 15 cm, para calcular la sección interior máxima admisible de la charola se debe tomar una profundidad de 15 cm.

c) Charola de fondo sólido para cualquier combinación de cables. Cuando un soporte tipo charola de fondo sólido para cables contenga cables multiconductores de energía o iluminación o cualquier combinación de cables multiconductores de energía, iluminación, señalización y control, el número máximo de cables que contenga debe ser el siguiente:

1) Si todos los cables son de 107 mm² (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros incluyendo el aislamiento de todos ellos no debe superar 90% del ancho del soporte y los cables deben ir instalados en una sola capa.

2) Si todos los cables son menores a 107 mm² (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 3 de la Tabla 318-9 para el ancho apropiado del soporte.

3) Si en el mismo soporte se instalan cables de 107 mm² (4/0 AWG) o mayores con cables menores a 107 mm² (4/0 AWG), la suma de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento menores a 107 mm² (4/0 AWG) no debe superar la superficie máxima permisible resultante del cálculo de la columna 4 de la Tabla 318-9 para el ancho apropiado del soporte. Los cables de 107 mm² (4/0 AWG) y mayores se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

d) **Soporte para cables tipo fondo sólido con cables multiconductores únicamente de control y señalización.** Cuando un soporte tipo charola de fondo sólido para cables, con una profundidad interior útil de 15 cm o menos, sólo contenga cables multiconductores de control o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento en cualquier sección del soporte no debe superar 40% del área de la sección transversal interior de dicho soporte. Cuando la profundidad interior útil del soporte sea de más de 15 cm, para calcular el área de la sección transversal interior máxima admisible del soporte se debe tomar una profundidad de 15 cm.

TABLA 318-9.- Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en soportes tipo escalera, tipo malla, de fondo ventilado o sólido para cables de 2 000 V nominales o menos

Ancho interior de la charola en cm	Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en cm ²			
	Soportes tipo escalera, malla o fondo ventilado, Sección 318-9(a)		Soportes para cables de fondo sólido, Sección 318-9(c)	
	Columna 1 Aplicable sólo a la Sección 318-9(a)(2) cm ²	Columna 2* Aplicable sólo a la Sección 318-9(a)(3) cm ²	Columna 3 Aplicable sólo a la Sección 318-9(c)(2) cm ²	Columna 4* Aplicable sólo a la Sección 318-9(c)(3) cm ²
15	45	45 - (3 Sd)**	35	35 - 2,5 Sd
21	68	68 - (3 Sd)	52	52 - 2,5 Sd
30	90	90 - (3 Sd)	70	70 - 2,5 Sd
45	135	135 - (3 Sd)	106	106 - 2,5 Sd
60	180	180 - (3 Sd)	142	142 - 2,5 Sd
75	225	225 - (3 Sd)	177	177 - 2,5 Sd
90	270	270 - (3 Sd)	213	213 - 2,5 Sd

*La superficie máxima admisible de las columnas 2 y 4 se debe calcular. Por ejemplo, la superficie máxima admisible, en mm², de un soporte tipo charola para cables de 15 cm de ancho de la columna 2, debe ser 45 - (3 Sd)

**La expresión Sd de las columnas 2 y 4 es la suma de diámetros en cm de todos los cables multiconductores de 107 mm² (4/0 AWG) y mayores instalados en el mismo soporte tipo charola con cables más pequeños.

Nota: Para anchos de soportes no incluidos en la tabla, interpolar los valores.

e) **Soporte tipo canal ventilado o malla para cables.** Cuando se instalen cables multiconductores de cualquier tipo en soporte tipo canal ventilado o malla para cables, se debe aplicar lo siguiente:

1) Cuando sólo haya instalado un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder 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 áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 318-9(e).

TABLA 318-9(e).- Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en soportes tipo charola de canal ventilado o malla para cables de 2000 V nominales o menos

Ancho interior del canal (cm)	Superficie máxima admisible de los cables multiconductores (cm ²)	
	Columna 1 Un solo cable	Columna 2 Más de un cable

5	8	5
7,5	15	8
10	30	16
15	45	25

318-10. Número de cables monoconductores de 2 000 V nominales o menores en soporte tipo charola para cables. El número de cables monoconductores de 2 000 V nominales o menos permitidos en una sola parte de un soporte tipo charola, no debe superar lo establecido en esta Sección. Los conductores o conjuntos de conductores se deben distribuir uniformemente a lo ancho de todo el soporte. Los tamaños nominales utilizados en este soporte se refieren tanto a conductores de cobre como de aluminio.

a) Soporte tipo escalera, de fondo ventilado o malla para cables. Cuando un soporte tipo escalera, de fondo ventilado o malla contenga cables monoconductores, el número máximo de éstos debe cumplir con los siguientes requisitos:

1) Si todos los cables son de 507 mm² (1 000 kcmil) o mayores, la suma de los diámetros de los cables incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho del soporte tipo charola.

2) Si todos los cables son de 127 mm² (250 kcmil) a 507 mm² (1 000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento no debe superar la superficie máxima permitida en la Columna 1 de la Tabla 318-10, para el ancho correspondiente del soporte.

3) Si hay instalados en la misma charola cables monoconductores de 507 mm² (1 000 kcmil) o mayores con cables monoconductores menores a 507 mm² (1 000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento menores a 507 mm² (1 000 kcmil) no debe superar la superficie máxima admisible resultante del cálculo de la Columna 2 de la Tabla 318-10, para el ancho correspondiente del soporte.

4) Cuando cualquiera de los cables instalados sean de 21,2 mm² (4 AWG) a 107 mm² (4/0 AWG), la suma de los diámetros de todos los cables monoconductores incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho del soporte.

b) Soporte tipo canal ventilado o malla para cables. Cuando un soporte tipo canal ventilado o malla de 5 cm, 7,5 cm, 10 cm o 15 cm de ancho contenga cables monoconductores, la suma de los diámetros de todos los cables monoconductores incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho interior del canal.

318-11. Capacidad de conducción de corriente de los cables de 2 000 V o menores en soportes tipo charola para cables

a) Cables multiconductores. La capacidad de conducción de corriente de los cables multiconductores de 2 000 V nominales o menores, instalados según los requisitos indicados en 318-9, deben cumplir con la capacidad de conducción de corriente de las Tablas 310-16 y 310-18. Los factores de ajuste de la Sección 310-15(g), para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, deben aplicarse sólo a cables multiconductores con más de tres conductores que transporten corriente eléctrica. La corrección se debe limitar al número de conductores que transportan corriente eléctrica en el cable y no al número de conductores en el soporte tipo charola.

Excepción 1: Cuando los soportes tipo charola para cables tengan cubiertas continuas a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables multiconductores tengan más de 95% de la capacidad de conducción de corriente indicada en las Tablas 310-16 y 310-18.

Excepción 2: Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en soporte tipo charola sin cubierta o tapa, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del cable, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder la establecida en 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. Véase la Tabla A-310-3 del Apéndice A.

TABLA 318-10.- Superficie máxima admisible de los cables monoconductores en soportes tipo escalera, malla, de canal ventilado para cables de 2 000 V nominales o menos

Ancho interior de la charola (cm)	Superficie máxima admisible de los cables monoconductores (cm ²)	
	Columna 1 Aplicable sólo a la Sección 318-10(a)(2)	Columna 2 aplicable sólo a la Sección 318-10(a)(3)
15	42	42 - (2,8 Sd) **
23	61	61 - (2,8 Sd)
30	84	84 - (2,8 Sd)
45	125	125 - (2,8 Sd)
60	168	168 - (2,8 Sd)

75	210	210– (2,8 Sd)
90	252	252– (2,8 Sd)

*La superficie máxima admisible de la Columna 2 se debe calcular. Por ejemplo, la superficie máxima admisible, en cm², de una charola de 15 cm de ancho de la Columna 2, debe ser 42 - (2,8 Sd)

**La expresión Sd de la columna 2 es la suma de diámetros en cm de todos los cables monoconductores de 507mm² (1 000 kcmil) y mayores instalados en la misma charola con cables más pequeños.

b) Cables monoconductores. Los factores de ajuste de la Sección 310-15(g), para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, no se deben aplicar a la capacidad de conducción de corriente de los cables en soportes tipo charola. La capacidad de conducción de corriente permisible de un cable monoconductor o de los cables monoconductores instalados juntos (en grupos de tres, de cuatro, etc.) de 2 000 V nominales o menores, debe cumplir lo siguiente:

1) Cuando se instalen cables monoconductores de 304 mm² (600 kcmil) y mayores en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, según los requisitos indicados en 318-10, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder 75% de la capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando los soportes tipo charola para cables estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables monoconductores de 304 mm² (600 kcmil) y mayores tengan más de 70% de la capacidad de conducción de corriente permitida de las Tablas 310-17 y 310-19.

2) Cuando se instalen cables monoconductores de 21,2 mm² (4 AWG) a 253 mm² (500 kcmil) en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, según los requisitos de 318-10, su capacidad de conducción de corriente permitida, no debe superar 65% de la capacidad de conducción de corriente permitida de las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando los soportes tipo charola para cables estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que cables monoconductores de 21,2 mm² (4 AWG) a 253 mm² (500 kcmil) tengan más de 60% de la capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-17 y 310-19.

3) Cuando se instalen cables monoconductores en una sola capa en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro de cada conductor, la capacidad de conducción de corriente permitida en cables de 21,2 mm² (4 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-17 y 310-19.

4) Cuando se instalen cables monoconductores en configuración triangular o cuadrada en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, guardando una separación entre circuitos no inferior a 2,15 veces el diámetro exterior de un conductor (2,15 x DE), de cables de 21,2 mm² (4 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de conducción de corriente permitida de dos o tres cables monoconductores aislados de 0 a 2000 V nominales soportados por un mensajero, como se indica en la Tabla A-310-2 del Apéndice A.

318-12. Número de cables de Tipo MT (MV) y MC de 2 001 V nominales en adelante en soportes tipo charola para cables. El número de cables de 2 001 V nominales en adelante, permitido en una sola charola de cables, no debe superar los requisitos de esta Sección.

La suma de diámetros de los cables monoconductores y multiconductores no debe exceder el ancho de la charola y los cables deben estar instalados en una sola capa. Cuando los cables monoconductores vayan en grupos de tres, cuatro o a grupos por circuitos, la suma de los diámetros de todos los conductores no debe superar el ancho del soporte tipo charola y estos grupos deben instalarse en una sola capa.

318-13. Capacidad de conducción de corriente permitida de los cables de Tipo MT (MV) y MC (de 2 001 V nominales en adelante) en los soportes tipo charola para cables. La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables de 2 001 V nominales en adelante, instalados en soportes tipo charola según lo indicado en 318-12, no debe exceder los requisitos de esta Sección:

a) Cables multiconductores (de 2 001 V nominales en adelante). La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables multiconductores debe cumplir los requisitos de capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-75 y 310-76.

Excepción 1: Cuando los soportes tipo charola para cables estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables multiconductores tengan más de 95% de la capacidad nominal indicada en las Tablas 310-75 y 310-76.

Excepción 2: Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en soportes tipo charola para cables sin tapar, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del cable, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder las establecidas en las Tablas 310-71 y 310-72.

b) Cables monoconductores (de 2001 V nominales en adelante). La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables monoconductores o cables en grupos de tres, cuatro, etc., debe cumplir lo siguiente:

1) La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables monoconductores de 21,2 mm² (4 AWG) y mayores en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, no debe exceder 75% de la capacidad de conducción de corriente permitida de las Tablas 310-69 y 310-70. Cuando los soportes tipo charola estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables monoconductores de 21,2 mm² (4 AWG) y mayores tengan más de 70% de la capacidad de conducción de corriente nominal referida en las Tablas 310-69 y 310-70.

2) Cuando se instalen cables monoconductores de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores en una sola capa en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, guardando una separación entre cables no inferior al diámetro del cable, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder a la establecida en las Tablas 310-69 y 310-70.

3) Cuando se instalen cables monoconductores en configuración triangular (trébol) en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, manteniendo una separación entre circuitos no inferior a 2,15 veces el diámetro exterior del conductor de mayor diámetro contenido en la configuración de conductores o cables (2,15 x DE), la capacidad de conducción de corriente permitida de los cables de 21,2 mm² (4 AWG) y mayores no debe exceder la capacidad de conducción de corriente permitida referida en las Tablas 310-67 y 310-68.

ARTICULO 320 - ALAMBRADO VISIBLE SOBRE AISLADORES

320-1. Definición. El método de instalación de alambrado visible sobre aisladores consiste en instalar cables expuestos sujetos por abrazaderas, aisladores en pared, tubos rígidos y flexibles para la protección y soporte de cables monoconductores aislados tendidos en o sobre los edificios, no ocultos en la estructura del edificio.

320-2. Otros Artículos. La instalación de alambrado visible sobre aisladores debe cumplir con este Artículo y además con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma, especialmente los Artículos 225 y 300.

320-3. Usos permitidos. Se permiten las instalaciones de alambrado visible sobre aisladores en sistemas de 600 V nominales o menos, sólo en edificios industriales o agrícolas, en interiores o exteriores y en lugares secos o mojados, cuando estén sometidos a vapores corrosivos y en las acometidas.

320-5. Conductores

a) Tipo. Los conductores deben ser del tipo especificado en el Artículo 310.

b) Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente debe cumplir lo establecido en 310-15.

320-6. Soportes de los conductores. Los conductores deben estar rígidamente soportados sobre aisladores con material no combustible, no absorbente y no deben estar en contacto con cualquier otro tipo de objetos. Los soportes se deben instalar como sigue:

(1) a menos de 15 cm de un empalme o derivación;

(2) a menos de 30 cm del extremo de la conexión final con un portalámparas o receptáculo;

(3) a intervalos que no superen 1,4 m o menos, suficientes para ofrecer soporte adecuado cuando se puedan producir alteraciones.

Excepción 1: Se permite que los soportes de los conductores de 8,37 mm² (8 AWG) o mayores, instalados a través de espacios abiertos, estén separados hasta 4,6 m si se utilizan aisladores espaciadores no combustibles y no absorbentes como mínimo a cada 1,4 m para mantener una separación de los conductores de 60 mm como mínimo.

Excepción 2: En edificios industriales en los que no exista la posibilidad de que se produzcan alteraciones, se permite instalar conductores de 8,37 mm² (8 AWG) y mayores sobre los espacios abiertos si están apoyados en todos los travesaños de madera sobre aisladores aprobados que mantengan una distancia de 16 cm entre los conductores.

Excepción 3: Sólo en edificios industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personas calificadas, se permite utilizar conductores

de 127 mm² (250 kcmil) y mayores a través de espacios abiertos cuando estén soportados a intervalos hasta de 9 m.

320-7. Montaje de los soportes de los conductores. Cuando se utilicen pernos para sujetar los aisladores de pared, éstos no deben ser inferiores a 76 mm. Cuando se utilicen pernos para sujetar los aisladores o tornillos para montar abrazaderas, éstos deben tener 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 pernos se deben utilizar arandelas aisladas.

320-8. Cables de amarre. Los conductores de 8,37 mm² (8 AWG) o mayores apoyados en aisladores de pared sólidos, se deben sujetar firmemente a ellos mediante cables de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor.

320-10. Tubo (conduit) flexible no metálico. En lugares secos, y cuando no estén expuestos a daño físico grave, se permite que los conductores estén encerrados independientemente en tubo (conduit) flexible no metálico. El tubo (conduit) debe ser de tramos continuos no superiores a 4,6 m y se debe sujetar a la superficie por abrazaderas a intervalos no superiores a 1,4 m.

320-11. Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera, etc. Se debe evitar el contacto de los conductores visibles con las paredes, pisos, vigas de madera o tabiques que atraviesen, mediante tubos o boquillas de material aislante no combustible y no absorbente. Cuando la boquilla sea más corta que el orificio, se debe meter en el orificio un casquillo a prueba de agua de material no inductivo y meter después una boquilla aislante por cada extremo del casquillo, de modo que los conductores no toquen en absoluto el casquillo. Cada conductor se debe llevar a través de un tubo o casquillo independiente.

NOTA: En cuanto a los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

320-12. Distancia a tubo (conduit), a otros conductores expuestos, etc. Los conductores visibles deben estar separados como mínimo 5 cm de canalizaciones, tubo (conduit) metálico u otro material conductor y de cualquier conductor expuesto de iluminación, energía o señalización o estar separados de ellos por un material no conductor continuo y firmemente sujeto, además del aislamiento del conductor. Cuando se utilice cualquier tipo de tubo aislante, se debe sujetar firmemente 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 en ellos una curva 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.

NOTA: Para los conductores que entran o salen de edificios u otras estructuras, véase 230-52.

320-14. Protección contra daño físico. Se deben considerar expuestos a daño físico los conductores que estén a menos de 2,1 m del piso. Cuando los conductores visibles que atraviesen vigas de techo y columnas estén expuestos a daño físico, se deben proteger por uno de los siguientes métodos:

- (1) por bandas protectoras de espesor nominal no inferior a 2,5 cm y de una altura como mínimo igual que la de los soportes aisladores, colocados uno en cada extremo y cerca del conductor;
- (2) mediante un larguero de 13 mm de espesor mínimo en el que se apoyen los conductores, con protecciones laterales. Estos largueros deben prolongarse 25 mm como mínimo 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 pasen 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 deben instalar casquillos;
- (4) mediante tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado, ligero o rígido no metálico que cumplan las condiciones de los Artículos 345, 346, 347 o 348; o por tubería metálica, en cuyo caso los conductores deben ir encerrados en tramos continuos de tubería flexible. Los conductores que pasen

a través de cubiertas metálicas deben agruparse de modo que la corriente eléctrica en ambas direcciones sea aproximadamente la misma.

320-15. Desvanes y espacios bajo techo sin acabado. Los conductores en desvanes y en espacios bajo techo sin acabado deben cumplir las siguientes condiciones:

a) Accesibles mediante una escalera fija o portátil. Los conductores se deben instalar a lo largo de o a través de agujeros perforados en las vigas, travesaños o columnas. Cuando pasen a través de orificios perforados, los conductores que atraviesen las vigas, travesaños o columnas a una altura no inferior a 2 m por encima del piso o columnas 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 firmemente. No son necesarios los largueros ni las bandas protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, travesaños o columnas.

b) Lugares no accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, travesaños o columnas o a través de orificios 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 90 cm.

320-16. Desconectores. Los desconectores de acción rápida para montaje en superficie deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 380-10(a) y no son necesarias cajas. Los desconectores de otros tipos se deben instalar de acuerdo con lo indicado en 380-4.

ARTICULO 321 - ALAMBRADO SOPORTADO POR UN MENSAJERO

321-1. Definición. Una instalación de cables soportados por un mensajero consiste en un alambrado soportado mediante un mensajero en los que se sujetan los conductores aislados por uno de los siguientes medios:

- (1) un mensajero con argollas o abrazaderas para los conductores;
- (2) un mensajero con anclajes instalados en obra para los conductores;
- (3) un cable aéreo ensamblado en fábrica;
- (4) cables múltiples, cableado en fábrica con un conductor desnudo y uno o más conductores aislados, como el dúplex, tríplex, o cuádruple.

321-2. Otros Artículos. Las instalaciones con soporte tipo mensajero deben cumplir este Artículo y además las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma, especialmente los Artículos 225 y 300.

321-3. Usos permitidos

a) Tipos de cables. En las instalaciones con soporte tipo mensajero se permite instalar los siguientes elementos, en las condiciones indicadas en los Artículos que se mencionan para cada uno:

- (1) cables con aislamiento mineral y recubrimiento metálico (Artículo 330);
- (2) cables con recubrimiento metálico (Artículo 334);
- (3) cables multiconductores de entrada de acometida (Artículo 338);
- (4) cables multiconductores subterráneos del alimentador y de circuitos derivados (Artículo 339);
- (5) cables de control y energía aprobados para soportarse en soporte tipo charola para cables (Artículo 340);
- (6) cables para soportes tipo charola para cables de energía en 725-61 y 725-71, y
- (7) otros cables multiconductores de control, señalización o energía, aprobados e identificados para este uso.

b) En instalaciones industriales. Sólo en instalaciones industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personas calificadas, se permite usar los siguientes cables:

- 1) Cualquiera de los conductores contemplados en las Tablas 310-13 o 310-62.

2) Cables MT (MV).

Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores deben estar aprobados y listados 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 de éste.

c) En áreas peligrosas (clasificadas). Se permiten las instalaciones soportadas por un mensajero en áreas peligrosas (clasificadas) cuando los cables de las mismas estén permitidos para tal uso, según se indica en 501-4, 502-4, 503-3 y 504-20.

321-4. Usos no permitidos. No se permite usar instalaciones soportadas por un mensajero en los cubos de los elevadores o cuando estén expuestas a daño físico.

321-5. Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente esta determinada en la tabla A-310-2.

321-6. Soporte del mensajero. Los mensajeros deben sujetarse por sus extremos y en puntos intermedios, de modo que no causen esfuerzos mecánicos sobre los conductores. No se permite que los conductores estén en contacto con los soportes de los mensajeros ni con miembros estructurales, paredes o tuberías.

321-7. Puesta a tierra. El mensajero se debe conectar a tierra tal como se establece en 250-32 y 250-33, para la puesta a tierra de envoltentes.

321-8. Empalmes y derivaciones de los conductores. En las instalaciones soportadas por un mensajero, se permiten empalmes y derivaciones de los conductores que estén hechas y aisladas con dispositivos aprobados.

ARTICULO 324 - ALAMBRADO OCULTO SOBRE AISLADORES

324-1. Definición. El alambrado oculto sobre aisladores es una instalación en la que se utilizan aisladores, tubos y tubo (conduit) flexible no metálico para la protección y soporte de los cables monoconductores aislados.

324-2. Otros Artículos. El alambrado oculto sobre aisladores debe cumplir con este Artículo y además con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma, especialmente el 300.

324-3. Usos permitidos. Se permite hacer un alambrado oculto sobre aisladores en los espacios huecos de las paredes o techos, en desvanes sin acabar y espacios bajo techos, tal como se establece en 324-11, sólo en los siguientes casos:

- 1) Ampliaciones de instalaciones ya existentes.
- 2) En cualquier otro, con permiso especial.

324-4. Usos no permitidos. No se permite hacer instalaciones ocultas sobre aisladores en estacionamientos comerciales, teatros y locales similares, estudios cinematográficos, áreas peligrosas (clasificadas) o en los espacios huecos de las paredes, plafones y desvanes, cuando dichos espacios estén aislados por material aislante suelto o en rollos, que envuelva a los conductores.

324-5. Conductores

a) Tipo. Los conductores deben ser del tipo especificado en el Artículo 310.

b) Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente debe cumplir lo establecido en 310-15.

324-6. Soportes de los conductores. Los conductores deben estar rígidamente sujetos sobre materiales aislantes no combustibles y no absorbentes, y no deben estar en contacto con cualquier otro tipo de objetos. Los soportes se deben instalar como sigue: (1) a menos de 15 cm a cada lado de un empalme o derivación, y (2) a intervalos no mayores a 1,40 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 (conduit) flexible no metálico. El tubo (conduit) debe ser 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 a ellos mediante alambres de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor.

324-8. Separación entre conductores. Entre los conductores se debe mantener una distancia no menor que 8 cm y entre el conductor y la superficie sobre la que pasa una no menor que 2,5 cm.

Excepción: Cuando haya espacio muy limitado para cumplir con las anteriores separaciones, como en los medidores, tableros de distribución, salidas y desconectores, los conductores se deben encerrar individualmente en tubos (conduit) 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 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 extiendan no menos de 7,5 cm sobre la madera.

324.10. Separación con tubería, conductores expuestos, etc. Los conductores deben cumplir las disposiciones en 320-12 en cuanto a separación a otros conductores expuestos, tubería, etcétera.

324-11. Desvanes sin acabado y espacios bajo techo. Los conductores en desvanes y espacios bajo techo sin acabado deben cumplir con las siguientes disposiciones:

NOTA: Para límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

a) Accesibles mediante una escalera fija o portátil. Los conductores se deben instalar a lo largo o a través de orificios perforados en las vigas, travesaños o columnas. Cuando pasen a través de orificios perforados, los conductores que atraviesen las vigas, travesaños o columnas a una altura no menor que 2,10 m por encima del piso o columnas del mismo, deben protegerse mediante orificios adecuados que se extiendan no más de 2,5 cm a cada lado del conductor. Estos largueros se deben sujetar firmemente. No son necesarios largueros ni bandas protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, travesaños o columnas.

b) No accesibles mediante una escalera fija o portátil. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas, travesaños o columnas o a través de orificios perforados en los mismos.

Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación y que tengan en todos sus puntos una altura de techo menor que 1 m.

324-12. Empalmes. Los empalmes deben estar soldados, a no ser que se utilicen dispositivos de empalme aprobados. No se deben hacer empalmes en línea o que se puedan romper por tensión mecánica.

324-13. Cajas. Las cajas de salida deben cumplir con el Artículo 370.

324-14. Desconectores. Los desconectores deben cumplir con lo indicado en 380-4 y 380-10 (b).

ARTICULO 325 - CABLES CON SEPARADOR INTEGRADO DE GAS (TIPO IGS)

A. Disposiciones generales

325-1. Definición. Un cable tipo IGS es un conjunto ensamblado en fábrica de uno o más conductores, cada uno de ellos aislado y encerrado individualmente en un tubo no metálico flexible de acoplamiento elástico, como si fuera un cable integrado con separador de gas de 0 a 600 V nominales.

325-2. Otros Artículos. Los cables tipo IGS deben cumplir con este Artículo y con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma.

325-3. Usos permitidos. Se permite utilizar los cables tipo IGS en instalaciones subterráneas, incluso enterrados directamente en la tierra, como conductores de entrada de acometida o como conductores de los alimentadores y circuitos derivados.

325-4. Usos no permitidos. Los cables tipo IGS no se deben utilizar en alambrados interiores o expuestos que estén en contacto con los edificios.

B. Instalación

325-11. Radio de curvatura. Cuando se suministran tubos no metálicos y los cables que se doblen en bobinas para su instalación o se doblen durante el embarque o instalación, el radio de curvatura medido desde el interior de la curva no debe ser inferior al especificado en la Tabla 325-11.

325-12. Curvas. Un tramo de cable tipo IGS entre dos cajas de jalado o terminales no debe tener más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total), incluidas las curvas situadas inmediatamente a la entrada o salida de la caja.

TABLA 325-11.- Radio mínimo de curvatura

Designación del tubo	Radio mínimo (mm)
53 (2)	600
78 (3)	900
103 (4)	1100

325-13. Accesorios. Las terminales y empalmes de los cables tipo IGS deben ser aprobadas e identificadas como de un tipo adecuado para mantener la presión del gas dentro del tubo. Cada tramo de cable debe tener una válvula, una tapa y un registro para comprobar la presión del gas o inyectar gas al tubo.

325-14. Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los cables y tubos tipo IGS no debe exceder los valores de la Tabla 325-14 para cables mono o multiconductores.

TABLA 325-14.- Capacidad de conducción de corriente de los cables tipo IGS

Tamaño o Designación mm ² (kcmil)	Amperes (A)
127 (250)	119
253 (500)	168
380 (750)	206
507 (1 000)	238
633 (1 250)	266
760 (1 500)	292
887 (1 750)	315
1010 (2 000)	336
1 140 (2 250)	357
1 267 (2 500)	376
1 520 (3 000)	412
1 647 (3 250)	429
1 774 (3 500)	445
1 900 (3 750)	461
2 027 (4 000)	476
2 154 (4 250)	491
2 280 (4 500)	505
2 407 (4 750)	519

C. Especificaciones de construcción

325-20. Conductores. Los conductores deben ser barras de aluminio sólido en paralelo, formando conjuntos de 1 a 19 barras de 12,7 mm de diámetro. El tamaño nominal mínimo de los conductores debe ser de 127 mm² (250 kcmil) y el máximo de 2 407 mm² (4 750 kcmil).

325-21. Aislamiento. El aislamiento debe ser con cintas de papel kraft seco y hexafluoruro de azufre (SF₆) a presión, ambos aprobados para uso eléctrico. La presión nominal del gas debe ser de 138 kPa manométricos.

El espesor del papel separador debe ser el que se especifica en la Tabla 325-21.

TABLA 325-21.- Espesor del papel separador

Tamaño o Designación mm ² (kcmil)	Espesor en mm
127 a 507 (250-1 000)	1,0

325-22. Tubo. El tubo debe ser de polietileno de media densidad, adecuado para usarse en tubería para gas natural con designación de 53 (2), 78(3) y 103 (4). El por ciento de ocupación del tubo aparece en la Tabla 325-22.

El área de la sección transversal del tubo permitido para cada tamaño del conductor debe calcularse de modo que el por ciento de ocupación no supere lo permitido en la Tabla 1, capítulo 10.

TABLA 325-22.- Dimensiones de los tubos

Designación del tubo	Diámetro exterior (aproximados) mm	Diámetro interior (aproximados) mm
53 (2)	60	53
78 (3)	89	78
103(4)	114	103

325-23. Puesta a tierra. Los cables tipo IGS deben cumplir lo establecido en el Artículo 250.

325-24. Marcado. Se deben aplicar a los cables tipo IGS las disposiciones de 310-11.

ARTICULO 326 - CABLES DE MEDIA TENSION MT(MV)

326-1. Definición. Un cable tipo MT es un cable monoconductor o multiconductor con aislamiento sólido para tensión eléctrica nominal de 2 001 V a 35 000 V.

326-2. Otros Artículos. Los cables tipo MT deben cumplir este Artículo y además las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma, especialmente los Artículos 300, 305, 310, 318, 501 y 710.

326-3. Usos permitidos. Se permite usar los cables tipo MT en instalaciones hasta 35 000 V nominales, en lugares secos o mojados (véase Tabla 310-61), en canalizaciones, en soportes tipo charola para cables como se especifica en 318-3(b)(1) o directamente enterrados según se indica en 710-4(b) y en alambrados soportados por mensajero.

326-4. Usos no permitidos. No se permite usar los cables tipo MT si no están aprobados e identificados para ese uso (1) cuando estén expuestos a la luz directa del sol y (2) en soportes tipo charola para cables.

326-5. Construcción. Los cables tipo MT pueden tener conductores de cobre o aluminio, y deben estar contruidos de acuerdo con lo establecido en el Artículo 310.

326-6. Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo MT debe cumplir con lo establecido en 310-60.

Excepción: La capacidad de conducción de corriente de un cable tipo MT, instalado en un soporte tipo charola para cables, debe cumplir lo establecido en 318-3.

326-7. Marcado. Los cables tipo MT deben estar marcados de acuerdo con lo especificado en 310-11.

ARTICULO 328 - CABLE PLANO TIPO FCC

A. Disposiciones Generales

328-1. Alcance. Este Artículo cubre a un sistema de alambrado de circuitos derivados, hecho en obra, con cables tipo FCC y sus correspondientes accesorios, según define este Artículo. Este sistema de alambrado está diseñado para instalarse bajo alfombra.

328-2. Definiciones

Cable tipo FCC. El cable tipo FCC consiste en tres o más conductores planos de cobre situados uno al lado del otro, y separados y encerrados dentro de una cubierta aislante.

Sistema FCC. Un sistema completo de alambrado para circuitos derivados diseñado para ser instalado bajo alfombras. El sistema FCC incluye los cables tipo FCC y sus correspondientes blindajes, conectores, terminales, adaptadores, cajas y receptáculos.

Conector de cable. Un conector diseñado para unir cables tipo FCC sin necesidad de usar una caja.

Extremo aislado. Aislador diseñado para aislar eléctricamente el extremo de un cable tipo FCC.

Pantalla superior. Es una pantalla metálica puesta a tierra que protege bajo la alfombra y sobre los componentes del sistema FCC para protegerlos contra daño físico.

Pantalla inferior. Capa protectora que se instala entre el piso y los cables planos tipo FCC para protegerlos contra los daños físicos. Puede estar o no incorporada como parte integrante del cable.

Ensamble de transición. Conjunto que facilita la conexión de un sistema FCC a instalaciones de otro tipo y que incorpora (1) un medio de conexión eléctrica y (2) una caja o tapa adecuada que ofrezca seguridad eléctrica y protección contra daño físico.

Conexiones de las pantallas metálicas. Medios de conexión diseñados para conectar eléctrica y mecánicamente una pantalla metálica a otra pantalla, a una caja, a un dispositivo autónomo o a un conjunto de transición.

328-3. Otros Artículos. Las instalaciones FCC deben cumplir además con lo establecido en los Artículos 210, 220, 240, 250 y 300 en aquello que les resulte aplicable.

328-4. Usos permitidos

a) Circuitos derivados. Se permite el uso de sistemas FCC en circuitos derivados, tanto los de uso general y de aparatos eléctricos como los individuales.

b) Pisos. Se permite instalar sistemas FCC sobre pisos duros, resistentes, suaves y continuos, hechos de concreto, cerámica o sistemas mixtos, madera y similares.

c) Paredes. Se permite el uso de sistemas FCC en la superficie de las paredes siempre que vayan en canalizaciones metálicas superficiales.

d) Lugares húmedos. Se permite el uso de sistemas FCC en lugares húmedos.

e) Pisos calientes. Los materiales utilizados en pisos que por su ubicación o exposición a fuentes de calor alcancen temperaturas mayores que 30 °C deben estar aprobados e identificados para poder usarlos a esas temperaturas.

328-5. Usos no permitidos. Los sistemas FCC no deben utilizarse en:

- (1) exteriores ni en lugares mojados;
- (2) presencia de vapores corrosivos;
- (3) cualquier área peligrosa (clasificada);
- (4) los edificios residenciales, escuelas, colegios y hospitales.

328-6. Valores nominales de los circuitos derivados

a) Tensión eléctrica. La tensión eléctrica entre conductores no puestos a tierra no debe exceder de 300 V. La tensión eléctrica entre conductores no puestos a tierra y el conductor puesto a tierra no debe exceder de 150 V.

b) Corriente eléctrica. La corriente eléctrica en los circuitos derivados de uso general y de aparatos eléctricos, no debe exceder 20 A. La capacidad máxima admisible en los circuitos derivados individuales, no debe exceder 30 A.

B. Instalación

328-10. Cubiertas. Los cables, conectores y extremos aislantes tipo FCC deben ir cubiertos con tramos cuadrados de alfombra de lados no mayores a 90 cm. Los tramos de alfombra se deben pegar a la superficie del piso con adhesivos no permanentes para cuando se requiera modificar o dar mantenimiento a la instalación.

328-11. Conexiones y extremos aislados de los cables. Todas las conexiones de los cables tipo FCC se deben hacer mediante conectores aprobados para ese uso, instalados de manera que aseguren la continuidad eléctrica, el aislamiento y la hermeticidad contra la humedad y salpicaduras de líquidos. Todos los extremos desnudos de los cables se deben aislar y sellar contra la humedad y las salpicaduras de líquidos mediante aislantes aprobados.

328-12. Pantallas

a) Pantalla superior. Se debe instalar sobre todos los cables, conectores y extremos aislantes tipo FCC montados en el piso una pantalla que cubra completamente todos los tramos de cables, esquinas, conectores y extremos.

b) Pantalla inferior. Se debe instalar una pantalla inferior debajo de todos los cables, conectores y extremos aislantes tipo FCC.

328-13. Conexiones de envolventes y pantallas. Todas las pantallas metálicas, cajas, cajas de receptáculos y dispositivos autocontenidos deben tener continuidad eléctrica con el conductor de puesta a tierra de equipo de su circuito derivado. Todas esas conexiones eléctricas se deben hacer con conectores aprobados e identificados para este uso. La resistividad eléctrica de dicho sistema no debe exceder la de una fase del cable tipo FCC utilizado en la instalación.

328-14. Receptáculos. Los receptáculos, sus bases y dispositivos autónomos utilizados con el sistema FCC deben estar aprobados e identificados para ese uso y deben estar conectados al cable tipo FCC y a las pantallas metálicas. La conexión de cualquier conductor de puesta a tierra del cable FCC se debe hacer en cada receptáculo al sistema de pantallas metálicas.

328-15. Conexión a otros sistemas. La conexión al circuito de alimentación, de puesta a tierra y al sistema de pantallas entre la instalación FCC y cualquier otro sistema de alambrado, se debe hacer en un ensamble de transición aprobado e identificado para ese uso.

328-16. Anclaje. Todos los componentes de la instalación FCC deben ir firmemente anclados al piso o a la pared mediante un sistema de anclaje por adhesivo o mecánico aprobado e identificado para ese uso. Los pisos deben prepararse de modo que aseguren la adherencia de la instalación al piso hasta que se coloque la alfombra.

328-17. Intersecciones. No se permite en ningún punto intersecciones de más de dos cables tipo FCC. Se permiten las intersecciones de un cable tipo FCC sobre o bajo un cable plano de comunicaciones o de señales. En todos los casos los dos cables deben ir separados por una pantalla metálica puesta a tierra y no se permiten más de dos cruces de cables planos en ningún punto.

328-18. Altura de la instalación. Cualquier parte de una instalación FCC que tenga una altura sobre el piso mayor que 2,3 mm debe adelgazarse o biselarse en los extremos para dejarla al nivel del piso.

328-19. Modificaciones al sistema FCC. Se permiten cambios en las instalaciones FCC. En esos cambios, cuando se hagan nuevas conexiones, deben utilizarse conectores nuevos. Se permite dejar instalados y energizados cables y conectores asociados de circuitos que no estén en servicio. Todos los extremos de los cables deben estar cubiertos con terminales aislantes.

328-20. Polarización de conexiones. Todos los receptáculos y conexiones deben estar construidos e instalados de forma que se mantenga la polarización adecuada del sistema.

C. Especificaciones de construcción

328-30. Cable tipo FCC. El cable tipo FCC debe estar aprobado para usarse con el sistema FCC y debe consistir en tres, cuatro o cinco conductores planos de cobre, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra de equipo. El material aislante del cable debe ser resistente a la humedad y resistente a la propagación de la flama.

328-31. Marcado. El cable tipo FCC debe estar marcado de modo claro y duradero por ambos lados a intervalos no mayores a 60 cm con la información que exige 310-11(a) y con la siguiente información adicional:

- (1) material de los conductores:
- (2) temperatura máxima admisible, y
- (3) capacidad de conducción de corriente.

328-32. Identificación de los conductores

a) Colores. Los conductores deben estar marcados de modo claro y duradero por ambos lados a todo lo largo, como se especifica en 310-12.

b) Orden de colocación. En un sistema FCC de dos conductores y puesta a tierra, el conductor de puesta a tierra debe estar al centro.

328-33. Resistencia a la corrosión. Los componentes metálicos del sistema deben:

- (1) ser resistentes a la corrosión;
- (2) estar recubiertos de material resistente a la corrosión, o
- (3) estar aislados del contacto con sustancias corrosivas.

328-34. Aislamiento. Todos los materiales aislantes del sistema FCC deben estar aprobados e identificados para su uso.

328-35. Pantallas

a) Materiales y dimensiones. Todas las pantallas superiores e inferiores deben ser de forma y materiales aprobados e identificados para ese uso. Las pantallas superiores deben ser metálicas. Las pantallas inferiores pueden ser metálicas o no metálicas.

b) Resistividad. Las pantallas metálicas deben ser de sección transversal que ofrezca una resistividad eléctrica no mayor que la de un conductor del cable tipo FCC que se utilice en la instalación.

c) Conectores de las pantallas metálicas. Las pantallas metálicas deben conectarse entre sí y a las cajas, carcasas de receptáculos, dispositivos autocontenidos y ensambles de transición, mediante conectores adecuados.

328-36. Receptáculos y sus cajas. Se permite utilizar en un sistema FCC cajas para receptáculos y dispositivos autocontenidos diseñados para montarlos en el piso o en la pared. Las cajas de los receptáculos y los dispositivos autocontenidos deben llevar medios que faciliten la entrada y terminación de los cables tipo FCC, y para conectar eléctricamente la caja o dispositivo a la pantalla metálica. Los receptáculos y dispositivos autocontenidos deben cumplir con lo establecido en 210-7. Se permite instalar tomas de comunicación y de corriente eléctrica en la misma caja, de acuerdo con lo establecido en la Excepción 2 de 800-52(c)(2).

328-37. Ensamblados de transición. Todos los ensamblados de transición deben estar aprobados e identificados para ese uso. Cada ensamble debe incorporar medios que faciliten la entrada del cable tipo FCC en el conjunto para conectarlo a los conductores puestos a tierra y para conectar eléctricamente el ensamble a las pantallas metálicas de los cables y a los conductores de puesta a tierra de equipo.

ARTICULO 330 - CABLE CON AISLAMIENTO MINERAL Y CUBIERTA METALICA TIPO MI

A. Disposiciones generales

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

330-2. Otros Artículos. Los cables tipo MI deben cumplir con este Artículo y con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma, especialmente con lo indicado en el Artículo 300.

330-3. Usos permitidos. Se permite usar cables tipo MI para lo siguiente:

- (1) para acometidas, alimentadores y circuitos derivados;
- (2) para circuitos de fuerza, alumbrado, señalización y control;
- (3) en lugares secos, mojados o continuamente húmedos;
- (4) en interiores y exteriores;
- (5) expuestos u ocultos;
- (6) embebidos en aplanados, concreto, rellenos u otros materiales de mampostería, ya sea sobre o bajo la superficie;
- (7) en cualquier área peligrosa (clasificada);
- (8) expuestos a aceite o gasolina;
- (9) expuestos a condiciones corrosivas que no deterioren su recubrimiento;
- (10) en tramos subterráneos, adecuadamente protegidos contra daño físico y contra la corrosión.

330-4. Usos no permitidos. No debe usarse cables MI cuando estén expuestos a condiciones corrosivas destructivas.

Excepción: Cuando estén protegidos con materiales adecuados para esas condiciones.

B. Instalación

330-10. Lugares mojados. Cuando se instalen en lugares mojados, los cables MI deben cumplir lo establecido en 300-6(c).

330-11. A través de vigas, columnas y travesaños. Cuando se instalen a través de vigas, columnas, travesaños o elementos de madera similares, los cables tipo MI deben cumplir lo establecido en 300-4.

330-12. Soportes. Los cables tipo MI deben sujetarse firmemente a intervalos no mayores de 1,8 m mediante cinchos, grapas, abrazaderas o accesorios similares diseñados para ello e instalarse de modo que no dañen al cable.

Excepción 1: Cuando el cable se instale por medio de una guía.

Excepción 2: Cuando los cables tipo MI se instalan en soportes tipo charola para cables, deben cumplir con lo establecido en 318-8(b).

330-13. Curvas. Las curvas en los cables tipo MI se deben hacer de modo que no dañen al cable. El radio de la parte interior de cualquier curva no debe ser inferior a los valores siguientes:

1) Cinco veces el diámetro exterior de la cubierta metálica para cables de diámetro exterior no mayor a 20 mm.

2) Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica para cables de diámetro exterior superior a 20 mm pero no mayor que 25 mm.

330-14. Accesorios. Los accesorios utilizados para conectar cables tipo MI a las cajas, gabinetes u otro equipo deben estar aprobados e identificados para ese uso. Cuando entren en cajas o envoltentes de metales ferrosos, la instalación de cables monoconductores debe cumplir con lo establecido en 300-20, para evitar el calentamiento debido a inducción.

330-15. Sellado de terminales. En las terminales de cables tipo MI, inmediatamente después de quitar el recubrimiento debe aplicarse un sello para evitar la entrada de humedad en el aislamiento. Los conductores que sobresalgan del recubrimiento deben cubrirse individualmente con un material aislante.

330-16. Cables monoconductores. Cuando se usen cables monoconductores, todos los conductores de fase y el neutro, cuando exista, deben agruparse para minimizar la tensión eléctrica inducida en la cubierta metálica. Cuando los cables monoconductores entren en envoltentes de metal ferroso, la instalación debe cumplir con lo establecido en 300-20, para evitar el calentamiento por inducción.

C. Especificaciones de construcción

330-20. Conductores. Los conductores de los cables tipo MI deben ser de cobre sólido o cobre recubierto de níquel, con una resistencia eléctrica correspondiente a su tamaño nominal.

330-21. Aislamiento. El aislamiento de los conductores de los cables tipo MI debe ser de un mineral refractario de alta compresión que deje espacio suficiente para todos los conductores.

330-22. Cubierta exterior. La cubierta exterior debe ser continua, de modo que ofrezca protección mecánica y contra la humedad. Si es de cobre, debe proporcionar una trayectoria adecuada para la puesta a tierra de equipo. Si es de acero, debe disponerse de un conductor de puesta a tierra de equipo que cumpla con el Artículo 250.

ARTICULO 331-TUBO (CONDUIT) NO METALICO

A. Disposiciones generales

331-1. Definición. Un tubo (conduit) no metálico es una canalización corrugada y flexible, de sección transversal circular, con acoplamientos, conectores y accesorios integrados o asociados, aprobada para la instalación de conductores eléctricos. Está compuesto de un material resistente a la humedad, a agentes químicos, a la propagación de la flama.

Una canalización flexible es una canalización que se puede doblar a mano aplicando una fuerza razonable, pero sin herramientas.

El tubo (conduit) no metálico debe ser de un material que cumpla con las características de inflamabilidad, generación de humos y toxicidad del policloruro de vinilo rígido (no plastificado).

331-2. Otros Artículos aplicables. Las instalaciones con tubo (conduit) no metálico deben cumplir con lo requerido en las partes aplicables del Artículo 300. Cuando de acuerdo con en el Artículo 250 se requiere un

conductor de puesta a tierra de equipo, debe instalarse en la canalización un conductor separado para puesta a tierra de equipo.

331-3. Usos permitidos. Está permitido el uso de tubo (conduit) no metálico:

- 1) En cualquier edificio que no supere los tres pisos sobre el nivel de la calle
 - a) En instalaciones expuestas que no estén sujetas a daño físico.
 - b) En instalaciones ocultas dentro de las paredes, pisos y techos.

NOTA: Para la definición de primer piso, véase 336-5(a)(1).

- 2) En edificios que superen tres pisos sobre el nivel de la calle, el tubo (conduit) no metálico debe ir oculto en paredes, piso y techos cuando cuenten con un acabado como barrera térmica que resista al menos 15 minutos de exposición al fuego. Este acabado de barrera térmica puede utilizarse en paredes, pisos y techos combustibles y no combustibles.

NOTA: Se establece la clasificación de los acabados para ensambles que contengan soportes combustibles (de madera). La clasificación de un acabado se decide como el tiempo en el que la columna o viga de madera experimenta un incremento medio de la temperatura de 121°C o un incremento de la temperatura en un punto de 163 °C, medido en el plano de la madera más cercana del fuego. La clasificación de los acabados no se aplica a los techos de membrana.

- 3) En los lugares sometidos a fuertes influencias corrosivas, como se indica en 300-6, y cuando están expuestos a productos químicos para los cuales los materiales son específicamente aprobados.
- 4) En lugares ocultos, secos y húmedos no prohibidos en 331-4.
- 5) Por encima de los techos suspendidos, cuando los techos suspendidos ofrezcan una barrera térmica de material con un acabado de clasificación mínima de 15 minutos, como se indica en las listas de materiales contra el fuego, excepto lo permitido en 331-3(1)(a).
- 6) Embebido en concreto colado, siempre que se utilicen para las conexiones accesorios aprobados para ese uso.
- 7) En lugares interiores mojados, como se permite en esta Sección o en losas de concreto sobre o bajo el piso, con accesorios aprobados y listados para ese uso.
- 8) Ensamble prealambrado fabricado y aprobado con tubo de tamaño 16 (1/2) a 27 (1).

331-4. Usos no permitidos. No debe usarse el tubo (conduit) no metálico:

- 1) En áreas peligrosas (clasificadas).
- 2) Como soporte de aparatos y otro equipo.
- 3) Cuando esté sometido a temperatura ambiente que supere aquélla para la que el tubo (conduit) está aprobado y listado.

NOTA: Para esta Sección, la temperatura ambiente del tubo (conduit) de PVC se limita a 50°C.

- 1) Para conductores cuya limitación de la temperatura de operación del aislamiento exceda la temperatura a la cual el tubo (conduit) no metálico está aprobado y listado.
- 2) Directamente enterrados.
- 3) Para tensiones eléctricas superiores a 600 V.
- 4) En lugares expuestos, excepto lo permitido en 331-3(1), 331-3(5) y 331-3(7).
- 5) En teatros y lugares similares, excepto lo establecido en los Artículos 518 y 520.
- 6) Cuando estén expuestos a la luz directa del sol, a menos que estén aprobadas e identificadas como "resistentes a la luz del sol".

B. Instalación

331-5. Designación nominal.

- a) **Mínimo.** No debe utilizarse tubo (conduit) de designación nominal menor que 16 (1/2).

b) **Máximo.** No debe utilizarse tubo (conduit) de designación nominal mayor que 103 (4).

331-6. Número de conductores en el tubo (conduit) no metálico. El número de conductores no debe exceder el permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

331-7. Desbastado. Todos los extremos cortados del tubo (conduit) deben desbastarse por dentro y por fuera hasta dejarlos lisos.

331-8. Uniones. Todas las uniones entre tramos de tubo (conduit) y entre el tubo (conduit) y acoplamientos, accesorios y cajas, deben hacerse con un método aprobado.

331-9. Curvas. Las curvas del tubo (conduit) no metálico se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interior no se reduzca efectivamente. Se permite hacer curvas a mano sin equipo auxiliar, y el radio de curvatura de la parte interna de dichas curvas no debe ser inferior al permitido en la Tabla 346.10.

331-10. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de alambrado o jalado, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más curvas que el equivalente a cuatro de 90° (360° en total).

331-11. Soportes. El tubo (conduit) no metálico debe instalarse como un sistema completo, como lo establece el Artículo 300 y debe sujetarse firmemente a menos de 1 m de cada caja de salida, de unión, de conexiones, de cada gabinete o accesorio.

El tubo (conduit) debe sujetarse al menos cada metro.

Excepción 1: Se permiten tramos horizontales del tubo (conduit) no metálico soportados por aberturas a través de miembros estructurales a intervalos no mayores a 1 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de los extremos.

Excepción 2: Los tramos que no superen una distancia de 1,8 m desde la conexión de una terminal de aparatos para conexión a aparatos de alumbrado.

331-12. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 370.

331-13. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y las derivaciones sólo deben hacerse en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o cajas de paso. Para las disposiciones sobre la instalación y uso de las cajas y registros, véase el Artículo 370.

331-14. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) no metálico entre en una caja, envolvente u otra cubierta, debe colocarse una boquilla o adaptador que proteja el aislamiento de los cables contra daños físicos, excepto si la caja, envolvente o cubierta ofrecen una protección similar.

NOTA: Para la protección de conductores de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f)

C. Especificaciones de construcción

331-15. Generalidades. El tubo (conduit) no metálico debe estar marcado de modo claro y duradero al menos cada 3 metros, como exige el primer párrafo de 110-21. En la marca debe indicarse también el tipo de material. Se permite identificar con el sufijo LS al tubo (conduit) de baja emisión de humos, resistente a la propagación de incendio y de baja emisión de gas ácido.

El tipo, tamaño y cantidad de conductores utilizados en los ensambles prealambrados fabricados deben identificarse por medio de una etiqueta impresa, unida en cada extremo del ensamble fabricado, ya sea que esté en caja, bobina o carrete. Los conductores utilizados deben marcarse de acuerdo con la Sección 310-11.

ARTICULO 332 - TUBO (CONDUIT) DE POLIETILENO

A. Disposiciones generales

332-1. Definición. Los tubos (conduit) de polietileno pueden ser de dos tipos: una canalización semirrígida, lisa o una canalización corrugada y flexible, ambos con sección transversal circular, y sus correspondientes accesorios aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Están compuestos de material que es resistente a la humedad y a atmósferas químicas. Estos tubos (conduit) no son resistentes a la flama.

332-2. Otros Artículos aplicables. Las instalaciones en tubo (conduit) de polietileno deben cumplir con lo requerido en las partes aplicables del Artículo 300. Cuando en el Artículo 250 se requiera la puesta a tierra de equipo, debe instalarse dentro del tubo (conduit) un conductor para ese propósito.

332-3. Usos permitidos. Está permitido el uso de tubo (conduit) de polietileno y sus accesorios:

- 1) En cualquier edificio que no supere los tres pisos sobre el nivel de la calle.
- 2) Embebidos en concreto colado, siempre que se utilicen para las conexiones accesorios aprobados para ese uso.
- 3) Enterrados a una profundidad no menor que 50 cm condicionado a que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo

332-4. Usos no permitidos. No debe usarse el tubo (conduit) de polietileno:

- 1) En áreas peligrosas (clasificadas).
- 2) Como soporte de aparatos y otro equipo.
- 3) Cuando estén sometidas a temperatura ambiente que supere aquélla para la que está aprobado el tubo (conduit).
- 4) Para conductores cuya limitación de la temperatura de operación del aislamiento exceda la temperatura a la cual el tubo (conduit) está aprobado.
- 5) Directamente enterradas.
- 6) Para tensiones eléctricas superiores a 150 V a tierra.
- 7) En lugares expuestos.
- 8) En teatros y lugares similares.
- 9) Cuando estén expuestas a la luz directa del Sol.
- 10) En lugares de reunión (véase el Artículo 518).
- 11) En instalaciones ocultas en plafones y muros huecos de tablarroca.
- 12) En cubos y ductos de instalaciones en edificios.
- 13) En las instalaciones que cubren los Artículos 545, 550, 551, 552 y 605.

B. Instalación

332-5. Designación

a) Mínimo. No debe utilizarse tubo (conduit) de polietileno de designación nominal menor que 16 (1/2).

b) Máximo. No debe utilizarse tubo (conduit) de polietileno de designación nominal mayor que 53 (2).

332-6. Número de conductores en un tubo (conduit). El número de conductores en tubo (conduit) no debe exceder el permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

332-7. Desbastado. Todos los extremos cortados del tubo (conduit) de polietileno deben desbastarse por dentro y por fuera hasta dejarlos lisos.

332-8. Empalmes. No se permite realizar empalmes en tubo (conduit) de polietileno.

332-9. Curvas. Las curvas del tubo (conduit) de polietileno se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permite hacer curvas a mano sin equipo auxiliar, y el radio de curvatura de la parte interna de dichas curvas no debe ser inferior al permitido en la Tabla 346-10. Se debe utilizar accesorios aprobados.

332-10. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a dos curvas de 90° (180° máximo).

332-11. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 370.

332-12. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o cajas de paso. Para las disposiciones sobre instalación y uso de las cajas y registros, véase el Artículo 370.

332-13. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) entre en una caja, envolvente u otra cubierta, debe colocarse una boquilla o adaptador que proteja el aislamiento de los cables contra daño físico, excepto si la caja, envolvente o cubierta ofrecen una protección similar.

NOTA: Para la protección de conductores de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

C. Especificaciones de construcción

332-14. Marcado. El tubo (conduit) de polietileno debe estar marcado de modo claro y duradero al menos cada 2 m para la canalización lisa y al menos cada 3 m para la canalización corrugada, como se exige en el primer párrafo 110-21. En la marca se indica también el tipo de material.

ARTICULO 333 - CABLE ARMADO TIPO AC

A. Disposiciones generales

333-1. Definición. Un cable tipo AC es un grupo de conductores aislados ensamblados en fábrica dentro de una cubierta metálica flexible. Véase 333-19.

333-2. Otros Artículos aplicables. Los cables tipo AC deben cumplir lo establecido en este Artículo y las disposiciones aplicables de otros en esta norma, especialmente las establecidas en el Artículo 300.

333-3. Usos permitidos. Si no se especifica otra cosa en esta norma y si no están sujetos a daño físico, se permite utilizar cables tipo AC en circuitos alimentadores y derivados, tanto expuestos como ocultos y en soportes tipo charola para cables cuando estén especificados para dicho uso.

Se permite utilizar cables tipo AC en lugares secos e instalados directamente bajo yeso, ladrillo u otro material de mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados. Se permite tender o sujetar estos cables en los huecos existentes entre las paredes de ladrillo o azulejo, cuando éstas no estén expuestas o sometidas a excesiva agua o humedad o se encuentren bajo el nivel del piso.

333-4. Usos no permitidos. No debe usarse cables tipo AC cuando esté prohibido en cualquier Artículo de esta norma, como:

- (1) en teatros y lugares similares, excepto lo establecido en el Artículo 518, lugares de reunión;
- (2) en estudios cinematográficos;
- (3) en áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo permitido en las Excepciones de 501-4(b), y 502-4(b), así como en la Sección 504-20;
- (4) cuando estén expuestos a humos o vapores corrosivos;
- (5) en grúas o polipastos, excepto lo establecido en la Sección 610-11(c);
- (6) en bancos de baterías;
- (7) en elevadores o montacargas, excepto lo establecido en 620-21, y
- (8) en estacionamientos comerciales cuando esté prohibido por el Artículo 511.

B. Instalación

333-7. Soportes. Los cables tipo AC deben sujetarse por medio de grapas, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios, diseñados e instalados de forma que no dañen al cable, a intervalos que no excedan de 1,4 m y a menos de 30 cm de una caja de salida, caja, gabinete o envolvente.

Excepción 1: Cuando el cable se instale dentro de cualquier tipo de canalización, por medio de un sistema de jalado.

Excepción 2: En las terminales con longitudes no mayores a 60 cm, cuando se requiera flexibilidad.

Excepción 3: En longitudes no mayores a 1,8 m desde una caja dentro de un cielo falso, accesible para aparatos o equipo de alumbrado.

Excepción 4: Cuando vayan instalados en soporte tipo charola para cables, los cables tipo AC deben cumplir lo establecido en 318-8(b).

Excepción 5: Cuando los cables se instalen a través de elementos estructurales con distancias entre ellos no mayores a 1,4 m, no se requieren soportes adicionales, pero deben cumplir con el requerimiento de sujeción en cada caja de salida, caja de unión gabinete o accesorio.

333-8. Radio de curvatura. Todas las curvas deben hacerse de modo que el cable no resulte dañado y que el radio de curvatura del borde interior de cada curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable tipo AC.

333-9. Cajas y accesorios. En todos los puntos donde termine la armadura de un cable AC debe instalarse un accesorio que proteja los cables contra la abrasión, excepto si el diseño de las cajas de salida o el accesorio ofrecen una protección equivalente y además se instala un casquillo aislante o protección equivalente entre los conductores y la armadura. El conector o grapa con la que se sujete el cable tipo AC a las cajas o envolventes debe estar proyectado de tal manera que el casquillo aislante o protección equivalente quede visible para su inspección. Cuando se cambie de un cable tipo AC a otro cable o método de alambrado en canalización, en los puntos de unión deben instalarse cajas o registros de acuerdo con lo indicado en 300-15.

333-10. Cruces a través de miembros estructurales o paralelos a ellos. Cuando los cables tipo AC se instalen a través de columnas, vigas, travesaños o miembros estructurales similares de madera o metálicos, deben cumplir lo establecido en 300-4.

333-11. Cables expuestos. Los tramos expuestos de cables deben seguir la superficie del acabado del inmueble o sobre los aleros o techos volados.

Excepción 1: Tramos no mayores a 60 cm en las terminales, cuando haya que darles flexibilidad.

Excepción 2: Cuando vayan por la parte inferior de las vigas y estén apoyados en cada viga y colocados de modo que no estén sometidos a daño físico.

Excepción 3: Tramos no mayores a 1,8 m desde una caja dentro de un cielo falso accesible, hasta los dispositivos o luminarios.

333-12. En tapancos accesibles. Los cables tipo AC en desvanes o espacios bajo el techo accesibles, se deben instalar según las siguientes especificaciones:

a) Cuando se instalen a través de la parte superior de las vigas del piso. Cuando se instalen en desvanes o espacios accesibles entre tejado y techo, cruzando sobre las vigas del techo o sobre postes o travesaños a una distancia menor que 2 m del techo o de las vigas del mismo, los cables deben protegerse por medio de tiras de guarda adecuadas que tengan al menos la altura del diámetro del cable. Cuando este espacio no sea accesible por medio de escaleras permanentes o portátiles, sólo se requiere protegerlos hasta una distancia de 1,8 m a partir de la entrada al desván.

b) Cables instalados paralelamente a los miembros estructurales. Cuando el cable se instale paralelamente a los laterales de travesaños, columnas o vigas del piso, no se necesitan abrazaderas ni largueros protectores y su instalación debe cumplir lo establecido en 300-4(d).

C. Especificaciones de construcción

333-19. Construcción. Los cables tipo AC deben tener una armadura de cinta metálica flexible. Los conductores aislados deben cumplir lo establecido en 333-20. Los cables tipo AC deben tener una banda interna de empalme de cobre o aluminio en contacto continuo con la armadura y a lo largo de toda ella.

333-20. Conductores. Los conductores aislados deben ser de un tipo indicado en la Tabla 310-13 o identificados para su uso en este tipo de cables. Además, los conductores deben tener una cubierta general fibrosa resistente a la humedad y resistente a la propagación de la flama. Para los cables tipo AC únicamente sobre los conductores individuales se requiere cubierta fibrosa y resistente a la humedad. Su capacidad de conducción de corriente debe determinarse de acuerdo con 310-15.

Excepción: Los cables armados instalados en aislamientos térmicos, deben tener conductores para una temperatura de operación de 90 °C. La capacidad de conducción de corriente debe ser la correspondiente a los conductores de 60 °C.

333-21. Puesta a tierra. Los cables tipo AC deben tener un conductor adecuado para puesta a tierra de equipo, como se exige en 250-51.

333-22. Marcado. Se debe aplicar lo establecido en 310-11, excepto que los cables tipo AC deben llevar la identificación del fabricante mediante una marca externa visible en la cubierta del cable, a todo lo largo. Se permite identificar con el sufijo LS a los cables resistentes a la propagación de incendio, con baja emisión de humos y gas ácido.

ARTICULO 334 - CABLES CON ARMADURA METALICA TIPO MC

A. Disposiciones generales

334-1. Definición. Un cable tipo MC es un conjunto ensamblado en fábrica de uno o más conductores aislados con o sin cables de fibra óptica, encerrados en una armadura metálica de cinta engargolada o en un tubo liso o corrugado.

334-2. Otros Artículos. Los cables con armadura metálica deben cumplir las disposiciones de este Artículo y las que les sean aplicables de otros en esta norma, en especial el Artículo 300.

Se permite utilizar cables tipo MC en instalaciones de más de 600 V nominales. Véase 300-2(a).

334-3. Usos permitidos. Si no se indica otra cosa en esta norma y si no están sujetos a daño físico, se permite utilizar cables tipo MC en los siguientes casos:

- (1) en acometidas, circuitos alimentadores y derivados;
- (2) en circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización;
- (3) en interiores y exteriores;
- (4) expuestos u ocultos;
- (5) directamente enterrados cuando estén especificados para ese uso;
- (6) en soportes tipo charola para cables;
- (7) en cualquier canalización;
- (8) en tramos abiertos;
- (9) como cable aéreo o soportado por mensajero;
- (10) en áreas peligrosas (clasificadas) como permiten los Artículos 501, 502, 503 y 504;
- (11) en lugares secos e instalados directamente bajo yeso, ladrillo u otro material de mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados, y
- (12) en lugares mojados que cumplan alguna de las siguientes condiciones:
 - 1) Que la cubierta metálica sea resistente a la humedad.
 - 2) Que debajo de la armadura metálica lleve una cubierta de plomo o una cubierta resistente a la humedad.
 - 3) Que los conductores aislados bajo la armadura metálica estén aprobados y listados para usarlos en lugares mojados.

Excepción: Véase la Excepción de 501-4(b).

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

334-4. Usos no permitidos. Los cables tipo MC no deben usarse cuando estén expuestos a condiciones corrosivas destructivas, como enterrados directamente o en concreto o cuando estén expuestos a relleno de escoria, cloruros fuertes, álcalis cáusticos o vapores de cloro o de ácido clorhídrico.

Excepción: Si la armadura metálica es adecuada para esas condiciones o está protegida por un material adecuado para esas condiciones.

B. Instalación

334-10. Instalación. Los cables tipo MC deben instalarse cumpliendo las disposiciones de los Artículos 300, 710, 725 y 770-52 que les sean aplicables.

a) Soportes. Los cables tipo MC deben apoyarse y sujetarse a intervalos no mayores de 1,8 m. Los cables que contengan cuatro conductores o menos de tamaño nominal no mayor que 5,26 mm² (10 AWG), deben sujetarse a no más de 30 cm de cada caja, envolvente o accesorio.

Excepción. 1: Tramos no mayores a 1,8 m desde una salida para conexión a equipo o aparatos de alumbrado en el interior de un techo falso accesible.

Excepción. 2: Cuando el cable tipo MC esté sujeto por sus extremos.

Excepción. 3: Los cables instalados en lugares distintos a los trayectos verticales a través de orificios punzonados o taladrados en miembros de estructuras de madera o metálicas o a través de ranuras en miembros de estructuras de madera y protegidos por una chapa de acero de un espesor mínimo de 1,6 mm, se consideran sujetos cuando los intervalos de soporte no superen los especificados en esta Sección y el

cable esté firmemente sujeto por medios aprobados a menos de 30 cm de una caja, envolvente, registro u otra terminal propia del cable.

b) Soporte tipo charola para cables. Los cables tipo MC instalados en soporte tipo charola para cables deben cumplir con lo establecido en el Artículo 318.

c) Directamente enterrados. Los cables directamente enterrados deben cumplir con lo establecido en 300-5 o 710-4, en lo que les sea aplicable.

d) Como cables de entrada de acometida. Un cable tipo MC instalado como cable de entrada de acometida debe cumplir con el Artículo 230.

e) Instalados fuera de los edificios o cable aéreo. Un cable tipo MC instalado fuera de un edificio o como cable aéreo, debe cumplir con los Artículos 225 y 321.

f) A través de vigas, columnas o travesaños o paralelo a ellas. Cuando los cables tipo MC se instalen a través de vigas, columnas, travesaños o elementos de madera similares, deben cumplir con lo establecido en 300-4.

g) En desvanes accesibles. La instalación de cables tipo MC en desvanes o espacios accesibles bajo el techo, debe cumplir con lo establecido en 333-12.

334-11. Radio de curvatura. Todas las curvas deben hacerse de manera que el cable no sufra daños y el radio de curvatura del borde interior de cualquier curva no debe ser inferior a lo siguiente:

a) Cubierta lisa

1) Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el cable no tenga más de 19 mm de diámetro exterior.

2) Doce veces el diámetro exterior de la cubierta metálica cuando el cable tenga más de 19 mm de diámetro exterior, pero no más de 38 mm.

3) Quince veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el cable tenga más de 38 mm de diámetro exterior.

b) Armadura engargolada o cubierta corrugada. Siete veces el diámetro exterior de la cubierta metálica.

c) Conductores blindados. La mayor de estas dos magnitudes: doce veces el diámetro total de uno de los conductores o siete veces el diámetro total del cable multiconductor.

334-12. Accesorios. Los accesorios usados para conectar los cables tipo MC a cajas, gabinetes u otro equipo deben estar aprobados e identificados para ese uso. Cuando un cable monoconductor entre en una caja o gabinete de metal ferroso, la instalación debe cumplir con lo establecido en 300-20 para evitar el calentamiento por inducción.

334-13. Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo MC debe cumplir con lo establecido en 310-15.

Excepción. 1: La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo MC instalados en soporte tipo charola para cables debe calcularse de acuerdo con lo indicado en 318-11 y 318-13.

Excepción. 2: La capacidad de conducción de corriente de los conductores de tamaño nominal $1,31 \text{ mm}^2$ (16 AWG) y $0,824 \text{ mm}^2$ (18 AWG) se debe calcular según la Tabla 402-5.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

C. Especificaciones de construcción

334-20. Conductores. Los conductores deben ser de cobre o aluminio, sólidos o cableados.

El tamaño nominal mínimo de los conductores debe ser de $0,824 \text{ mm}^2$ (18 AWG) de cobre y de $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) de aluminio.

334-21. Aislamiento. Los conductores aislados deben cumplir con los siguientes incisos:

a) 600 V. Los conductores aislados de tamaño nominal $1,31 \text{ mm}^2$ (16 AWG) y $0,824 \text{ mm}^2$ (18 AWG) deben ser de un tipo listado en la Tabla 402-3 con temperatura máxima de operación no menor que $90 \text{ }^\circ\text{C}$ y según se permite en 725-27. Los conductores de tamaño nominal mayor que $1,31 \text{ mm}^2$ (16 AWG) deben ser de un tipo listado en la Tabla 310-13 o especificado para su uso en cables tipo MC.

b) De más de 600 V. Los conductores aislados deben ser de un tipo listado en las Tablas 310-61, 310-62, 310-63 y 310-64.

334-22. Cubierta metálica. La cubierta metálica debe ser de uno de los tipos siguientes: cubierta metálica lisa, cubierta metálica soldada y corrugada, armadura de cinta metálica engargolada. La cubierta metálica debe ser continua y ajustarse perfectamente.

Se permite utilizar protección suplementaria en forma de otra cubierta externa de material resistente a la corrosión, que es obligatoria cuando dicha protección sea necesaria. La cubierta metálica no se debe usar como conductor.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

334-23. Puesta a tierra. Los cables tipo MC deben tener una trayectoria adecuada para puesta a tierra de equipo, como se exige en el Artículo 250.

334-24. Marcado. Es de aplicación lo establecido en 310-11. Se permite marcar con el sufijo LS los cables no propagadores de incendio; con baja emisión de humos y gas ácido.

ARTICULO 336 - CABLES CON CUBIERTA NO METALICA, TIPOS NM, NMC Y NMS

336-1. Alcance. Este Artículo cubre el uso, instalación y especificaciones de construcción de los cables con cubierta termoplástica.

A. Disposiciones generales

336-2. Definición. Un cable con cubierta no metálica es un conjunto ensamblado en fábrica de dos o más conductores aislados que tienen una cubierta exterior de material no metálico, resistente a la humedad y resistente a la propagación de la flama o a la propagación de incendios.

336-3. Otros Artículos. Las instalaciones con cables de cubierta no metálica deben cumplir las disposiciones de este Artículo y otros aplicables de esta norma, especialmente los Artículos 300 y 310.

336-4. Usos permitidos. Se permite usar los cables tipo NM, NMC y NMS en edificios de viviendas unifamiliares, bifamiliares, viviendas multifamiliares y otras edificaciones, excepto las prohibidas en 336-5. Cuando estén instalados en soportes tipo charola para cables, deben estar aprobados e identificados para ese uso.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

a) Tipo NM. Se permite usar cables tipo NM en instalaciones expuestas y ocultas en lugares normalmente secos. Se permite instalar o tender cables tipo NM en la cámara de aire existente entre las paredes de ladrillo o azulejo, cuando dichas paredes no estén expuestas o sometidas a excesiva agua o humedad.

b) Tipo NMC. Se permite instalar cables tipo NMC:

- 1) En instalaciones expuestas y ocultas en lugares secos, húmedos, mojados o corrosivos.
- 2) En el interior y exterior de paredes de ladrillo o azulejo.
- 3) En ranuras hechas en ladrillo, concreto o adobe y protegidas contra clavos o tornillos por una chapa de acero de un espesor mínimo de 1,6 mm y acabadas con yeso, adobe o similar.

c) Tipo NMS. Se permite instalar cables tipo NMS en instalaciones expuestas u ocultas en lugares normalmente secos. Se permite instalar o tender cables tipo NMS en la cámara de aire existente entre las paredes de ladrillo o azulejo, cuando dichas paredes no estén expuestas o sometidas a excesiva agua o humedad. Los cables tipo NMS deben utilizarse como se indica en el Artículo 780.

336-5. Usos no permitidos

a) Tipos NM, NMC y NMS. No deben utilizarse cables tipo NM, NMC y NMS:

- 1) En cualquier edificio de viviendas u otro que tenga más de tres pisos sobre el nivel de la calle.
Para efectos de este Artículo, el primer piso de un edificio se debe considerar el que tenga 50% o más de la superficie exterior de sus paredes a nivel del piso o por encima de éste. Se permite considerar un piso adicional que sea en la planta baja y no esté proyectado para que lo habiten personas, sino sólo para estacionamiento de vehículos, almacén u otros usos similares.
- 2) Como cables de entrada de acometida.
- 3) En estacionamientos públicos que tengan áreas peligrosas (clasificadas), como se establece en 511-3.
- 4) En teatros y locales similares, excepto lo que establece el Artículo 518, lugares de concentración pública.

- 5) En estudios cinematográficos.
 - 6) En bancos de baterías.
 - 7) En los huecos de los elevadores.
 - 8) Instalados bajo lechada de cemento, concreto o similar.
 - 9) En áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo permitido en la Excepción de 501-4(b), Excepción de 502-4(b) y 504-20.
- b) **Tipos NM y NMS.** No deben instalarse cables tipo NM y NMS:
- 1) Cuando estén expuestos a humos o vapores corrosivos.
 - 2) Bajo ladrillo, concreto, adobe, tierra o yeso.
 - 3) En una ranura poco profunda en ladrillo, concreto o adobe cubierta con yeso, adobe u otro acabado similar.

B. Instalación

336-6. Instalaciones expuestas-Disposiciones generales. En las instalaciones expuestas, los cables deben instalarse como se especifica en los siguientes incisos, excepto lo que establece 300-11(a).

a) **Siguiendo la superficie.** El cable debe seguir lo más cerca posible la superficie del acabado del edificio o los bordes.

b) **Protegidos contra daño físico.** Los cables deben estar protegidos contra daño físico cuando sea necesario mediante tubo (conduit) metálico tipo ligero, tubo (conduit) no metálico de PVC rígido Cédula 80, tubo, cintas protectoras o por otros medios. Cuando pasen a través del piso, los cables deben ir en tubo (conduit) metálico tipo pesado, metálico tipo ligero, no metálico de PVC rígido Cédula 80 u otro que sobresalga como mínimo 15 cm del piso.

c) **En sótanos sin acabado.** Cuando el recorrido del cable forme ángulo con vigas en sótanos sin terminar, se permite sujetar los cables que no tengan menos de dos conductores de $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) o tres conductores de $8,37 \text{ mm}^2$ (8 AWG) directamente a las caras menores de las vigas. Los cables más pequeños deben instalarse a través de orificios taladrados en las vigas o sobre largueros.

d) **En desvanes accesibles.** Los cables instalados en áticos o espacios bajo techo accesibles deben cumplir además con lo establecido en 333-12.

336-9. A través de vigas, columnas o travesaños o paralelo a ellas. Cuando los cables tipo NM, NMC o NMS se instalen a través de vigas, columnas, travesaños o elementos de madera similares, deben cumplir con lo establecido en 300-4.

336-16. Curvas. Todas las curvas se deben hacer de modo que el cable no resulte dañado y que el radio de curvatura del borde interior de cada curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable.

336-18. Soportes. Los cables con cubierta no metálica deben sujetarse con grapas, cables de anclaje, abrazaderas o elementos similares proyectados e instalados de modo que no dañen al cable. El cable debe sujetarse a intervalos no mayores a 1,4 m y a menos de 0,3 m de cualquier gabinete, caja o accesorio. No se deben engrapar los cables de dos conductores sobre un borde. Los cables que pasen a través de orificios hechos en columnas, vigas o travesaños de madera o metal, pueden considerarse soportados y asegurados.

NOTA: Para la fijación cuando se usan cajas no metálicas, véase 370-17.

Excepción 1: En instalaciones ocultas en edificios acabados o paneles acabados para edificios prefabricados en los que tales apoyos sean imposibles, se permite tender el cable entre dos puntos de acceso.

Excepción 2: Se permite utilizar un dispositivo eléctrico identificado para ese uso sin caja de salida de corriente eléctrica independiente, que incorpore una abrazadera de cables integrada, cuando el cable esté sujeto a intervalos no mayores 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 una vuelta de 30 cm de cable continuo o de 15 cm del extremo del cable en el interior de la pared acabada, que permita cambiarlo.

336-20. Cajas de material aislante. Se permiten las cajas de salida no metálicas, tal como se establece en 370-3.

336-21. Dispositivos de material aislante. Se permite utilizar desconectadores, salidas y dispositivos de derivación de material aislante sin cajas, en instalaciones visibles de cables y en realambrado, en inmuebles ya existentes cuando el cable vaya oculto y alambrado con el uso de guía. Las aberturas de dichos

dispositivos deben ajustarse estrechamente alrededor de la cubierta exterior del cable y el dispositivo debe encerrar completamente la parte del cable a partir de la cual se haya quitado la cubierta.

Cuando las conexiones a los conductores se hagan mediante terminales tipo tornillo, debe haber tantas terminales como conductores.

336-25. Dispositivos con cubierta integral. Está permitido utilizar dispositivos eléctricos con cubierta integral especificados para ese uso, como lo establece la Excepción 4 en 300-15(b).

C. Especificaciones de construcción

336-30. Disposiciones generales. Los cables con cubierta no metálica deben cumplir las siguientes disposiciones:

a) Construcción. La cubierta exterior del cable debe ser de material no metálico.

1) Tipo NM. La cubierta exterior debe ser resistente a la propagación de la flama y a la humedad.

2) Tipo NMC. La cubierta exterior debe ser resistente a la propagación de la flama y a la humedad, a los hongos y a la corrosión.

3) Tipo NMS. Un cable tipo NMS es un conjunto de conductores aislados ensamblados en fábrica para energía, comunicaciones y señalización, encerrados en una cubierta común de material no metálico, resistente a la humedad y resistente a la propagación de la flama. La cubierta debe aplicarse de manera que separe los conductores de energía de los de comunicaciones y señalización. Se permite que los conductores de señales vayan blindados con una pantalla electrostática. Se permite el uso opcional de una cubierta exterior.

NOTA: Para los cables de fibra óptica, véanse 770-4 y 770-52.

b) Conductores. Los conductores aislados de potencia deben ser de uno de los tipos indicados en la Tabla 310-13 y adecuados para alambrado de circuitos derivados o aprobados e identificados para usarse en estos cables.

Los conductores de potencia deben ser de tamaño nominal de 2,08 mm² (14 AWG) a 33,6 mm² (2 AWG) de cobre o de 13,3 mm² (6 AWG) a 33,6 mm² (2 AWG) de aluminio.

Los conductores de señalización deben cumplir con lo establecido en 780-5. Puesta a tierra de equipo. Cuando lleve este conductor, su tamaño nominal debe estar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

Los conductores deben tener una temperatura nominal de trabajo de 90 °C. La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo NM, NMC y NMS debe ser igual que la de los conductores de 60 °C y cumplir con lo establecido en 310-15.

NOTA: Los cables tipo NM, NMC y NMS identificados por las marcas NM-B, NMC-B y NMS-B, cumplen este requisito.

Excepción: Se permite calcular las correcciones por temperatura y por agrupamiento basándose en la capacidad de conducción de corriente a 90 °C, siempre que el valor obtenido no exceda la capacidad de conducción de corriente de un conductor de temperatura de operación del aislamiento de 60 °C.

336-31. Marcado. Los cables deben ir marcados según lo establecido en 310-11. Se permite marcar con el sufijo LS a los cables resistentes a la propagación de incendio, baja emisión de humos y de gas ácido.

ARTICULO 338 - CABLES DE ENTRADA DE ACOMETIDA

338-1. Definición. Un cable de entrada de acometida es un ensamble de uno o varios conductores con o sin cubierta exterior, utilizado fundamentalmente para acometidas. Puede ser de los siguientes tipos:

a) Tipo SE. El tipo SE con cubierta resistente a la propagación de incendio y resistente a la humedad.

b) Tipo USE. El tipo USE, identificado para uso subterráneo, con cubierta resistente a la humedad pero no necesariamente resistente a la propagación de la flama.

Los ensambles de cables monoconductores tipo USE reconocidos para uso subterráneo, pueden incluir en el ensamble un conductor de cobre desnudo. Los cables monoconductores, paralelos o multiconductores tipo USE reconocidos para uso subterráneo pueden llevar un conductor concéntrico de cobre desnudo. Estos cables no requieren una cubierta exterior.

c) Tipos TWD-UV, BTC, DRS, CCE Y BM-AL. Véase la Tabla 310-13.

NOTA: Para los conductores de entrada de acometida no aislados y directamente enterrados, véase la Excepción (b) de 230-41.

d) Un conductor sin aislar. Si los cables tipo SE o USE consisten en dos o más conductores, se permite que uno esté sin aislar.

338-2. Usos permitidos como conductores de entrada de acometida. Los cables utilizados como conductores de entrada de acometida deben instalarse como se indica en el Artículo 230.

Se permite que los cables tipo USE utilizados para acometidas subterráneas sobresalgan del piso en las terminales a las bases de medidores u otras cubiertas, cuando estén protegidos según lo establecido en 300-5(d).

338-3. Otros usos permitidos

a) Conductor aislado puesto a tierra. Se permite usar cables de entrada de acometida tipo SE en sistemas interiores de alumbrado cuando todos los conductores de circuito del cable estén recubiertos de aislamiento elastomérico o termoplástico.

b) Conductor no aislado puesto a tierra. Los cables de entrada de acometida tipo SE sin aislamiento individual del conductor del circuito puesto a tierra, no deben usarse como cables del alimentador o del circuito derivado en el interior de un edificio, excepto si el cable tiene una cubierta exterior final termoplástica y se alimenta con c.a. no mayor que 150 V a tierra, en cuyo caso se permite utilizarlo como cable del circuito de alimentación sólo para otros edificios en el mismo predio.

Se permite usar cables de entrada de acometida tipo SE con conductores totalmente aislados cuando se usen como cables de circuitos los conductores aislados y el conductor sin aislar se use para puesta a tierra.

c) Límites de temperatura. Los cables de entrada de acometida tipo SE que se usen para alimentar aparatos no deben estar sometidos a temperaturas mayores a la temperatura especificada para el tipo de aislamiento que lleven.

d) Los cables tipo BTC pueden utilizarse en la distribución subterránea de energía eléctrica en baja tensión, siempre y cuando no contravenga disposiciones indicadas en otros Artículos de esta norma.

e) Los cables tipo DRS pueden utilizarse en la distribución subterránea de energía eléctrica en baja tensión y en instalaciones eléctricas permanentes o temporales para alumbrado general, siempre y cuando no contravenga disposiciones indicadas en otros Artículos de esta norma.

f) Los cables tipo BM-AL pueden utilizarse en la distribución aérea de energía eléctrica en baja tensión y en instalaciones eléctricas permanentes o temporales para alumbrado general, siempre y cuando no contravenga disposiciones indicadas en otros Artículos de esta norma.

338-4. Métodos de instalación en interiores. Además de lo establecido en este Artículo, los cables de entrada de acometida tipo SE utilizados en instalaciones interiores deben cumplir los requisitos de instalación del Artículo 336, Parte A y Parte B, y lo establecido en el Artículo 300.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

338-5. Marcado. Los cables de entrada de acometida deben marcarse de acuerdo a lo indicado en 310-11. Cuando un cable tenga un conductor neutro de tamaño nominal menor que la de los conductores de fase, debe indicarse en el marcado.

338-6. Curvas. Las curvas y cualquier otro manejo de los cables se deben hacer de modo que no dañen las cubiertas protectoras del cable y que el radio de curvatura del borde interior de la curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable.

ARTICULO 339 - CABLES PARA ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS SUBTERRANEOS TIPO UF

339-1. Descripción y marcado

a) Descripción. Los cables para alimentadores y de circuitos derivados subterráneos deben estar aprobados como tipo UF y de tamaño nominal de 2,08 mm² (14 AWG) de cobre o de 13,3 mm² (6 AWG) de aluminio hasta 107 mm² (4/0 AWG). Los conductores tipo UF deben corresponder a uno de los tipos resistentes a la humedad según se indica en la Tabla 310-13, adecuado para instalaciones de circuitos derivados o aprobados e identificados para ese uso. Además de los conductores aislados, se permite que el cable lleve un conductor aislado o desnudo de tamaño nominal adecuado, exclusivamente para puesta a tierra de equipo. La cubierta exterior debe ser de material resistente a la propagación de la flama; resistente a la humedad, a los hongos y a la corrosión y adecuada para usarse directamente enterrada.

b) Marcado. Además de lo establecido en 310-11, el cable debe llevar marcas claras en su exterior y a todo lo largo, que indiquen el tipo de cable.

339-2. Otros Artículos. Además de lo establecido en este Artículo, las instalaciones de cables subterráneos de alimentadores o de circuitos derivados (tipo UF) deben cumplir las demás disposiciones aplicables de esta norma, sobre todo las indicadas en el Artículo 300 y en 310-13.

339-3. Uso

a) Usos permitidos

1) Se permite usar cables tipo UF en instalaciones subterráneas, incluso directamente enterrados en la tierra, como cables del alimentador o de un circuito derivado, siempre que estén dotados de dispositivo de protección contra sobrecorriente para la capacidad de conducción de corriente que se establece en 339-4.

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

3) En cuanto a los requisitos de la instalación subterránea, véase 300-5.

4) Se permite usar cables tipo UF en instalaciones interiores en lugares secos, mojados o corrosivos siempre que se cumplan los requisitos de instalación de esta norma y que, cuando se instalen cables con cubierta termoplástica, la instalación y los cables cumplan con lo establecido en el Artículo 336 y los cables sean además multiconductores.

5) En sistemas solares fotovoltaicos como se indica en 690-31;

6) Se permite usar cables monoconductores como terminales no calefactoras para cables de calefacción, como se indica en 424-43;

Cuando se usen en soportes tipo charola para cables, los cables tipo UF deben ser multiconductores.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

b) Usos no permitidos. No se deben usar cables tipo UF:

(1) como cables de entrada de acometida;

(2) en estacionamientos públicos;

(3) en teatros;

(4) en estudios cinematográficos;

(5) en bancos de baterías;

(6) en cubos de elevadores;

(7) en áreas peligrosas (clasificadas);

(8) embebidos en aplanados de cemento, concreto u otro, excepto guías no calefactoras embebidas en yeso de acuerdo a lo establecido en el Artículo 424; y

(9) expuestos directamente a los rayos solares, excepto si están aprobados e identificados como "SR", resistentes a los rayos solares.

(10) cuando estén expuestos a daños físicos.

339-4. Protección contra sobrecorriente. Debe haber protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 240-3.

339-5. Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo UF debe ser la correspondiente a los conductores de 60 °C, según se indica en 310-15.

339-6. Marcado. La superficie de la cubierta de estos conductores debe marcarse como se especifica en 310-11.

ARTICULO 340 - CABLES DE ENERGIA Y CONTROL TIPO TC PARA USO EN SOPORTES TIPO CHAROLA

340-1. Definición. El cable de energía y control tipo TC para uso en soportes tipo charola es un ensamble hecho en fábrica de dos o más conductores aislados con o sin conductores de puesta a tierra, cubiertos o desnudos, en una cubierta termoplástica, para su instalación en soporte tipo charola para cables, canalizaciones o soportados por un mensajero.

340-2. Otros Artículos. Además de lo establecido en este Artículo, las instalaciones de cables tipo TC deben cumplir las disposiciones aplicables de otros en esta norma, especialmente los Artículos 300 y 318.

340-3. Construcción. Los conductores aislados de los cables tipo TC deben ser de tamaño nominal $0,824 \text{ mm}^2$ (18 AWG) a 507 mm^2 (1 000 kcmil) de cobre y de $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) a 507 mm^2 (1 000 kcmil) de aluminio. Los conductores aislados de tamaño nominal de $2,08 \text{ mm}^2$ (14 AWG) y mayores de cobre, los de tamaño $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) y mayores de aluminio, deben ser de uno de los tipos listados en las Tablas 310-13 o 310-62, adecuados para alimentadores o circuitos derivados o identificados para dicho uso. Los conductores aislados de tamaño nominal $0,824 \text{ mm}^2$ (18 AWG) y $1,31 \text{ mm}^2$ (16 AWG) de cobre deben cumplir con lo indicado en 725-27. La cubierta exterior debe ser de material termoplástico y resistente a la propagación de la flama. No se permite una cubierta metálica bajo ni sobre la cubierta exterior termoplástica. Si se instalan en lugares mojados, los cables tipo TC deben ser resistentes a la humedad y a los agentes corrosivos.

Excepción 1: Cuando se utilicen en instalaciones de alarma contra incendios, los conductores deben cumplir lo establecido en 760-16.

Excepción 2: Se permite que los conductores de los cables tipo TC utilizados en circuitos que cumplan con el Artículo 725, sean de cualquiera de los materiales utilizados en las extensiones de cables para termopares. En los cables tipo TC que utilicen extensiones de termopares, no debe haber marcas de tensión eléctrica.

340-4. Usos permitidos. Se permite usar cables tipo TC en:

- (1) en circuitos de energía, alumbrado, control y señalización;
- (2) en soporte tipo charola para cables o en canalizaciones o en tramos exteriores soportados por un mensajero;
- (3) en soporte tipo charola para cables en áreas peligrosas (clasificadas), como permiten los Artículos 318, 501, 502 y 504, en instalaciones industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personas calificadas;
- (4) en circuitos de Clase 1, como permite el Artículo 725;
- (5) en circuitos de alarma contra incendios, no limitados en potencia, si los conductores cumplen los requisitos indicados en 760-16.
- (6) En instalaciones industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personas calificadas y el cable no esté expuesto a daño físico, se permite utilizar cables tipo TC que cumplan las condiciones de choque e impacto de los cables tipo MC y que estén identificados para utilizarlos como cables abiertos entre el soporte tipo charola para cables y el equipo de utilización en longitudes no mayores a 15 m. El cable debe estar soportado y sujeto a intervalos no mayores a 1,8 m. Debe haber dentro del cable un conductor de puesta a tierra de equipo, que se utilice como conductor de puesta a tierra de equipo entre el soporte tipo charola para cables y el equipo de utilización.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

340-5. Usos no permitidos. No se permite utilizar cables tipo TC en:

- (1) cuando estén expuestos a daños físicos;
- (2) como cable en instalación visible en grapas o abrazaderas;
- (3) expuestos directamente a los rayos solares, a no ser que estén identificados para ese uso como SR, y
- (4) directamente enterrados, a no ser que estén identificados para ese uso.

340-6. Marcado. Los cables deben ir marcados según lo establecido en 310-11. Se permite marcar con el sufijo LS los cables no propagadores de incendio, baja emisión de humos y de gas ácido.

340-7. Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del cable tipo TC, se debe calcular según 402-5 para los conductores menores al tamaño nominal $2,08 \text{ mm}^2$ (14 AWG) y según 318-11.

340-8. Curvas. Las curvas en los cables tipo TC se deben hacer de modo que no dañen al cable.

ARTICULO 342 - EXTENSIONES NO METALICAS

342-1. Definición. Las extensiones no metálicas son ensambles de dos conductores aislados dentro de una cubierta no metálica o termoplástica extruida. Su clasificación incluye tanto las extensiones de superficie, diseñadas para ser instaladas directamente en la superficie de paredes o techos, y los cables aéreos que contienen un cable mensajero como soporte integrante del ensamble.

342-2. Otros Artículos. Además de lo establecido en este Artículo, las extensiones no metálicas se deben instalar cumpliendo las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta norma.

342-3. Usos permitidos. Se permite usar extensiones no metálicas únicamente cuando se cumplan las siguientes condiciones:

a) Desde una salida existente. Si la extensión proviene de una salida existente en un circuito derivado de 15 A o 20 A que cumpla los requisitos del Artículo 210.

b) Expuestas en un lugar seco. Si la extensión está expuesta y en un lugar seco.

c) Extensiones superficiales no metálicas. Si la extensión superficial es no metálica, si el edificio es de uso residencial o de oficinas y si no supera los límites de altura establecidos en 336-5(a)(1).

c1) Alternativa a (c): Cable aéreo si el edificio es de uso industrial y la naturaleza de la actividad desarrollada en el mismo exige medios muy flexibles para la conexión de equipo.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

342-4. Usos no permitidos. No se deben usar extensiones no metálicas:

a) Como cables aéreos. Como cables aéreos en sustitución de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en esta norma.

b) En zonas sin terminar. En sótanos, desvanes o lugares bajo el techo sin terminar.

c) Tensión eléctrica entre conductores. Cuando la tensión eléctrica entre conductores exceda 150 V para extensiones superficiales no metálicas; cuando la tensión eléctrica entre conductores exceda 300 V para cables aéreos.

d) Vapores corrosivos. Cuando esté sometida a vapores corrosivos.

e) A través de pisos o tabiques. Cuando tenga que pasar a través de pisos o tabiques o salir de la habitación en donde se origina.

342-5. Empalmes y derivaciones. Las extensiones deben consistir en un ensamble continuo e ininterrumpido, sin empalmes y sin conductores expuestos entre los accesorios. Se permiten las derivaciones cuando se utilicen accesorios de conexión aprobados que las cubran completamente. Los cables aéreos y sus conectores deben ir dotados de un medio aprobado para señalar la polaridad. Los conectores derivados tipo contacto deben contar con un mecanismo de candado.

342-6. Accesorios. Cada tramo de la extensión debe terminar en un accesorio que cubra el extremo de todo el ensamble. Todos los accesorios y dispositivos deben ser de un tipo identificado para ese uso.

342-7. Instalación. Las extensiones no metálicas se deben instalar según lo establecido en los siguientes incisos:

a) Extensiones no metálicas superficiales

1) Se permite instalar una o más extensiones a partir de una salida existente en cualquier dirección, pero no en el piso ni a menos de 50 cm del piso.

2) Las extensiones no metálicas superficiales se deben sujetar por medios aprobados a intervalos no mayores a 20 cm.

Excepción: Cuando la conexión con la salida se haga por medio de un conector o clavija, se permite que la primera sujeción esté a 30 cm o menos de la clavija. Debe haber como mínimo un elemento de sujeción entre cada dos salidas contiguas. Una extensión sólo se debe sujetar a elementos de madera o yeso y no debe estar en contacto con metales ni con otros materiales conductores, excepto con las placas metálicas en los receptáculos.

3) Las curvas que reduzcan la separación normal entre conductores se deben cubrir con una tapa para proteger el ensamble contra daño físico.

b) Cables aéreos

1) Los cables aéreos deben estar sujetos a su cable mensajero y sujetos firmemente en cada extremo con abrazaderas y tensores adecuados. Deben colocarse soportes intermedios a intervalos no mayores a 6 m. La tensión mecánica del cable debe ajustarse para evitar una flecha excesiva. El cable debe conservar una distancia no menor que 50 cm de los miembros estructurales de acero u otros materiales conductores.

2) Los cables aéreos deben estar a una distancia no menor que 3 m sobre el piso de zonas accesibles a peatones y no menor que 4,5 m sobre el piso de zonas accesibles a tráfico de vehículos.

3) Los cables suspendidos sobre zonas de trabajo no accesibles al tráfico peatonal deben guardar una distancia no menor que 2,5 m sobre el piso.

4) Se permiten los cables aéreos como medios de soporte de dispositivos de alumbrado cuando la carga total sobre el cable mensajero no exceda su capacidad.

5) Se permite utilizar el cable mensajero como conductor de puesta a tierra de equipo siempre que esté instalado de acuerdo con las disposiciones aplicables del Artículo 250 y debidamente identificado como conductor de puesta a tierra de equipo. El cable mensajero no se debe utilizar como conductor de un circuito derivado.

342-8. Marcado. Las extensiones no metálicas deben marcarse según lo establecido en 110-21.

ARTICULO 343 - TUBO (CONDUIT) NO METALICO CON CABLES PREENSAMBLADOS PARA USOS SUBTERRANEOS

A. Disposiciones generales

343-1. Descripción. Tubo (conduit) no metálico con cables preensamblados para usos subterráneos; un ensamble hecho en fábrica de conductores o cables dentro de un tubo no metálico de sección circular y paredes lisas.

El tubo (conduit) no metálico debe estar fabricado de un material resistente a la humedad y a los agentes corrosivos. También puede suministrarse en carretes sin que se dañe o se deforme y debe ser de resistencia suficiente para soportar el trato, como impactos o aplastamientos, tanto durante su manejo como durante su instalación, sin que sufran daños ni el tubo (conduit) ni los conductores.

343-2. Otros Artículos. La instalación de tubo (conduit) no metálico con cables preensamblados para usos subterráneos debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando se requiera conductor de puesta a tierra de equipo según exige el Artículo 250, se debe utilizar un ensamble que contenga un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

343-3. Usos permitidos. Se permite el uso de tubo (conduit) no metálico con cables preensamblados para usos subterráneos y sus accesorios en los siguientes casos:

1) En instalaciones directamente enterradas. Para los requisitos mínimos de cobertura, véanse las columnas de los tubos rígidos no metálicos de las Tablas 300-5 y 710-4(b).

2) Empotrados o embebidos en concreto.

3) En relleno de escoria volcánica.

4) En instalaciones subterráneas sometidas a condiciones corrosivas severas, como se especifica en 300-6 y sujetas a productos químicos para los que el ensamble esté específicamente aprobado.

343-4. Usos no permitidos. No está permitido utilizar tubo (conduit) no metálico subterráneo con conductores:

1) En lugares expuestos.

2) En el interior de los edificios.

Excepción: Sólo los conductores contenidos en el tubo pueden pasar hacia el interior del edificio, para elaborar sus terminales, de acuerdo con lo indicado en 300-3.

3) En áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo establecido en las Secciones 503-3(a), 504-20, 514-8 y 515-5 y en los lugares de Clase I División 2, tal como se permite en la Excepción de 501-4(b).

B. Instalación

343-5. Designación

a) **Mínimo.** No se debe usar tubo (conduit) no metálico subterráneo con designación menor que 16 (1/2).

b) **Máximo.** No se debe usar tubo (conduit) no metálico subterráneo con designación mayor que 103(4).

343-6. Desbastado. En sus extremos, el tubo (conduit) debe desbastarse utilizando un método apropiado que no dañe el aislamiento de los cables ni a su cubierta exterior. Todos los extremos deben desbastarse por dentro y por fuera para dejarlos lisos.

343-7. Uniones. Todas las uniones entre el tubo (conduit), accesorios y cajas se deben hacer con método adecuado.

343-8. Terminación de los conductores. Todas las terminaciones entre los conductores o cables y equipo se deben hacer por un método aprobado para el tipo de conductor o cable.

343-9. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) no metálico subterráneo con conductores entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se debe instalar una boquilla o adaptador que proteja al conductor o cable de la abrasión, siempre que el diseño de la caja, gabinete o cubierta no ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Para la protección de los conductores de tamaño nominal 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

343-10. Curvas. Las curvas de tubo (conduit) no metálico subterráneo con conductores se deben hacer manualmente de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca.

343-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de alambrado o jalado, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más curvas que el equivalente a cuatro curvas, de 90° (360° en total).

343-12. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o registros. Para las disposiciones sobre instalación y uso de las cajas y registros, véase el Artículo 370.

C. Especificaciones de construcción

343-13. Disposiciones generales. El tubo (conduit) no metálico subterráneo con conductores se suministra como ensamble continuo en una bobina, carrete o caja.

343-14. Conductores y cables. Los conductores y cables utilizados en tubo (conduit) subterráneos no metálicos con conductores deben estar aprobados y como adecuados para su uso en lugares mojados. Además deben cumplir lo siguiente:

a) De 600 V o menos. Se permite utilizarlos en circuitos de c.a. y c.c. Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión eléctrica nominal máxima del circuito de cualquier conductor o cable dentro del tubo (conduit).

b) De más de 600 V. Los conductores o cables de más de 600 V nominales no deben ocupar el mismo tubo (conduit) que conductores o cables de circuitos de 600 V nominales o menos.

343-15. Número de conductores. El número máximo de conductores o cables en tubo (conduit) subterráneos no metálicos con conductores no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

343-16. Marcado. El tubo (conduit) no metálico subterráneo con conductores debe ir marcado de modo claro y duradero por lo menos cada 3 m, como se exige en 110-21. La marca debe incluir también el tipo de material del que está hecho el tubo (conduit).

La identificación de los conductores o cables del ensamble debe ir en una etiqueta unida a cada extremo del ensamble o en los laterales de la bobina. El marcado de los conductores o cables dentro del tubo (conduit) subterráneos no metálicos debe cumplir lo establecido en 310-11.

ARTICULO 344 - TUBO (CONDUIT) DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA USOS SUBTERRANEOS

A. Disposiciones generales

344-1. Descripción. Tubo (conduit) no metálico de sección circular y con paredes lisas o con estrías ligeras con coples y accesorios de fijación asociados para la instalación de conductores eléctricos en circuitos subterráneos de alta, media o baja tensión.

El tubo (conduit) no metálico debe estar fabricado de polietileno de alta densidad que es un material resistente a la humedad y a los agentes corrosivos. También puede suministrarse en carretes sin que se dañe o se deforme y debe ser de resistencia suficiente para soportar el trato, como impactos o aplastamientos, tanto durante su manejo como durante su instalación, sin que sufra daño. Cuando se instale directamente enterrado, sin estar cubierto de concreto debe ser capaz de resistir la carga similar a la que será encontrada después de su instalación.

344-2. Otros Artículos. La instalación de tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad, debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando se requiera conductor de puesta a tierra de equipo según exige el Artículo 250, se debe utilizar un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

B. Instalación

344-3. Usos permitidos. Se permite el uso de tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad y sus accesorios en los siguientes casos:

- 1) En instalaciones directamente enterradas. Para los requisitos mínimos de cobertura, véanse las columnas de los tubos rígidos no metálicos de las Tablas 300-5 y 710-4(b).
- 2) Empotrados o embebidos en concreto.
- 3) En relleno de escoria volcánica.
- 4) En instalaciones subterráneas sometidas a condiciones corrosivas severas, como se especifica en 300-6y sujetas a productos químicos para los que el tubo conduit esté específicamente aprobado.
- 5) Se podrá instalar en tramos de longitud predeterminada o en forma continua desde un carrete.

344-4. Usos no permitidos. No está permitido utilizar tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad:

- 1) En lugares expuestos.
- 2) En el interior de los edificios.

Excepción: Sólo los conductores contenidos en el tubo pueden pasar hacia el interior del edificio, para elaborar sus terminales, de acuerdo con lo indicado en 300-3.

- 3) En áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo establecido en las Secciones 504-20.
- 4) Cuando estén sometidas a temperatura ambiente que supere aquella para la que está aprobado el tubo (conduit) de polietileno de alta densidad.

5) Para conductores cuya limitación de la temperatura de operación del aislamiento exceda la temperatura a la cual el tubo (conduit) de polietileno de alta densidad está aprobado.

Excepción: Los conductores con temperatura de operación del aislamiento superior al del tubo (conduit) de alta densidad, deberán ser permitida su instalación en los tubos de polietileno de alta densidad, cuando estos conductores no son operados a una temperatura mayor que la cual el tubo conduit de polietileno de alta densidad está aprobado.

344-5. Designación

a) Mínimo. No se debe usar tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad con designación menor que 16 (1/2).

b) Máximo. No se debe usar tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad con designación mayor que 103 (4).

Excepción: En instalaciones con conductores de alta tensión, se permitirán diámetros superiores.

344-6. Desbastado. En sus extremos, el tubo (conduit) de polietileno de alta densidad debe desbastarse utilizando un método apropiado que no dañe el aislamiento de los cables ni a su cubierta exterior. Todos los extremos deben desbastarse por dentro y por fuera para dejarlos lisos.

344-7. Uniones. Todas las uniones entre el tubo (conduit) de polietileno de alta densidad, accesorios y cajas se deben hacer con método adecuado.

344-8. Terminación de los conductores. Todas las terminaciones entre los conductores o cables y equipo se deben hacer por un método aprobado para el tipo de conductor o cable.

344-9. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se debe instalar una boquilla o adaptador que proteja al conductor o cable de la abrasión, siempre que el diseño de la caja, gabinete o cubierta no ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Para la protección de los conductores de tamaño nominal 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

344-10. Curvas. Las curvas de tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad, se deben hacer manualmente de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca.

344-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de alambrado o jalado, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más curvas que el equivalente a cuatro curvas, de 90° (360° en total).

344-12. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o registros. Para las disposiciones sobre instalación y uso de las cajas y registros, véase el Artículo 370.

344-13. Conductores y cables. Los conductores y cables utilizados en tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad deben estar aprobados para ser instalados en el lugar de instalación del tubo conduit y como adecuados para su uso en lugares mojados. Además deben cumplir lo siguiente:

a) De 600 V o menos. Se permite utilizarlos en circuitos de c.a. y c.c. Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión eléctrica nominal máxima del circuito de cualquier conductor o cable dentro del tubo (conduit).

b) De más de 600 V. Los conductores o cables de más de 600 V nominales no deben ocupar el mismo tubo (conduit) que conductores o cables de circuitos de 600 V nominales o menos.

344-14. Número de conductores. El número máximo de conductores o cables en tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

344-15. Marcado. El tubo (conduit) no metálico de polietileno de alta densidad debe ir marcado de modo claro y duradero por lo menos cada 3 m, como se exige en 110-21. La marca debe incluir también el tipo de material del que está hecho el tubo (conduit).

ARTICULO 345 - TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO SEMIPESADO

A. Disposiciones generales

345-1. Definición. Un tubo (conduit) metálico tipo semipesado es una canalización metálica, de sección circular, aprobada para la instalación de conductores eléctricos y como conductor de puesta a tierra de equipo cuando se instala con sus accesorios y acoplamientos, aprobados.

345-2. Otros Artículos. Las instalaciones de tubo (conduit) metálico tipo semipesado deben cumplir lo establecido en las correspondientes Secciones del Artículo 300.

345-3. Usos permitidos

a) Todas las condiciones atmosféricas y en edificios. Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo semipesado en todas las condiciones atmosféricas y en edificios de cualquier uso. Cuando sea posible, se debe evitar que haya en la instalación metales distintos en contacto para evitar la posibilidad de reacciones galvánicas. Se permite utilizar tubo (conduit) metálico tipo semipesado como conductor de puesta a tierra del equipo.

Excepción: Se permite utilizar en tubo (conduit) metálico tipo semipesado, cubiertas y accesorios de aluminio.

b) Protección contra la corrosión. Se permite instalar tubo (conduit) metálico tipo semipesado, codos, juntas y accesorios en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a condiciones corrosivas graves, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

c) Relleno de escoria. Se permite la instalación de tubo (conduit) metálico tipo semipesado dentro o debajo del relleno de escoria en donde está sujeto a la humedad permanente, siempre y cuando esté embebido en concreto sin escorias, de espesor no menor que 5 cm o que se coloque a no menos de 50 cm por debajo del relleno o que se proteja contra la corrosión y se estime adecuado para esta condición.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

B. Instalación

345-5. Lugares húmedos. Todos los apoyos, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales resistentes contra la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

345-6. Designación

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) con designación menor que 16 (1/2).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo (conduit) con designación mayor que 103 (4).

345-7. Número de conductores en tubo (conduit). El número de conductores en tubo (conduit) no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10, y utilizando la designación del tubo (conduit) de la Tabla 10-4 del Capítulo 10.

345-8. Escariado y roscado. Todos los extremos cortados del tubo (conduit) se deben escariar o acabar de forma apropiada para dejarlos lisos. Cuando el tubo (conduit) se rosque en obra, se debe utilizar una tarraja normal con conicidad de 19 mm por cada 300 mm.

345-9. Acoplamiento y conectores.

a) Sin rosca. Los acoplamiento y conectores sin rosca utilizados con tubo (conduit) se deben impermeabilizar. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados deben ser herméticos a la lluvia.

b) Con roscas corridas. En tubo (conduit) metálico tipo semipesado no deben utilizarse conectores con rosca corrida.

345-10. Curvas. Las curvas en tubo (conduit) metálico tipo semipesado se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura al centro del tubo (conduit) de cualquier curva hecha en obra no debe ser menor que el indicado en la Tabla 346-10.

Excepción: En las curvas hechas en obra en conductores con cables sin forrar, con máquinas de curvar de un solo golpe diseñadas para ese fin, el radio de curvatura mínimo no debe ser menor que el indicado en la Tabla 346-10, Excepción.

345-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total).

345-12. Soportes. El tubo (conduit) metálico tipo semipesado debe instalarse como un sistema completo, como establece el Artículo 300, y debe sujetarse firmemente como mínimo a cada 3 m. Además, el tubo (conduit) debe sujetarse firmemente a no más de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otra terminación cualquiera. Cuando los miembros de la estructura no permitan fácilmente sujetar el tubo (conduit) a cada metro, se permite aumentar la distancia hasta 1,5 m.

Excepción 1: Si están hechos con acoplamiento roscados, se permite soportar los tramos rectos de tubo (conduit) según lo establecido en la Tabla 346-12, siempre que tales soportes eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación donde el tubo (conduit) se doble entre los soportes.

Excepción 2: La distancia entre soportes puede aumentarse a 6 m siempre que el tubo (conduit) esté hecho con acoplamiento roscados, esté firmemente sujeto en la parte mayor y menor y no haya otros medios de apoyo.

Excepción 3: Se permite no sujetar al tubo (conduit) a menos de 1 m de la entrada de la acometida, cuando termine en un poste sobre el piso.

Excepción 4: Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no mayores a 3 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de las terminales.

345-13. Cajas y accesorios. Véase el Artículo 370.

345-14. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para los requisitos sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

345-15. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) metálico tipo semipesado entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se debe instalar una boquilla o adaptador que proteja al conductor o cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Para la protección con boquillas de los conductores de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

C. Especificaciones de construcción

345-16. Generalidades. El tubo (conduit) metálico tipo semipesado debe cumplir las siguientes especificaciones:

a) Longitud. Debe ser de longitud en tramos de 3 m incluyendo acoplamiento, en cada tramo debe haber un acoplamiento. Para aplicaciones especiales de uso se permite suministrarlos en longitudes menores o mayores a 3 m con o sin acoplamiento.

b) Material resistente a la corrosión. El tubo (conduit) de metal no ferroso resistente a la corrosión debe llevar marcas adecuadas.

c) Marcado. Cada tramo debe ir marcado de modo claro y duradero de conformidad con lo indicado en 110-21 de esta norma.

ARTICULO 346 - TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO PESADO

A. Disposiciones generales

346-1. Definición. Un tubo (conduit) metálico tipo pesado es una canalización metálica, de sección circular, aprobada para la instalación de conductores eléctricos y como conductor de puesta a tierra de equipo cuando se instala con sus accesorios y acoplamientos, aprobados.

346-2. Otros Artículos. Las instalaciones con tubo (conduit) metálico tipo pesado deben cumplir lo establecido en las correspondientes Secciones del Artículo 300.

346-3. Usos permitidos. Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo pesado en todas las condiciones atmosféricas y en edificios de cualquier ocupación, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

a) Protegidos por esmalte. Si el tubo (conduit) y accesorios de metales ferrosos sólo están protegidos contra la corrosión por un esmalte, se permite su uso únicamente en interiores y en edificios no sometidos a condiciones corrosivas graves.

b) Protección contra la corrosión. Se permite instalar tubo (conduit), codos, acoplamientos y accesorios de metales ferrosos y no ferrosos en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a corrosión grave, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

c) Relleno de escoria. Se permite instalar tubo (conduit) metálico tipo pesado en o bajo relleno de escoria volcánica cuando estén sometidos a humedad permanente, siempre y cuando esté embebido en concreto sin escoria volcánica en no menos de 50 mm de espesor, o cuando el tubo (conduit) esté a no menos de 45 cm bajo relleno de escoria volcánica, o cuando esté protegido contra la corrosión y se juzgue adecuado para esas condiciones.

d) En lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente contra la corrosión o estar protegidos con material resistente contra la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

B. Instalación

346-4. De otros metales. Cuando sea posible se debe evitar que haya metales distintos en contacto dentro de la misma instalación, para eliminar la posibilidad de reacción galvánica. Se permite utilizar accesorios y envolventes de aluminio con tubo (conduit) de acero tipo pesado y accesorios de acero con tubo (conduit) de aluminio de tipo pesado, cuando no esté sujeto a influencias corrosivas severas.

346-5. Designación

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo pesado con designación menor que 16 (1/2).

Excepción: Para instalar cables de motores, como se permite en 430-145(b).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo pesado con designación mayor que 155 (6).

346-6. Número de conductores en tubo (conduit). El número de conductores permitido en tubo (conduit) metálico tipo pesado no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

346-7. Escariado y roscado.

a) Escariado. Todos los extremos cortados de tubo (conduit) metálico tipo pesado se deben escariar o terminar en forma de eliminar los bordes filosos.

b) Roscado. Cuando el tubo (conduit) metálico tipo pesado se rosque en obra, debe utilizarse una tarraja estándar con una conicidad de 19 mm por cada 30 cm.

NOTA: Para información respecto a las roscas de tubo metálico, véase el apéndice B1.

346-8. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) metálico tipo pesado entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se deben instalar boquillas o adaptadores que protejan el conductor o cable de la abrasión, siempre que el diseño de la caja, accesorio o envolvente no ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Para la protección de los conductores de tamaño nominal 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

346-9. Acoplamientos y conectores.

a) Sin rosca. Los acoplamientos y conectores sin rosca utilizados con tubo (conduit) se deben apretar adecuadamente. Cuando estén enterrados en ladrillo u concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben ser de tipo hermético a la lluvia.

b) Con rosca corrida. En tubo (conduit) metálico tipo pesado no se deben utilizar conectores con rosca corrida.

346-10. Curvas. Las curvas del tubo (conduit) metálico tipo pesado se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura al centro del tubo (conduit) de cualquier curva hecha en obra no debe ser menor que el indicado en la Tabla 346-10.

TABLA 346-10.- Radio de curvatura del tubo (conduit) tipo pesado

Tamaño o Designación	Con herramientas de doblar de un solo golpe o de zapata plena (mm)	Otros dobleces (mm)
16 (1/2)	102	102
21 (3/4)	114	127
27 (1)	146	152
35 (1-1/4)	184	203
41 (1-1/2)	210	254
53 (2)	241	305
63 (2-1/2)	267	381
78 (3)	330	457
91 (3-1/2)	381	533
103 (4)	406	610
129 (5)	610	762
155 (6)	762	914

Nota: La designación del tubo no tiene unidades. Los valores de identificación son los correspondientes a la designación internacional. Para familiarizar con esta designación se indica entre paréntesis la designación anterior.

346-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total).

346-12. Soportes. El tubo (conduit) metálico tipo pesado debe instalarse como sistema completo, como establece el Artículo 300, y debe sujetarse firmemente como mínimo a cada 3 m. Además, el tubo (conduit) debe sujetarse firmemente a no más de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otra terminación. Cuando los miembros de la estructura no permitan fácilmente sujetar el tubo (conduit) a cada metro, se permite aumentar la distancia hasta 1,5 m.

Excepción 1: Si están hechos con acoplamientos roscados, se permite soportar los tramos rectos del tubo (conduit) metálico tipo pesado según lo establecido en la Tabla 346-12, siempre que tales apoyos eviten la transmisión de esfuerzos a los extremos donde el tubo (conduit) presente un doblez entre los soportes.

Excepción 2: En soportes verticales expuestos para maquinaria industrial se permite aumentar la distancia de los soportes hasta 6 m, siempre que el tubo (conduit) tenga acoplamientos roscados, esté sujeto en los extremos y no haya otros medios de apoyo al alcance.

Excepción 3: Se permite no sujetar al tubo (conduit) a menos de 1 m de la entrada de la acometida, cuando termine en un poste sobre el piso.

Excepción 4: Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) metálico tipo pesado apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no mayores a 3 m y sujetos a menos de 1 m de los puntos de terminación.

346-13. Cajas y accesorios. Véase el Artículo 370.

346-14. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben cumplir con lo establecido en el Artículo 370.

TABLA 346-12.- Soportes para tubo (conduit) metálico tipo pesado

Tamaño o Designación	Distancia máxima entre soportes en metros
16(1/2) – 21(3/4)	3,9
27(1)	3,7
35(1-1/4) – 41(1-1/2)	4,3
53(2) – 63(2-1/2)	4,9
78(3) y mayores	6,1

C. Especificaciones de construcción

346-15. Disposiciones generales. El tubo (conduit) metálico tipo pesado debe cumplir con las siguientes especificaciones:

a) Longitudes. El tubo (conduit) metálico tipo pesado se suministra en tramos de 3 m, incluido el acoplamiento (se suministra un acoplamiento con cada tramo). El tubo (conduit) se debe escariar y roscar en sus dos extremos. Para aplicaciones o usos específicos se permite suministrar tramos más cortos o más largos de 3 m con o sin acoplamientos y con o sin rosca.

b) Material resistente a la corrosión. El tubo (conduit) de metal no ferroso resistente a la corrosión debe ir marcado adecuadamente.

c) Identificación permanente. Cada tubo (conduit) debe ir identificado de modo claro y duradero conforme lo establecido en la norma de producto.

ARTICULO 347-TUBO (CONDUIT) RIGIDO NO METALICO

A. Disposiciones generales

347-1. Descripción. El tubo rígido no metálico es una canalización de sección transversal circular de material no metálico con accesorios, aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Debe ser resistente a la flama, a la humedad y a agentes químicos. Por encima del piso, debe ser además resistente a la propagación de la flama, resistente a los impactos y al aplastamiento, resistente a las distorsiones por calentamiento en las condiciones que se vayan a dar en servicio y resistente a las bajas temperaturas y a los efectos de la luz del Sol. Para uso subterráneo, el material debe ser aceptablemente resistente a la humedad y a los agentes corrosivos y de resistencia suficiente para soportar impactos y aplastamientos durante su manejo e instalación. En instalaciones subterráneas se permite tubo (conduit) aprobado para este objetivo en longitudes continuas de un carrete. Cuando esté diseñado para enterrarlos directamente, sin empotrarlos en concreto, el material del tubo (conduit) debe ser además capaz de soportar las cargas continuas previstas para después de su instalación.

347-2. Usos permitidos. Se permite el uso de tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero aprobado con sus accesorios, en las siguientes condiciones:

NOTA: Las temperaturas extremadamente frías pueden hacer que algún tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero se vuelva quebradizo y por tanto sea más susceptible a daños por contacto físico.

a) Ocultos. En paredes, pisos y techos.

b) En atmósferas corrosivas. En lugares expuestos a atmósferas corrosivas intensas, como se especifica en 300-6, y sometidos a productos químicos para los que estén aprobados específicamente esos materiales.

c) Escoria. Con relleno de escoria volcánica.

d) En lugares mojados. En instalaciones en centrales lecheras, lavanderías, fábricas de conservas u otros lugares mojados y en lugares en los que se laven frecuentemente las paredes, todo el sistema de conducción, incluidas las cajas y accesorios utilizados en ellos, deben estar instalados y equipados de manera que eviten que entre el agua en la tubería. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales aprobados como resistentes a la corrosión.

e) En lugares secos y húmedos. En los lugares secos y húmedos no prohibidos en 347-3.

f) Expuestos. Para instalaciones de tubo rígido no metálico tipo pesado, expuestas y no sometidas a daño físico, si están aprobados e identificados para dicho uso.

g) En instalaciones subterráneas. Para las instalaciones subterráneas, véanse 300-5 y 710-4(b). Debe utilizarse únicamente tubo rígido no metálico tipo pesado.

h) Soporte de cajas de paso. Se permite usar tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado como soporte de cajas de paso no metálicas y con designación no mayor que la designación nominal mayor de la canalización que entra. Las cajas de paso no deben contener dispositivos, ni soportar luminarias u otro equipo.

NOTA: El tubo (conduit) rígido no metálico tipo ligero no debe utilizarse en instalaciones expuestas.

El tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado puede utilizarse en instalaciones expuestas o no expuestas.

347-3. Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero:

a) En áreas peligrosas (clasificadas). En las áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo establecido en las Secciones 503-3(a), 504-20, y 515-5 y en los lugares de Clase I División 2, tal como lo permite la Excepción de 501-4(b).

b) Como soporte de luminarios. Como soporte de luminarios u otros equipos no descritos en 347-2(h).

c) Expuesto a daños físicos. Cuando esté expuesto a daños físicos, si no está aprobado para ese uso.

d) Temperatura ambiente. Cuando esté expuesto a temperaturas ambientes superiores para las que está aprobado el tubo (conduit).

e) Limitaciones de temperatura del aislamiento. Para usarlo con conductores cuya temperatura de operación exceda aquella para la cual el tubo (conduit) está aprobado.

f) En teatros y locales similares. En teatros y locales similares, excepto lo establecido en los Artículos 518 y 520.

347-4. Otros Artículos. Las instalaciones con tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando, según el Artículo 250, se requiera la puesta a tierra de los equipos, debe instalarse dentro del tubo (conduit) un conductor para la puesta a tierra de equipos.

Excepción: Como se permite en la Sección 250-57(b) Excepción 2 para instalaciones de c.c. y en la Sección 250-57(b) Excepción 3, que los conductores de puesta a tierra de equipo, se instalen independientemente de los conductores del circuito.

B. Instalación

347-5. Desbastado. Todos los extremos del tubo (conduit) deben desbastarse por dentro y por fuera para dejarlos lisos.

347-6. Uniones. Todas las uniones entre tubo (conduit) y entre tubo (conduit) y acoplamientos, cajas y accesorios, deben hacerse con un método adecuado.

347-8. Soportes. El tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero debe instalarse como sistema completo, como establece el Artículo 300 y deben soportarse como exige la Tabla 347-8. Además el tubo (conduit) no metálico debe sujetarse a no más de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, registro u otra terminación del tubo (conduit). El tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero debe sujetarse de modo que se deje holgura para los movimientos de expansión o contracción térmica.

El tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero aprobado y listado para poderlo sujetar a distancias diferentes a 1 m y a distancias diferentes de las especificadas en la Tabla 347-8, se puede utilizar de acuerdo con su diseño aprobado.

Excepción: Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a los de la Tabla 347-8 y sujetos a menos de 1 m de los puntos de terminación.

TABLA 347-8.- Soportes de tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero

Tamaño o Designación	Separación máxima entre soportes en metros
16(1/2)	1,0
21(3/4)	1,0

27(1)	1,0
35(1-1/4)	1,5
41(1-1/2)	1,5
53(2)	1,5
63(2-1/2)	1,8
78(3)	1,8
91(3-1/2)	2,1
103(4)	2,1
129(5)	2,1
155(6)	2,4

Nota: La designación del tubo no tiene unidades. Los valores de identificación son los correspondientes a la designación internacional. Para familiarizar con esta designación se indica entre paréntesis la designación anterior.

347-9. Juntas de expansión. Cuando se espere que la expansión o contracción térmica del tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero, sea de 6 mm o mayor en un tramo recto entre elementos sujetos como cajas, gabinetes, codos u otras terminaciones del tubo (conduit), se deben instalar juntas de expansión para compensar dichas expansiones.

347-10. Designación.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero con designación menor que 16(1/2).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero con designación superior a 155(6).

347-11. Número de conductores. El número de conductores en un tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero no debe exceder el por ciento de ocupación permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

347-12. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se debe instalar una boquilla o accesorio adaptador para evitar el daño por abrasión a la cubierta de los conductores, a menos que la caja o accesorio ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Para la protección de los conductores de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

347-13. Curvas. Las curvas de tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. Cuando se hagan en obra debe utilizarse únicamente un equipo de doblar aprobado e identificado para ese uso. El radio de curvatura al centro del tubo (conduit) de dichas curvas no debe ser menor que el especificado en la Tabla 346-10.

347-14. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total).

347-15. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 370.

347-16. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

C. Especificaciones de construcción

347-17. Disposiciones generales. El tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero debe cumplir lo siguiente:

Marcado. Cada tramo de tubo (conduit) rígido no metálico tipo pesado o ligero debe marcarse en forma permanente por lo menos a cada 3 m con caracteres legibles e indelebles, como establece el primer párrafo de 110-21. Las marcas deben incluir también el tipo de material, a menos que sea identificable visualmente. Se debe indicar nombre o marca del fabricante, material del que está fabricado, si es de tipo pesado o ligero, diámetro nominal y uso. Se permite marcar tubo (conduit) en la superficie para indicar características especiales del material.

NOTA: Por ejemplo, alguna de estas marcas opcionales puede ser “LS” o “SR”, “resistente a los rayos solares”, etcétera.

ARTICULO 348-TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO LIGERO

A. Disposiciones generales

348-1. Definición. Un tubo (conduit) metálico tipo ligero es una canalización metálica, de sección circular, aprobada para la instalación de conductores eléctricos y como conductor de puesta a tierra de equipo cuando se instala con sus accesorios y acoplamientos, aprobados.

348-2. Otros Artículos. Las instalaciones de tubo (conduit) metálico tipo ligero deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

348-3. Usos permitidos.

a) Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero en instalaciones expuestas y ocultas.

b) **Protección contra la corrosión.** Se permite instalar tubo (conduit), codos, acoplamientos y accesorios de metales ferrosos y no ferrosos en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a corrosión grave, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

c) **En lugares mojados.** Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales resistentes contra la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

348-4. Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo ligero:

- (1) cuando durante o después de su instalación pueda verse sometido a daño físico grave;
- (2) cuando estén protegidas contra la corrosión sólo por un esmalte;
- (3) en o bajo relleno de escoria volcánica cuando estén sometidos a humedad permanente, a menos que esté embebido en concreto sin escoria volcánica de no menos de 50 mm de espesor, o cuando el tubo (conduit) esté a no menos de 45 cm bajo relleno de escoria volcánica;
- (4) en cualquier área peligrosa (clasificada) excepto lo permitido en 502-4, 503-3 y 504-20; o
- (5) como soporte de luminarios u otros equipos, excepto cajas de paso no mayores que el tubo (conduit) de mayor designación nominal.

B. Instalación

348-5. De otros metales. Cuando sea posible se debe evitar que haya metales distintos en contacto dentro de la misma instalación, para eliminar la posibilidad de reacción galvánica. Se permite utilizar accesorios y envolventes de aluminio con tubo (conduit) de acero tipo ligero y envolventes y accesorios de acero con tubo (conduit) de aluminio de tipo ligero, cuando no esté sujeto a influencias corrosivas severas.

348-6. Designación.

a) **Mínimo.** No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo ligero con designación nominal menor que 16 (1/2).

Excepción: Para cables de control de motores, como se permite en 430-145(b).

b) **Máximo.** No debe haber tubo (conduit) metálico tipo ligero con designación nominal mayor que 103 (4).

348-7. Número de conductores en el tubo conduit. El número de conductores en un tubo (conduit) no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

348-8. Rosca y desbastado. El tubo (conduit) metálico tipo ligero no debe roscarse. Cuando se utilicen acoplamientos integrados, dichos acoplamientos se deben roscar en fábrica. Todos los extremos del tubo (conduit) tipo ligero deben desbastarse por dentro y por fuera para eliminar los bordes filosos.

348-9. Acoplamientos y conectores. Los coples y conectores utilizados con el tubo (conduit) metálico tipo ligero deben sujetarse firmemente. Cuando estén enterrados en ladrillo u concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben ser de tipo hermético a la lluvia.

348-10. Curvas. Las curvas del tubo (conduit) metálico tipo ligero se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura al centro del tubo (conduit) de cualquier curva hecha en obra no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10.

348-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total).

348-12. Soportes.

a) El tubo (conduit) metálico tipo ligero debe instalarse como sistema completo, como establece el Artículo 300, y debe sujetarse firmemente como mínimo a cada 3 m. Además, el tubo (conduit) debe sujetarse firmemente a no más de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otra terminación.

Excepción 1: Cuando los miembros de la estructura no permitan fácilmente sujetar el tubo (conduit) a cada metro, se permite aumentar la distancia hasta 1,5 m.

Excepción 2: En instalaciones ocultas en edificios acabados o paneles de pared prefabricados cuando tal sujeción es impráctica, se permite instalar el tubo (conduit) metálico tipo ligero (sin acoplamientos) jalándolo por medio de una guía y fijándolo en los extremos.

b) Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) metálico tipo ligero soportados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a 3 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de los puntos de terminación.

348-13. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 370.

348-14. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

C. Especificaciones de construcción

348-15. Disposiciones generales. El tubo (conduit) metálico tipo ligero debe cumplir con las siguientes especificaciones:

a) Sección. El tubo (conduit) metálico tipo ligero y los codos y otras secciones curvas que se utilicen con los mismos, deben ser de sección circular.

b) Acabado. El tubo (conduit) metálico tipo ligero debe tener un acabado o tratamiento en su superficie exterior que le proporcione un medio aprobado y duradero que lo distinga fácilmente, una vez instalado, de los otros tipos de tubo (conduit) metálicos.

c) Acoplamientos. Cuando se utilice el tubo (conduit) metálico tipo ligero con un acoplamiento integral roscado, la rosca tanto para el tubo (conduit) como para el acoplamiento deben ser hechas en fábrica. El acoplamiento debe estar diseñado de modo que evite que el tubo (conduit) metálico ligero se doble en cualquier parte de la rosca.

d) Marcado. El tubo (conduit) metálico tipo ligero debe ir marcado de modo claro y duradero por lo menos cada 3 m, como se exige en el primer párrafo de 110-21.

ARTICULO 349-TUBO (CONDUIT) METALICO FLEXIBLE TIPO LIGERO

A. Disposiciones generales

349-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican al uso, instalación y especificaciones de construcción de las canalizaciones de sección circular para conductores eléctricos, metálicas, flexibles y herméticas a los líquidos, sin cubierta no metálica, así como sus accesorios asociados.

349-2. Otros Artículos. Las instalaciones de tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300 y lo indicado en 110-21.

349-3. Usos permitidos. Se permite usar tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero en circuitos derivados:

- (1) en lugares secos,
- (2) ocultos,
- (3) en lugares accesibles, y
- (4) para instalaciones de 1 000 V máximo.

349-4. Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero:

- (1) en cubos de elevadores,
- (2) en cuartos para almacenamiento de baterías,
- (3) en áreas peligrosas (clasificadas), a menos que se permita de alguna manera bajo otros Artículos de esta norma,
- (4) directamente enterradas o ahogados en concreto colado o concreto agregado,

(5) si están expuestas a daños físicos y

(6) en tramos de más de 1,8 m.

B. Construcción e instalación

349-10. Designación.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero con designación nominal menor que 16 (1/2).

Excepción 1: Se permite instalar tubo (conduit) con designación nominal de 12 (3/8) según lo establecido en 300-22 (b) y (c).

Excepción 2: Se permite instalar tubo (conduit) con designación nominal de 12 (3/8) en tramos no mayores a 1,8 m como parte de un ensamble aprobado para elementos de alumbrado. Véase 410-67 c).

b) Máximo. La designación nominal máxima del tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero es de 21 (3/4).

349-12. Número de conductores

a) Tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero de 16 (1/2) y 21 (3/4). El número de conductores en un tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero con designación nominal de 16 (1/2) y 21 (3/4), no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

b) Tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero de 12 (3/8). El número de conductores permitidos en el tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero con designación nominal de 12 (3/8), no debe exceder lo permitido en la Tabla 350-12.

349-16. Puesta a tierra. Para las reglas sobre el uso de tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero como conductor de puesta a tierra de los equipos, véase la Excepción 1 de 250-91(b).

349-17. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

349-18. Accesorios. El tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero sólo se debe utilizar con accesorios terminales aprobados. Los accesorios deben cerrar eficazmente cualquier abertura de la conexión.

349-20. Curvas.

a) Flexiones no frecuentes en uso. Cuando el tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero, una vez instalado no esté sometido a flexiones frecuentes en uso, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser menor que lo especificado en la Tabla 349-20(a).

TABLA 349-20(a).- Radios de curvatura de tubos con flexiones

Designación	Radio mínimo mm
12 (3/8)	250
16(1/2)	320
21(3/4)	445

Nota: La designación del tubo no tiene unidades. Los valores de identificación son los correspondientes a la designación internacional. Para familiarizar con esta designación se indica entre paréntesis la designación anterior.

b) Curvas fijas. Cuando el tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero se doble para instalarlo y ya no se requiera doblar o flexionar después de su instalación, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser menor que lo especificado en la Tabla 349-20(b).

TABLA 349-20(b).- Radios de curvatura de tubos con curvas fijas

Designación	Radio mínimo en mm
-------------	-----------------------

12 (3/8)	90
16 (1/2)	100
21 (3/4)	130

Nota: La designación del tubo no tiene unidades. Los valores de identificación son los correspondientes a la designación internacional. Para familiarizar con esta designación se indica entre paréntesis la designación anterior.

ARTICULO 350 - TUBO (CONDUIT) METALICO FLEXIBLE

A. Disposiciones generales

350-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para el uso e instalaciones con tubo (conduit) metálico flexible y sus correspondientes accesorios.

350-2. Definición. Un tubo (conduit) metálico flexible es una canalización de sección circular hecha de una banda metálica devanada helicoidalmente, preformada y engargolada.

350-3. Otros Artículos. Las instalaciones con tubo (conduit) metálico flexible deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

350-4. Usos permitidos. El tubo (conduit) metálico flexible debe estar aprobado y listado y se puede usar en lugares expuestos y ocultos.

350-5. Usos no permitidos. No se debe usar tubo (conduit) metálico flexible:

- 1) En lugares mojados, en donde haya posibilidad de que el líquido pueda entrar en las canalizaciones o envolventes a los que esté conectado el tubo.
- 2) En cubos de elevadores, excepto lo permitido en 620-21(a)(1).
- 3) En cuartos de almacenamiento de baterías.
- 4) En áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo permitido en 501-4(b) y 504-20.
- 5) Cuando esté expuesto a materiales que puedan producir el deterioro de los conductores instalados, tales como aceite o gasolina.
- 6) Subterráneo o empotrados en concreto colado o concreto agregado.
- 7) Cuando esté expuesto a daño físico.

B. Instalación

350-10. Designación.

a) Mínimo. No debe utilizarse tubo (conduit) metálico flexible con designación nominal menor que 16 (1/2), excepto lo permitido en los siguientes incisos (1) a (5) para tubo (conduit) de 12 (3/8):

- 1) Para cables de alimentación de motores, como se permite en 430-145(b).
- 2) En tramos no mayores a 1,8 m, como parte de un ensamble aprobado y listado o en salidas para elementos de alumbrado como se permite en 410-67 c) o para equipos de utilización.
- 3) En sistemas de alambrado prefabricados como se permite en 604-6(a).
- 4) En los cubos de elevadores, como se permite en 620-21(a)(1).
- 5) Como parte de un ensamble aprobado para conectar cables de aparatos, como se permite en 410-77 c).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico flexible con designación nominal mayor que 103 (4).

350-12. Número de conductores en el tubo (conduit). El número de conductores en un tubo (conduit) metálico flexible no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1, Capítulo 10 o lo que permite la Tabla 350-12 para tubo (conduit) metálico flexible de 12 (3/8).

350-14. Unión y puesta a tierra. Se permite usar tubo (conduit) metálico flexible para puesta a tierra de equipos, según lo establecido en 250-91(b). Cuando se necesite un puente de unión alrededor de un tubo (conduit) metálico flexible, se debe hacer de acuerdo con lo establecido en 250-79.

Excepción: Se permite utilizar un tubo (conduit) metálico flexible como conductor de puesta a tierra si la longitud total del tramo es de 1,8 m o menos, si el tubo (conduit) termina en accesorios aprobados para puesta a tierra y si los conductores contenidos en el mismo están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 20 A nominales o menos.

Cuando se usen para conectar equipos donde se requiere cierta flexibilidad, debe instalarse un conductor de puesta a tierra de los equipos.

TABLA 350-12.- Número máximo de conductores aislados en tubo (conduit) metálico flexible con designación 12 (3/8) *

Columna **A:** Con accesorios dentro del tubo (conduit) Columna **B:** Con accesorios fuera del tubo (conduit)

Tamaño o Designación del conductor mm ² (AWG)	Tipos TF, XHHW, TW THW, THHN		Tipos TFN, THHN, THWN		Tipos FEP, FEPB	
	A	B	A	B	A	B
0,824 (18)						
1,31 (16)	3	5	5	8	5	8
2,08 (14)	3	4	4	6	4	6
3,3 (12)	2	3	3	4	3	4
5,26 (10)	1	2	2	3	2	3
	1	1	1	1	1	2

*Además está permitido un conductor adicional de puesta a tierra de equipos, del mismo tamaño o designación, con cubierta o desnudo.

350-16. Curvas. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total). Las curvas en el tubo (conduit) deben hacerse de modo que el tubo (conduit) no se dañe y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura al centro del tubo (conduit) de cualquier curva hecha en obra, no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10.

350-18. Soportes. El tubo (conduit) metálico flexible debe sujetarse firmemente por medios aprobados, a menos de 0,3 m de cada caja, gabinete, caja de paso u otra terminación del tubo (conduit) y deben ir apoyados y sujetos a intervalos no mayores a 1,4 m.

Excepción 1: Cuando el tubo (conduit) metálico flexible esté sujeto por sus extremos.

Excepción 2: Tramos que no superen 1 m entre terminales, cuando sea necesaria cierta flexibilidad.

Excepción 3: Tramos que no superen 1,8 m desde una conexión terminal para conexiones de salidas para aparatos de alumbrado, como se permite en 410-67 c).

Se permite el uso de tubo (conduit) metálico flexible instalado horizontalmente que esté soportado por aberturas a través de los miembros de la estructura a intervalos menores a 1,4 m y sujeto firmemente a menos de 30 cm de los puntos de terminación.

350-20. Accesorios. Los accesorios utilizados con tubo (conduit) metálico flexible deben estar aprobados. No deben utilizarse conectores angulares para instalaciones en canalizaciones ocultas.

350-22. Desbastado. Todos los extremos del tubo (conduit) deben desbastarse por dentro y por fuera para dejarlos lisos, excepto cuando se usen accesorios roscados.

350-24. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

ARTICULO 351 - TUBO (CONDUIT) FLEXIBLE HERMETICO A LOS LIQUIDOS METALICO Y NO METALICO

351-1. Alcance. Este Artículo cubre a instalaciones realizadas con tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos y con tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos.

A. Tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos

351-2. Definición. Un tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos es una canalización de sección circular que lleva una cubierta exterior no metálica hermética a los líquidos y resistente a la luz del Sol sobre un núcleo metálico flexible con sus acoplamientos, conectores y accesorios y aprobado para la instalación de conductores eléctricos.

351-3. Otros Artículos. La instalación con tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos debe cumplir las disposiciones correspondientes del Artículo 300 y las Secciones específicas de los Artículos 350, 501, 502, 503 y 553, a las que se hace referencia a continuación.

NOTA: En cuanto a las marcas, véase 110-21.

351-4. Usos

a) Permitidos. Se permite usar tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos en instalaciones expuestas u ocultas:

1) Cuando las condiciones de instalación, funcionamiento o mantenimiento requieran flexibilidad o protección contra líquidos, vapores o sólidos.

2) Según se permita en 501-4(b), 502-4, 503-3 y 504-20 y en otras áreas peligrosas (clasificadas) específicamente aprobados, y según se indica en 553-7(b).

3) Enterrado directamente, cuando esté aprobado e identificado para ese uso.

b) No permitidos. No se debe usar tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos:

1) Cuando esté expuesto a daños físicos.

2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y temperatura de los conductores pueda producir una temperatura de funcionamiento superior a aquella para la cual está aprobado el material.

351-5. Designación.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos con designación inferior a 16 (1/2).

Excepción: Se permite instalar tubo (conduit) de sección comercial de 12 (3/8) según lo establecido en 350-10 (a).

b) Máximo. La designación máxima del tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos es de 103 (4).

351-6. Número de conductores

a) Un solo tubo (conduit). El número de conductores permitido en un solo tubo (conduit) con designación de 16(1/2) a 103(4) no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

b) Tubo (conduit) de 12(3/8). El número de conductores permitidos en un tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos de 12(3/8) no debe exceder lo permitido en la Tabla 350-12.

351-7. Accesorios. Los accesorios utilizados con tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos deben ser aprobados. No deben utilizarse conectores angulares para instalaciones en canalizaciones ocultas.

351-8. Soportes. El tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos, debe sujetarse firmemente de acuerdo a lo siguiente:

a) A intervalos no mayores a 1 m y a menos de 30 cm de cada lado de cada caja de salida, cajas de terminales, gabinetes o accesorios y debe sujetarse a intervalos no mayores a 1,4 m.

b) No se requiere sujetar el tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos cuando se instale en longitudes mayores jalándolo por medio de una guía y fijándolo en los extremos, o en tramos que no superen 1 m entre terminales cuando sea necesaria cierta flexibilidad, o en tramos que no superen los 1,8 m desde una caja terminal de un luminario para conductores derivados hasta el luminario o accesorios de éste, como lo permite 410-67(c).

c) Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no mayores a 1,4 m y sujetos firmemente a menos de 30 cm de los puntos de terminación.

351-9. Puesta a tierra. Se permite usar un tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos para puesta a tierra de equipos, según lo establecido en 250-91(b). Cuando se necesite un puente de unión

alrededor de un tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos, se debe hacer de acuerdo con lo establecido en 250-79.

Excepción: Se permite utilizar un tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos como medio de puesta a tierra, si la longitud total del tramo de tierra es de 1,8 m o menos, si el tubo (conduit) termina en accesorios aprobados y listados para puesta a tierra y si los conductores contenidos en el mismo están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 20 A nominales o menos para tubo (conduit) con designación de 12(3/8) y 16(1/2) y de 60 A o menos para tubo (conduit) con designación desde 21(3/4) hasta 35 (1 ¼).

Cuando se usen para conectar equipo con cierta flexibilidad, debe instalarse un conductor de puesta a tierra del equipo.

NOTA: Para los tipos de conductores de puesta a tierra de equipo, véanse las Secciones 501-16(b), 502-16(b) y 503-16(b).

351-10. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total). Las curvas en el tubo (conduit) deben hacerse de modo que el tubo (conduit) no se dañe y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura al centro del tubo (conduit) de cualquier curva hecha en obra, no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10.

351-11. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

B. Tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos

351-22. Definición. Un tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos es una canalización de sección circular de uno de los siguientes tipos:

1) Con un núcleo interior liso y sin costuras, con una cubierta adherida al núcleo y teniendo una o más capas de refuerzo entre el núcleo y la cubierta.

2) Una superficie interior lisa con refuerzo integral dentro de la pared del tubo (conduit).

3) Una superficie corrugada por dentro y por fuera sin refuerzo integral dentro de la pared del tubo (conduit).

Este tubo (conduit) debe ser resistente a la flama y aprobado, junto con sus accesorios, para la instalación de conductores eléctricos.

351-23. Usos

a) Permitidos. Se permite usar tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos en instalaciones expuestas u ocultas:

NOTA: Las temperaturas muy bajas pueden hacer que algunos tubos (conduit) no metálicos se vuelvan quebradizos y por tanto sean más susceptibles de daños por contacto físico.

1) Cuando se necesite flexibilidad de instalación, funcionamiento o mantenimiento.

2) Cuando haya que proteger a los conductores de vapores, líquidos o sólidos.

3) En instalaciones en exteriores cuando esté aprobado y marcado para ese uso.

NOTA: Para los requisitos del marcado, véase 110-21.

4) Enterrado directamente cuando esté aprobado e identificado para ese uso.

5) Se permite que el tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos, se instale en tramos mayores de 1,8 m si están sujetos de acuerdo con lo indicado en 351-27 o cuando se apruebe una longitud superior a 1,8 m para obtener el grado requerido de flexibilidad.

6) Como un conjunto precableado en fábrica y aprobado con designaciones de 16 (1/2) a 27 (1) para el tipo de tubo definido en 351-22 (2).

b) No permitidos. No se debe usar tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos:

1) Cuando esté expuesto a daño físico.

2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y de los conductores pueda producir una temperatura de funcionamiento superior a aquella para la cual está aprobado el material.

3) En tramos mayores de 1,8 m, excepto lo que se permite en la Sección 351-23(a)(5).

4) Cuando la tensión eléctrica entre los conductores contenidos en el tubo (conduit) sea mayor que 600 V nominales.

Excepción: Lo permitido en 600-32(a) Excepción para anuncios luminosos de más de 600 V.

351-24. Designación. El tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos debe ser con designación de 16(1/2) a 103(4).

Excepción 1: Se permite instalar tubo (conduit) con designación de 12(3/8) según lo establecido en 430-145(b).

Excepción 2: Se permite instalar tubo (conduit) con designación de 12(3/8) en tramos no superiores a 1,8 m como parte de un ensamble aprobado y listado para elementos de alumbrado, según 410-67 c), o para equipos de utilización.

Excepción 3: El tubo (conduit) con designación de 12(3/8) para conductores de anuncios luminosos en aisladores según se establece en 600-32 a).

351-25. Número de conductores. El número de conductores permitidos en un tubo (conduit) individual debe cumplir el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

351-26. Accesorios. Los accesorios utilizados con tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos deben ser aprobados. No deben utilizarse conectores angulares para instalaciones en canalizaciones ocultas.

351-27. Soportes. El tubo (conduit) no metálico flexible hermético a los líquidos, tal como se define en 351-22(2), debe sujetarse firmemente de acuerdo a lo siguiente:

a) A intervalos no mayores a 1 m y a menos de 30 cm de cada lado de cada caja de salida, cajas de terminales, gabinetes o accesorios.

b) No se requiere sujetar el tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos cuando se instale en longitudes mayores jalándolo por medio de una guía y fijándolo en los extremos, o en tramos que no superen 1 m entre terminales cuando sea necesaria cierta flexibilidad, o en tramos que no superen los 1,8 m desde una caja terminal hasta el luminario o accesorio de éste, como lo permite 410-67(c).

c) Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no mayores a 1 m y sujetos firmemente a menos de 30 cm de los puntos de terminación.

351-28. Puesta a tierra de equipos. Cuando sea necesario instalar un conductor de puesta a tierra de equipos para circuitos instalados en tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos, se permite instalarlo dentro o fuera del tubo (conduit). Cuando se instale fuera, la longitud del conductor de puesta a tierra de los equipos no debe superar 1,8 m y debe seguir el mismo camino que la canalización o cubierta. Los accesorios y cajas deben ser puestos a tierra o unirse, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

351-29. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

351-30. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de 90° (360° en total). Las curvas en el tubo (conduit) deben hacerse de modo que el tubo (conduit) no se dañe y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura al centro del tubo (conduit) de cualquier curva hecha en obra, no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10.

ARTICULO 352 - CANALIZACIONES SUPERFICIALES METALICAS Y NO METALICAS

A. Canalizaciones superficiales metálicas

352-1. Usos.

a) Usos permitidos. Se permite el uso de canalizaciones superficiales metálicas en:

- (1) lugares secos;
- (2) en las áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I División 2, como se permite en 501-4(b) Excepción;
- (3) Por debajo de pisos elevados (pisos falsos), como se permite en la Sección 645-5(d)(2).

b) Usos no permitidos. No se permite utilizar canalizaciones superficiales metálicas:

- (1) cuando estén expuestas a daños físicos severos, si no están aprobadas para ello;
- (2) cuando en la canalización la tensión eléctrica entre conductores sea de 300 V o mayor, a menos que el metal tenga un espesor no menor que 1 mm;
- (3) cuando estén expuestas a vapores corrosivos;
- (4) en los cubos de los elevadores;
- (6) en instalaciones ocultas, excepto lo permitido en 352-1(a)(3).

NOTA: Véase en el Artículo 100 la definición de "Expuesto (aplicado a métodos de alambrado)".

352-2. Otros Artículos. Las canalizaciones superficiales metálicas deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

352-3. Tamaño o designación nominal de los conductores. En una canalización superficial metálica no se deben instalar conductores de mayor tamaño nominal de aquellos para los cuales está diseñada la canalización.

352-4. Número de conductores en las canalizaciones. El número de conductores instalados en cualquier canalización superficial metálica no debe ser mayor que aquel para el que está diseñada la canalización.

Los factores de ajuste para las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, de la Sección 310-15(g)(1), no aplican a los conductores instalados en canalizaciones superficiales metálicas, si se cumplen los requisitos siguientes:

- (1) el área de la sección transversal de la canalización es mayor que 2 600 mm²;
- (2) los conductores portadores de corriente no son más de 30;
- (3) la suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos no supera 20% de la correspondiente de la canalización.

352-5. Extensiones a través de paredes y pisos. Se permite que las canalizaciones superficiales metálicas pasen a través de paredes, ladrillos y pisos secos, respectivamente, si el tramo que atraviesa estos elementos es continuo. A ambos lados de la pared, tabique o piso se debe mantener el acceso a los conductores.

352-6. Combinación en canalizaciones. Cuando se utilicen las canalizaciones superficiales metálicas para circuitos de señalización, de alumbrado y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimentos independientes, identificando los circuitos en su interior. En toda la instalación debe mantenerse la misma posición relativa de esos compartimentos.

352-7. Empalmes y derivaciones. Se permite hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones superficiales metálicas que tengan tapa removible accesible después de la instalación. En ese punto, los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal interior de la canalización. En las canalizaciones metálicas superficiales sin tapa removible, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en cajas de terminales. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer con accesorios aprobados.

352-8. Disposiciones generales. Las canalizaciones superficiales metálicas deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente e instalar sin que sus cables estén expuestos a la abrasión.

Cuando se utilicen en las canalizaciones superficiales metálicas tapas y accesorios no metálicos, éstos deben estar aprobados e identificados para dicho uso.

352-9. Puesta a tierra. Las cubiertas de canalizaciones superficiales metálicas que sirvan como paso a otro método de alambrado deben tener un medio para conexión de puesta a tierra de equipo.

B. Canalizaciones superficiales no metálicas

352-21. Descripción. La parte B de este Artículo debe aplicarse a un tipo de canalización superficial no metálica y de accesorios de material no metálico resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. También debe ser resistente a la propagación de la flama, resistente a impactos y aplastamientos, resistente a las distorsiones por calentamiento en las condiciones que se vayan a dar en servicio y resistente a las bajas temperaturas. Se permite identificar las canalizaciones superficiales no metálicas con baja emisión de humos, resistencia a la propagación de incendio y baja acidez con el sufijo LS.

352-22. Uso.

a) Usos permitidos. Se permite el uso de canalizaciones superficiales no metálicas en:

- (1) lugares secos;
- (2) en las áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I División 2, como se permite en 501-4(b) Excepción;

b) Usos no permitidos. No deben utilizarse las canalizaciones superficiales no metálicas en:

- (1) en instalaciones ocultas;
- (2) si están expuestas a daños físicos severos;
- (3) cuando exista una tensión eléctrica entre conductores de 300 V o más, a menos que esté aprobada para una tensión eléctrica más alta;
- (4) en los cubos de los elevadores;

(5) cuando estén expuestas a temperaturas que superen aquellas para las que está aprobada la canalización;

(6) para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento superen la temperatura para la que está aprobada la canalización.

352-23. Otros Artículos. Las canalizaciones superficiales no metálicas deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando el Artículo 250 exija poner a tierra al equipo, debe instalarse en la canalización un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

352-24. Tamaño o designación nominal de los conductores. En una canalización superficial no metálica no se deben instalar conductores de mayor tamaño nominal que el diseñado para la canalización.

352-25. Número de conductores en las canalizaciones. El número de conductores instalados en cualquier canalización superficial no metálica, no debe ser superior a aquel para el que está diseñada la canalización.

352-26. Combinación en canalizaciones. Cuando se utilicen las canalizaciones superficiales no metálicas para circuitos de señalización, de alumbrado y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimentos independientes identificando los circuitos en su interior. En toda la instalación debe mantenerse la misma posición relativa de esos arreglos.

352-27. Disposiciones generales. Las canalizaciones superficiales no metálicas deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes puedan conectarse eléctrica y mecánicamente e instalarse sin que sus cables estén expuestos a la abrasión.

352-28. Extensiones a través de paredes y pisos. Se permite que las canalizaciones superficiales metálicas pasen a través de paredes, ladrillos y pisos secos, respectivamente, si el tramo que atraviesa estos elementos es continuo. A ambos lados de la pared, tabique o piso se debe mantener el acceso a los conductores.

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

C. Canal tipo columna

352-40. Descripción. La parte C de este Artículo debe aplicarse al canal tipo columna y sus accesorios, hechos de metal resistente a la humedad o protegido contra la corrosión y que se estime adecuado para esas condiciones. Se permite que estas canalizaciones con tapa a presión removible estén galvanizadas o sean de acero inoxidable, acero esmaltado o recubierto de PVC o de aluminio. Sus tapas pueden ser metálicas o no metálicas.

352-41. Usos permitidos. Se permite instalar canal tipo columna en:

- (1) en instalaciones expuestas;
- (2) en lugares húmedos;
- (3) en las áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I División 2, como se permite en 501-4(b) excepción;
- (4) en lugares expuestos a vapores corrosivos, cuando estén protegidas por un acabado que se estime adecuado para esas condiciones;
- (5) en instalaciones cuya tensión eléctrica sea de 600 V o menos;
- (6) como postes eléctricos;
- (7) que las canalizaciones tipo columna pasen a través de paredes, ladrillos y pisos secos, respectivamente, si el tramo que atraviesa estos elementos es continuo. A ambos lados de la pared, tabique o piso se debe mantener el acceso a los conductores; y
- (8) canalizaciones ferrosas tipo columna y accesorios protegidos con esmalte contra la corrosión, solamente en interiores y en lugares no sometidos a condiciones corrosivas severas.

352-42. Usos no permitidos. No está permitido utilizar canal tipo columna:

- (1) en instalaciones ocultas

352-43. Otros Artículos. Las instalaciones de canal tipo columna deben cumplir las disposiciones aplicables de los Artículos 250 y 300.

352-44. Tamaño o designación nominal de los conductores. En un canal tipo columna no deben instalarse conductores de mayor tamaño nominal que el diseñado para la canalización.

352-45. Número de conductores en una canalización. El número de conductores permitido en un canal tipo columna no debe superar los porcentajes de la Tabla 352-45 ni las dimensiones del diámetro exterior (DE) de los cables de los tipos y tamaño nominales dados en las Tablas del Capítulo 10.

No se debe aplicar a los conductores instalados en un canal tipo columna los factores de ajuste de la Sección 310-15(g)(1) para las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, si no se dan todas las siguientes condiciones:

- (1) si el área de la sección transversal de la canalización es superior a 2 600 mm²;
- (2) los conductores portadores de corriente no son más de 30;
- (3) la suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos no supera 20% de la correspondiente de la canalización.

Comentario: Fórmula de la superficie ocupada por los cables:

$$N = \frac{AC}{AW}$$

Donde:

N= Número de conductores.

AC= Area de la sección transversal del canal en mm².

AW= Area de la sección transversal del conductor en mm².

TABLA 352-45.- Sección del canal y diámetro del área interior

Tamaño de la canalización en cm	Superficie (mm ²)	40% superficie (mm ²)	25% superficie (mm ²)
4,2 x 2,1	570	230	140
4,2 x 2,5	740	300	185
4,2 x 3,5	1 080	430	270
4,2 x 4,2	1 310	520	330
4,2 x 6,2	2 045	820	510
4,2 x 8,3	2 780	1 110	695
3,8 x 1,9	550	220	135
3,8 x 3,8	1 180	470	295
3,8 x 4,8	1 485	595	370
3,8 x 7,6	2 490	995	620

Observaciones:

1. Para calcular el número de conductores permitidos, en las canalizaciones con uniones externas se toma un 40%.
2. Para calcular el número de conductores permitidos, en las canalizaciones con uniones internas se toma un 25%.

352-46. Extensiones a través de paredes y pisos. Se permite que tramos continuos de canal tipo columna se extiendan a través de paredes, tabiques y pisos si las tiras de la cubierta se pueden quitar desde los dos lados y la parte de la canalización que atraviesa la pared, tabique o piso permanece cubierta.

352-47. Soportes de canal tipo columna.

a) Instalación superficial. Un canal tipo columna debe sujetarse a la superficie sobre la que va instalado mediante abrazaderas externas al canal a intervalos que no superen 3 m y a menos de 30 cm de cada caja de salida, gabinete, caja de paso o cualquier otra terminación del canal.

b) Instalación suspendida. Se permite instalar el canal tipo columna suspendido en el aire por medio de accesorios aprobados diseñados para ese uso y a intervalos que no superen 3 m.

352-48. Empalmes y derivaciones. Se permite hacer en el canal tipo columna empalmes y derivaciones que sean accesibles después de su instalación a través de una tapa desmontable. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal del canal en ese punto. Todos los empalmes y derivaciones deben hacerse con accesorios aprobados.

352-49. Disposiciones generales. El canal tipo columna debe estar construido de modo que se distinga de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente e instalar sin que sus cables estén expuestos a la abrasión.

Cuando se use en canal tipo columna metálico abrazaderas de sujeción y accesorios de material no metálico, deben estar aprobados e identificados para dicho uso.

352-50. Puesta a tierra. Las envolventes de canalizaciones superficiales metálicas que sirvan como transición a otro método de alambrado, deben tener un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipo. Se permite utilizar el canal tipo columna como conductor de puesta a tierra de equipo de acuerdo con lo indicado en 250-91(b)(10). Cuando se utilice una tapa metálica a presión en un canal tipo columna, para conseguir la continuidad eléctrica de acuerdo con sus valores especificados, no se permite utilizar esa tapa como medio de continuidad eléctrica de cualquier receptáculo montado en la misma.

352-51. Marcado. Todos los tramos del canal tipo columna deben marcarse de modo claro y duradero, según requiere la primera frase de la Sección 110-21.

ARTICULO 353 - ENSAMBLE DE RECEPTACULOS MULTIPLES

353-1. Otros Artículos. Un ensamble de receptáculos múltiples debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

353-2. Uso.

a) Usos permitidos. Se permite el uso del ensamble de receptáculos múltiples en:

- (1) lugares secos.
- (2) en áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I División 2, como se permite en 501-4(b) excepción;
- (3) Se permite que un ensamble metálico de receptáculos múltiples pueda estar empotrado dentro de las paredes del edificio o empotrar un ensamble no metálico de receptáculos múltiples en el zoclo.

b) Usos no permitidos. No se deben instalar en:

- (1) lugares ocultos, excepto lo permitido en 353-2(a)(3);
- (2) cuando estén expuestos a daño físico;
- (3) cuando la tensión eléctrica entre conductores sea de 300 V o más, excepto si el ensamble es de metal y tiene un espesor no menor que 1 mm;
- (4) si están expuestos a vapores corrosivos;
- (5) en los cubos de los elevadores;
- (6) en áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo indicado en 353-2(a)(2).

353-3. Ensamble de receptáculos múltiples metálicos a través de paredes divisorias. Se permite prolongar un ensamble de receptáculos múltiples metálico a través de una pared divisoria (pero no tenderlos por el interior de la misma), si se instalan de modo que pueda quitarse la tapa o tapas de todas las partes expuestas y ningún receptáculo quede en el interior de la pared.

ARTICULO 354-CANALIZACIONES BAJO EL PISO

354-1. Otros Artículos. Las canalizaciones bajo el piso deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

354-2. Uso.

a) Usos permitidos. Se permite instalar canalizaciones bajo el piso en:

(1) debajo de la superficie de concreto u otro material del piso en edificios de oficinas, siempre que queden a nivel con el piso de concreto y cubiertas por linóleo u otro revestimiento equivalente.

(2) en áreas peligrosas (clasificadas), como se permite en la Sección 504-20 y en los lugares de Clase I División 2, como se permite en 501-4(b) excepción;

b) Usos no permitidos. No se deben instalar canalizaciones bajo el piso en:

(1) donde puedan estar expuestas a vapores corrosivos;

(2) en áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo permitido en la Sección 354-2(a)(2).

(3) No se deben instalar canalizaciones de metales ferrosos o no ferrosos, cajas de conexiones ni accesorios en concreto ni en zonas expuestas a la influencia de factores corrosivos severos; a menos que estén hechas de un material adecuado para esas condiciones o que estén protegidas contra la corrosión a un nivel aprobado para esas condiciones.

354-3. Cubiertas. Las cubiertas de las canalizaciones deben cumplir con los siguientes incisos.

a) Canalizaciones de no más de 10 cm de ancho. Las canalizaciones semicirculares con la parte superior plana, de no más de 10 cm de ancho, deben tener una cubierta de concreto o madera con espesor no menor que 20 mm sobre la canalización.

Excepción: Lo permitido en los siguientes incisos (c) y (d) para canalizaciones con la parte superior plana.

b) Canalizaciones de más de 10 cm, pero de no más de 20 cm de ancho. Las canalizaciones con la parte superior plana, de más de 10 cm, pero no más de 20 cm de ancho, con una separación mínima entre canalizaciones de 25 mm, deben cubrirse con concreto de un espesor no menor que 25 mm. Las canalizaciones con una separación menor que 25 mm deben cubrirse con concreto de un espesor no menor que 38 mm.

c) Canalizaciones de tipo zanja a nivel con el concreto. Se permite que las canalizaciones de tipo zanja con tapas removibles queden al nivel de la superficie del piso. Dichas canalizaciones aprobadas deben estar diseñadas de modo que la lámina de las tapas les proporcionen una protección mecánica y una rigidez adecuadas y equivalentes a las tapas de las cajas de empalme.

d) Otras canalizaciones a nivel con el concreto. En edificios de oficinas se permite instalar canalizaciones aprobadas con parte superior metálica y plana, de no más de 10 cm de ancho, a nivel con la superficie del piso de concreto, siempre que estén cubiertas con una capa considerable de linóleo o similar, de espesor no menor que 1,6 mm. Cuando se instale a nivel con el concreto más de una canalización, pero no más de tres, deben situarse una al lado de otra y unirse de modo que formen un ensamble rígido.

354-4. Tamaño o designación nominal de conductores. En las canalizaciones subterráneas no se deben instalar conductores de tamaño nominal mayor que aquel para el que está diseñado la canalización.

354-5. Número máximo de conductores en una canalización. La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe exceder 40% de la sección transversal interior de la canalización.

354-6. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer únicamente en cajas de empalme.

Para los fines de esta Sección, el alambrado tipo anillo (conductores continuos no seccionados que conectan varios receptáculos individuales) no se consideran empalmes ni derivaciones.

Excepción: Se permiten empalmes y derivaciones en canalizaciones de tipo zanja a nivel con el piso, que tengan tapa removible y sean accesibles después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal interior de la canalización en ese punto.

354-7. Salidas fuera de servicio. Cuando una salida se abandone, se elimine o deje de utilizarse, los conductores del circuito que suministraban energía a la salida deben quitarse de la canalización. No se permite que haya en las canalizaciones empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de las salidas fuera de servicio en los alambrados tipo anillo.

354-8. En línea recta. Las canalizaciones subterráneas deben hacerse de modo que si se traza una línea recta que una el centro de una caja de empalme con el centro de la siguiente caja de empalme, coincida con

el eje central del sistema de canalización. Las canalizaciones se deben sujetar firmemente de tal modo que no pierdan la alineación durante la construcción.

354-9. Marcas en los extremos. En el extremo de cada tramo recto de una canalización o lo más cerca posible del mismo, se debe localizar una marca adecuada que permita localizar la última inserción.

354-10. Extremos finales. Los extremos finales de las canalizaciones deben cerrarse.

354-13. Cajas de terminales. Las cajas de terminales deben instalarse a nivel con el piso y sellarse para evitar la entrada de agua o concreto. Las cajas de terminales que se utilicen con canalizaciones metálicas deben ser metálicas y no perder la continuidad eléctrica con la canalización.

354-14. Insertos. Los insertos deben situarse a nivel con el piso y sellarse para evitar la entrada de concreto. Los insertos utilizados en canalizaciones metálicas deben ser metálicos y mantener la continuidad eléctrica con la canalización. Los insertos colocados en o sobre canalizaciones de fibra antes de tapar el piso, deben sujetarse mecánicamente a la canalización. Los insertos colocados en canalizaciones de fibra después de tapar el piso, deben atornillarse a la canalización. Cuando se corten las paredes de la canalización, y se coloquen los insertos, debe evitarse que virutas y otras partículas y basura queden dentro de la canalización y las herramientas que se empleen deben estar diseñadas de modo que no entren en la canalización y no dañen a los conductores que ya estuvieran instalados.

354-15. Conexiones con gabinetes y salidas de pared. Las conexiones de las canalizaciones con los centros de distribución y salidas de pared, se deben hacer por medio de tubo (conduit) metálico, tipo pesado, semipesado o ligero y accesorios aprobados, o puede utilizarse tubo (conduit) metálico flexible cuando no esté instalado en concreto. Cuando un sistema subterráneo de canalizaciones metálicas esté provisto de un conductor de puesta a tierra para equipo con terminales, se permite utilizar tubo (conduit) no metálico rígido, tipo pesado, ligero, o puede utilizarse tubo (conduit) no metálico flexible y herméticos a los líquidos cuando no esté instalado en concreto.

ARTICULO 356-CANALIZACIONES EN PISOS METALICOS CELULARES

356-1. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo, una "canalización en piso metálico celular" se define como los espacios huecos de los pisos metálicos celulares, junto con los accesorios adecuados, que se puedan aprobar como envolvente para conductores eléctricos. Una "celda" se define como un espacio sencillo, de forma tubular y cerrado en una sección del piso metálico celular, cuyo eje es paralelo al de la sección del piso metálico. Un "cabezal" se define como una canalización transversal para conductores eléctricos que da acceso a determinadas celdas de un piso metálico celular, permitiendo así el tendido de conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las celdas.

356-2. Usos

a) Usos permitidos. Se permite instalar conductores eléctricos en canalizaciones en pisos metálicos celulares:

(1) en áreas peligrosas (clasificadas), como se permite en la Sección 504-20 y en los lugares de Clase I División 2, como se permite en 501-4(b) excepción;

(2) en estacionamientos públicos para salidas en el techo o extensiones por debajo del piso.

b) Usos no permitidos. No deben instalarse conductores eléctricos en canalizaciones en pisos metálicos celulares:

(1) si están expuestos a vapores corrosivos;

(2) en áreas peligrosas (clasificadas) excepto lo permitido en la Sección 356-2(a)(1);

(3) en estacionamientos públicos, en salidas por encima del piso (ver 356-2(a)(2)).

NOTA: Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase 300-8.

356-3. Otros Artículos. Las canalizaciones en pisos metálicos celulares deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

A. Instalación

356-4. Tamaño o designación nominal de los conductores. No deben instalarse conductores de tamaño nominal mayor que 53,5 mm² (1/0 AWG).

356-5. Número máximo de conductores en una canalización. La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe superar 40% del área de la sección transversal interior de la celda o del cabezal.

356-6. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los cabezales o en cajas de empalme.

Para los propósitos de esta Sección, se considera que los llamados alambrados tipo anillo (conductores continuos que conectan distintas salidas sin ser seccionados) no se consideran empalmes ni derivaciones.

356-7. Salidas fuera de servicio. Cuando una salida quede fuera de servicio, se elimine o se deje de utilizar, los conductores del circuito que suministraban energía a la salida deben quitarse de la canalización. No se permite que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de las salidas abandonadas en los alambrados tipo anillo.

356-8. Marcadores. Para la localización de las celdas en el futuro debe instalarse un número adecuado de marcadores.

356-9. Cajas de empalme. Las cajas de empalme se deben instalar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de agua o concreto. Las cajas de empalme que se utilicen con canalizaciones metálicas deben ser metálicas y no perder la continuidad eléctrica con la canalización.

356-10. Insertos. Los insertos deben situarse a nivel con el piso y sellarse para evitar la entrada de concreto. Los insertos utilizados en canalizaciones metálicas deben ser metálicos y mantener la continuidad eléctrica con la canalización. Cuando se corten las paredes de la canalización, y se coloquen los insertos, debe evitarse que virutas y otras partículas y basura queden dentro de la canalización y las herramientas que se empleen deben estar diseñadas de modo que no entren en la canalización y no dañen a los conductores que ya estuvieran instalados.

356-11. Conexiones desde las celdas con gabinetes y extensiones. Las conexiones de las canalizaciones con los centros de distribución y salidas de pared, se deben hacer por medio de tubo (conduit) metálico, tipo pesado, semipesado o ligero y accesorios aprobados, o puede utilizarse tubo (conduit) metálico flexible cuando no esté instalado en concreto. Cuando existe un conductor de puesta a tierra para equipo con terminales, se permite utilizar tubo (conduit) no metálico rígido, tipo pesado, ligero o puede utilizarse tubo (conduit) no metálico flexible y hermético a los líquidos cuando no esté instalado en concreto.

B. Especificaciones de construcción

356-12. Disposiciones generales. Las canalizaciones en pisos metálicos celulares deben estar construidas de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de todo el sistema y deben brindar un encerramiento completo para los conductores. Sus superficies interiores deben estar libres de rebabas y bordes cortantes y las superficies sobre las que se tiendan los conductores deben estar lisas. Cuando los conductores pasen a través de una canalización se deben instalar boquillas o accesorios adecuados con bordes lisos redondeados.

ARTICULO 358-CANALIZACIONES EN PISOS DE CONCRETO CELULAR

358-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos de las canalizaciones en pisos de concreto celular, en los espacios huecos de los pisos construidos con baldosas prefabricadas de concreto celular y sus accesorios metálicos diseñados para permitir el acceso a las celdas del piso.

358-2. Definiciones. Una "celda" se define como un espacio sencillo, cerrado y tubular en un piso hecho de baldosas prefabricadas de concreto celular, cuyo eje es paralelo a la dirección del miembro del piso. Un "cabezal" se define como una canalización metálica transversal para conductores eléctricos que da acceso a determinadas celdas de un piso de concreto celular, permitiendo así el tendido de conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las celdas.

358-3. Otros Artículos. Las canalizaciones en pisos de concreto celular deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

358-4. Usos no permitidos. No se deben instalar conductores eléctricos en canalizaciones en pisos de concreto celular prefabricado: (1) si están expuestos a vapores corrosivos; (2) en áreas peligrosas (clasificadas), excepto lo permitido en 504-20 y en lugares de Clase I División 2, como se permite en la Excepción de 501-4(b), ni (3) en estacionamientos públicos, excepto para salidas en el techo o extensiones por debajo del piso, pero no por encima.

NOTA: Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase 300-8.

358-5. Cabezales. Los cabezales se deben instalar en línea recta y perpendiculares a las celdas. Los cabezales se deben sujetar mecánicamente a la parte superior del piso prefabricado de concreto celular. Las juntas de los extremos se deben cerrar con un cierre metálico y sellar para impedir la entrada de concreto. El cabezal debe ser eléctricamente continuo y estar conectado equipotencialmente al envolvente del centro de distribución.

358-6. Conexiones con gabinetes y otras envolventes. La conexión de los cabezales con los gabinetes y otras envolventes se debe hacer por medio de canalizaciones metálicas aprobadas y listadas con sus accesorios igualmente aprobados y listados.

358-7. Cajas de empalme. Las cajas de empalme se deben instalar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de agua o concreto. Las cajas de empalme deben ser de metal y tener continuidad mecánica y eléctrica con los cabezales.

358-8. Marcas. Para la localización de las celdas se deben instalar marcas en una cantidad adecuada.

358-9. Insertos. Los insertos deben situarse a nivel con el piso y sellarse para evitar la entrada de concreto. Los insertos deben ser metálicos y fijarse con receptáculos del tipo puesto a tierra. Un conductor de puesta a tierra debe conectar los receptáculos del inserto a la conexión de puesta a tierra del cabezal. Cuando se corten las paredes de la canalización, por ejemplo, para hacer los insertos y para otros casos (por ejemplo, para acceder a las aberturas entre el cabezal y las celdas), debe evitarse que las partículas y la suciedad queden dentro de la canalización, y debe procurarse utilizar herramientas diseñadas de modo que no entren en la canalización, para que no afecten a los cables que pudiera haber instalados.

358-10. Tamaño nominal de los conductores. No se deben instalar conductores de tamaño nominal mayor que 53,5 mm² (1/0 AWG).

358-11. Número máximo de conductores en una canalización. La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe exceder 40% del área de la sección transversal interior de la celda o cabezal.

358-12. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los cabezales o cajas de empalmes.

Para los propósitos de esta Sección, se considera que los llamados alambros tipo anillo (conductores continuos que conectan las distintas salidas sin ser segmentados) no son empalmes ni derivaciones.

358-13. Salidas fuera de servicio. Cuando una salida quede fuera de servicio, se elimine o se deje de utilizar, los conductores del circuito que alimentaban a la salida se deben quitar de la canalización. No se permite que haya en las canalizaciones empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de las salidas abandonadas en los alambros tipo anillo.

ARTICULO 362 - DUCTOS METALICOS Y NO METALICOS CON TAPA

A. Ductos metálicos

362-1. Definición. Los ductos metálicos son ductos de placa metálica con tapa a presión removible, o con bisagras para alojar y proteger cables eléctricos, en los cuales se instalan los conductores después de haber instalado el ducto como un sistema completo.

362-2. Uso. Sólo se permite usar los ductos metálicos en instalaciones expuestas. Los ductos metálicos instalados en lugares mojados deben ser herméticos a la lluvia. No se debe instalar ductos metálicos:

- (1) cuando estén expuestos a daño físico o a vapores corrosivos ni
- (2) en ningún área peligrosa (clasificada), excepto lo permitido en 501-4(b), 502-4(b) y 504-20.

Excepción: Se permite instalar ductos en espacios ocultos según lo establecido en el inciso c) de la Excepción 640-4.

362-3. Otros Artículos. Las instalaciones de ductos deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

362-4. Tamaño nominal de los conductores. No se debe instalar en un ducto ningún conductor de mayor tamaño nominal que aquel para el cual fue diseñado.

362-5. Número de conductores. Los ductos no deben contener más de 30 conductores de fase en ninguna parte. No se consideran conductores de fase los de circuitos de señalización o los conductores de control entre el motor y su arrancador, que se utilizan únicamente para el arranque del motor.

La suma del área de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier lugar del ducto no debe superar 20% del área de la sección transversal interior del mismo.

No se deben aplicar los factores de ajuste de la Sección 310-15(g), para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, a los 30 conductores de fase que ocupen 20% del espacio, como se especificó anteriormente.

Excepción 1: Cuando se apliquen los factores de corrección especificados en la Sección 310-15(g) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, no debe limitarse el número de conductores de fase, pero la suma del área de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier lugar del ducto no debe exceder 20% del área de la sección transversal interior del mismo.

Excepción 2: Como se establece en 520-6, la limitación a 30 conductores no se debe aplicar en teatros ni locales similares.

Excepción 3: Como se establece en 620-32, la limitación de 20% de ocupación no se debe aplicar para elevadores y montacargas.

362-6. Conductores aislados doblados. Cuando en un ducto se doblen conductores aislados, bien en sus extremos o donde los tubos, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan del conducto, o cuando la dirección del ducto varíe más de 30°, se deben aplicar las dimensiones correspondientes indicadas en 373-6. Cuando los conductores aislados de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores entren en una canalización a través de otra canalización o cable, la distancia entre esa canalización y las entradas del cable no debe ser inferior a seis veces el diámetro de la mayor canalización o conector del cable.

362-7. Empalmes y derivaciones. En los ductos se permite hacer derivaciones que sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal del ducto en ese punto.

362-8. Soportes. Los ductos se deben sujetar de acuerdo con lo siguiente:

a) Soporte horizontal. Cuando se instalen horizontalmente, los ductos se deben sujetar en cada extremo y a intervalos que no excedan 1,5 m o para tramos individuales que excedan 1,5 m, en cada extremo o unión, excepto si están aprobados y listados para otros intervalos. La distancia entre los soportes no debe exceder de 3 m.

b) Soporte vertical. Los tramos verticales de ductos se deben sujetar firmemente a intervalos que no excedan de 4,5 m y no debe haber más de una unión entre dos soportes. Las secciones unidas de los ductos se deben sujetar firmemente, de modo que constituyan una junta rígida.

362-9. Extensión a través de paredes. Se permite que los ductos metálicos pasen a través de paredes si el tramo que pasa por la pared es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores por ambos lados de la pared.

362-10. Extremos finales. Los extremos finales de los ductos para cables deben estar cerrados.

362-11. Extensiones a partir de ductos. Las extensiones que salen de los ductos se deben efectuar usando cordones colgantes instalados de acuerdo con la Sección 410-10, o cualquier método de alambrado indicado en el Capítulo 3 que incluya un medio de puesta a tierra del equipo. Cuando se utilice un conductor independiente de puesta a tierra del equipo, la conexión de los conductores de puesta a tierra del alambrado de la instalación con el ducto debe cumplir lo establecido en 250-113 y 250-118. Cuando se emplee tubo (conduit) no metálico tipo pesado, tipo ligero o no metálico flexible y hermético a los líquidos, la conexión del conductor de puesta a tierra del equipo de la canalización no metálica al ducto metálico debe cumplir lo establecido en 250-113 y 250-118.

362-12. Marcado. Los ductos se deben marcar de modo que después de su instalación quede claramente visible el nombre del fabricante o su marca comercial.

362-13. Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir las disposiciones del Artículo 250.

B. Ductos no metálicos

362-14. Definición. Los ductos no metálicos son ductos de material no metálico retardante a la flama, con tapa con bisagras o removible, para alojar y proteger alambres y cables eléctricos y en los cuales se instalan los conductores después de instalado el conducto, como un sistema completo.

362-15. Usos permitidos. Se permite el uso de ductos no metálicos aprobados y listados:

1) Sólo en instalaciones expuestas.

Excepción: Se permite instalar ductos en espacios ocultos según lo establecido en 640-4, Excepción, inciso c.

2) Donde estén expuestos a vapores corrosivos.

3) En lugares mojados, cuando estén aprobados y listados para ese fin.

NOTA: Las temperaturas muy bajas pueden hacer que algunos tubos no metálicos se vuelvan frágiles y por tanto sean más susceptibles de daño por contacto físico.

362-16. Usos no permitidos. No se deben utilizar ductos no metálicos:

1) Cuando estén expuestos a daño físico.

2) En áreas peligrosas (clasificadas).

Excepción: Lo permitido en 504-20.

3) Cuando estén expuestos a la luz del Sol, excepto si están aprobados e identificados para ese uso.

4) Cuando estén expuestos a temperatura ambiente distinta para la que fue aprobado el ducto no metálico.

5) Con conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento superen aquellos para los que está aprobado y listado el ducto no metálico.

362-17. Otros Artículos. Las instalaciones de ductos no metálicos para cables deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando en el Artículo 250 se exija la puesta a tierra del equipo, en el ducto no metálico se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

362-18. Tamaño nominal de los conductores. En un ducto no se debe instalar ningún conductor de mayor tamaño nominal que aquel para el cual fue diseñado el ducto.

362-19. Número de conductores. La suma del área de la sección transversal de todos los conductores portadores de corriente contenidos en cualquier parte de un ducto no metálico no debe exceder 20% del área de la sección transversal del mismo. No se consideran conductores portadores de corriente los de los circuitos de señalización o los conductores entre un motor y su control de arranque, utilizados únicamente para el arranque del motor.

A los conductores portadores de corriente eléctrica que ocupen hasta e inclusive 20% del espacio, como se acaba de indicar, se les deben aplicar los factores de ajuste de la Sección 310-15(g)(1) de las Tablas de capacidad de conducción de corriente, de 0 a 2 000 V.

362-20. Conductores aislados doblados. Cuando dentro de un ducto se doblen conductores aislados, bien en sus extremos o donde los tubos, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan del conducto o cuando la dirección del ducto varíe más de 30°, se deben aplicar las dimensiones correspondientes indicadas en 373-6.

362-21. Empalmes y derivaciones. Se permiten empalmes y derivaciones en los ductos no metálicos con tal que sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75 % del área de la sección transversal del ducto en ese punto.

362-22. Soportes. Los ductos se deben sujetar de acuerdo con lo siguiente:

a) Soporte horizontal. Cuando vayan instalados horizontalmente, los ductos se deben sujetar a intervalos que no excedan de 1 m y en cada extremo o unión, excepto si están aprobados y listados para otros intervalos. En ningún caso la distancia entre los soportes debe exceder de 3 m.

b) Soporte vertical. Los tramos verticales de ductos se deben sujetar de forma firme a intervalos que no excedan de 1,2 m y no debe haber más de una unión entre dos soportes. Las secciones unidas de los ductos se deben sujetar de forma segura de modo que constituyan una junta rígida.

362-23. Juntas de expansión. Cuando en un ducto no metálico se esperen variaciones de longitud en un tramo recto de 6 mm o más, se deben instalar dispositivos de dilatación que compensen la expansión térmica y contracción.

362-24. Extensión a través de paredes. Se permite que los ductos no metálicos para cables pasen a través de paredes si el tramo que pasa por la pared es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores por ambos lados de la pared.

362-25. Extremos finales. Los extremos finales de los ductos deben quedar cerrados utilizando herrajes aprobados.

362-26. Extensiones de los ductos. Las extensiones de los ductos para cables se deben hacer mediante cordones colgantes o cualquier método de alambrado indicado en el Capítulo 3. Se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra del equipo por cualquiera de los métodos aplicados al alambrado de la extensión.

362-27. Marcado. Los ductos no metálicos deben ir marcados de modo que, después de su instalación, se vea claramente el nombre del fabricante o su marca comercial y el área de su sección transversal interior en mm^2 o las dimensiones del ducto. Se permite identificar con el sufijo LS los ductos no metálicos con baja emisión de humos, resistentes a la propagación de incendio y baja acidez.

ARTICULO 363 - CABLES PLANOS TIPO FC

363-1. Definición. Los cables planos tipo FC consisten en varios conductores paralelos fabricados integralmente con una malla de material aislante específicamente diseñada para su instalación en canalizaciones metálicas superficiales.

363-2. Otros Artículos. Además de las disposiciones de este Artículo, las instalaciones de cables tipo FC deben cumplir las disposiciones aplicables de los Artículos 210, 220, 250, 300, 310 y 352.

363-3. Usos permitidos. Se permite utilizar cables planos únicamente como circuitos derivados que alimenten dispositivos para alumbrado, pequeños aparatos eléctricos o pequeñas cargas. Los cables planos sólo se deben instalar en instalaciones expuestas. Los cables planos sólo se deben instalar en lugares donde no estén expuestos a daño físico.

363-4. Usos no permitidos. No se deben instalar sistemas de cables planos:

- (1) si están sometidos a vapores corrosivos, a menos que sean adecuados para esa aplicación;
- (2) en cubos de elevadores;
- (3) en áreas peligrosas (clasificadas) o
- (4) en exteriores o en lugares húmedos o mojados, excepto si están aprobados e identificados para su uso en lugares mojados.

363-5. Instalación. En la obra, los cables planos sólo se deben instalar en canalizaciones metálicas superficiales aprobadas e identificadas para ese uso. La parte acanalada de la canalización metálica superficial se debe instalar como un sistema completo antes de introducir en su interior los cables planos.

363-6. Número de conductores. Los sistemas de cables planos constan de dos, tres o cuatro conductores.

363-7. Tamaño de los conductores. Los sistemas de cables planos deben tener conductores de hilos de cobre especialmente trenzados de tamaño nominal de $5,26 \text{ mm}^2$ (10 AWG).

363-8. Aislamiento de los conductores. Todo el sistema de cables planos debe estar formado de modo que ofrezca una cubierta aislante adecuada de todos sus conductores, por medio de uno de los materiales que aparecen en la Tabla 310-13 para instalaciones de circuitos derivados.

363-9. Empalmes. Los empalmes deben hacerse en cajas de empalme aprobadas y listadas.

363-10. Derivaciones. Las derivaciones deben hacerse entre cualquier fase y el conductor puesto a tierra o cualquier otra fase, por medio de dispositivos y accesorios aprobados e identificados para ese uso. Los dispositivos de empalme deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que 15 A o más de 300 V a tierra y deben ser de los colores que se exige en 363-20.

363-11. Terminales del cable. Cada extremo terminal de cables planos debe cubrirse con un capuchón u otro dispositivo aprobado e identificado para ese uso.

El accesorio del extremo de las canalizaciones metálicas superficiales debe estar también aprobado e identificado para ese uso.

363-12. Soportes para equipos. Los soportes para equipos conectados con los cables planos deben estar aprobados e identificados para ese uso.

363-13. Accesorios. Los accesorios que se instalen con los cables planos deben estar diseñados e instalados de modo que protejan a los cables contra daño físico.

363-14. Extensiones. Todas las extensiones de los cables planos se deben hacer por métodos de alambrado aprobados, en las cajas de empalme instaladas en cualquier extremo de la trayectoria de los cables planos.

363-15. Soportes. Los cables planos se deben sujetar en las canalizaciones metálicas de superficie por medios diseñados especialmente para ese uso.

Las canalizaciones metálicas de superficie se deben sujetar según lo requerido para ese tipo de canalizaciones.

363-16. Capacidad de conducción de corriente nominal. La capacidad de conducción de corriente nominal de un circuito derivado no debe exceder los 30 A.

363-17. Marcado. Además de lo establecido en 310-11, los cables tipo FC deben llevar marcada de modo duradero en su superficie su temperatura de operación nominal, a intervalos no mayores a 60 cm.

363-18. Cubiertas protectoras. Cuando los cables planos se instalen a menos de 2,4 m sobre el piso o plataforma fija de trabajo, se deben proteger con una cubierta metálica aprobada e identificada para ese uso.

363-19. Identificación. El conductor puesto a tierra se debe identificar en toda su longitud por medio de una marca clara y duradera de color blanco o gris claro.

363-20. Identificación del tablero de terminales. Los tableros de terminales adecuados para este uso deben tener marcas claras y duraderas de color o con letras. La parte del bloque terminal correspondiente del conductor puesto a tierra debe llevar una marca blanca o una designación adecuada. La siguiente sección adyacente al tablero de terminales debe llevar una marca negra o una designación adecuada. La siguiente sección debe llevar una marca roja o una designación adecuada. La última sección o externa (opuesta al conductor puesto a tierra), debe llevar una marca azul o una designación adecuada.

ARTICULO 364-DUCTOS CON BARRAS (ELECTRODUCTOS)

A. Disposiciones generales

364-1. Alcance. Este Artículo cubre los ductos con barras (electroductos) y sus accesorios, que se utilizan como circuitos de entrada de acometida, alimentadores y derivaciones.

364-2. Definición. Para el propósito de este Artículo, un electroducto es un ducto metálico puesto a tierra que contiene conductores desnudos o aislados, usualmente de cobre o aluminio en forma de barras, alambres o tubos, ensamblados en fábrica.

NOTA: Para canalizaciones prealambradas en campo, véase el Artículo 365.

364-3. Otros Artículos aplicables. Las instalaciones de electroductos deben cumplir con los requisitos aplicables del Artículo 300.

364-4. Usos

a) Usos permitidos. Los electroductos deben instalarse en forma visible y en lugares despejados.

Excepción 1: Se permite la instalación de electroducto detrás de paneles, si están accesibles y se cumple con todas las siguientes condiciones:

a. Que no haya dentro del electroducto dispositivos de protección contra sobrecorriente, excepto los correspondientes a los equipos individuales o a otras cargas.

b. Que el espacio detrás de los paneles no se use para ventilación o manejo de aire.

c. Que el electroducto sea del tipo no ventilado, totalmente cerrado.

d. Que el electroducto se instale de tal manera que las uniones entre secciones y los accesorios, sean accesibles para fines de mantenimiento.

Excepción 2: Se permite instalar electroductos detrás de paneles de acceso, de acuerdo con lo indicado en 300-22(c).

b) Usos no permitidos. Los electroductos no deben instalarse:

- (1) cuando puedan estar sometidos a daño físico o a vapores corrosivos;
- (2) en cubos de elevadores;
- (3) en áreas peligrosas (clasificadas), a menos que estén aprobados para ese uso en particular. (Véase 501-4(b)); ni
- (4) a la intemperie o en lugares mojados o húmedos, a menos que estén aprobados e identificados para ese uso.

Los electroductos para alumbrado o para trole de equipo móvil no deben instalarse a menos de 2,5 m sobre el piso o plataforma de trabajo, a menos que estén provistos de una cubierta protectora adecuada.

364-5. Soportes. Los electroductos deben estar firmemente soportados a distancias no mayores de 1,50 m a menos que por diseño se marque otro espaciamiento entre soportes.

364-6. Paso a través de paredes y pisos. Los electroductos pueden pasar a través de paredes secas, siempre que el paso se haga con tramos continuos de una sola pieza. También pueden extenderse verticalmente a través de pisos secos, siempre y cuando los ductos estén completamente cerrados (no ventilados), y hasta una altura sobre el nivel del piso de 1,80 m como mínimo, para proveer una adecuada protección contra daños mecánicos.

NOTA: Véase 300-21, propagación del fuego y de los productos de la combustión.

364-7. Extremos de los electroductos. Los extremos de los electroductos deben estar cerrados.

364-8. Derivaciones desde los electroductos. Las derivaciones desde los electroductos pueden hacerse como se indica a continuación:

a) Con canalizaciones de los tipos indicados en los Artículos 331, 345, 346, 347, 348, 350, 351, 352, 364, o con cables tipo MC, Artículo 334. Cuando se utiliza una canalización no metálica, la conexión de los conductores para la puesta a tierra de equipo, contenidos en la canalización, al electroducto debe cumplir con lo indicado en 250-113 y 250-118.

b) Pueden usarse conjuntos de cordones o cables para uso rudo para la conexión de equipo portátil o de equipo fijo para facilitar su conexión si se desplazan ocasionalmente, siguiendo lo establecido en 400-7 y 400-8 y las siguientes condiciones:

1) El cordón o cable debe fijarse al edificio por medios aprobados.

2) La longitud del cordón o cable desde la conexión de clavija en el electroducto hasta el dispositivo que proporciona la tensión eléctrica en el cordón o cable, no debe ser mayor que 1,80 m.

Excepción: Solamente en establecimientos industriales y cuando el mantenimiento y la supervisión se realicen por personal calificado, se permite el uso de longitudes de cordón mayores de 1,80 m entre la conexión al electroducto y el dispositivo de tensión eléctrica, si el cordón o cable se sujeta a intervalos que no excedan de 2,40 m.

3) El cordón o cable debe instalarse en forma vertical desde el dispositivo compensador de tensión hasta el equipo alimentado.

4) Se deben colocar abrazaderas relevadoras de esfuerzos para el cable o cordón, en las conexiones al electroducto y en las terminales de los equipos alimentados.

364-9. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe hacerse de acuerdo con lo indicado en 364-10 a 364-13.

364-10. Capacidad nominal de la protección contra sobrecorriente en alimentadores. Cuando la capacidad de conducción de corriente de un electroducto no coincida con una capacidad normalizada de un dispositivo de protección de sobrecorriente, debe seleccionarse uno con el valor superior más cercano a ésta, sólo si esa capacidad no excede de 800 A.

364-11. Reducción de la capacidad de conducción de corriente nominal del electroducto. Se requiere de un dispositivo de protección contra sobrecorriente cuando algún tramo del electroducto tiene menor capacidad de conducción de corriente que el electroducto general.

Excepción: En instalaciones industriales puede omitirse la protección adicional contra sobrecorriente en los puntos del electroducto de menor capacidad de conducción de corriente, siempre y cuando la longitud del electroducto más pequeño no sea mayor que 15 m, desde el punto de reducción, y que su capacidad de conducción de corriente sea igual o mayor que la tercera parte del tamaño o ajuste del dispositivo de sobrecorriente que protege a la línea. Se requiere además que el electroducto no esté en contacto con materiales combustibles.

364-12. Alimentadores o circuitos derivados. Cuando el electroducto se utiliza como alimentador y las derivaciones o subalimentadores se inician en dispositivos, o conectores enchufables que se conectan a las barras del electroducto, los elementos de protección contra sobrecorriente para los circuitos derivados o subalimentadores deben estar incluidos en dichos dispositivos. Los dispositivos enchufables deben tener un interruptor automático o uno con fusibles, de operación externa. Cuando tales dispositivos están montados lejos del alcance del operador y contienen medios de desconexión, pueden emplearse medios como cuerdas, cadenas o pértigas para permitir la operación manual desde el piso o lugar accesible.

Excepción 1: Lo permitido en 240-21, para derivaciones.

Excepción 2: Cuando se conectan al electroducto luminarios fijas o semifijas, por medio de extensiones de cordón cuya clavija incluye el dispositivo de protección de sobrecorriente.

Excepción 3: Cuando se enchufan directamente en el electroducto aparatos sin cordón y la protección contra sobrecorriente está montada en el aparato.

364-13. Protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados. Los electroductos pueden emplearse como circuitos derivados de cualquiera de los tipos descritos en el Artículo 210.

Donde se usen en esa forma, la capacidad de corriente eléctrica del circuito derivado está determinada por el tamaño o ajuste del dispositivo de protección que protege al electroducto y el circuito debe estar de acuerdo en todos los aspectos con los requerimientos del Artículo 210 aplicables a circuitos derivados de esa capacidad y debe cumplir con lo aplicable de los Artículos 430 y 440.

364-15. Marcado. Los electroductos deben llevar una placa que indique la corriente eléctrica nominal y la tensión de operación para la cual están diseñados y el nombre o marca del fabricante, y que quede visible después de la instalación.

B. Requisitos para tensión eléctrica mayor que 600 V nominales

364-21. Identificación. Cada tramo de electroducto debe estar provisto de una placa de datos, con la siguiente información:

(1) Tensión eléctrica nominal;

(2) Capacidad máxima de corriente eléctrica en operación normal. Si el electroducto tiene ventilación forzada, la identificación debe incluir tanto la capacidad con ventilación forzada como la capacidad con ventilación natural, para el mismo incremento de temperatura;

(3) Frecuencia nominal;

(4) Tensión eléctrica de impulso nominal;

(5) Rigidez dieléctrica a 60 Hz, en seco;

(6) Corriente eléctrica nominal momentánea, y

(7) Nombre o marca del fabricante.

364-22. Puesta a tierra. Los electroductos blindados con cubierta metálica deben ser puestos a tierra como se indica en el Artículo 250.

364-23. Estructuras de soporte y adyacentes. Los electroductos blindados con cubierta metálica deben instalarse de forma tal que el aumento de temperatura por la circulación de corrientes eléctricas inducidas en cualquiera de las partes metálicas adyacentes, no sea peligroso para el personal ni constituya riesgo de incendio.

364-24. Neutro. Cuando se requiera una barra para el neutro del sistema, ésta debe tener una capacidad de conducción de corriente adecuada para conducir todas las corrientes eléctricas de carga del neutro, incluyendo las armónicas, además debe tener capacidad adecuada instantánea de cortocircuito de acuerdo con los requisitos del sistema.

364-25. Barreras y sellos. Los electroductos que tengan trayectorias que pasen del interior al exterior de edificios, deben tener un sello para vapor en la pared del edificio, para evitar el intercambio de aire entre las secciones interiores y exteriores.

Excepción: No se requiere un sello para vapor en electroductos con ventilación forzada.

Deben colocarse barreras contra el fuego cuando se atraviesan paredes, pisos o cielos rasos.

NOTA: Para información sobre propagación de fuego o de los productos de la combustión, véase 300-21.

364-26. Drenaje. Deben proveerse válvulas, filtros de drenaje o métodos similares, para facilitar la eliminación de humedad condensada en los puntos bajos de las trayectorias de los electroductos.

364-27. Electroductos con ventilación. Los electroductos con ventilación deben instalarse de acuerdo con lo indicado en la Sección 110-31, a menos que estén diseñados en forma tal que si algún objeto extraño se introduce por cualquier abertura, éste sea desviado de las partes energizadas.

364-28. Terminales y conexiones. Cuando los electroductos conectan máquinas enfriadas por gas inflamable, deben proveerse conectores de salida sellados, deflectores u otros medios, que impidan la acumulación de gas inflamable dentro de la envolvente del electroducto.

En tendidos largos y rectos del electroducto, deben proveerse conexiones flexibles o de expansión, para permitir la expansión o contracción por temperatura, y también donde los electroductos atraviesan las juntas amortiguadoras de vibraciones de los edificios.

Todos los dispositivos de terminación y conexión de conductores deben ser accesibles para su instalación, conexión y mantenimiento.

364-29. Desconectores. Los dispositivos de interrupción o puentes de desconexión incluidos en el sistema de electroductos, deben tener la misma capacidad de conducción momentánea de corriente que las barras. Los puentes de desconexión deben llevar claramente marcada la indicación de que sólo pueden ser removidos cuando las barras estén desenergizadas. Los dispositivos de interrupción para desconexión sin carga, deben estar protegidos para impedir su operación con carga, y los envolventes de los puentes de desconexión deben estar protegidos para impedir el acceso a las partes energizadas.

364-30. Alambrado en 600 V nominales o menos. Los dispositivos de control secundario y su alambrado, que forman parte del sistema del electroducto, deben estar aislados de los otros elementos primarios del circuito por medio de barreras retardantes del fuego, excepto cuando se trate de un alambrado corto, tales como las terminales de transformadores de instrumento.

ARTICULO 365 - CANALIZACIONES PREALAMBRADAS

365-1. Definición. La canalización prealambrada es un conjunto de conductores aislados montados en posiciones espaciadas en una estructura de metal ventilado que los soporta y protege y que incluye accesorios y terminales de conductores.

La canalización prealambrada se ensambla normalmente en el lugar de instalación con componentes proporcionados o especificados por el fabricante y de acuerdo con lo indicado en las instrucciones para el trabajo específico.

El conjunto está diseñado para conducir corriente eléctrica de falla y soportar las fuerzas magnéticas de dichas corrientes.

365-2. Usos

a) 600 V o menos. Las canalizaciones prealambradas aprobadas se permiten para cualquier tensión o corriente eléctrica para las cuales los conductores espaciados estén especificados y deben instalarse solamente para trabajos expuestos. Cuando se instalen en exteriores o en lugares corrosivos, húmedos o mojados, deben ser adecuadas para tal uso. Las canalizaciones prealambradas no se deben instalar en huecos de elevadores ni en áreas peligrosas (clasificadas), a menos que sean específicamente adecuadas para tales usos. Las canalizaciones prealambradas pueden ser usadas para circuitos derivados, alimentadores y acometidas.

Las estructuras de las canalizaciones prealambradas cuando se conectan en forma adecuada, pueden usarse como conductores de puesta a tierra del equipo, en circuitos derivados y alimentadores, siempre que esté conectado equipotencialmente como se exige en el Artículo 250.

b) Más de 600 V. Las canalizaciones prealumbradas se permiten para sistemas de más de 600 V nominales. Véase 710-4 (a).

365-3. Conductores

a) Tipo de conductores. En las canalizaciones prealumbradas, los conductores de fase deben tener un aislamiento adecuado para 75°C o más, aprobado, adecuado para las condiciones de uso, de acuerdo con lo indicado en los Artículos 310 y 710.

b) Capacidad de conducción de corriente de los conductores. La capacidad de conducción de corriente de los conductores en las canalizaciones prealumbradas debe estar de acuerdo con lo indicado en las Tablas 310-17 y 310-19, o las Tablas 310-69 y 310-70 para instalaciones mayores que 600 V.

c) Tamaño o designación y número de conductores. El área de la sección transversal nominal y el número de conductores deben ser para los cuales la canalización prealumbrada está diseñada, y el tamaño nominal del conductor en ningún caso debe ser menor que 53,5 mm² (1/0 AWG).

d) Soportes de conductores. Los conductores aislados deben estar soportados sobre bloques u otros medios diseñados para este propósito. Los conductores individuales en una canalización prealumbrada deben estar sujetos a intervalos no mayores de 90 cm para canalizaciones horizontales y 45 cm para canalizaciones verticales. El espaciamiento vertical y horizontal entre los conductores soportados no debe ser menor que el diámetro de un conductor en los puntos de sujeción.

365-5. Protección contra sobrecorriente. Las canalizaciones prealumbradas deben estar protegidas contra sobrecorriente, de acuerdo con la capacidad de conducción de corriente de los conductores de la canalización prealumbrada, de acuerdo con lo indicado en 240-3. Cuando la capacidad de conducción de corriente de los conductores de una canalización prealumbrada no corresponda a la de un dispositivo de protección normalizado, se debe utilizar el de capacidad inmediata superior, siempre y cuando no exceda de 800 A.

Excepción: Está permitida la protección contra sobrecorriente para sistemas de más de 600 V, de acuerdo con lo indicado en 240-100.

365-6. Soportes y extensiones a través de paredes y pisos

a) Soportes. Las canalizaciones prealumbradas deben estar sujetas firmemente a distancias no mayores de 3,6 m.

Excepción: Cuando se requieran tramos mayores de 3,6 m, la estructura se debe diseñar específicamente para la longitud requerida.

b) Tendidos transversales. Las canalizaciones prealumbradas pueden extenderse transversalmente a través de tabiques o paredes que no sean paredes contra el fuego, siempre que dentro de la pared sea continua, esté protegida contra daños materiales y no esté ventilada.

c) A través de plataformas y pisos secos. Las canalizaciones prealumbradas pueden extenderse en tramos verticales a través de plataformas y pisos secos, excepto donde se requieran bloques contra fuego, siempre que la canalización prealumbrada esté totalmente cerrada en el lugar donde atraviesa la plataforma o al piso y hasta una altura de 1,8 m.

d) A través de plataformas y pisos en lugares mojados. Las canalizaciones prealumbradas pueden colocarse en tramos verticales a través de plataformas y pisos en lugares mojados, excepto cuando se requieran bloques contra fuego, siempre que:

(1) Existan brocales u otros medios que impidan que el agua pase a través de la abertura en la plataforma o el piso, y

(2) La canalización prealumbrada esté totalmente cerrada en el lugar donde atraviesa a la plataforma o al piso y hasta una altura de 1,8 m.

365-7. Accesorios. Las canalizaciones prealumbradas deben estar equipadas con accesorios adecuados para:

(1) cambios verticales u horizontales de dirección en el recorrido;

(2) remates;

(3) terminaciones que estén dentro o sobre aparatos o equipos conectados o en las cubiertas de tales equipos, y

(4) dar protección física adicional a los conductores donde se requiera, tales como resguardo cuando estén expuestos a daños mecánicos severos.

365-8. Terminales de conductores. Para las conexiones de los conductores de las canalizaciones prealambradas, se deben emplear terminales aprobadas.

365-9. Puesta a tierra. Las canalizaciones prealambradas deben estar puestas a tierra y unidas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250, excluyendo la Excepción 2 de 250-33.

365-10. Marcado. Cada sección de la canalización prealambrada debe marcarse con el nombre del fabricante o marca comercial y con el diámetro máximo, número, tensión eléctrica nominal de trabajo y capacidad de conducción de corriente de los conductores que se deban instalar. El marcado debe ubicarse de manera que sea visible después de la instalación.

ARTICULO 370 – CAJAS, CAJAS DE PASO Y SUS ACCESORIOS, UTILIZADOS PARA SALIDA, EMPALME, UNION O JALADO

A. Alcance y disposiciones generales

370-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos de la instalación y uso de las cajas y cajas de paso (ovaladas y redondas), utilizadas para salidas, empalmes, unión o jalado. Las cajas comúnmente denominadas FS y FD, de dimensiones mayores, de metal fundido, cajas de lámina metálica y otras como las no metálicas, no se consideran cajas de paso. Este Artículo trata además de los requisitos de instalación de los accesorios utilizados para conectar las canalizaciones entre sí, así como las canalizaciones y cables, a las cajas y cajas de paso.

NOTA: Para sistemas de más de 600 V nominales, véase la Parte D de este Artículo.

370-2. Cajas redondas. No deben utilizarse cajas redondas donde los tubos o conectores requieran el uso de tuercas o boquillas para conectarse en un lado de la caja.

370-3. Cajas no metálicas. Sólo se permite utilizar cajas no metálicas en alambrados expuestos, sobre aisladores, en alambrados ocultos sobre aisladores, con cables de recubrimiento no metálico y con canalizaciones no metálicas.

Excepción 1: Cuando se proporcionen medios internos de puenteo para todas las entradas, se permite utilizar cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o con cables con recubrimiento metálico.

Excepción 2: Se permite utilizar cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o cables con cubierta metálica cuando exista un medio integral de unión con posibilidad de conectar un puente de tierra del equipo dentro de la caja entre todas las entradas a rosca de las cajas no metálicas aprobadas y listadas para este uso.

370-4. Cajas metálicas. Todas las cajas metálicas deben estar puestas a tierra, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

370-5. Cajas de paso de radio reducido. Las cajas de paso, como los codos con tapas y los codos de entrada de acometidas dentro de los cuales se instalen conductores de tamaño nominal de 13,3 mm²(6AWG) o menores, y que sólo estén previstos para completar la instalación de la canalización y los conductores contenidos en ella, no deben contener empalmes, salidas ni dispositivos y deben ser de tamaño suficiente como para dejar espacio libre para todos los conductores incluidos en ellos.

B. Instalación

370-15. En lugares húmedos, mojados o áreas peligrosas (clasificadas)

a) En lugares húmedos o mojados. En lugares húmedos o mojados, las cajas, cajas de paso y los accesorios deben estar instalados o equipados de modo que eviten que entre o se acumule humedad dentro de la caja, registro o accesorios. Las cajas, cajas de paso y accesorios instalados en lugares mojados deben estar aprobados y listados para usarlos en esos lugares.

NOTA 1: Para las cajas instaladas en el piso, véase 370-27(b).

NOTA 2: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

b) En áreas peligrosas (clasificadas). Las instalaciones en áreas peligrosas (clasificadas) deben cumplir lo establecido en los Artículos 500 a 517.

370-16. Número de conductores en las cajas de salidas, de dispositivos y de unión y en las cajas de paso. Las cajas y cajas de paso deben ser de tamaño suficiente para que quede espacio libre para todos los conductores instalados. En ningún caso el volumen de la caja, calculado como se especifica en el siguiente inciso (a), debe ser menor que el volumen ocupado calculado como se indica en el siguiente inciso (b). El volumen mínimo de las cajas de paso debe calcularse según el siguiente inciso (c).

Las disposiciones de esta Sección no se aplican a las terminales que se suministran con los motores. Véase 430-12.

Las cajas y cajas de paso en las que se instalan conductores de tamaño nominal de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores deben cumplir también lo establecido en 370-28.

a) Cálculo del volumen de la caja. El volumen de una caja de alambrado debe ser el volumen total de todas las secciones ensambladas y, donde se utilice el espacio proporcionado por las tapas que incrementan el volumen, anillos de extensión, etcétera, que estén marcados con su volumen en centímetros cúbicos o que se fabriquen con cajas cuyas dimensiones estén listadas en la Tabla 370-16(a).

TABLA 370-16(a).- Cajas metálicas

Dimensiones de la caja tamaño comercial en cm	Capacidad mínima en cm ³	Número máximo de conductores*						
		0,824 mm ² (18 AWG)	1,31 mm ² (16 AWG)	2,08 mm ² (14 AWG)	3,31 mm ² (12 AWG)	5,26 mm ² (10 AWG)	8,37 mm ² (8 AWG)	13,3 mm ² (6 AWG)
10,2 x 3,2 redonda u octagonal	205	8	7	6	5	5	4	2
10,2 x 3,8 redonda u octagonal	254	10	8	7	6	6	5	3
10,2 x 5,4 redonda u octagonal	352	14	12	10	9	8	7	4
10,2 x 3,2 cuadrada	295	12	10	9	8	7	6	3
10,2 x 3,8 cuadrada	344	14	12	10	9	8	7	4
10,2 x 5,4 cuadrada	497	20	17	15	13	12	10	6
11,9 x 3,2 cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5
11,9 x 3,8 cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
11,9 x 5,4 cuadrada	688	28	24	21	18	16	14	8
7,6 x 5,1 x 3,8 dispositivo	123	5	4	3	3	3	2	1
7,6 x 5,1 x 5,1 dispositivo	164	6	5	5	4	4	3	2
7,6 x 5,1 x 5,7 dispositivo	172	7	6	5	4	4	3	2
7,6 x 5,1 x 6,4 dispositivo	205	8	7	6	5	5	4	2
7,6 x 5,1 x 7,0 dispositivo	230	9	8	7	6	5	4	2
7,6 x 5,1 x 8,9 dispositivo	295	12	10	9	8	7	6	3
10,2 x 5,4 x 3,8 dispositivo	170	6	5	5	4	4	3	2
10,2 x 5,4 x 4,8 dispositivo	213	8	7	6	5	5	4	2
10,2 x 5,4 x 5,4 dispositivo	238	9	8	7	6	5	4	2
9,5 x 5,1 x 6,4 mampostería	230	9	8	7	6	5	4	2
9,5 x 5,1 x 8,9 mampostería	344	14	12	10	9	8	7	4
FS de Prof. mínima 4,5 c/tapa	221	9	7	6	6	5	4	2
FD de Prof. mínima 6,0 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3

FS de Prof. mínima 4,5 c/tapa	295	12	10	9	8	7	6	3
FD de Prof. mínima 6,0 c/tapa	394	16	13	12	10	9	8	4
* Cuando en 370-16(b)(2) a 370-16(b)(5) no se exijan tolerancias de volumen.								

1) Cajas normalizadas. El volumen de las cajas normalizadas que no estén marcadas en cm^3 , debe corresponder a la Tabla 370-16(a).

2) Otras cajas. Las cajas de 1640 cm^3 o menos, distintas de las descritas en la Tabla 370-16(a) y las cajas no metálicas, deben ir marcadas por el fabricante de modo legible y duradero con su volumen en cm^3 . Las cajas descritas en la Tabla 370-16(a) que tengan mayor volumen del indicado en la tabla, pueden tener marcado su volumen en cm^3 como exige esta Sección.

b) Cálculo del volumen ocupado. Se deben sumar los volúmenes de los siguientes párrafos (1) a (5). No se exigen tolerancias de volumen para accesorios pequeños, como tuercas y boquillas.

1) Volumen ocupado por los conductores. Cada conductor que proceda de fuera de la caja y termine o esté empalmado dentro de la caja, se debe contar una vez; cada conductor que pase a través de la caja sin empalmes ni terminaciones, se debe contar una vez. El volumen ocupado por los conductores en cm^3 se debe calcular a partir de la Tabla 370-16(b). No se deben contar los conductores que no salgan de la caja.

Excepción: Se permite omitir de los cálculos los conductores de puesta a tierra de equipo o no más de cuatro conductores de equipo de tamaño nominal menor que $2,08 \text{ mm}^2$ (14 AWG) o ambos, cuando entren en una caja procedentes de un aparato bajo un domo, marquesina o similar y que terminen en la caja.

TABLA 370-16(b).- Espacio libre en la caja para cada conductor

Tamaño o Designación mm^2 (AWG)	Espacio libre en la caja para cada conductor cm^3
0,824 (18)	25
1,31 (16)	29
2,08 (14)	33
3,31 (12)	37
5,26 (10)	41
8,37 (8)	49
13,3 (6)	82

2) Volumen ocupado por las abrazaderas. Donde haya una o más abrazaderas internas para cables, suministradas de fábrica o instaladas en obra, se debe dejar un volumen tal como el que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de mayor tamaño nominal que haya en la caja. No se deben dejar tolerancias de volumen para conectores cuyo mecanismo de sujeción quede fuera de la caja.

3) Volumen ocupado por los accesorios de soporte. Cuando haya en la caja uno o más accesorios o casquillos para aparatos se debe dejar un volumen tal como el que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de mayor tamaño nominal que haya en la caja por cada accesorio.

4) Volumen ocupado por equipos o dispositivos. Para cada chasis que contenga uno o más equipos o artefactos eléctricos, se debe dejar un volumen doble del que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de mayor tamaño nominal que haya en la caja por cada equipo o artefacto eléctrico soportado por ese chasis.

5) Volumen ocupado por los conductores de puesta a tierra de equipo. Cuando entre en una caja uno o más conductores de puesta a tierra de equipo, se debe dejar un volumen tal como el que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de tierra de mayor tamaño nominal que haya en la caja. Cuando en la caja se encuentren otros conductores de puesta a tierra de equipo, como se permite en la Excepción 4 de 250-74, se debe calcular un volumen adicional equivalente al del conductor adicional de tierra, de mayor tamaño nominal.

c) Cajas de paso. Las cajas de paso que contengan conductores de tamaño nominal de $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) o menores, y que sean distintas a las cajas de paso de radio reducido descritos en 370-5, deben

tener un área de sección transversal no menor que el doble del área de la sección transversal del mayor tubo (conduit) al que estén unidas. El número máximo de conductores permitidos debe corresponder al número máximo permitido por la Tabla 10-1 del Capítulo 10 para el tubo (conduit) unido al registro.

Las cajas de paso no deben contener empalmes, conexiones ni dispositivos excepto si están marcados por el fabricante de modo legible y duradero con su capacidad en cm^3 . El número máximo de conductores se debe calcular mediante el mismo procedimiento para conductores similares en cajas distintas a las normalizadas. Las cajas de paso se deben sujetar de modo que queden rígidas y seguras.

370-17. Conductores que entran en cajas, cajas de paso o accesorios. Los conductores que entren en cajas, cajas de paso o accesorios deben ir protegidos contra la abrasión y cumplir con las siguientes disposiciones:

a) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas por las que entran los conductores se deben cerrar adecuadamente.

b) Cajas y cajas de paso metálicas. Cuando se instalen cajas o cajas de paso metálicas en alambrado expuesto o en alambrados ocultos sobre aisladores, los conductores deben entrar a través de boquillas aislantes o en los lugares secos, a través de tubos flexibles que se extiendan desde el último soporte aislante y que estén firmemente sujetos a la caja o registro. Cuando haya un tubo (conduit) o cable instalados con cajas o cajas de paso metálicas, la tubería o el cable deben ir sujetos adecuadamente a dichas cajas o cajas de paso.

c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas deben ser adecuadas para el conductor de temperatura nominal más baja que entre en las mismas. Donde se utilicen cajas no metálicas en alambrado expuesto o en alambrados ocultos sobre aisladores, los conductores deben entrar en la caja por aberturas independientes. Donde se utilicen tubos flexibles para canalizar los conductores, los tubos deben sobresalir desde el último soporte aislante hasta no menos de 6 mm dentro de la caja. Donde se utilicen cables con recubrimiento no metálico, el conjunto del cable, incluido el recubrimiento, debe extenderse dentro de la caja no menos de 6 mm a través de una abertura en la tapa de la caja. En todos los casos, los cables deben estar sujetos a la caja por medios adecuados.

Excepción: No es necesario sujetar el cable a la caja cuando se utilicen cables con recubrimiento no metálico en cajas de tamaño no mayor que 5,7 cm x 10,2 cm montadas en paredes o techos y si el cable está sujeto a menos de 20 cm de la caja, medidas a lo largo de su recubrimiento y si este recubrimiento se extiende a través de una tapa en una longitud no menor que 6 mm. Se permite que pasen varios cables por una sola abertura de la tapa.

d) Conductores de tamaño nominal de 21,2 mm^2 (4 AWG) o mayores. La instalación debe cumplir lo establecido en 300-4(f).

370-18. Aberturas no utilizadas. Las aberturas para cables o canalizaciones en cajas y cajas de paso que no se utilicen, se deben cerrar eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual que la de la pared de la caja o registro. Si se utilizan tapas o chapas metálicas en cajas o cajas de paso no metálicas deben introducirse como mínimo 6 mm por debajo de la superficie externa de las cajas.

370-19. Cajas con dispositivos montados a nivel. En las cajas utilizadas para instalar dispositivos que queden a nivel, su diseño debe ser tal que los dispositivos queden perfectamente encerrados por detrás y por los lados y firmemente sujetos. Los tornillos de sujeción de las cajas no se deben utilizar para sujetar los dispositivos instalados dentro de las mismas.

370-20. En paredes o techos. En las paredes o techos de concreto, azulejo u otro material no combustible, las cajas se deben instalar de modo que su borde delantero no quede más de 6 mm por debajo de la superficie terminada. En las paredes y techos de madera u otro material combustible, las cajas deben quedar a nivel con la superficie terminada o sobresalir de ella.

370-21. Reparación de las paredes de yeso, ladrillo o panel de yeso. Las superficies de paredes de yeso, ladrillo o panel de yeso que estén rotas o incompletas, se deben reparar para que no queden huecos ni espacios abiertos de más de 3 mm alrededor del borde de las cajas o accesorios.

370-22. Extensiones superficiales expuestas. Las extensiones superficiales de una caja de una instalación oculta se deben hacer instalando y sujetando mecánicamente otra caja o anillo de extensión sobre la caja oculta. Cuando sea necesario se debe poner a tierra al equipo, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

Excepción: Se permite hacer una extensión superficial desde la tapa de una caja oculta cuando la tapa esté proyectada de modo que no sea probable que se caiga o la quiten si se afloja. El método de alambrado debe ser flexible y estar hecho de modo que, si fuera necesaria la continuidad de la puesta a tierra, debe ser independiente del empalme entre la caja y la tapa.

370-23. Soportes. Los envolventes o cubiertas a los que se refiere el Artículo 370 deben estar rígidamente sujetas, de acuerdo con lo indicado en los siguientes incisos.

a) Montaje sobre superficies. Los envolventes o cubiertas deben ir sujetas a la superficie sobre la que van montadas, a no ser que dicha superficie no ofrezca un soporte adecuado, en cuyo caso se deben sujetar según lo establecido en (b).

b) Montaje estructural. Las cubiertas se deben sujetar rígidamente a un miembro de la estructura del edificio, directamente en el piso o mediante accesorios de fijación de metal, polímeros o madera.

1) Clavos y tornillos. Si se utilizan clavos o tornillos como medios de sujeción, deben emplearse mediante accesorios de fijación, o se permite que pasen a través del interior de la envolvente si están situados a menos de 6 mm del fondo o extremos de la envolvente.

2) Los accesorios de fijación metálicos deben estar protegidos contra la corrosión y tener un espesor de metal no menor que 0,5 mm sin recubrir. Los accesorios de fijación de madera deben tener un área de sección transversal no menor que la nominal de 2,5 cm x 5,1 cm. Los accesorios de fijación de madera en lugares húmedos se deben tratar de acuerdo con esa circunstancia. Los accesorios de fijación de polímeros deben estar aprobados e identificados para poder instalarse en ese uso.

c) Montaje no estructural. Se permite instalarlas a nivel de las superficies cubiertas existentes cuando ofrezcan soporte adecuado por medio de abrazaderas, anclajes o accesorios. Se permite utilizar los miembros del armazón de los techos suspendidos como soporte, si esos miembros están adecuadamente soportados y sujetos entre sí y a la estructura del edificio. Las cubiertas así soportadas se deben sujetar al armazón por medios mecánicos como pernos, tornillos o remaches. También se permite usar clips aprobados e identificados para su uso con ese tipo de armazón de techo y cubierta.

d) Canalizaciones sujetando envolventes, sin aparatos ni dispositivos. Los envolventes que no tengan más de 1 640 cm³ de tamaño nominal y tengan entradas roscadas o conectores aprobados e identificados para ese uso y que no contengan dispositivos ni aparatos de soporte, se deben considerar adecuadamente soportadas cuando lleven conectadas al envolvente dos o más tubos roscados firmemente apretados con llave y cuando cada uno de los tubos esté soportado a menos de 91 cm del envolvente a dos o más lados, de modo que presente un conjunto rígido y seguro como establece esta Sección de la norma.

Excepción: Se permite utilizar como soporte de las cajas de paso los tubos (conduit) pesados, semipesados, ligeros y los no metálicos pesados, siempre que las cajas de paso no sean de mayor tamaño nominal que el del tubo (conduit) metálico de mayor tamaño nominal.

Se debe considerar que dichos envolventes están adecuadamente apoyados si cumplen con lo establecido en 370-23(e).

e) Canalizaciones que sujetan envolventes, con aparatos o dispositivos. Los envolventes que no tengan más de 1 640 cm³ de volumen y tengan conectores roscados aprobados e identificados para ese uso que contengan dispositivos, aparatos o ambos, deben considerarse adecuadamente apoyados cuando lleven conectados al envolvente o a los conectores dos o más tubo (conduit) roscados bien apretados con llave y cuando cada uno de ellos esté apoyado a menos de 457 mm a dos o más lados del envolvente, de modo que presente un conjunto rígido y seguro como establece esta Sección de la norma.

Excepción 1: Se permite utilizar como soporte de las cajas de paso, tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, siempre que las cajas de paso no sean de diámetro nominal igual que el del tubo (conduit) metálico de mayor diámetro nominal.

Excepción 2: Se permite utilizar como soporte de las cajas utilizadas a su vez como soporte de aparatos, un tramo continuo de tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado o apoyar una cubierta de cables en un aparato en vez de una caja, de acuerdo con lo indicado en 300-15(d), cuando se cumplan las condiciones siguientes:

a. Que el tubo (conduit) esté firmemente sujeto a un punto de modo que la longitud del mismo después del último punto de soporte del mismo no sea mayor que 91 cm.

b. Que la longitud del tubo (conduit) antes del último punto de soporte sea de 30 cm o mayor.

c. Que, cuando sea accesible a personas no calificadas, el aparato esté como mínimo a 2,44 m por encima del piso o zona de paso, medidos hasta su punto más bajo, y como mínimo a 91 cm, medidos en horizontal, de la elevación de 2,44 m desde las ventanas, puertas, cobertizos, salidas de incendios o similares.

d. Que un aparato soportado por un solo tubo (conduit) no tenga más de 30 cm en cualquier dirección desde el punto de entrada del mismo.

e. Que el peso soportado por cualquier tubo (conduit) individual no supere 9 kg.

f. Que el tubo (conduit) esté atornillado y apretado con llave por sus extremos a la caja o gabinete de los cables o a los conectores aprobados e identificados para ese fin.

f) Cajas en concreto o mampostería. Se permite empotrar las cajas en concreto o en mampostería.

g) Cajas colgantes. Se permite que las cajas estén colgadas, de acuerdo con las siguientes condiciones:

1) Cordón flexible. Se permite que las cajas estén soportadas por un cordón flexible multiconductor, de manera aprobada y que proteja a los conductores contra esfuerzos, por ejemplo, mediante un conector roscado a la caja y sujeto con una tuerca.

2) Tubo (conduit). Se permite que las cajas que soporten portalámparas o elementos de alumbrado o los envolventes del alambrado utilizados en lugar de cajas de acuerdo con lo indicado en 300-15(d), estén soportadas por tubo (conduit) tipo pesado o semipesado en tramos superiores a 455 mm, si los tramos están conectados al sistema de alambrado por medio de accesorios flexibles adecuados para el lugar en cuestión. En el extremo del aparato, el tubo (conduit) debe estar roscado y apretado con llave al envolvente del alambrado o a conectores aprobados e identificados para ese uso.

Donde estén soportadas por un solo tubo (conduit), se debe evitar que las juntas roscadas se aflojen utilizando tornillos pasados u otro medio eficaz o el aparato debe estar en cualquier punto a 2,5 m sobre el piso o zona de paso y a un mínimo de 91 cm medidos horizontalmente de la elevación de 2,5 m de las ventanas, puertas, cobertizos, salidas de incendios o elementos similares. Un aparato apoyado en un solo tubo no debe estar a más de 3 m en cualquier dirección horizontal del punto de entrada del tubo (conduit).

370-24. Profundidad de las cajas de salida. Ninguna caja debe tener una profundidad inferior a 12,7 mm. Las cajas proyectadas para contener dispositivos que queden a nivel deben tener una profundidad interior no menor que 23,8 mm.

370-25. Tapas sencillas y ornamentales. En las instalaciones una vez terminadas, todas las cajas deben tener una tapa, una placa de cierre o una tapa ornamental.

a) Tapas y placas metálicas o no metálicas. Se permite utilizar con las cajas no metálicas, tapas metálicas o no metálicas. Cuando se utilicen tapas o placas metálicas, deben cumplir los requisitos de puesta a tierra indicados en 250-42.

NOTA: Para más requisitos sobre puesta a tierra, véase 410-18(a) sobre tapas ornamentales metálicas y en 380-12 y 410-56(d) para placas metálicas.

b) Acabados de paredes o techos combustibles expuestos. Cuando se utilice una tapa o placa de cierre, todas las paredes o techos con acabados combustibles que estén expuestos y queden entre el borde de la tapa o placa y la caja de salida, se deben sellar con material no combustible.

c) Cordones flexibles colgantes. Las tapas de cajas de salida y cajas de paso que tengan aberturas a través de las cuales pasen cordones flexibles colgantes, deben estar dotadas de boquillas diseñadas para ese uso o tener una superficie lisa y perfectamente redondeada en la que se puedan soportar los cables. No se deben utilizar boquillas de goma dura o mixtas.

370-27. Cajas de salida

a) Cajas en las salidas para aparatos de alumbrado. Las cajas utilizadas en las salidas para aparatos de alumbrado deben estar diseñadas para ese fin. En todas las salidas utilizadas únicamente para alumbrado, la caja debe estar diseñada o instalada de modo que se le pueda conectar el dispositivo de alumbrado.

b) Cajas en el piso. Para salidas situadas en el piso se deben utilizar cajas aprobadas y listadas específicamente para esa aplicación.

Excepción: Las cajas situadas en pisos elevados de escaparates y lugares similares, cuando no están expuestas a daño físico, humedad y suciedad.

c) Cajas de salida para ventiladores de techo. Las cajas de salida para ventiladores no se deben utilizar como único soporte para los ventiladores de techo (de paletas).

Excepción: Se permite utilizar como único medio de soporte las cajas aprobadas y listadas para esta aplicación.

370-28. Cajas de empalmes y tiro. Las cajas y cajas de paso utilizados como cajas de empalmes o de paso deben cumplir los siguientes incisos.

Excepción: Las terminales suministradas con los motores deben cumplir lo establecido en 430-12.

a) Tamaño mínimo. En canalizaciones que contengan conductores de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores y para los cables que contengan conductores de 21,2 mm² (4 AWG) o mayores, las dimensiones mínimas de las cajas de empalmes o de paso instaladas en la canalización o en el tramo del cable, deben cumplir lo siguiente:

1) Tramos rectos. En los tramos rectos, la longitud de la caja no debe ser menor que ocho veces el diámetro nominal de la canalización más grande.

2) Dobleces en ángulo o en U. Cuando se hagan empalmes o dobleces en ángulo o en U, la distancia entre la entrada de cada canalización a la caja y la pared opuesta de la misma, no debe ser menor que seis veces el mayor diámetro nominal de la canalización más grande de una fila. Si se añaden nuevas entradas, esta distancia se debe aumentar en una cantidad que sea la suma de los diámetros de todas las demás canalizaciones que entran en la misma fila o por la misma pared de la caja. Cada fila debe calcularse por separado y tomar la máxima distancia.

Excepción: Cuando la entrada de una canalización o de un cable esté en la pared de una caja o registro opuesta a la tapa removible y cuando la distancia desde esa pared hasta la tapa cumpla lo establecido en la columna de un cable por terminal de la Tabla 373-6(a).

La distancia entre las entradas de la canalización que contenga el mismo cable no debe ser menor que seis veces el diámetro de la canalización más grande.

Si en lugar del tamaño de la canalización en los anteriores incisos (a)(1) y (a)(2) se toma el tamaño nominal del cable, se debe utilizar el tamaño nominal mínimo de la canalización para el número y tamaño de los conductores del cable.

3) Se permite utilizar cajas o cajas de paso de dimensiones menores a las establecidas en los anteriores (a)(1) y (a)(2) en instalaciones con varios conductores que ocupen menos del máximo permitido en cada tubo (conduit) (de los que se utilicen en la instalación), según permite la Tabla 10-1 del Capítulo 10, siempre que la caja o caja de paso hayan sido aprobadas para ese uso y estén permanentemente marcados con el número y tamaño nominal máximo permitidos en los conductores.

b) Conductores en cajas de empalmes o de paso. En cajas de empalmes o de paso en las que cualquiera de sus dimensiones sea superior a 1,8 m, todos los conductores deben estar instalados o sujetos de manera aprobada.

c) Tapas. Todas las cajas de empalmes y de derivación y las cajas de paso deben estar dotadas de tapas compatibles que sean adecuadas para sus condiciones de uso. Si se utilizan tapas metálicas, deben cumplir los requisitos de puesta a tierra indicados en 250-42. Cualquier extensión de la tapa de una caja expuesta debe cumplir lo establecido en la Excepción de 370-22.

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

370-29. Cajas de paso, cajas de empalmes, de derivación y de salida accesibles. Las cajas de paso y las cajas de empalmes, de derivación y de salida se deben instalar de tal manera que los cables contenidos dentro de las mismas sean accesibles sin tener que quitar ninguna parte del edificio o en las instalaciones subterráneas, sin tener que excavar las aceras, el pavimento, la tierra u otra sustancia que constituya el acabado de la superficie.

Excepción: Se permite utilizar cajas aprobadas y listadas cuando estén cubiertas por grava, agregado fino o granulado no cohesivo si están efectivamente identificadas y son accesibles para excavaciones.

C. Especificaciones de construcción

370-40. Cajas, cajas de paso y accesorios metálicos

a) Resistentes a la corrosión. Las cajas, cajas de paso y accesorios metálicos deben ser resistentes a la corrosión o estar galvanizados, esmaltados o recubiertos de un modo adecuado, por dentro y por fuera, para evitar la corrosión.

NOTA: Para limitaciones de uso de las cajas y accesorios protegidos contra la corrosión sólo por esmalte, véase 300-6.

b) Espesor del metal. Las cajas de lámina de acero menores a $1\ 640\ \text{cm}^3$ de volumen deben estar fabricadas de lámina de un espesor mínimo de 1,6 mm. La pared de una caja de hierro maleable, aluminio fundido, bronce, o cajas de paso, no debe tener menos de 2,38 mm de espesor. Las cajas o cajas de paso de otros metales deben tener un espesor de pared no menor que 3,17 mm.

Excepción 1: Las cajas y cajas de paso aprobadas y listadas que demuestren tener una resistencia y características equivalentes, pueden estar hechos de metal más delgado o de otros metales.

Excepción 2: Se permite que las paredes de cajas de paso de radio reducido, de los que trata la Sección 370-5, estén fabricadas de metal más delgado.

c) Cajas metálicas de más de $1\ 640\ \text{cm}^3$. Las cajas metálicas de tamaño superior a $1\ 640\ \text{cm}^3$ deben estar construidas de modo que sean suficientemente resistentes y rígidas. Si son de placa de acero, el espesor del metal no debe ser menor que 1,35 mm sin recubrir.

d) Puesta a tierra. En todas las cajas metálicas debe estar prevista la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipo. Se permite que esa conexión se haga en un orificio roscado o equivalente.

370-41. Tapas. Las tapas metálicas deben ser del mismo material que la caja o el registro en el que vayan instaladas, o deben ir forradas de un material aislante firmemente adherido de un espesor no menor que 0,79 mm o estar aprobadas y listadas para ese uso. Las tapas metálicas deben ser del mismo espesor que las cajas o cajas de paso en las que se utilicen o deben estar aprobadas y listadas para ese uso. Se permite tapas de porcelana u otro material aislante aprobado si tienen un espesor y forma que proporcione la misma resistencia y protección.

370-42. Boquillas. Las tapas de las cajas de salida y cajas de paso que tengan aberturas a través de las cuales puedan pasar cables flexibles, deben estar dotadas de boquillas aprobadas o tener una superficie lisa y perfectamente redondeada sobre la que haga el recorrido el cable. Cuando pasen por una tapa metálica conductores separados, cada conductor debe pasar por un agujero independiente equipado con una boquilla de material aislante adecuado. Dichas aberturas deben estar conectadas por ranuras, como se exigen 300-20.

370-43. Cajas no metálicas. Los elementos de soporte u otros medios de montaje de las cajas no metálicas deben estar situados fuera de la caja o estar contruidos de manera que se evite el contacto entre los conductores alojados dentro de la caja y los tornillos de sujeción.

370-44. Marcado. Todas las cajas y cajas de paso, tapas, anillos de extensión y similares, deben estar marcados de manera legible y duradera con el nombre del fabricante o marca comercial.

D. Cajas de empalmes y de paso utilizadas en instalaciones de más de 600 V nominales

370-70. Disposiciones generales. Además de las disposiciones generales del Artículo 370, se deben aplicar las disposiciones normativas indicadas en 370-71 y 370-72.

370-71. Tamaño de las cajas de empalmes y de paso. Las cajas de empalmes y de paso deben tener dimensiones y espacio suficiente para la instalación de los conductores y deben cumplir los requisitos específicos de esta Sección.

Excepción: Las terminales suministradas con los motores deben cumplir lo establecido en 430-12.

a) Para derivaciones rectas. La longitud de la caja no debe ser menor que 48 veces el diámetro exterior total (sobre el recubrimiento) del mayor conductor blindado o recubierto de plomo o del mayor cable que entre en la caja. En el caso de conductores o cables no blindados, la longitud de la caja no debe ser menor que 32 veces el diámetro exterior del mayor de ellos.

b) Para derivaciones en ángulo o en U

1) La distancia entre la entrada de cada cable o conductor a la caja y la pared opuesta de la misma, no debe ser menor que 36 veces el diámetro exterior sobre el recubrimiento del mayor de los cables o conductores. Si hay otras entradas, esta distancia se debe aumentar en la suma de los diámetros exteriores sobre el revestimiento de todos los cables o conductores que entren a la caja por la misma pared.

Excepción 1: Si la entrada de un conductor o cable en una caja está en la pared opuesta a la tapa removible, se permite que la distancia desde esa pared hasta la tapa sea no menor que el radio de curvatura de los conductores, como se establece en 300-34.

Excepción 2: Si los cables son no blindados y no recubiertos de plomo, se permite que la distancia de 36 veces su diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

2) La distancia entre la entrada de un cable o conductor a la caja y su salida de la misma no debe ser menor que 36 veces el diámetro exterior incluyendo el recubrimiento de ese cable o conductor.

Excepción: Si los cables son no blindados y no recubiertos de plomo, se permite que la distancia de 36 veces su diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

c) **Laterales removibles.** Uno o más laterales de las cajas de derivación deben ser removibles.

370-72. Requisitos de construcción e instalación

a) **Protección contra la corrosión.** Las cajas deben estar fabricadas de material intrínsecamente resistente a la corrosión o estar bien protegidas, tanto por dentro como por fuera, por esmalte, galvanización, chapado u otro medio.

b) **Paso a través de muros divisorios.** Cuando sea necesario que los conductores o cables pasen a través de muros divisorios u otros elementos, se deben instalar boquillas o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados.

c) **Envolvente completo.** Una caja debe formar un envolvente completo para los conductores o cables que contenga.

d) **Cables accesibles.** Las cajas deben estar instaladas de manera que los cables sean accesibles sin tener que quitar ninguna parte del edificio. Debe haber espacio de trabajo suficiente según lo establecido en 110-34.

e) **Tapas adecuadas.** Las cajas deben estar cerradas mediante tapas adecuadas firmemente sujetas. Las tapas de las cajas subterráneas que pesen más de 45 kg deben estar marcadas de modo permanente con la inscripción.

“PELIGRO - ALTA TENSION ELECTRICA - ALEJESE”

Las marcas deben estar en el exterior de la tapa de la caja y ser fácilmente visibles. Las letras deben ser mayúsculas y tener como mínimo 13 mm de altura.

f) **Adecuadas para soportar el manejo esperado.** Las cajas y sus tapas deben ser capaces de soportar el manejo al que se espere que puedan estar sometidas.

ARTICULO 373 - GABINETES, CAJAS PARA CORTACIRCUITOS Y BASES PARA MEDIDORES

373-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos de instalación y construcción de los gabinetes, cajas para cortacircuitos y bases para montaje de medidores.

A. Instalación

373-2. En lugares húmedos, mojados o áreas peligrosas (clasificadas).

a) **En lugares húmedos y mojados.** En los lugares húmedos o mojados, las envolventes montadas en superficie a que hace referencia este Artículo, deben estar colocadas o equipadas de modo que eviten que el agua o la humedad entren y se acumulen dentro del gabinete o caja para cortacircuitos, y deben ir montadas de modo que quede por lo menos 6,5 mm de espacio libre entre la envolvente y la pared u otra superficie de soporte. Los gabinetes o cajas para cortacircuitos instalados en lugares mojados, deben ser a prueba de intemperie.

Excepción: Se permite instalar gabinetes y cajas para cortacircuitos no metálicos sin espacio libre cuando estén sobre una pared de concreto, ladrillo, azulejo o similar.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

b) **En áreas peligrosas (clasificadas).** La instalación de cajas para cortacircuitos o gabinetes en áreas peligrosas (clasificadas) debe ajustarse a lo indicado en los Artículos 500 a 517.

373-3. Posición en las paredes. En las paredes de concreto, azulejo u otro material no combustible, los gabinetes deben instalarse de modo que el borde delantero del mismo no quede metido más de 6,35 mm por debajo de la superficie de la pared. En las paredes de madera u otro material combustible, los gabinetes deben quedar a nivel con la superficie o sobresalir de la misma.

373-4. Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas de los gabinetes o cajas para cortacircuitos deben cerrarse eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual que la de la pared del

gabinete o caja para cortacircuitos. Si se utilizan tapas o placas metálicas en gabinetes o cajas para cortacircuitos no metálicos, deben quedar como mínimo 6,35 mm por debajo de su superficie exterior.

373-5. Conductores que entren en los gabinetes o cajas para cortacircuitos. Los conductores que entren en los gabinetes o cajas para cortacircuitos deben estar protegidos contra la abrasión y cumplir con lo establecido en los siguientes incisos:

a) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas a través de las que entren conductores se deben cerrar adecuadamente.

b) Gabinetes metálicos y cajas para cortacircuitos. Cuando se instalen gabinetes o cajas para cortacircuitos metálicas con alambrado expuesto u oculto sobre aisladores, los conductores deben entrar en ellos a través de boquillas aislantes o en los lugares secos, a través de tubería flexible que vaya desde el último soporte aislante y estén firmemente sujetas al gabinete o caja para cortacircuitos.

c) Cables. Cuando se instalen cables, cada uno de ellos deben ir firmemente sujetos al gabinete o cajas para cortacircuitos.

373-6. Radio de curvatura de los conductores. Los conductores de las terminales o los que entren o salgan de gabinetes, cajas para cortacircuitos y similares, deben cumplir lo establecido en los incisos siguientes:

Excepción: El espacio que se debe dejar para curvatura de los cables en cubiertas de controladores de motores que tengan previstas una o dos fases por cada terminal, debe cumplir con lo establecido en 430-10(b).

a) Ancho de los canales para cables. No se deben doblar los conductores dentro de un gabinete o cajas para cortacircuitos a no ser que exista un canal de ancho según la Tabla 373-6(a). Los conductores en paralelo según 310-4 se deben calcular sobre la base del número de conductores en paralelo.

TABLA 373-6(a).- Espacio mínimo para la curvatura de los cables en las terminales y ancho mínimo de los canales para cables (mm)

Tamaño o Designación mm ² (AWG o kcmil)	Cables por cada Terminal				
	uno	dos	tres	cuatro	cinco
2,08-5,26 (14-10)	No especificado	---	---	---	---
8,37-13,3 (8-6)	40	---	---	---	---
21,2-26,7 (4-3)	50	---	---	---	---
33,6 (2)	65	---	---	---	---
42,4 (1)	75	---	---	---	---
53,5-67,4 (1/0-2/0)	90	125	180	---	---
85,0-107 (3/0-4/0)	100	150	200	---	---
127 (250)	115	150	200	250	---
152-177 (300-350)	125	200	250	300	---
203-253 (400-500)	150	200	250	300	350
304-355 (600-700)	200	250	300	350	400
380-456 (750-900)	200	300	350	400	450
507- 633 (1 000-1 250)	250	---	---	---	---
760-1010 (1 500-2 000)	300	---	---	---	---

El espacio del doblado en las terminales se debe medir en línea recta de la punta del adaptador o del conector de alambre (en la dirección en que el alambre salga de la terminal) a la pared, barrera u obstrucción.

b) Espacio para la curvatura de los cables en las terminales. En cada terminal se debe dejar un espacio para la curvatura de los cables, de acuerdo con lo siguiente:

1) Cuando el conductor no entre o salga de la cubierta a través de la pared opuesta a la terminal, se debe aplicar la Tabla 373-6(a).

Excepción 1: Se permite que un conductor entre o salga de un gabinete a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que el conductor entre o salga por donde el canal se una a otro canal adyacente que tenga un ancho de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(b) para ese conductor.

Excepción 2: Se permite que un conductor de tamaño nominal no mayor que 177 mm² (350 kcmil) entre o salga de una caja que contenga sólo un receptáculo para medidor, a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que esa terminal esté instalada en el fondo, cuando:

a. La terminal señale hacia la abertura del gabinete y forme un ángulo menor que 45° con la pared de enfrente, o

b. La terminal señale directamente hacia la pared del gabinete y esté desplazado no más de 50% del espacio para curvatura especificado en la Tabla 373-6(a).

NOTA: El desplazamiento es la distancia desde el eje central de la terminal hasta una línea que pase por el centro de la abertura del gabinete, medida a lo largo de la pared de dicha cubierta.

2) Cuando el conductor entre o salga del gabinete a través de la pared opuesta a su terminal, se debe aplicar lo expuesto en la Tabla 373-6(b).

c) **Conductores de tamaño nominal 21,2 mm² (4 AWG) o mayores.** Su instalación debe cumplir lo establecido en 300-4(f).

TABLA 373-6(b).- Espacio mínimo en milímetros, para la curvatura de los cables en las terminales según 373-6(b)(2)

Tamaño o Designación mm ² (AWG o kcmil)	Número de cables por cada terminal y espacio en milímetros			
	uno	dos	tres	Cuatro o más
2,08-5,26 (14-10)	No especificado	---	---	---
8,37 (8)	40	---	---	---
13,3 (6)	50	---	---	---
21,2 (4)	75	---	---	---
26,7 (3)	75	---	---	---
33,6 (2)	90	---	---	---
42,4 (1)	115	---	---	---
53,5 (1/0)	140	140	180	---
67,4 (2/0)	150	150	190	---
85,0 (3/0)	160	160	200	---
107 (4/0)	180	190	215	---
127 (250)	215	215	230	250
152 (300)	250	250	280	300
177 (350)	300	300	330	350
203 (400)	330	330	350	380
253 (500)	350	350	380	400
304 (600)	380	400	450	480
355 (700)	400	450	500	550
380 (750)	430	480	550	600
405 (800)	450	500	550	600
456 (900)	480	550	600	600
507 (1 000)	500	---	---	---
633 (1 250)	550	---	---	---
760 (1 500)	600	---	---	---
887 (1 750)	600	---	---	---
1010 (2 000)	600	---	---	---

El espacio de dobleces en terminales debe medirse en línea recta de la punta del adaptador o conector del alambre en dirección perpendicular a la pared del registro. Para terminales removibles y de tendido de cables, para un solo alambre el espacio de doblez se permite se reduzca a las cantidades en mm de la tabla.

373-7. Espacio dentro de los gabinetes. Los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.

373-8. Envolventes para desconectadores o para dispositivos de protección contra sobrecorriente. Las envolventes para desconectadores o para dispositivos de sobrecorriente no se deben utilizar como cajas de empalmes, canales auxiliares o canalizaciones de conductores que vayan hasta o estén conectados con otros desconectadores o dispositivos de sobrecorriente, a menos que quede espacio suficiente para ello. Los conductores no deben ocupar más de 40% del área de la sección transversal del gabinete en cualquier punto y los conductores, empalmes y conexiones no deben ocupar más de 75% del área referida.

373-9. Espacio lateral, posterior o canales para cables. Los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben tener espacio posterior para cables, canales o compartimentos para cables, según se establece en 373-11 (c) y (d).

B. Especificaciones de construcción

373-10. Materiales. Los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben cumplir lo establecido en los incisos siguientes:

a) Gabinetes y cajas para cortacircuitos metálicos. Los gabinetes y las cajas para cortacircuitos hechos de metal, deben protegerse por dentro y por fuera contra la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

b) Resistencia mecánica. Los gabinetes y las cajas para cortacircuitos deben estar contruidos de modo que sean resistentes y rígidos. Si son de placa de acero, el espesor de la placa no debe ser menor que 0,8 mm sin recubrir.

c) Gabinetes no metálicos. Los gabinetes no metálicos deben estar aprobados y listados antes de instalarlos.

373-11. Espacio. El espacio dentro de los gabinetes y cajas para cortacircuitos debe cumplir lo establecido en los incisos siguientes.

a) Características generales. El espacio dentro de los gabinetes y cajas para cortacircuitos debe ser suficiente para que permita instalar holgadamente los cables que haya en su interior, y para que quede una separación entre las partes metálicas de los dispositivos y aparatos montados dentro de ellos, como sigue:

1) Base. Además del espacio en los puntos de soporte, debe quedar un espacio libre de 1,6 mm como mínimo entre la base del dispositivo y la pared metálica de cualquier gabinete o caja para cortacircuitos en el que dicho dispositivo vaya montado.

2) Puertas. Entre cualquier parte metálica viva, incluidas las partes vivas de los fusibles instalados en el interior de las cajas, y la puerta de éstas, debe quedar un espacio libre de 25 mm como mínimo.

Excepción: Cuando la puerta esté forrada de un material aislante aprobado o el espesor de la placa metálica no sea menor que 2,5 mm sin recubrir, el espacio libre no debe ser menor que 15 mm.

3) Partes vivas. Entre las paredes, parte posterior, entrada de canales o en la puerta metálica de cualquier gabinete o cajas para cortacircuitos y la parte expuesta portadora de corriente eléctrica más próxima de los dispositivos o aparatos montados dentro del gabinete, si su tensión eléctrica no supera los 250 V, debe haber un espacio libre de 15 mm como mínimo. Para tensiones eléctricas nominales de 251 a 600 V, este espacio debe ser como mínimo de 25 mm.

Excepción: Cuando se cumplan las condiciones de la Excepción de 373-11(a)(2), se permite que el espacio para tensiones eléctricas nominales de 251 a 600 V sea no menor que 15 mm.

b) Espacio para los desconectadores. Los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben ser de profundidad suficiente que permitan cerrar las puertas estando los desconectadores de 30 A de los paneles de alumbrado y control de los circuitos derivados en cualquier posición; cuando los desconectadores mixtos estén en cualquier posición o cuando otros desconectadores de acción simple se abran, en la medida en que lo permita la construcción.

c) Espacio para los cables. Los gabinetes y cajas para cortacircuitos que contengan en su interior dispositivos o aparatos conectados a más de ocho conductores, incluidos los de los circuitos derivados, medidores, circuitos de alimentación, circuitos de fuerza y similares pero no los del circuito de acometida o cualquier extensión del mismo, deben tener un espacio posterior o uno o más espacios laterales, canales laterales o compartimentos para cables.

d) Espacio para los cables en las envolventes. Los espacios posteriores o laterales, los canales laterales o los compartimentos laterales de los gabinetes y cajas para cortacircuitos para cables deben

cerrarse herméticamente por medio de tapas, barreras o separadores que vayan desde la base de los dispositivos instalados en el gabinete hasta la puerta, armazón o laterales del gabinete.

Excepción: Los espacios posteriores o laterales, los canales laterales o los compartimentos laterales de los gabinetes y cajas para cortacircuitos para cables pueden no ser impermeables cuando esos espacios laterales contengan únicamente conductores que entren en el gabinete directamente por la parte de enfrente donde están instalados los dispositivos a los que vayan conectados.

Los espacios posteriores para cables parcialmente cerrados deben llevar tapas que completen el gabinete. Los espacios para cables exigidos por el anterior inciso (c) y que queden expuestos cuando se abran las puertas, deben llevar tapas que completen el gabinete. Cuando exista espacio suficiente para los conductores de paso y para empalmes, como se exige en 373-8, no es necesario instalar separaciones adicionales.

ARTICULO 374 - CANALES AUXILIARES

374-1. Uso. Se permite instalar canales auxiliares que complementen los espacios para cables en las concentraciones de medidores, centros de distribución, tableros de distribución y elementos similares de sistemas de alambrado, y pueden contener conductores o barras, pero no debe utilizarse para contener desconectadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, aparatos u otro equipo similar.

374-2. Extensión más allá de los equipos. Un canal auxiliar no se debe prolongar más de 9 m más allá de los equipos a los que complementa.

Excepción: Lo establecido en 620-35 para los elevadores.

NOTA: Para las canalizaciones de cables, véase el Artículo 362. Para electroductos véase el Artículo 364.

374-3. Soportes

a) Canales auxiliares de placa metálica. Los canales auxiliares de placa metálica deben estar sujetos en toda su longitud a intervalos no mayores a 1,5 m.

b) Canales auxiliares no metálicos. Los canales auxiliares no metálicos deben estar sujetos a intervalos no mayores a 90 cm y en cada extremo o unión, excepto si están aprobados y listados para otros intervalos. En ningún caso la distancia entre los soportes debe ser mayor que 3 m.

374-4. Tapas. Las tapas deben estar firmemente sujetas a los canales.

374-5. Número de conductores

a) Canales auxiliares de placa metálica. Los canales auxiliares de placa metálica no deben contener más de 30 conductores portadores de corriente eléctrica en ningún punto. La suma del área de la sección de todos los conductores instalados en cualquier punto de un canal auxiliar de placa metálica, no debe superar 20% del área de la sección transversal interior del canal en ese punto.

Excepción 1: Lo establecido en 620-35 para los elevadores.

Excepción 2: Los conductores de los circuitos de señalización o los de controladores entre un motor y su arrancador, utilizados sólo para el arranque del motor, no se consideran como conductores portadores de corriente eléctrica la Sección 310-15(g), para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V.

Excepción 3: Cuando se apliquen los factores de ajuste de la Sección 310-15(g) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, no debe haber límite al número de conductores portadores de corriente eléctrica, pero la suma del área de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier punto del canal auxiliar de placa metálica no debe superar 20% de la correspondiente sección transversal interior del canal en ese punto.

b) Canales auxiliares no metálicos. La suma del área de la sección transversal de todos los conductores incluyendo su aislamiento instalados en cualquier punto de un canal auxiliar de placa no metálica no debe superar 20% de la correspondiente sección transversal interior del canal en ese punto.

374-6. Capacidad de conducción de corriente de los conductores

a) Canales auxiliares de placa metálica. Cuando el número de conductores energizados contenidos en un canal auxiliar de placa metálica sea de 30 o menos, no se aplican los factores de ajuste de la Sección 310-15(g) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V. La capacidad nominal continua de las barras de cobre desnudas en canales auxiliares de placa metálica, no debe superar 155 A/cm^2 de área de la sección transversal de conductor. Si las barras son de aluminio, la corriente eléctrica nominal de operación en uso continuo no debe superar $108,5 \text{ A/cm}^2$ de área de la sección transversal de conductor.

b) Canales auxiliares no metálicos. A los conductores de fase en los canales auxiliares no metálicos les son aplicables los factores de ajuste de la Sección 310-15(g) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V.

374-7. Distancia a las partes vivas. Los conductores desnudos deben sujetarse rígida y fuertemente, de modo que la distancia mínima entre partes metálicas desnudas portadoras de corriente eléctrica de distinta polaridad montadas sobre la misma superficie, no sea menor que 50 mm ni menor que 25 mm, si esas partes están al aire libre. Entre cualquier parte metálica portadora de corriente eléctrica y cualquier superficie metálica debe haber una distancia no menor que 25 mm. Se debe dejar espacio suficiente para la dilatación y contracción de las barras.

374-8. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben cumplir lo establecido en los incisos siguientes:

a) Dentro de los canales. Se permite hacer empalmes y derivaciones dentro de los canales si son accesibles por medio de tapas o puertas removibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal del canal.

b) Conductores desnudos. Las derivaciones entre conductores desnudos deben salir del canal por el lado opuesto a las terminales y los conductores no deben estar en contacto con partes portadoras de corriente eléctrica sin aislar de distinto potencial.

c) Identificación adecuada. Las conexiones en derivación en los canales deben estar perfectamente identificadas en cuanto a los circuitos o equipo a los que alimentan.

d) Protección contra sobrecorriente. Las conexiones en derivación de conductores en los canales auxiliares deben estar provistas de dispositivos de protección contra sobrecorriente como exige 240-21.

374-9. Construcción e instalación. Los canales auxiliares deben cumplir lo establecido en los siguientes incisos:

a) Continuidad eléctrica y metálica. Los canales deben estar contruidos e instalados de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de toda la instalación.

b) Construcción sólida. Los canales deben estar contruidos sólidamente y formar un envolvente completo para alojar a los conductores contenidos en ellos. Todas sus superficies, tanto internas como externas, deben estar adecuadamente protegidas contra la corrosión. Las juntas de las esquinas deben ser herméticas y, cuando el conjunto se sujete mediante pernos, tornillos o remaches, dichos elementos deben estar espaciados una distancia no mayor que 30 cm.

c) Bordes lisos y redondeados. Cuando los conductores pasen entre canales, a través de muros divisorios, alrededor de esquinas, entre canales y gabinetes o canales y cajas de conexiones y en otros lugares cuando fuera necesario para prever la abrasión de su aislante, se deben instalar boquillas, tubos o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados.

d) Conductores aislados doblados. Cuando los conductores aislados se doblen dentro de un canal auxiliar, bien en sus extremos o donde los tubos, accesorios u otras canalizaciones de cables entren o salgan del canal o cuando la dirección del canal varíe más de 30°, se deben aplicar las dimensiones establecidas en 373-6.

e) Uso en interiores y exteriores

1) Canales auxiliares de placa metálica. Los canales auxiliares de placa metálica instalados en lugares mojados deben ser adecuados para esos lugares.

2) Canales auxiliares no metálicos

a. Los canales auxiliares no metálicos instalados en exteriores deben:

1. Estar aprobados e identificados como adecuados para su exposición a la luz del Sol.

2. Estar aprobados e identificados como adecuados para su uso en lugares mojados.

3. Estar aprobados para la máxima temperatura ambiente de la instalación y marcados con la temperatura máxima de aislamiento de los conductores.

4. Llevar instaladas juntas de dilatación cuando la variación esperada de longitud debido a la dilatación y contracción térmica sea mayor que 6,5 mm.

b. Los canales auxiliares no metálicos instalados en interiores deben:

1. Estar aprobados y listados para la temperatura ambiente máxima de la instalación y marcados con la temperatura máxima de aislamiento de los conductores.

2. Llevar instaladas juntas de dilatación cuando la variación esperada de longitud debido a la dilatación y contracción térmica sea mayor que 6,5 mm.

NOTA: Las temperaturas muy bajas pueden hacer que los canales auxiliares no metálicos se hagan más frágiles y, por tanto, más susceptibles a daños por contactos físicos.

f) **Puesta a tierra.** Para la puesta a tierra se debe cumplir lo establecido en el Artículo 250.

ARTICULO 380 – DESCONECTADORES

A. Instalación

380-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a todos los desconectadores, dispositivos desconectadores e interruptores automáticos cuando se utilicen como medios de desconexión.

380-2. Conexiones de los desconectadores

a) **Interruptores de tres y de cuatro vías.** Los desconectadores de tres y de cuatro vías deben estar conectados de modo que la desconexión se haga sólo en el conductor de fase del circuito. Cuando estén instalados en canalizaciones metálicas o con cables con recubrimiento metálico, el alambrado entre los desconectadores y las salidas debe cumplir lo establecido en 300-20(a).

Excepción: En los circuitos cerrados de desconectadores no se exige un conductor puesto a tierra.

b) **Conductores puestos a tierra.** Los desconectadores o interruptores automáticos no deben desconectar el conductor puesto a tierra de un circuito.

Excepción 1: Se permite que un desconectador o un interruptor automático desconecte el conductor puesto a tierra de un circuito cuando se desconecten simultáneamente todos los conductores del circuito.

Excepción 2: Se permite que un desconectador o un interruptor automático desconecte el conductor puesto a tierra de un circuito cuando el desconectador esté instalado de manera que no se pueda desconectar el conductor puesto a tierra hasta que se hayan desconectado todos los conductores de fase del circuito.

380-3. Envoltentes. Los desconectadores e interruptores automáticos deben ser de tipo operable desde afuera e ir montados en un envoltente aprobado y listado para el uso previsto. El espacio mínimo para los cables en las terminales y el espacio mínimo en los canales auxiliares previstos en los envoltentes de desconectadores, deben ser los indicados en 373-6.

Excepción 1: Se permite que estén fuera de envoltentes los desconectadores de acción rápida y de cuchilla, tanto de tipo colgante como montados en superficie en un tablero de alumbrado y distribución o tablero de distribución abierto.

Excepción 2: Se permite que estén fuera de envoltentes los desconectadores e interruptores automáticos instalados, de acuerdo con lo indicado en 110-17(a)(1), (2), (3) o (4).

380-4. En lugares mojados. Un desconectador o interruptor automático instalado en un lugar mojado o fuera de un edificio, debe estar encerrado en un envoltente a prueba de intemperie o gabinete aprobado para uso en intemperie que cumpla con lo establecido en 373-2(a). No se deben instalar desconectadores en lugares mojados, en los espacios para tinas bañeras o duchas, excepto si están instalados como parte de un conjunto aprobado y listado para tinas bañeras o duchas.

380-5. Desconectadores de tiempo, intermitentes y dispositivos similares. Los desconectadores de tiempo, intermitentes y similares deben ser de tipo cerrado o ir montados en gabinetes, cajas o envoltentes para equipo. Sus partes energizadas deben estar aisladas tras una barrera para evitar que el operador las toque cuando accione o ajuste manualmente los desconectadores.

Excepción: Se permite montar sin barreras los dispositivos accesibles únicamente a personas calificadas, siempre que estén situados dentro de un envoltente, de modo que cualquier parte energizada que quede a menos de 1,5 m de la zona de accionamiento o ajuste manual, esté protegida por una barrera adecuada.

380-6. Posición de los desconectadores de cuchilla

a) **Desconectadores de cuchilla de un tiro.** Los desconectadores de cuchilla de un tiro deben estar colocados de modo que no se puedan cerrar por la acción de la gravedad. Los desconectadores de cuchilla de un tiro, aprobados para ser utilizados en posición invertida, deben tener un dispositivo de bloqueo que asegure que las cuchillas permanezcan en posición abierta, cuando así se coloquen.

b) Desconectores de cuchilla de doble tiro. Se permite instalar los desconectores de cuchilla de doble tiro de modo que su accionamiento sea horizontal o vertical. Cuando el accionamiento sea vertical, se debe tener un mecanismo de bloqueo que asegure las cuchillas en posición abierta cuando así se coloquen.

c) Conexión de los desconectores de cuchilla. Los desconectores de cuchilla de un tiro se deben conectar de modo que las cuchillas estén desenergizadas cuando el desconector esté en posición abierta.

Excepción: Cuando el desconector esté conectado por el lado de la carga a circuitos o a equipos, cuya naturaleza pudiera provocar una fuente energía de retroalimentación. En tales instalaciones, en la cubierta de los desconectores o inmediatamente al lado de los desconectores abiertos, debe colocarse una inscripción que diga: **“PRECAUCION: EL LADO DE LA CARGA DEL DESCONECTOR PUEDE QUEDAR ENERGIZADO POR RETROALIMENTACION”**.

380-7. Indicaciones. Los desconectores de uso general y de circuitos de motores y los interruptores automáticos, cuando vayan montados en un envolvente como se describe en 380-3, deben indicar claramente si están en posición “abierta” (desconectada) o “cerrada” (conectada).

Quando las manivelas de estos desconectores o interruptores automáticos se accionen vertical y no horizontalmente o mediante giro, la posición superior de la manivela siempre debe ser la de cerrada (conectada).

Excepción: Los desconectores de doble tiro.

380-8. Acceso y agrupamiento

a) Ubicación. Todos los desconectores y los interruptores automáticos utilizados como desconectores deben estar ubicados de modo que se puedan accionar desde un lugar fácilmente accesible. Deben estar instalados de modo que el centro de la palanca del desconector o interruptor automático, cuando esté en su posición más alta, no esté a más de 2 m sobre el piso o la plataforma de trabajo.

Excepción 1: En las instalaciones con barras colectoras se permite que los desconectores con fusibles e interruptores automáticos estén situados al mismo nivel que las barras. Se debe instalar un medio adecuado para accionar la manivela del desconector desde el piso.

Excepción 2: Se permite que los desconectores instalados al lado de motores, aparatos u otro equipo a los que alimenten estén situados más alto de lo especificado en los párrafos anteriores y que sean accesibles por medios portátiles.

Excepción 3: Se permite que los desconectores aisladores accionados por medio de pértigas estén situados a mayor altura.

b) Tensión eléctrica entre desconectores adyacentes. Los desconectores de uso general de acción rápida no deben agruparse en envolventes, excepto si están colocados de manera que la tensión eléctrica entre dos desconectores adyacentes no supere 300 V, o excepto si están instalados en envolventes equipados con barreras permanentes entre los desconectores adyacentes.

380-9. Tapas para desconectores de acción rápida instalados a nivel. Los desconectores de acción rápida montados en cajas metálicas no puestas a tierra y ubicados al alcance de pisos conductores u otras superficies conductoras, deben estar provistos de tapas protectoras de material no conductor y no combustible. Las tapas protectoras metálicas deben ser de metal ferroso de un espesor no menor que 0,8 mm o de metal no ferroso de espesor no menor que 1 mm. Las tapas protectoras de material aislante deben ser de material no combustible y de espesor no menor que 2,5 mm, pero se permite que sean de espesor menor si están fabricadas o reforzadas de modo que tengan suficiente resistencia mecánica. Las placas protectoras se deben instalar de modo que cubran completamente el hueco de la pared y se apoyen sobre el mismo.

380-10. Instalación de los desconectores de acción rápida

a) Tipo de superficie. Los desconectores de acción rápida usados en alambrado visible sobre aisladores deben instalarse sobre bases de material aislante que separen los conductores por lo menos 13 mm de la superficie que soporta al alambrado.

b) Instalación en cajas. Los desconectores de acción rápida de tipo a nivel, instalados en cajas que estén sobre la superficie de la pared, tal como se permite en 370-20, se deben instalar de modo que los bordes de la placa en la cual están instalados descansen sobre la superficie de la pared. Los desconectores 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 placa de montaje del desconector esté apoyada contra la caja.

380-11. Interruptores automáticos utilizados como desconectores. Se permite utilizar como desconector, a un interruptor automático de accionamiento manual equipado con una manivela o un interruptor automático accionado por energía eléctrica operable manualmente, siempre que tenga el número de polos adecuado.

NOTA: véase lo establecido en 240-81 y 240-83.

380-12. Puesta a tierra de los envolventes de desconectores e interruptores automáticos. Los envolventes metálicos de desconectores e interruptores automáticos, se deben poner a tierra como se especifica en el Artículo 250. Cuando se utilicen envolventes no metálicos con canalizaciones metálicas o cables con recubrimiento metálico, se deben tomar las medidas necesarias para proporcionar la continuidad de la puesta a tierra. Las tapas metálicas protectoras de los desconectores de acción rápida deben ser puestos a tierra eficazmente si se utilizan en métodos de alambrado que incluyan o tengan prevista la puesta a tierra.

380-13. Desconectores aisladores

a) Desconectores aisladores. Los desconectores de cuchilla de más de 1 200 A nominales a 250 V o menos y de más de 600 A, a 251 V y hasta 600 V, se deben utilizar únicamente como aisladores y no se deben abrir con carga.

b) Para interrumpir corrientes eléctricas. Para interrumpir corrientes eléctricas mayores a 1 200 A, a 250 V nominales o menos, o de más de 600 A, a 251 V y hasta 600 V nominales, se debe utilizar un interruptor automático o un desconector de diseño especial aprobado y listado para ese fin.

c) Desconectores de uso general. Los desconectores de cuchilla de valores nominales menores a los especificados en los incisos (a) y (b) anteriores se deben considerar desconectores de uso general.

d) Medio de desconexión de circuitos de motores. Se permite que los medios de desconexión de circuitos de motores sean de tipo cuchilla.

380-14. Capacidad nominal y uso de los desconectores de uso general de acción rápida. Los desconectores de uso general de acción rápida se deben usar dentro de su capacidad y según se indica en los incisos siguientes.

NOTA 1: Para desconectores en circuitos de señales y de alumbrado de realce, véase 600-6.

NOTA 2: Para desconectores de circuitos de motores, véanse 430-83, 430-109 y 430-110.

a) Desconectores de acción rápida de uso general para c.a. Los desconectores de acción rápida de uso general solamente son adecuados para usarse en instalaciones de c.a. para controlar lo siguiente:

1) Cargas resistivas e inductivas como lámparas de descarga, que no superen la capacidad nominal del desconector a la tensión eléctrica aplicada.

2) Cargas de lámparas con filamento de tungsteno que no superen la capacidad nominal del desconector a 120 V o 127 V.

3) Cargas de motores que no superen 80% de la capacidad nominal del desconector a la tensión eléctrica nominal.

b) Desconectores de acción rápida de uso general para c.a.-c.c. Los desconectores de acción rápida de uso general son adecuados para usarse en instalaciones de c.a. o c.c. para controlar lo siguiente:

1) Cargas resistivas que no superen la capacidad nominal del desconector a la tensión eléctrica aplicada.

2) Cargas inductivas que no superen 50% de la capacidad nominal del desconector a la tensión eléctrica aplicada. Los desconectores clasificados por kW de potencia (CP) son adecuados para controlar cargas de motores a su capacidad nominal y tensión eléctrica aplicada.

3) Cargas de lámparas con filamento de tungsteno que no superen la capacidad nominal del desconector a la tensión eléctrica aplicada, si son de clase "T".

c) Desconectores de acción rápida de 347 V nominales de c.a. para usos específicos. Los desconectores de acción rápida de 347 V nominales de c.a. deben estar aprobados y ser utilizados únicamente para lo siguiente:

1) Para cargas no inductivas que no sean lámparas con filamento de tungsteno, que no superen la capacidad y tensión eléctrica nominales del desconector.

2) Para cargas inductivas que no superen la capacidad y tensión eléctrica nominales del desconectador. Cuando se establezcan condiciones o límites particulares de carga, se deben observar esas limitaciones con independencia de la corriente eléctrica nominal de la carga.

B. Especificaciones de construcción

380-15. Marcado. Los desconectores deben ir marcados con su corriente y tensión eléctricas nominales y si la capacidad está expresada en unidades de potencia, debe marcarse la capacidad máxima para la cual están diseñados.

380-16. Desconectores de cuchillas para 600 V. Todos los desconectores de cuchillas para 600 V nominales y para corrientes eléctricas de apertura de más de 200 A, deben estar provistos de contactos auxiliares de tipo renovable, de tipo de interrupción instantánea o equivalente.

380-17. Desconectores con fusibles. Un desconector con fusibles no debe llevar los fusibles en paralelo, excepto lo que se permite en la Excepción de 240-8.

380-18. Espacio para doblez de cables. El espacio para doblez de cables que se exige en 380-3, debe cumplir las especificaciones de espacio de la Tabla 373-6(b) entre la pared del envolvente en el que van montadas las terminales de entrada y salida.

ARTICULO 384 - TABLEROS DE DISTRIBUCION Y TABLEROS DE ALUMBRADO Y CONTROL

A. Disposiciones generales

384-1. Alcance. Este Artículo se refiere a:

(1) todos los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control instalados para el control de circuitos de alumbrado y fuerza, y

(2) los tableros para carga de baterías alimentados desde circuitos de alumbrado o fuerza.

Excepción: Los tableros de distribución, tableros de alumbrado y control o partes de los mismos utilizados exclusivamente para controlar circuitos de señales alimentados por baterías, no se incluyen en el alcance de este Artículo.

384-2. Otros Artículos aplicables. Los desconectores, interruptores automáticos y dispositivos de protección contra sobrecorriente utilizados en los tableros de distribución, tableros de alumbrado y control y sus envolventes, deben cumplir lo establecido en este Artículo y además los requisitos de los Artículos 240, 250, 370, 373, 380 y otros aplicables. Los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control instalados en áreas peligrosas (clasificadas), deben cumplir los requisitos indicados en los Artículos 500 a 517.

384-3. Soportes e instalación de las barras colectoras y de los conductores

a) Conductores y barras colectoras en un tablero de distribución o en un tablero de alumbrado y control. Los conductores y las barras colectoras en un tablero de distribución o en un tablero de alumbrado y control, deben estar instalados de manera que no queden expuestos a daño físico y deben sujetarse firmemente en su sitio. Además del alambrado requerido para la conexión y control, únicamente los conductores destinados para terminar en la sección vertical del tablero de distribución, deben de colocarse en dicha sección. Se deben colocar barreras en todos los tableros de distribución de acometida para aislar de las barras colectoras de acometida y de las terminales.

Excepción: Se permiten conductores que atraviesen horizontalmente las secciones verticales de los tableros de distribución cuando aquéllos estén aislados por una barrera de las barras colectoras.

b) Efectos inductivos y de sobrecalentamiento. La disposición de los conductores y las barras colectoras debe ser adecuadas para evitar el sobrecalentamiento debido a efectos inductivos.

c) Uso como equipo de acometida. Los tableros de distribución o tableros de alumbrado y control que se utilicen como equipo de acometida, deben tener un puente de unión con dimensiones de acuerdo con lo indicado en 250-79(d) o equivalente, situado dentro del tablero o en una de las secciones del tablero de alumbrado y control para conectar el conductor puesto a tierra de la acometida, por el lado de la alimentación, con el marco del tablero o tablero de alumbrado y control. Todas las secciones de los tableros de distribución y fuerza se deben unir mediante un conductor de puesta a tierra de equipo, de tamaño nominal seleccionado de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95.

Excepción: No se exige puente de unión en los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control utilizados como equipo de acometida, en sistemas de alta impedancia con neutro puesto a tierra, según lo que se establece en 250-27.

d) Terminales. Las terminales de los tableros generales de distribución y tableros de alumbrado y control deben estar situados de modo que no sea necesario atravesar conductores de fase para hacer las conexiones.

e) Marcado de conductores. En los tableros de distribución o tableros de alumbrado y control que reciben energía de un sistema de cuatro hilos, conexión en delta, cuando el punto medio de una fase esté puesto a tierra, la barra o conductor de mayor tensión eléctrica a tierra de esa fase debe ir marcado de modo permanente y duradero en su cubierta exterior, con color naranja u otro medio eficaz.

f) Arreglo de las fases. El arreglo de las fases en las barras de sistemas trifásicos debe ser A, B y C del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha, vistas desde el frente del tablero o panel de alumbrado y control. En sistemas trifásicos de cuatro hilos conectados en delta, la fase B debe ser la que tenga mayor tensión eléctrica a tierra. Si se hacen modificaciones a instalaciones ya existentes, se permiten otras distribuciones siempre que se identifiquen adecuadamente.

Excepción: El equipo dentro de tableros de distribución de sección individual o de secciones múltiples o dentro de tableros de alumbrado y control, como el medidor en sistemas trifásicos de cuatro hilos en conexión delta, puede tener la misma configuración de fases que tiene el equipo de medición.

g) Espacio mínimo para la curvatura de los conductores. El espacio mínimo para las curvas de los conductores en las terminales y para los canales auxiliares de los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control, debe ser el indicado en 373-6.

384-4. Instalación. El equipo cubierto por el Artículo 384 y los centros de control de motores deben estar ubicados en lugares específicos para este equipo y protegidos contra los daños de los que tratan los incisos a) y b) siguientes.

Excepción: El equipo de control que por su naturaleza o por otras especificaciones de esta norma deba estar cerca o a la vista de la maquinaria que controla, podrá estar en esa ubicación.

a) En interiores. En instalaciones interiores, el espacio dedicado deberá incluir las siguientes zonas:

1) Ancho y profundidad. Se debe proporcionar para la instalación eléctrica un espacio exclusivamente dedicado, entre el piso y los elementos estructurales del techo, que tenga una altura de 7,5 m a partir del piso, con el mismo ancho y profundidad del equipo. No se permite la instalación de tubería, ductos o equipo ajeno al equipo eléctrico o estructural, en, entre, o a través, de dichos espacios o cuartos. No se consideran elementos estructurales del techo, los cielos falsos. Se permite la instalación de rociadores automáticos sobre estos espacios, siempre y cuando se cumpla con lo establecido en esta sección.

Excepción: En las zonas que no tengan el espacio dedicado descrito en esta regla, en plantas industriales, se permite que haya instalado equipo separado de otro equipo ajeno por altura, por cubiertas físicas o por tapas que le proporcionen una protección mecánica adecuada contra el tráfico de vehículos, contra contacto accidental por personas no autorizadas o por salpicaduras o fugas accidentales de tubería.

2) Espacio de trabajo. El espacio de trabajo debe incluir una zona como la descrita en 110-16. En esta zona no debe haber elementos arquitectónicos ni otros equipos.

b) En exteriores. El equipo eléctrico en exteriores debe instalarse en envolventes adecuadas y estar protegidos contra el contacto accidental por personas no calificadas, contra el tráfico de vehículos y contra las salpicaduras o fugas accidentales de tubería.

B. Tableros de distribución

384-5. Ubicación de los tableros de distribución. Los tableros de distribución que tengan partes vivas expuestas, deben estar ubicados en lugares permanentemente secos, donde estén vigilados y sean accesibles sólo a personas calificadas. Los tableros de distribución deben instalarse de modo que la probabilidad de daño por equipo o procesos sea mínima.

384-6. Tableros de distribución en lugares húmedos o mojados. La instalación de los tableros de distribución en lugares húmedos o mojados debe cumplir con lo establecido en 373-2(a).

No deben colocarse tableros de distribución en baños, áreas de vestidores y donde haya la posibilidad de operarlos con pies desnudos y/o piso mojado.

384-7. Ubicación con relación a materiales fácilmente combustibles. Los tableros de distribución se deben instalar de modo que la probabilidad de que transmitan el fuego a materiales combustibles adyacentes sea mínima. Cuando se instalen en un piso combustible se debe proveer de protección adecuada.

384-8. Separaciones

a) Separación desde el techo. En los tableros de distribución que no estén totalmente cerrados se debe dejar un espacio desde la parte superior del tablero hasta cualquier techo combustible no menor que 90 cm, excepto si se instala una cubierta no combustible entre el tablero y el techo.

b) Claros alrededor del Tablero. Los espacios libres alrededor de los tableros de distribución deben cumplir con lo establecido en 110-16.

384-9. Aislamiento de los conductores. Cualquier conductor aislado que se utilice dentro de un tablero de distribución debe estar aprobado y listado, ser resistente a la propagación de la flama y tener una tensión eléctrica nominal no menor que la que vaya a soportar y no menor que la tensión eléctrica aplicada a otros conductores o barras colectoras con las que pueda estar en contacto.

384-10. Separación de conductores que entran en envolventes de barras colectoras. Donde se presenten tubo (conduit) u otras canalizaciones y entren en un tablero de distribución o en un panel de alumbrado y control autosoportado o por el fondo de un envoltorio similar, se debe dejar espacio suficiente para permitir la instalación de los conductores en dichos envolventes. Cuando el tubo (conduit) o canalizaciones entren o salgan de la cubierta por debajo de las barras colectoras, sus soportes u otros obstáculos, el espacio para los cables no debe ser menor que el dado en la siguiente tabla. El tubo (conduit) o canalización, incluidos sus accesorios de terminación, no deben sobresalir más de 7,6 cm del fondo del envoltorio.

TABLA 384-10.- Espacio mínimo entre la parte menor de una envolvente y las barras colectoras, sus soportes u otros obstáculos

Tipo de conductor	Separación en mm
Barras colectoras aisladas, sus soportes u otros obstáculos	(200)
Barras colectoras no aisladas	(250)

384-11. Puesta a tierra de los marcos o armazones de los tableros de distribución. Los marcos de los tableros de distribución y las estructuras que soporten los elementos de desconexión, deben estar puestos a tierra.

Excepción: No se exige poner a tierra los marcos de tableros de c.c. de dos hilos si están eficazmente aislados de la tierra.

384-12. Puesta a tierra de los instrumentos, relevadores, medidores y transformadores de instrumentos de los tableros de distribución. Los instrumentos, relevadores, medidores y transformadores de instrumentos instalados en los tableros de distribución se deben poner a tierra como se especifica en 250-121 a 250-125.

C. Tableros de alumbrado y control

384-13. Disposiciones generales. Todos los tableros de alumbrado y control deben tener parámetros nominales no menores a los mínimos del alimentador según la carga calculada, de acuerdo con lo establecido en el artículo 220. Los tableros de alumbrado y control deben estar marcados de forma duradera por el fabricante con su capacidad de conducción de corriente y tensión eléctrica nominales, el número de fases para los que están proyectados y el nombre del fabricante o marca comercial, de manera visible tras su instalación y sin que las marcas estorben la distribución o cableado interior. Todos los circuitos de un tablero de alumbrado y control y sus modificaciones, deben identificarse de manera legible en cuanto a su finalidad o uso, en un directorio situado en el frente de la puerta del panel gabinete o en su interior.

Nota: Para otros requisitos, véase 110-22.

384-14. Tableros de alumbrado y control para circuitos derivados de alumbrado y de aparatos eléctricos. Para los fines de este artículo, un tablero de alumbrado y control de circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos es el que tiene más de 10% de sus dispositivos de protección contra sobrecorriente de 30 A nominales o menos, con conexiones para el neutro.

384-15. Número de dispositivos de protección contra sobrecorriente en un tablero de alumbrado y control. En un gabinete o caja para cortacircuitos no se deben instalar más de 42 dispositivos de sobrecorriente alimentados de la misma barra conductora (además del principal de alimentación) para circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos.

NOTA: Se considera como una barra conductora al conjunto de una, dos o tres barras según sea el número de fases colocadas y conectadas en el tablero.

Los tableros de alumbrado y control de circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos deben estar provistos de medios físicos que eviten la instalación de más dispositivos de sobrecorriente que aquéllos para los que el tablero está diseñado, dimensionado y aprobado.

Para los fines de este artículo, se considera que un interruptor automático de dos polos equivale a dos dispositivos de sobrecorriente y un interruptor automático de tres polos equivale a tres dispositivos de sobrecorriente.

384-16. Protección contra sobrecorriente

a) Tableros de alumbrado y control para circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos con protección individual. Los tableros de alumbrado y control para este tipo de circuitos deben estar protegidos individualmente, en el lado del suministro, por no más de dos interruptores automáticos principales o por dos juegos de fusibles que tengan una capacidad nominal combinada no mayor que la del tablero de alumbrado y control.

Excepción 1: No es necesario proteger individualmente un tablero de alumbrado y control para circuitos de alumbrado y aparatos eléctricos, si el alimentador del tablero de alumbrado y control tiene una protección contra sobrecorriente no superior a la capacidad nominal del panel.

Excepción 2: En instalaciones existentes, no es necesario proteger individualmente un tablero de alumbrado y control de un circuito de alumbrado y aparatos eléctricos, si dicho panel se utiliza como equipo de acometida en un edificio residencial independiente.

b) Desconectores de uso general de acción rápida de 30 A nominales o menos. Los tableros de alumbrado y control equipados con interruptores de resorte de 30 A nominales o menos deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente que no exceda 200 A.

c) Carga continua. La carga continua de cualquier dispositivo de sobrecorriente situado en un tablero de alumbrado y control no debe superar 80% de su capacidad nominal cuando, en condiciones normales, la carga se mantenga durante tres horas o más.

Excepción: Se permite que un conjunto que incluya un dispositivo de sobrecorriente se pueda utilizar continuamente a 100% su corriente eléctrica nominal, cuando esté aprobado y listado para ese uso.

d) Alimentado a través de un transformador. Cuando un tablero de alumbrado y control se alimente a través de un transformador, la protección contra sobrecorriente que exigen los incisos (a) y (b) anteriores deberá estar situada en el lado del secundario del transformador.

Excepción: Se considera que un tablero de alumbrado y control alimentado desde el secundario de un transformador monofásico con secundario de dos polos (una sola tensión eléctrica) está protegido contra sobrecorriente por el dispositivo de protección del primario (lado del alimentación) del transformador, si dicha protección cumple lo establecido en 450-3(b)(1) y no excede el valor obtenido al multiplicar la capacidad nominal del tablero de alumbrado y control por la relación de tensión eléctrica primario/secundario.

e) Interruptores automáticos en delta. No debe conectarse un dispositivo de sobrecorriente o un interruptor trifásico a una barra colectora de ningún tablero de alumbrado y control que tenga barras colectoras de menos de tres fases. No deben instalarse interruptores automáticos en delta, en tableros de alumbrado y control.

f) Dispositivos de alimentación posterior. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de tipo enchufable o los interruptores de circuito de alimentación de tipo enchufable que puedan recibir alimentación en la parte posterior, se deben sujetar con un medio adicional que exija algo más que un simple tirón para sacar el dispositivo de su montaje en el panel.

384-17. Tableros de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados. La instalación de tableros de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados debe cumplir con lo establecido en 373-2(a).

No deben colocarse tableros de alumbrado y control en baños, áreas de vestidores y donde haya la posibilidad de operarlos con pies desnudos y/o piso mojado.

384-18. Envolventes. Los tableros de alumbrado y control deben instalarse en gabinetes, cajas para cortacircuitos o envolventes diseñadas para ese uso, debiendo ser de frente muerto.

Excepción: Se permite instalar tableros de alumbrado y control diferentes a los de frente muerto operables desde fuera con tensión eléctrica en la parte desde la que se accionan, si son accesibles únicamente por personas calificadas.

384-19. Posición relativa de los fusibles y desconectores. En los tableros de alumbrado y control, los fusibles de cualquier tipo deben instalarse en el lado de la carga de cualquier tipo de desconector.

Excepción: Lo que se establece en 230-94 para equipo de acometida.

384-20. Puesta a tierra de los tableros de alumbrado y control. Los gabinetes y marcos de los tableros de alumbrado y control, si son metálicos, deben estar en contacto físico entre sí y ponerse a tierra según lo establece el artículo 250 o lo indicado en 384-3(c). Si se utiliza el tablero de alumbrado y control con canalizaciones o cables no metálicos o si existen conductores para puesta a tierra independientes, debe instalarse dentro del tablero una barra colectora terminal para esos conductores. La barra colectora debe unirse o conectarse con el tablero y al marco del gabinete, si son metálicos. Si no, debe conectarse al conductor de puesta a tierra que atraviesa junto con los conductores de alimentación del tablero de alumbrado y control.

Excepción: Cuando exista un conductor separado para puesta a tierra de equipo como se permite en la Excepción 4 de 250-74. Se permite que este conductor de puesta a tierra, que atraviesa junto con los conductores de fase, pase por el tablero de alumbrado y control sin conectarlo a la barra colectora terminal de puesta a tierra del equipo.

Los conductores de puesta a tierra no deben conectarse a la barra colectora de la terminal instalada para los conductores puestos a tierra (puede ser el neutro), excepto si está aprobada y listada para ese uso, e instalada en un lugar en el que la conexión entre los conductores de puesta a tierra de equipo y los conductores del circuito puesto a tierra esté permitida o exigida por el artículo 250.

D. Especificaciones de construcción

384-30. Paneles. Los paneles de los tableros de distribución deben ser de material no combustible y resistente a la humedad.

384-31. Barras colectoras. Las barras colectoras aisladas o desnudas deben estar rígidamente montadas.

384-32. Protección de los circuitos de instrumentos. Los instrumentos, luces piloto, transformadores y otros dispositivos de los tableros de distribución que puedan tener devanados deben estar alimentados por un circuito que esté protegido por dispositivos de sobrecorriente de 15 A nominales o menos.

Excepción 1: Se permite instalar dispositivos de sobrecorriente de más de 15 A cuando la interrupción del circuito pueda crear riesgo. Debe instalarse protección contra cortocircuito.

Excepción 2: Para corriente eléctrica nominal de 2 A o menor se permiten tipos especiales de fusibles del tipo encapsulado.

384-33. Requisitos de los componentes. Los desconectores, fusibles y portafusibles utilizados en los tableros de alumbrado y control deben cumplir los requisitos aplicables de los artículos 240 y 380.

384-34. Desconectores de cuchilla. Las navajas expuestas de los desconectores de cuchilla deben quedar sin potencial eléctrico cuando se abran.

Nota: Para su instalación, véase la Excepción de 380-6(c).

384-35. Espacio para doblado de cables en los tableros de alumbrado y control. La envolvente de un tablero de alumbrado y control debe tener un espacio arriba y otro abajo para el doblado de los cables, de dimensiones según la Tabla 373-6(b) para el mayor conductor que entre o salga de la cubierta. Además debe dejarse un espacio lateral para curvas de cables de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(a) para el conductor de mayor tamaño nominal que termine en ese espacio.

Excepción 1: Para tableros de alumbrado y control de circuitos derivados de alumbrado y aparatos de 225 A nominales o menos, se permite que el espacio superior o el inferior del tablero de alumbrado y control se calcule de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(a).

Excepción 2: Cuando exista al menos un espacio lateral para el doblado de cables de dimensiones según la Tabla 373-6(b) para el mayor conductor que termine en cualquiera de los lados de la cubierta, se permite que el espacio superior o el inferior del tablero de alumbrado y control se calcule de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(a).

Excepción 3: Si el tablero de alumbrado y control está diseñado y construido de manera que sólo exista una curva de 90° en cada conductor, incluido el neutro, y el diagrama de cableado muestra y especifica el método de instalación que debe utilizarse, se permite que el espacio superior y el inferior del tablero de alumbrado y control se calculen de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(a).

384-36. Separaciones mínimas. La separación mínima entre las partes metálicas desnudas, barras colectoras, etcétera, no debe ser menor que lo especificado en la Tabla 384-36.

Donde la proximidad no cause un calentamiento excesivo, se permite que partes con la misma polaridad como desconectores, fusibles en portafusibles, etcétera, estén instaladas juntas, tan cerca que permita una correcta operación.

TABLA 384-36.- Separación mínima entre piezas de metal desnudas, en cm

	Polaridad inversa cuando están montadas en la misma superficie	Polaridad inversa cuando están al aire libre	Entre las partes vivas y tierra*
No más de 127 V nominales	2,0	1,5	1,5
No más de 250 V nominales	3,5	2,0	1,5
No más de 600 V nominales	5,5	2,5	2,5

* Para la separación entre partes vivas (portadoras de corriente eléctrica) y puertas de los gabinetes, véase 373-11(a) (1), (2) y (3).

4.4 EQUIPOS DE USO GENERAL CAPITULO 4

ARTICULO 400-CABLES Y CORDONES FLEXIBLES

A. Disposiciones generales

400-1. Alcance. Este artículo cubre las disposiciones generales, usos y especificaciones de construcción de cables flexibles y de cordones flexibles.

400-2. Otros Artículos. Los cables y cordones flexibles deben cumplir lo establecido en este artículo y las disposiciones aplicables de los demás de esta Norma.

400-3. Uso. Los cables y cordones flexibles y sus accesorios deben ser adecuados para las condiciones de uso e instalación.

400-4. Tipos. Los cables y cordones flexibles deben estar de acuerdo con la descripción de la Tabla 400-4. Los tipos de cables y cordones flexibles que no aparezcan indicados en esa Tabla, deben someterse a investigación especial.

400-5. Capacidad de conducción de corriente de los cables y cordones flexibles. En las Tablas 400-5(a) y 400-5(b) se indica la capacidad de conducción de corriente de los cables y de cordones flexibles con no más de tres conductores portadores de corriente. Estas tablas se deben utilizar junto con las normas

de los productos, para elegir los cables de tamaño nominal y tipo adecuados. Si hubiera más de tres conductores portadores de corriente, la capacidad de conducción de corriente de cada conductor se debe reducir a partir de la de los cables de tres conductores, en la siguiente proporción:

Cantidad de conductores	Por ciento que se debe aplicar a los valores de las Tablas 400-5(a) y 400-5(b)
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
De 41 en adelante	35

Temperatura máxima admisible del aislamiento. En ningún caso deben agruparse los conductores de modo que excedan sus límites de temperatura, teniendo en cuenta el tipo de circuito, el tipo de instalación o la cantidad de conductores.

Un conductor neutro que sólo conduzca la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, no se considera como conductor activo o portador de corriente.

En un circuito de tres hilos con dos hilos de fase y el neutro así como en un sistema de tres fases cuatro hilos, conectado en estrella, el conductor común conduce aproximadamente la misma intensidad de corriente que los otros conductores de fase, por lo que se debe considerar como conductor activo o portador de corriente.

En un circuito de tres fases cuatro hilos conectados en estrella, en el que la mayor parte de la carga sea no lineal, como lámparas de descarga, equipo electrónico y equipo de procesamiento de datos o similares, en el conductor neutro se producen corrientes armónicas, por lo que éste debe considerarse como conductor activo o portador de corriente.

El conductor de puesta a tierra de equipo no debe considerarse como conductor activo o portador de corriente.

Cuando se utilice un solo conductor como conductor de puesta a tierra de equipo y para transportar la corriente de desequilibrio de otros conductores para cocinas y secadoras eléctricas de ropa, como se establece en 250-60, no se debe considerar como conductor activo o portador de corriente.

Excepción: Para otras condiciones de carga, se permite aplicar los factores de ajuste establecidos en 310-15(b).

Nota: Véase el Apéndice A, Tabla A310-11 para los factores de ajuste cuando hay más de tres conductores que conducen corriente en una canalización o cable con distintas cargas.

TABLA 400-4.- Cordones y cables flexibles

Nombre Comercial	Tipo de cordón o cable	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o Designación		Espesor de aislamiento nominal	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso						
				mm ²	AWG kcmil	mm									
Cable para elevador	E	2 o más	Termofijo	0,519-1,31	20-16	0,51	Algodón Cubierta flexible de nylon	Tres de algodón. Una exterior retardante a la flama y resistente a la humedad	Alumbrado y control en elevadores	En áreas que no son peligrosas (clasificadas)					
				2,08-3,30	14-12	0,76									
				5,26	10	1,14									
				8,37-33,6	8-2	1,52									
Cable para elevador	EO	2 o más	Termofijo	0,519-1,31	20-16	0,51	Algodón	Tres de algodón. Una exterior retardante a la flama y resistente a la humedad	Alumbrado y control en elevadores	En áreas que no son peligrosas (clasificadas)					
	ETP	2 o más	Termoplástico	2,08-3,30	14-12	0,76						Rayón	Una de algodón o equivalente y una cubierta termo-plástica	En áreas peligrosas clasificadas	
				5,26	10	1,14									
ETT				8,37-33,6	8-2	1,52	No	Termofijo resistente al aceite	Portátil y uso extrarrudo						
Cable de energía portátil	G	2 a 6 más conductores de tierra	Termofijo	8,37-33,6	8-2	1,52		Termofijo resistente al aceite	Portátil y uso extrarrudo						
	G-GC	3 a 6 más conductores de tierra y un conductor de tierra para verificar	Termofijo	42,4-107	1-4/0	2,03									
				127-253	250-500	2,41									
				3,31 - 33,6	12 - 2	1,52		Termofijo resistente al aceite							
				42,4 - 107	1 - 4/0	2,03									
				127 - 253	250 - 500	2,41									
Cordón paralelo para calentador	HPN	2 o 3	Termofijo resistente al aceite	0,519-1,31	18-16	1,14	No	Termofijo resistente al aceite	Portátil	En lugares secos y húmedos	No para uso rudo				
				2,08-3,30	14-12	1,52									
Cordones para calentador con cubierta termofija	HSJ	2, 3 o 4	Termofijo	0,824-1,31	18-16	0,76	No	Algodón y Termofijo	Portátil o calentador portátil	En lugares húmedos	Para uso rudo				
	HSJO		Termofijo resistente al aceite	2,08-1,31	14-16	1,14									
	HSJOO			0,824-3,30	18 - 12										
Cordones paralelos no integrados	NISP-1	2 o 3	Termofijo	0,519-0,824	20-18	0,38	No	Termofijo	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	No para uso rudo				
	NISP-2				0,824-1,31	18-16						0,76			
	NISPE-1		Elastómero termoplástico	0,519-0,824	20-18	0,38									
	NISPE-2				0,824-1,31	18-16						0,76			

Nombre Comercial	Tipo de cordón o cable	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o Designación		Espesor de aislamiento nominal	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso		
				mm ²	AWG kcmil	mm					
	NISPT-1		Termoplástico	0,519-0,824	20-18	0,38		Termoplástico			
	NISPT-2			0,824-1,31	18-16	0,76					
Cable de energía flexible para escenarios e iluminación	SC	1 o más	Termofijo	8,37-33,6 42,4-107 127	8-2 1-4/0 250	1,52 2,03 2,41	No	Termofijo	Portátil y uso extra-rudo		
	SCE	1 o más	Elastómero Termoplástico	8,37-33,6 42,4-107 127	8-2 1-4/0 250	1,52 2,03 2,41		Elastómero termoplástico	Portátil y uso extra-rudo		
	SCT	1 o más	Termoplástico	8,37-33,6 42,4-107 127	8-2 1-4/0 250	1,52 2,03 2,41		Termoplástico	Portátil y uso extrarrudo		
Cordón uso Rudo	SJ	2 o más	Termofijo	0,824-3,31	18-12	0,76	No	Termofijo	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso rudo
	SJO	2 o más	Termofijo	0,824-3,31 5,26	18-12 10	0,76 1,14		Termofijo resistente al aceite	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso rudo
	SJT	2 o más	Termoplástico	0,824-3,31 5,26	18-12 10	0,76 1,14		Termoplástico	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso rudo
	SJTW	2 o más	Termoplástico	0,824-3,31 5,26	18-12 10	0,76 1,14		Termoplástico resistente al aceite	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso rudo en interiores y exteriores
	SJTO	2 o más	Termoplástico	0,824-3,31	18-12	0,76					
Cordón uso extra rudo	SO	2 o más	Termofijo	0,824-1,31 2,08-5,26 8,37-33,6	18-16 14-10 8-2	0,76 1,14 1,52	No	Termofijo resistente al aceite	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso extrarrudo
Cordón paralelo termofijo	SP-1	2 o 3	Termofijo	0,519-0,824	20-18	0,76	No	Termofijo	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	No para uso rudo
	SP-2			0,824-1,31	18-16	1,14					
	SP-3			0,824-1,31 2,08 3,31 5,26	18-16 14 12 10	1,52 2,03 2,41 2,80					
Cordón uso extra rudo	ST	2 o más	Termoplástico	0,824-1,31 2,08-5,26 8,37-33,6	18-16 14-10 8-2	0,76 1,14 1,52	No	Termoplástico	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso extra-rudo
	STW	2 o más	Termoplástico	0,824-1,31 2,08-5,26 8,37-33,6	18-16 14-10 8-2	0,76 1,14 1,52		Termoplástico	Colgante o portátil	En lugares secos y húmedos	Uso extrarrudo en interiores y exteriores
Cordón paralelo plástico	SPT-O	2	Termoplástico	0,325	22	0,64	No	Termoplástico	Colgante o Portátil	En lugares secos y húmedos	No para uso rudo
	SPT-1	2 o 3	Termoplástico	0,519-, 824	20-18	0,76			Refrigeradores, aparatos de aire	En lugares secos y húmedos	No para uso rudo

Nombre Comercial	Tipo de cordón o cable	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o Designación		Esesor de aislamiento nominal	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso		
				mm ²	AWG kcmil	mm					
	SPT-2	2 o 3	Termoplástico	0,824-1,31	18-16	1,14			acondicionado y aparatos electrodomésticos como se permite en la sección 422-8(d)		
	SPT-3	2 o 3	Termoplástico	0,824-1,31	18-16	1,52					
				2,08	14	2,03					
				3,30	12	2,41					
				5,26	10	2,79					
Cable para estufa o secadora	SRD	3 o 4	Termofijo	5,26-21,2	10-4	1,14	No	Termofijo	Portátil	En lugares húmedos	Estufas, secadoras
	SRDE	3 o 4	Elastómero termoplástico	5,26-21,2	10-4			Elastómero termoplástico			
	SRDT	3 o 4	Termoplástico	5,26-21,2	10-4			Termoplástico			
Cordón para aspiradora	SVO	2 o 3	Termofijo	0,824-1,31	18-16	0,38	No	Termofijo resistente al aceite	Colgante o Portátil	En lugares húmedos	No para uso rudo
	SVT	2 o 3	Termoplástico	0,824-1,31	18-16	0,38		Termoplástico			
	SVTO	2 o 3	Termoplástico	0,824-1,31	18-16	0,38		Termoplástico resistente al aceite			
Cordón tinsel paralelo	TPT	2	Termoplástico	0,1	27	0,76	No	Termoplástico	Conectado a un artefacto	Lugares húmedos	No para uso rudo
Cordón tinsel con cubierta	TS	2	Termofijo	0,1	27	0,38	No	Termofijo	Conectado a un artefacto	Lugares húmedos	No para uso rudo
	TST		Termoplástico								
Cable portátil de potencia	W	1 a 6	Termofijo	8,37-33,6 42,4-107 127- 253	8-2 1-4/0 250 500	1,52 2,03 2,41		Termofijo resistente al aceite	Portátil y uso extrarrudo		
Cable para vehículos eléctricos	EV	2 o más y conductor (es) de puesta a tierra, más cables de datos híbridos, señales, comunicaciones y fibra óptica, opcionales	Termofijo con nylon opcional	0,824-1,31 2,08-5,26 8,37-33,6 42,4-107 127-253	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250-500	0,76(0,51) 1,14(0,76) 1,52(1,14) 2,03(1,52) 2,41(1,90)	Opcional	Termofijo	Carga de vehículos eléctricos	Lugares mojados	Trabajo extra pesado
	EVJ										0,824-3,31
	EVE	Elastómero termoplástico con nylon opcional	0,824-1,31 2,08-5,26 8,37-33,6 42,4-107 127-253	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250-500	0,76(0,51) 1,14(0,76) 1,52(1,14) 2,03(1,2) 2,41(1,90)	Elastómero termoplástico		Trabajo extra pesado			
								EVJE			0,824-3,31
Cable para	EVT	2 o más y	Termoplástico	0,824-1,31	18-16	0,7(0,51)	Opcional	Termoplástico	Carga de	Lugares mojados	Trabajo extra pesado

Nombre Comercial	Tipo de cordón o cable	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o Designación		Espesor de aislamiento nominal	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso	
				mm ²	AWG kcmil	mm				
vehículos eléctricos	EVJT	conductor(es) de puesta a tierra, más cables de datos híbridos, señales, comunicaciones y fibra óptica, opcionales	con nylon opcional	2,08-5,26	14-10	1,14(0,76)			vehículos eléctricos	Trabajo pesado
				8,37-33,6	8-2	1,52(1,14)				
				42,4-107	1-4/0	2,03(1,52)				
				127-253	250-500	2,41(1,90)				
				0,824-3,31	18-12	0,76(0,51)				

Notas:

1. Excepto para los Tipos HPN, SPT-0, SPT-1, SPT-2, SPT-3 y las versiones de tres conductores paralelos de SRD, SRDE, SRDT, los conductores individuales deben cablearse juntos.
2. Para los tipos G, SC, SCE, SCT, SO, ST, STW y W se permite su utilización en escenarios, garajes y en otras partes donde esta Norma permite el uso de cordones flexibles.
3. Los cables móviles de elevadores para los circuitos de control de la operación y señalización deben incluir rellenos no metálicos para mantener la concentricidad. Los cables deben tener miembros de soporte de acero para su suspensión de acuerdo con lo requerido en 620-41. En lugares que estén sujetos a humedad excesiva, vapores corrosivos o gases, se permite el uso de miembros de soporte de otros materiales. Cuando se utilicen miembros de soporte de acero, éstos deben colocarse en forma recta en el centro del reunido de los conductores del cable y no deben cablearse junto con los alambres de cobre de cualquier conductor. Además de los conductores usados para los circuitos de control y señalización, se permite que los cables para elevador tipo, EO, ETP y ETT incorporen en su construcción uno o más pares telefónicos de tamaño nominal de 0,519 mm² (20 AWG), uno o más cables coaxiales, una o más fibras ópticas, o una combinación de éstos. Se permite que los pares telefónicos de tamaño nominal de 0,519 mm² (20 AWG) estén cubiertos con un blindaje aprobado para telefonía, audio o circuitos de comunicación de alta frecuencia. Los cables coaxiales consisten de un conductor central, aislamiento y blindaje para uso en video u otros circuitos de comunicación de radio-frecuencia. Las fibras ópticas deben estar adecuadamente cubiertas con un compuesto termoplástico resistente a la propagación de incendio. El aislamiento de los conductores debe ser hule o termoplástico con un espesor no menor que el especificado para los otros conductores del tipo particular de cable. Las pantallas metálicas deben tener su propia cubierta protectora. Cuando se requiera, se permite la utilización de estos componentes en cualquier capa del ensamble del cable pero no deben colocarse en el centro en forma recta.
4. El tercer conductor de los cables HPN, SPT-0, SPT-1, SPT-2, SPT-3 y SVT debe utilizarse únicamente para la puesta a tierra del equipo.
5. Los conductores individuales de todos los cordones, excepto aquellos cordones resistentes al calor, deben tener un aislamiento termoplástico o termofijo, con excepción del conductor de puesta a tierra del equipo que, cuando se utilice, debe estar de acuerdo con lo especificado en 400-23 (b).
6. Cuando la tensión eléctrica entre dos conductores exceda 300 V, pero no exceda 600 V, los cordones flexibles de tamaño nominal de 5,26 mm² (10 AWG) y menores, deben tener en sus conductores individuales aislamiento termofijo o termoplástico con un espesor de aislamiento mínimo de 1,14 mm, a menos que se utilicen cordones tipo SO o ST.
7. Cuando los aislamientos y cubiertas exteriores cumplan con los requerimientos de resistencia a la propagación de incendio, baja emisión de humos y baja emisión de gas ácido halogenado, se permite que puedan estar marcados con el sufijo LS.
8. Los cables para elevadores de tamaño nominal de 0,519 mm² a 2,08 mm² (20 AWG al 14 AWG) están clasificados para 300 V y de 5,26 mm² a 33,6 mm² (10 AWG al 2 AWG) están clasificados para 600 V. Conductores de tamaño nominal de 3,31 mm² (12 AWG) con un espesor de aislamiento de 0,76 mm están clasificados para 300 V y con un espesor de 1,14 mm para 600 V.
9. Los tipos de conductores que incluyen al final del tipo la letra W, pueden emplearse en interiores y exteriores. Para este uso deben estar aprobados como resistentes a la intemperie.

TABLA 400-5(a).- Capacidad de conducción de corriente de cables y cordones flexibles a temperatura ambiente de 30 °C. Véase 400- 13 y la Tabla 400- 4

Tamaño o Designación		Tipo TS con termo-endurecido	Tipos E, EO, SJ, SJO, SJO, SO, SP-1, SP-2, SP-3 SRD, SV, SVO, y con termofijo		Tipos HPN, HSJ, HSJO, HSJOO
			Tipos ETP, ETT, SJT, SJTW SJTO, SJTOO, SP-1, SP-2, SP-3, SPT-0, SPT-1, SPT-2, SPT-3, ST, STW, SRDE, SRDT, STO, SVT, SVTO y STVOO con termoplástico		
mm ²	AWG		A#	B#	
0,1	27*	0,5	-	-	-
0,519	20	-	5**	***	-
0,824	18	-	7	10	10
-	17	-	-	--	13

1,31	16	-	10	13	15
2,08	14	-	15	18	20
3,30	12	-	20	25	30
5,26	10	-	25	30	35
8,37	8	-	35	40	-
13,3	6	-	45	55	-
21,2	4	-	60	70	-
33,6	2	-	80	95	-

* Cordón oropel (tinsel)

** Sólo cables para elevadores

*** 7 A sólo para cables para elevadores y 2 A para los demás

Los valores de la columna A son para cables de tres conductores y otros multipolares conectados a equipos de utilización, de modo que los tres cables sean portadores de corriente eléctrica. Los de la columna B son para cables de dos conductores y otros multipolares conectados a equipos de utilización de modo que sólo dos conductores sean portadores de corriente eléctrica.

TABLA 400-5(b).- Capacidad de conducción de corriente de los cables de tipo SC, SCE, SCT y G (Basada en temperatura ambiente de 30 °C. Véase la tabla 400-4)

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del cable								
		60°C			75°C			90°C		
mm ²	AWG kcmil	D	E	F	D	E	F	D	E	F
8,37	8	60	55	48	70	65	57	80	74	65
13,3	6	80	72	63	95	88	77	105	99	87
21,2	4	105	96	84	125	115	101	140	130	114
26,7	3	120	113	99	145	135	118	165	152	133
33,6	2	140	128	112	170	152	133	190	174	152
42,4	1	165	150	131	195	178	156	220	202	177
53,5	1/0	195	173	151	230	207	181	260	234	205
67,4	2/0	225	199	174	265	238	208	300	271	237
85,0	3/0	260	230	201	310	275	241	350	313	274
107	4/0	300	265	232	360	317	277	405	361	316
127	250	340	296	259	405	354	310	455	402	352
152	300	375	330	289	445	395	346	505	449	393
177	350	420	363	318	505	435	381	570	495	433
203	400	455	392	343	545	469	410	615	535	468
253	500	515	448	392	620	537	470	700	613	536

Los valores de capacidad de conducción de corriente de la columna D son para cables de un solo conductor de tipo SC, SCE, SCT y W, solamente cuando los conductores individuales no estén instalados en canalizaciones ni en contacto físico unos con otros, excepto en tramos que no excedan 60 cm, cuando atraviesen la pared de un gabinete.

Los valores de capacidad de conducción de corriente de la columna E son para cables de dos conductores y otros multiconductores conectados a equipo de utilización de modo que sólo conduzcan corriente dos conductores. Los valores de capacidad de conducción de corriente de la columna F son para cables de tres conductores y otros multiconductores conectados a equipo de utilización de modo que solamente tres conductores conduzcan corriente.

400-6. Marcado

a) Marcado normal. Los cables y cordones flexibles se deben marcar por medio de una etiqueta impresa sujeta al carrete o a la caja. La etiqueta debe contener la información que se exige en 310-11(a).

Los cordones flexibles de tipo SC, SCE, SCT, SJT, SJO, SO, ST y los cables flexibles tipo G y W deben marcarse en forma legible y permanente en su superficie exterior a intervalos que no excedan de 0,3 m con el tipo con designación, tamaño nominal y cantidad de conductores.

b) Marcado opcional. Se permite que los cables y cordones flexibles indicados en la Tabla 400-4 se marquen en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable.

Nota: Estas marcas pueden ser, entre otras, "LS" para los cables con producción limitada de humo; "resistente a la luz del sol", etcétera.

400-7. Usos permitidos

a) Usos. Los cables y cordones flexibles deben utilizarse sólo para:

- (1) conexiones colgantes;
- (2) alambrado de luminarios;
- (3) conexión de lámparas portátiles, anuncios portátiles y móviles o aparatos electrodomésticos móviles;
- (4) cables de elevadores;
- (5) instalaciones de grúas y polipastos;
- (6) conexión de equipo fijo para facilitar cambios frecuentes;
- (7) para evitar la transmisión de ruido o vibraciones;
- (8) equipos eléctricos cuyos medios de sujeción y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para desmontarlos para su fácil mantenimiento y reparación y el equipo eléctrico esté diseñado o aprobado e identificado para utilizarse con un cordón flexible;
- (9) equipo de procesamiento de datos, de acuerdo con lo establecido en 645-5;
- (10) conexión de partes móviles;
- (11) instalaciones temporales permitidas en 305-4(b) y 305-4(c).

b) Clavijas de conexión. Cuando se utilicen como se permite en (a)(3), (a)(6) y (a)(8) de esta sección, los cordones flexibles deben estar equipados con una clavija de conexión y conectarse a la salida del receptáculo.

Excepción: Lo permitido en 364-8.

400-8. Usos no permitidos. Si no se permite específicamente en 400-7, no se deben utilizar cables y cordones flexibles:

- (1) en sustitución de la instalación fija de un edificio;
- (2) cuando tienen una trayectoria a través de un orificio en la pared, techos estructurales, techos suspendidos o techos inclinados o pisos;
- (3) cuando atraviesen puertas, ventanas o aberturas similares;
- (4) cuando vayan unidos a la superficie de un edificio;

Excepción: Se permite que un cable o cordón flexible tenga una conexión en la superficie de un edificio para una toma de tensión eléctrica adecuada. La longitud del cable o del cordón desde la terminación de la toma no debe ser superior a 1,80 m. (Ver 364-8(a);

- (5) cuando estén ocultos tras las paredes, suelos o techos de un edificio, o
- (6) cuando estén instalados en canalizaciones, excepto sí se permite en otros lugares de esta Norma.

400-9. Empalmes. Los cordones flexibles cuando estén permitidos en 400-7(a) se deben utilizar sólo en tramos continuos sin empalmes ni conexiones. Se permite empalmar los cables y cordones de uso rudo (Columna 1 de la Tabla 400-4), de tamaño nominal $2,08 \text{ mm}^2$ (14 AWG) y superior, si los conductores están empalmados según lo establecido en 110-14(b) y el empalme completo mantiene el aislamiento y las propiedades del recubrimiento exterior y las características de uso del cable empalmado.

400-10. Tensión mecánica en las uniones y terminales. Los cordones flexibles y cables deben tener conectados los aparatos eléctricos y accesorios de modo que la tensión mecánica ejercida sobre ellos no se transmita a las uniones o terminales.

Nota: Algunos métodos de evitar que la tensión mecánica ejercida sobre un cordón se transmita a las uniones o terminales son: (1) anudando el cordón; (2) sujetarlo con cinta aislante y (3) utilizar accesorios diseñados para ello.

400-11. Vitrinas y escaparates. Los cordones flexibles utilizados en las vitrinas y escaparates deben ser de tipo SJO, SJT, SO o ST.

Excepción 1: Para el alambrado de equipo de alumbrado colgado de una cadena.

Excepción 2: Como cables de suministro de lámparas portátiles u otras mercancías expuestas a la venta.

400-12. Tamaño nominal mínimo. Los conductores de un cable o de un cordón flexible deben tener tamaño nominal no inferior a lo establecido en la Tabla 400-4.

400-13. Protección contra sobrecorriente. Los cordones flexibles de tamaño nominal no inferior a $0,824 \text{ mm}^2$ (18 AWG), los cordones con brocal o los que tengan características equivalentes de tamaño nominal inferior al aprobado para su utilización con determinados aparatos eléctricos, se deben considerar protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos de protección descritos en 240-4.

400-14. Protección contra daños. Los cables y cordones flexibles se deben proteger con dispositivos o boquillas adecuadas, cuando pasen a través de orificios en las tapas, cajas de salida de conexión o gabinetes similares.

B. Especificaciones de construcción

400-20. Etiquetas. Los cables y cordones flexibles deben ser probados en fábrica y etiquetados en consecuencia, antes de empacarlos.

400-21. Espesor nominal del aislamiento. El espesor nominal del aislamiento de los conductores de cables y cordones flexibles no debe ser inferior al establecido en la Tabla 400-4.

400-22. Identificación del conductor puesto a tierra. El conductor de un cable o cordón flexible que esté diseñado como conductor puesto a tierra del circuito, debe tener una marca continua que lo distinga claramente de los demás conductores. La identificación se hará por alguno de los métodos especificados en los siguientes incisos:

a) Malla trenzada coloreada. Una malla trenzada de color blanco o gris claro y la malla de los demás conductores de color o colores lisos, claramente distintos.

b) Trazador en la malla. Un trazador en la malla de un color que contraste claramente con el de ésta y ningún trazador en la malla de otro conductor o conductores. No debe utilizarse ningún trazador en la malla de cualquier conductor o cordón flexible que contenga un conductor con una malla de color blanco o gris claro.

c) Aislamiento coloreado. En los cordones que no lleven malla en los conductores individuales, con un aislamiento blanco o gris claro en un conductor y un color o colores fácilmente diferenciables en el otro o en los restantes.

En los cordones con cubierta exterior que se suministren con los aparatos eléctricos, debe utilizarse un conductor con el aislamiento azul claro y los demás conductores con sus aislamientos de colores claramente diferenciables, que no sean blanco ni gris claro.

Excepción: En cordones que tienen el aislamiento individual de los conductores integrado con la cubierta.

Se permite cubrir el aislamiento con un acabado exterior para proveer el color deseado.

d) Separador coloreado. En los cordones en donde el aislamiento de los conductores esté integrado con la cubierta, un separador blanco o gris claro en un conductor y otro de un color liso fácilmente diferenciable en el otro conductor o conductores.

e) Conductores estañados. Para los cordones con aislamiento en conductores individuales integrados con la cubierta, un conductor que tenga hilos individuales estañados y el otro conductor o conductores que tenga(n) hilos individuales sin estañar.

f) Marcado en la superficie. En los cordones, en donde el aislamiento de los conductores, esté integrado con la cubierta, una o más crestas, franjas o ranuras situadas en el exterior del cordón para identificar un conductor.

400-23. Identificación del conductor de puesta a tierra de equipo. Un conductor que esté destinado para utilizarlo como conductor de puesta a tierra de equipo, debe llevar una marca de identificación continua que lo distinga claramente de los demás conductores. Los conductores con una cubierta continua verde o verde con franjas amarillas no se deben utilizar para otro fin que para puesta a tierra de equipo. La marca de identificación debe ser alguna de las especificadas a continuación:

a) Malla trenzada coloreada. Una malla trenzada de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

b) Aislamiento o cubierta coloreada. En los cordones que no tengan sus conductores individuales con malla, un aislamiento de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

400-24. Clavijas de conexión. Cuando un cordón flexible tenga conductor de puesta a tierra de equipo y esté equipado con clavija de conexión, esta clavija debe cumplir lo establecido en 250-59(a) y (b).

C. Cables portátiles de tensión eléctrica nominal mayor que 600 V

400-30. Alcance. Esta parte del artículo 400, se aplica a los cables multiconductores portátiles utilizados para conectar equipo móvil y maquinaria.

400-31. Construcción

a) Conductores. Los conductores deben ser de cobre de tamaño nominal de $8,37 \text{ mm}^2$ (8 AWG) o mayores y deben ser de cableado flexible.

b) Pantalla. Los cables que operen a más de 2 000 V deben tener pantalla, que tiene por finalidad limitar los esfuerzos de tensión eléctrica dentro del aislamiento.

c) Conductor de puesta a tierra de equipo. Deben tener un conductor o conductores de puesta a tierra de equipo. El tamaño nominal no debe ser menor que el del conductor requerido en 250-95.

400-32. Pantalla puesta a tierra. Todas las pantallas deben ponerse a tierra.

400-33. Puesta a tierra. Los conductores de puesta a tierra se deben conectar según lo establecido en el Artículo 250, parte K.

400-34. Radio mínimo de curvatura. El radio mínimo de curvatura para los cables portátiles, durante la instalación y manejo en servicio debe ser el adecuado para prevenir daños al cable.

400-35. Accesorios. Los medios de conexión que se utilicen para conectar tramos de cable, deben estar diseñados de tal modo que contengan un seguro que los mantenga firmemente unidos. Deben tomarse las precauciones para prevenir la apertura o cierre de estas conexiones mientras estén energizados. Debe utilizarse algún dispositivo disponible para eliminar la tensión mecánica en los medios de conexión y en las terminales.

400-36. Empalmes y terminales. Los cables portátiles no deben contener empalmes, excepto si son de tipo moldeado permanente o vulcanizado, según como se establece en 110-14(b). Las terminales de los cables portátiles de más de 600 V nominales deben ser accesibles únicamente a personal calificado.

ARTICULO 402 – CABLES PARA ARTEFACTOS

402-1. Alcance. Este artículo se refiere a los requisitos generales y a las especificaciones de construcción de los cables para artefactos.

402-2. Otros Artículos. Los cables para artefactos deben cumplir lo establecido en este artículo y en las disposiciones aplicables de los demás artículos de esta Norma.

NOTA: Para aplicaciones en luminarios, véase el artículo 410.

402-3. Tipos. Los cables para artefactos deben ser de un tipo indicado en la Tabla 402-3 y cumplir con los demás requisitos de la misma. Si no se indica otra cosa, los cables para artefactos de la Tabla 402-3 son adecuados todos para tensión eléctrica de 600 V nominales, a menos que se indique otra cosa.

Nota: Los aislamientos termoplásticos pueden ponerse rígidos a temperaturas menores a -10°C, por lo que se debe tener cuidado cuando se instalen a esas temperaturas. Los aislamientos termoplásticos pueden deformarse a temperaturas normales si están sometidos a presión, por lo que se debe tener cuidado al instalarlos, especialmente en los puntos de apoyo.

TABLA 402-3.- Alambres para artefactos

Nombre genérico	Tipo de alambre para artefactos	Aislamiento	Tamaño o Designación		Espesor de aislamiento nominal, mm	Cubierta exterior	Temperatura máxima de operación	Uso
			mm ²	AWG				
Alambres para artefactos con aislamiento de silicón con conductor sólido o cable 7 hilos	SF-1	Hule silicón	0,824	(18)	0,38	Cubierta no metálica	200 °C	Alambrado de artefactos limitado a 300 V
	SF-2		0,824 a 2,08	(18 a 14)	0,76			Alambrado de artefactos
Alambres para artefactos con aislamiento de silicón cableado flexible	SFF-1	Hule Silicón	0,824	(18)	0,38	Cubierta no metálica	150 °C	Alambrado de artefactos limitado a 300 V
	SFF-2		0,824 a 2,08	(18 a 14)	0,76			Alambrado de artefactos
Alambres para artefactos con aislamiento termoplástico con conductor sólido o cable 7 hilos	TF*	Termoplástico	0,824 a 1,31	(18 a 16)	0,76	No	60 °C	Alambrado de artefactos
Alambres para artefactos con aislamiento termoplástico cableado flexible	TFF*	Termoplástico	0,824 a 1,31	(18 a 16)	0,76	No	60 °C	Alambrado de artefactos
Alambres para artefactos con aislamiento termoplástico resistente al calor con conductor sólido o cable 7 hilos	TFN*	Termoplástico	0,824 a 1,31	(18 a 16)	0,38	Cubierta de nylon o equivalente	90 °C	Alambrado de artefactos
Alambres para	TFFN*	Termoplástico	0,824 a	(18 a	0,38	Cubierta	90 °C	Alambrado

artefactos con aislamiento termoplástico resistente al calor cableado flexible			1,31	16)		de nylon o equivalente		de artefactos
--	--	--	------	-----	--	------------------------	--	---------------

* Los aislamientos y la cubierta exterior que están aprobados como no propagadores de incendio, baja emisión de humo y gas ácido, pueden identificarse con el sufijo "LS".

402-5. Capacidad de conducción de corriente admisible de los cables de artefactos. En la Tabla 402-5 se especifica la capacidad de conducción de corriente admisible de los cables de artefactos.

No debe utilizarse ningún conductor en condiciones tales que su temperatura supere la especificada en la Tabla 402-3 para el tipo de aislamiento indicado.

Nota: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

TABLA 402-5.- Capacidad de conducción de corriente admisible de los cables para artefactos eléctricos

Tamaño o designación mm ² (AWG)	Capacidad de conducción de corriente permisible (A)
0,824 (18)	6
1,31 (16)	8
2,08 (14)	17
3,31 (12)	23
5,26 (10)	28

402-6. Tamaño nominal mínimo. Los cables de artefactos no deben ser de tamaño nominal menor que 0,824 mm² (18 AWG).

402-7. Cantidad de conductores en tubo (conduit). La cantidad de cables de artefactos permitidos en tubo (conduit) no debe superar el factor de relleno de la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

402-8. Identificación del cable puesto a tierra. Un conductor de un cable de artefactos que esté proyectado para utilizarlo como conductor puesto a tierra, se debe identificar mediante franjas o por los medios descritos en los incisos (a) a (e) de 400-22.

402-9. Marcado

a) Información necesaria. Todos los cables de artefactos deben marcarse con la información exigida en 310-11(a).

b) Método de marcado. Los cables de aparatos con aislamiento termoplástico deben marcarse de modo duradero en su superficie a intervalos no mayores de 60 cm; todos los demás cables de artefactos deben marcarse por medio de una etiqueta impresa pegada al rollo, carrete o caja.

c) Marcas opcionales. Se permite que los cables y cordones flexibles indicados en la Tabla 400-4 vayan marcados en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable.

Nota: Estas marcas pueden ser, entre otras, "LS" o "SR" resistente a los rayos solares, etc.

402-10. Usos permitidos. Se permite usar los cables de artefactos:

(1) en instalaciones de luminarios y equipos similares cuando estén encerrados o protegidos y no sean sometidos a dobleces o torsiones durante su uso.

(2) para conectar los luminarios a los conductores del circuito derivado del que reciben la corriente.

402-11. Usos no permitidos. Los cables para artefactos no deben usarse como conductores de circuitos derivados.

Excepción: Como se permite en 725-27 para circuitos de Clase 1 y en 760-27 para circuitos de alarma contra incendios.

402-12. Protección contra sobrecorriente. Los cables de artefactos deben estar protegidos contra sobrecorriente, según lo especificado en 240-4.

ARTICULO 410-LUMINARIOS, PORTALAMPARAS, LAMPARAS Y RECEPTACULOS

A. Disposiciones generales

410-1. Alcance. Este artículo cubre los requisitos de los luminarios, portalámparas, colgantes, receptáculos, lámparas incandescentes, lámparas de arco, lámparas de descarga y de los cableados y equipo que forme parte de las lámparas, luminarios e instalaciones de alumbrado.

NOTA: Ver definición de "Luminario" en el artículo 100.

410-2. Aplicación de otros Artículos. Los luminarios que se utilicen en áreas peligrosas (clasificadas) deben cumplir lo establecido en los artículos 500 a 517. Las instalaciones de alumbrado que funcionen a 30 V o menos deben cumplir lo establecido en el artículo 411. Las lámparas de arco utilizadas en los teatros deben cumplir con lo establecido en 520-61 y las utilizadas en equipos de proyección deben cumplir con 540-20. Las lámparas de arco utilizadas en sistemas de c.c. deben cumplir los requisitos generales del artículo 710.

410-3. Partes vivas. Los luminarios, portalámparas, lámparas y receptáculos no deben tener partes vivas expuestas normalmente al contacto. Las terminales expuestas accesibles de los portalámparas, receptáculos y desconectores, no se deben instalar en toldos con cubierta metálica ni en las bases abiertas de lámparas portátiles de mesa o de piso.

Excepción: Se permite que los portalámparas y receptáculos de tipo abrazaderas situados como mínimo a 2,44 m sobre el piso, tengan sus terminales expuestas.

B. Localización de luminarios

410-4. Luminarios en lugares específicos

a) En lugares húmedos y mojados. La instalación de luminarios en lugares húmedos o mojados debe hacerse de modo que no entre ni se acumule agua en el compartimiento de alumbrado, portalámparas u otras partes eléctricas. Todos los luminarios instalados en lugares húmedos o mojados deben llevar el marcado "Uso exterior".

Respecto al requisito anterior, se consideran lugares mojados las instalaciones subterráneas en registros o trincheras de concreto o de mampostería en contacto directo con la tierra y los locales sujetos a saturación de agua u otros líquidos, como los expuestos a la intemperie y las zonas de lavado de vehículos sin proteger y otros similares.

Respecto del requisito anterior, se consideran lugares húmedos los locales protegidos de la intemperie pero expuestos a un grado moderado de humedad, como algunos sótanos, graneros, almacenes frigoríficos y similares, y las partes parcialmente protegidas bajo marquesinas, portales techados y similares.

Nota: Respecto de las instalaciones de alumbrado en albercas, fuentes e instalaciones similares, véase el artículo 680.

b) Lugares corrosivos. Los luminarios instalados en lugares corrosivos deben ser de un tipo adecuado para dichos lugares.

c) Campanas o ductos de extracción de humos. Se permite instalar luminarios en campanas de cocinas de locales no residenciales siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

1) El luminario debe estar aprobado e identificado para usarlo dentro de campanas de cocinas comerciales e instalado de modo que no se superen los límites de temperatura de los materiales utilizados.

2) El luminario debe estar construido de modo que los vapores de los combustibles, grasa, aceite y vapores de cocina no afecten a la lámpara ni a los cables. Los difusores deben ser resistentes al choque térmico.

3) Las partes del luminario expuestas dentro de la campana deben ser resistentes a la corrosión o estar protegidas contra la corrosión y su superficie debe ser lisa de modo que no acumule depósitos y facilite la limpieza.

4) Los cables y otros accesorios que suministren corriente eléctrica al luminario o al equipo, no deben quedar expuestos dentro de la campana.

Nota: Para conductores y luminarios expuestos a agentes deteriorantes, véase 110-11.

d) Encima de las tinas de baño y regaderas. Ninguna parte de los luminarios conectados con cordón, luminarios colgantes, rieles de alumbrado, colgantes o ventiladores de techo deben ubicarse en una zona de 90 cm horizontalmente y de 2,5 m verticalmente, medidas desde la parte superior del borde de la tina de baño o del sardinel de la regadera. Esta zona incluye todo el espacio situado directamente sobre la tina de baño o regadera.

410-5. Luminarios cerca de materiales combustibles. Los luminarios deben estar contruidos, instalados o equipados con deflectores o protectores de modo que los materiales combustibles no se vean expuestos a temperaturas superiores a 90°C.

410-6. Luminarios encima de materiales combustibles. Los portalámparas instalados encima de materiales altamente combustibles no deben tener desconectador integral. A menos que exista un interruptor individual para cada luminario, los portalámparas deben estar situados como mínimo a 2,5 m sobre el piso o situados y protegidos de modo que las lámparas no se puedan quitar o estropear fácilmente.

410-7. Luminarios en los escaparates. En los escaparates no se deben emplear luminarios con cableado externo.

Excepción: Se permite el cableado externo de los luminarios soportados de una cadena.

410-8. Luminarios en clósets

a) Definición

Espacio de almacenaje. Se define el espacio del clóset, como el volumen limitado por las paredes laterales y trasera del clóset, y por los planos que van desde el piso del clóset verticalmente hasta una altura de 1,8 m, o a la altura superior de la barra para los ganchos y paralelos a las paredes, a una distancia de 60 cm horizontalmente desde las paredes laterales y trasera del clóset, respectivamente, y continuando verticalmente paralelo a las paredes hasta el techo del clóset, a la mayor de las siguientes distancias: 30 cm en horizontal o el ancho del anaquel.

Nota: Véase la Figura 410-8

En los clósets, en los que se pueda acceder por los dos lados a la barra para los ganchos, el espacio del ropero incluye el volumen situado bajo la barra más alta que se prolongue 3,0 m a cada lado de la misma, en un plano horizontal, al piso extendiéndose a toda la longitud de la barra.

b) Luminarios permitidos. Se permite instalar en un clóset luminarios aprobados de los tipos siguientes:

1) Una luminario incandescente montado en la superficie o empotrado y con la lámpara completamente encerrada.

2) Una luminario fluorescente, montado en la superficie o empotrado.

c) Luminarios no permitidos. No se permite instalar en los clósets luminarios incandescentes con lámparas descubiertas o parcialmente cubiertas y luminarios o portalámparas colgantes.

d) Localización. Se permite instalar luminarios en los clósets del siguiente modo:

1) Luminarios incandescentes montados en superficie, instalados sobre la pared, sobre la puerta o en el techo, siempre que quede un mínimo de 30 cm entre el luminario y el punto más cercano donde se guarde ropa.

2) Luminarios fluorescentes montados en la superficie, instalados sobre la pared, arriba de la puerta o en el techo, siempre que quede un mínimo de 15 cm entre el luminario y el punto más cercano donde se guarde ropa.

3) Luminarios incandescentes e mpotrados con una lámpara completamente cerrada, instalado en la pared o en el techo, siempre que quede un mínimo de 15 cm entre el luminario y el punto más cercano donde se guarde ropa.

4) Bases empotradas para luminarios fluorescentes instalados en la pared o en el techo, siempre que quede un mínimo de 15 cm entre el luminario y el punto más cercano donde se guarde ropa.

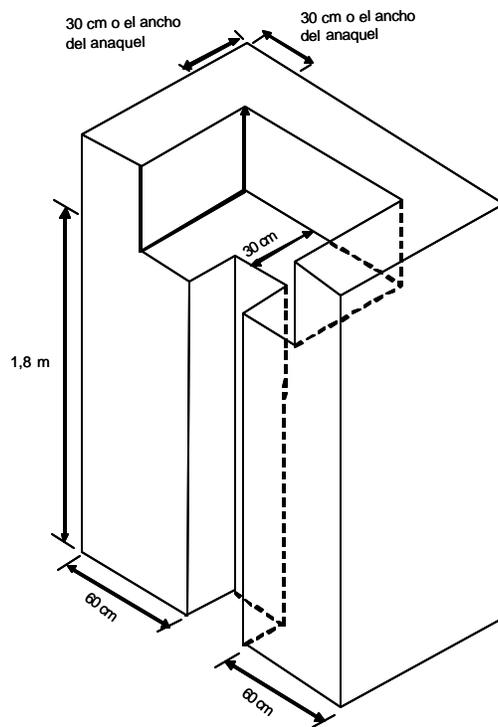


FIGURA 410-8.- Espacio de almacenamiento del clóset

(Continúa en la Cuarta Sección)