

# Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

# 1. Corto circuito y Capacidad Interruptiva.

## RESPECTO A PROTECCIONES

Generalmente se seleccionan los interruptores pensando en su capacidad nominal (máxima corriente que circula de manera continua sin provocar el disparo o apertura del interruptor). Algunos proyectistas realizan cálculos de corto circuito y especifican la capacidad interruptiva de los interruptores principales de un sistema.

Pocos proyectistas o instaladores analizan de manera concienzuda la capacidad interruptiva requerida en todos y cada uno de los interruptores de una instalación determinada, tampoco se previene la generación de incendios por cables que se puedan quemar.

*110-9. Corriente de interrupción. Los equipos diseñados para interrumpir la corriente eléctrica en caso de fallas, deben tener una corriente de interrupción suficiente para la tensión eléctrica nominal del circuito y la intensidad de corriente eléctrica que se produzca en los terminales de la línea del equipo.*

*El equipo proyectado para interrumpir el paso de corriente eléctrica a otros niveles distintos del de falla, debe tener una corriente de interrupción a la tensión eléctrica nominal del circuito, suficiente para la corriente eléctrica que deba interrumpir.*

Recordemos que la capacidad interruptiva es aquella capacidad de un interruptor para abrir bajo condiciones de corrientes de corto circuito sin deterioro del mismo interruptor.

Durante operación normal, al ocurrir una sobre carga (un valor superior a la corriente nominal en décimas o varias veces su propio valor) los interruptores generalmente no tienen problemas, sin embargo, en el caso de un corto circuito, cuando están circulando corrientes de varios miles de veces la corriente nominal, las instalaciones eléctricas llegan a ser el origen de incendios. Bajo estas condiciones críticas se vuelve importante considerar el efecto térmico dado por la expresión de Joule,

$$Q = 0.00024 * R * I^2 * t$$

Donde:

Q = Cantidad de calor generado en un circuito eléctrico debido al paso de una corriente eléctrica. En K Cal

R = Resistencia eléctrica del circuito analizado en Ohms

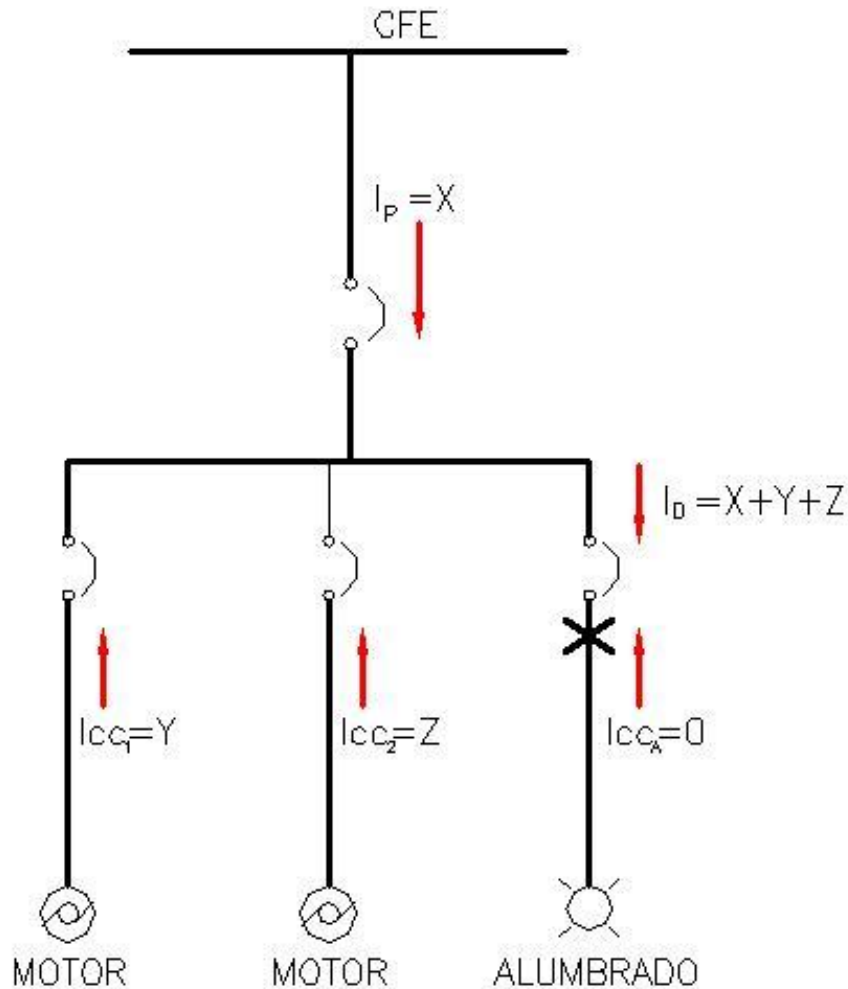
I = Intensidad de la corriente eléctrica que circula por el circuito en Amps

t = Tiempo que dura el paso de corriente a través del circuito eléctrico, en seg.

Dado que la generación de calor es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad de corriente eléctrica, durante un corto circuito cuando circulan miles de Amperes, por efecto de las altas corrientes tienden a presentarse temperaturas extremadamente elevadas en los conductores y en el interior de los interruptores y si en ese momento se inicia la apertura de los dedos de contacto, por efecto de disminución de área conductora la resistencia aumentara y con esto se incrementa aun mas la temperatura en esos dedos de contacto, el resultado final puede ser una elevación de temperatura de tal magnitud que puede fundir y eventualmente llega a vaporizar algunas partes metálicas internas del interruptor.

Si consideramos un interruptor del tipo encapsulado, o contenido en caja moldeada, la concentración de gases producto de la evaporación aumenta la presión interna en fracciones de segundo y el resultado visible es el estallamiento de los interruptores.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.



Dentro de este renglón, una falla frecuente es considerar que si el interruptor general tiene capacidad interruptiva adecuada, el resto de interruptores de un mismo tablero puede tener capacidades sumamente bajas. ¿Que pasaría si la falla se produce en el tornillo de salida de un interruptor? La corriente de corto circuito total que pase a través de este interruptor será la suma de corrientes provenientes de la fuente principal (sistema de generación de la CFE) mas las corrientes provenientes de fuentes complementarias dentro del mismo sistema (motores de inducción), al analizar este ejemplo vemos que la corriente de falla a través del interruptor principal puede ser (y es) en muchas ocasiones inferior a la corriente de falla que pase a través de los interruptores derivados y de la misma manera se puede establecer que la corriente de falla por corto circuito que pasa a través de interruptores derivados generalmente es superior de la que pasa por el interruptor general.

La aplicación práctica es que la capacidad interruptiva de un tablero es igual a la capacidad interruptiva del interruptor más débil contenido en ese tablero.

### RESPECTO A LOS CONDUCTORES.

**110-10. Impedancia y otras características del circuito.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, las corrientes de interrupción de los componentes y otras características del circuito que haya que proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito contra fallas, operen sin causar daños a los componentes eléctricos del circuito. Se debe considerar que se presenta la falla entre dos o más de los conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el conductor de puesta a tierra o la canalización metálica que lo rodea.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

Analicemos un ejemplo.

Tomemos un circuito alimentador para alumbrado y contactos, de 75 Amperes continuos, protegido con interruptor de 100 Amperes, alimentado de un tablero cercano a su transformador y que el nivel de corto circuito para el interruptor analizado es de 40,000 Amperes.

Si queremos utilizar tubería, la primera sugerencia respecto al calibre es usar 2 AWG (en 60 °C capacidad de 95 Amperes) se ve razonable.

Si quisiéramos utilizar charola con espaciamiento 100% entre cables, se puede pensar en utilizar 4 AWG (en 60 °C capacidad 105 Amps) suena barato y se ve razonable.

¿Y como me afecta el corto circuito?

Si consideramos la expresión

$$\left[ \frac{I}{A} \right]^2 * t = 0.0297 * \log \left[ \frac{T_2 + 234}{T_1 + 234} \right]$$

Donde:

I = Corriente de circuito corto en Amperes.

A = Área del conductor en Circular Mils

t = Tiempo de duración del flujo de corriente

T<sub>1</sub> = Temperatura máxima de operación antes de la falla

T<sub>2</sub> = Temperatura máxima al final del flujo de corriente

Apliquemos esto a nuestro ejemplo

I = 40,000 Amperes, dato del problema

t = 2 ciclos, tiempo de apertura del interruptor (termomagnético de buena calidad)

T<sub>1</sub> = Temperatura de diseño, por norma, menos de 100 Amps es 60 °C

T<sub>2</sub> = Para THW-LS / THHW-LS existen diversas opiniones, algunos fabricantes especifican 150 °C algunos autores indican máximos de 200 °C, en lo personal me inclino por 150 °C para nylon y 200 °C para THHW. Para este ejercicio usaremos 150 °C y 200 °C

Para XLP es de 250 °C

Al aplicar la expresión, encontramos

Cable con temperatura de cortocircuito 150 °C, usar mínimo 82.5 mm<sup>2</sup>, calibre 3/0 AWG

Cable con temperatura de cortocircuito 200 °C, usar mínimo 63.0 mm<sup>2</sup>, calibre 2/0 AWG

Cable con temperatura de corto circuito 250 °C, usar mínimo 46.1 mm<sup>2</sup>, calibre 1/0 AWG.

¿Qué paso con el calibre barato 4 AWG (solo 21.15 mm<sup>2</sup>)?, en caso de ocurrir una falla de la magnitud prevista al llegar a 16,000 Amperes se empezó a fundir el aislamiento, lo mas probable es que al aumentar la magnitud de corriente en fracciones de ciclo, se termine de fundir el aislamiento, se funda y luego se vaporice el cobre y probablemente se genere un incendio

Por eso al ocurrir un corto circuito si se producen incendios y si se pueden atribuir a ingeniería deficiente.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

Conclusión,

Para un diseño seguro, es importantísimo tomar en cuenta el nivel de corto circuito y el tipo de aislamiento seleccionado, mis primeras tentativas fueron incorrectas y peligrosas, el calibre mínimo que puedo utilizar si especifico cable XLP es calibre 1/0 (el caro), si especifico cable con cubierta Nylon (el barato) será calibre 3/0 y después ya no afecta tan severo si decido utilizar charola o tubo.

Esto nos lleva a plantear que para cumplir las secciones 110-9 y 110-10, es de suma importancia realizar un análisis detallado de corrientes de corto circuito en cada uno de los ramales del sistema y que se deben analizar las capacidades interruptivas en todos los interruptores, también se debe analizar la resistencia a falla en todos los circuitos alimentadores del sistema, no solo en los principales

## 2. Canalizaciones y cables para sistemas de voz y datos, teléfonos, alarmas, detectores de humo y otros semejantes.

En muchas ocasiones el contratista ve solamente la instalación eléctrica, pero el constructor general o el mismo usuario requiere de teléfonos, redes de PC'S, alarmas y en general señales y comunicaciones. En algunas ocasiones se llegan a contratar diversas compañías constructoras para que cada una atienda una especialidad, sin embargo, no existe congruencia ni unidad de criterios para la selección de canalizaciones y en muchas ocasiones estos "especialistas" ponen en evidencia su ignorancia normativa.

El resultado de esta falta de unidad de criterios y de conocimientos es que durante la verificación llegan a aparecer rechazos debido a las prácticas o creencias del constructor de instalaciones de comunicaciones

Se llega a creer que las instalaciones de comunicaciones, entre ellas telefonía por ser especial no las abarca la NOM-001-SEDE-1999, pero ¡SORPRESA!, Existe el capítulo 8, que esta dedicado exclusivamente a este tema. Y como esta en la NOM, el verificador si tiene la responsabilidad y la obligación de verificar.

### **CAPÍTULO 8 (4.8) SISTEMAS DE COMUNICACIÓN**

#### **ARTÍCULO 800 - CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN**

##### **A. Disposiciones generales**

**800-1. Alcance.** *Este Artículo trata de los sistemas telefónicos, telegráficos (excepto radio) instalaciones exteriores de alarmas contra incendio y contra robo y otros sistemas similares dependientes de una estación central; y de sistemas telefónicos no conectados a alguna central pública, pero que utilizan equipo, métodos de instalación y de mantenimiento similares.*

**NOTA 1:** *Para mayor información sobre sistemas de alarmas contra incendio, de rociadores y de supervisión y vigilancia, véase el Artículo 760.*

**NOTA 2:** *Para instalaciones de cable de fibra óptica, véase el Artículo 770.*

Hay que recordar que la responsabilidad y la autoridad delegada para evaluar el cumplimiento de la NOM referida la tiene el Verificador y que el instalador de comunicaciones, telefonía o voz y datos podrá tener mucha habilidad, años en el ramo y otros atributos, pero no tiene ningún tipo de autoridad formal al respecto.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

### CANALIZACIONES Y GABINETES.

Entonces las tuberías, cajas, gabinetes y accesorios en general si se deben construir en apego a lo que indica la NOM, las creencias del instalador de sistemas de teléfonos o de voz y datos diferentes a lo que esta oficialmente obligado por Normatividad resultan ser solo tradiciones o prácticas fuera de norma. Quien cumple la NOM-001-SEDE-1999, esta dentro del marco legal, quien no respete dicha NOM cae dentro de una No conformidad.

Entonces, para construir una instalación de comunicaciones adecuada, se deben respetar las reglas generales. Como ejemplo veamos lo siguiente. En sitios públicos, se debe utilizar tubería metálica o no metálica aprobada, no usar polietileno. En sitio peligrosos si aplica el uso de cajas especiales y colocación de sellos. A la intemperie si es obligatorio usar accesorios a prueba de intemperie y gabinetes 3R. En huecos de cancel o de plafón si se deben entubar los conductores. Los huecos para paso de cable si se deben tapar después de colocar conductores. Etc.

### CABLEADOS.

Hay que reconocer que el experto en telefonía, comunicaciones, voz y datos y otros, puede y debe determinar el calibre, los pares requeridos, la forma de interconectar sistemas y otros, sin embargo, frecuentemente incurrir en fallas graves en la selección del tipo de aislamiento del conductor y métodos de instalación.

Por costumbre y en muchos casos por economía (mal entendida) se instalan cables tipo CM dentro de plafón en charola o simplemente tirados sobre plafón sin canalización, lo cual se constituye como una fuente potencial de riesgo, el cable CM dentro de plafón únicamente se puede utilizar dentro de tubería o dentro de charola de fondo sólido y con tapa.

Fuera del plafón si se pueden utilizar los conductores tipo CM como convencionalmente los vemos

La sección 800-53 nos aclara cuales conductores se pueden y utilizar en que condición.

**800-53. Aplicaciones de cables aprobados para comunicaciones.** Los cables de comunicaciones deben cumplir con lo siguiente:

**a) Plafones y cámaras de aire.** Los cables instalados en ductos, plafones y en otros espacios usados para el manejo de aire acondicionado deben ser del tipo CMP.

**Excepción:** Los cables de comunicaciones tipos CMP, CMR, CMG, CM y CMX instalados conforme se establece en 300-22.

**b) Elevadores.** Los cables instalados en corridas verticales a través de más de un piso, o cables en corridas verticales en tiros, deben ser tipo CMR. Los pasos por piso que requieren cable tipo CMR, deben contener sólo cables adecuados para uso de elevador o de plafones.

**NOTA:** Véase 800-52 (b) para los requisitos de detención de fuego para pasos por piso.

**Excepción 1:** Cuando los cables aprobados están confinados en canalizaciones metálicas o están localizados en tiros verticales a prueba de fuego con barreras contra incendio en cada piso.

**Excepción 2:** Los cables tipo CM y CMX instalados en viviendas de una o dos familias.

**c) Distribuidores y montajes de conexión cruzada.** Se deben usar cables de comunicaciones en distribuidores y montajes de conexión cruzada.

**Excepción:** Se permiten usar los tipos CMP, CMR, CMG y CM.

**d) Otros alambrados dentro de edificios.** Los cables instalados en edificios diferentes a los descritos en (a), (b) y (c) anteriores deben ser tipo CMG o CM.

**Excepción 1:** Cuando los cables de comunicación están confinados en canalizaciones.

**Excepción 2:** Los cables de comunicación tipo CMX en espacios descubiertos cuando la longitud expuesta no exceda de 3 m.

**Excepción 3:** Los cables de comunicaciones tipo CMX de diámetro menor a 6,5 mm e instalados en viviendas de una o dos familias.

**Excepción 4:** Los cables de comunicación tipo CMX de diámetro menor a 6,5 mm e instalados en espacios no confinados en viviendas multifamiliares.

**Excepción 5:** Cables de comunicación tipo CMUC instalados bajo alfombras.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

**e) Cables híbridos de fuerza y de comunicaciones.** Los cables híbridos de energía y comunicaciones aprobados y listados según se indica en 800-51(i) pueden instalarse en viviendas de una o dos familias.

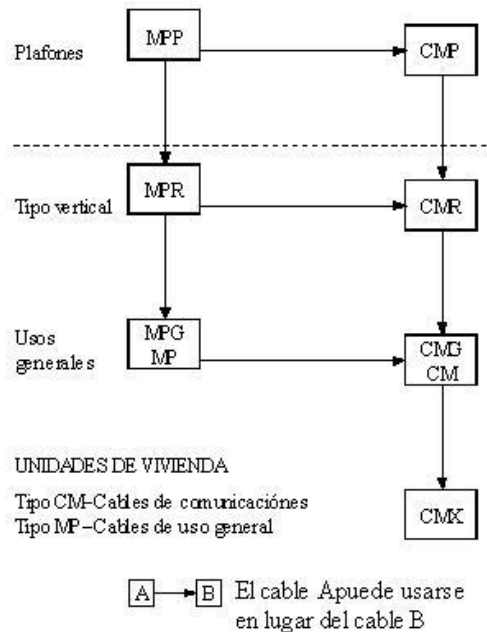
**f) Substitución de cables.** Se permite la substitución de cables de comunicaciones conforme con lo permitido en la Tabla 800-53 e ilustrados en la Figura 800-53.

Tabla 800-53. Substituciones de cable

Tipo de cable	Substituciones permitidas
MPP	Ninguna
CMP	MPP
MPR	MPP
CMR	MPP, CMP, MPR
MPG, MP	MPP, MPR
CMG, CM	MPP, CMP, MPR, CMR, MPG, MP
CMX	MPP, CMP, MPR, CMR, MP, CMG, CM

Figura 800-53 Jerarquía de substitución de cables

**NOTA:** Para el uso de cable de comunicaciones y cable multiusos en lugar de cables Clases 2 y 3, véase 725-53 (g), y para el uso de cable de comunicaciones y multiusos en lugar de cables de señalización de incendio de potencia limitada, véase 760-53 (d).



### 3. Cajas con exceso de conductores en su interior.

Con frecuencia se siguen utilizando las cajas de paso más conocidas como condulets ovalados a modo de caja de empalme, esta práctica no está tajantemente prohibida siempre y cuando se analice el volumen interno disponible de la caja contra el volumen normativo especificado para puntas de cable y accesorios.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

La sección 370-16 es muy clara y especifica el método a utilizar para seleccionar cajas de empalme o derivación.

**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 13,30 mm<sup>2</sup> (6 AWG) 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.

**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 se calculará 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 los que se instalen conductores de tamaño nominal de 21,15 mm<sup>2</sup> (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 utilicen, el espacio necesario para los cinchos plásticos, tapas curvas, anillos de extensión, etcétera, que vayan 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 <sup>3</sup>	Número máximo de conductores*						
		0,82 mm <sup>2</sup> (18AWG)	1,3 mm <sup>2</sup> (16 AWG)	2,08mm <sup>2</sup> (14 AWG)	3,3 mm <sup>2</sup> (12 AWG)	5,2 mm <sup>2</sup> (10 AWG)	8,3 mm <sup>2</sup> (8 AWG)	13,3 mm <sup>2</sup> (6 AWG)
10,2 x 3,2 redonda u octagonal	205	8	7	6	5	5	4	2
	254	10	8	7	6	6	5	3
10,2 x 3,8 redonda u octagonal	352	14	12	10	9	8	7	4
	295	12	10	9	8	7	6	3
10,2 x 5,4 redonda u octagonal	344	14	12	10	9	8	7	4
	497	20	17	15	13	12	10	6
10,2 x 3,2 cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5
10,2 x 3,8 cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
10,2 x 5,4 cuadrada	688	28	24	21	18	16	14	8
11,9 x 3,2 cuadrada	123	5	4	3	3	3	2	1
11,9 x 3,8 cuadrada	164	6	5	5	4	4	3	2
11,9 x 5,4 cuadrada	172	7	6	5	4	4	3	2
7,6 x 5,1x 3,8 dispositivo	205	8	7	6	5	5	4	2
7,6 x 5,1x 5,1 dispositivo	230	9	8	7	6	5	4	2
7,6 x 5,1x 5,7 dispositivo	295	12	10	9	8	7	6	3
7,6 x 5,1x 6,4 dispositivo	170	6	5	5	4	4	3	2
7,6 x 5,1x 7,0 dispositivo	213	8	7	6	5	5	4	2
7,6 x 5,1x 8,9 dispositivo	238	9	8	7	6	5	4	2
10,2 x 5,4 x 3,8 dispositivo	230	9	8	7	6	5	4	2
10,2 x 5,4 x 4,8 dispositivo	344	14	12	10	9	8	7	4
10,2 x 5,4 x 5,4 dispositivo	221	9	7	6	6	5	4	2
9,5 x 5,1x 6,4 mamposteria	295	12	10	9	8	7	6	3
9,5 x 5,1x 8,9 mamposteria	295	12	10	9	8	7	6	3
FS de prof. mínima 4,5 c/tapa	394	16	13	12	10	9	8	4
FD de prof. mínima 6,0 c/tapa								
FS de prof. mínima 4,5 c/tapa								
FD de prof. mínima 6,0 c/tapa								

\* Cuando en 370-16(b)(2) a 370-16(b)(5) no se exijan tolerancias de volumen.



## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

**1) Cajas normalizadas.** El volumen de las cajas normalizadas que no estén marcadas en  $\text{cm}^3$ , debe corresponder a la Tabla 370-16(a).

**2) Otras cajas.** Las cajas de  $1640 \text{ cm}^3$  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  $\text{cm}^3$ . Las cajas descritas en la Tabla 370-16(a) que tengan mayor volumen del indicado en la tabla, podrán tener marcado su volumen en  $\text{cm}^3$  como exige esta Sección.

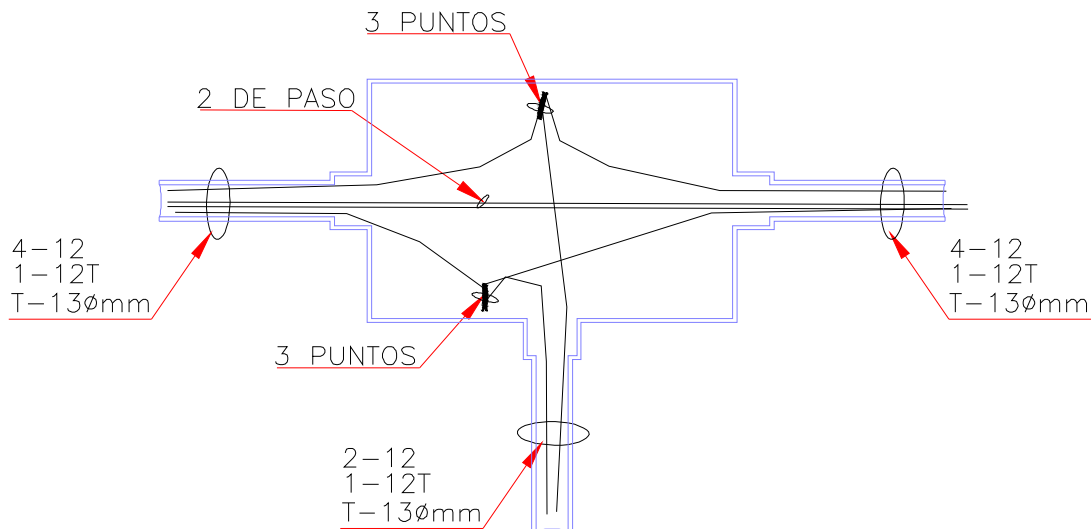
**b) Cálculo del volumen ocupado.** Se deben sumar los volúmenes de los siguientes párrafos (1) a (5). No se exigen tolerancias de volumen para accesorios pequeños, como tuercas y boquillas.

**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  $\text{cm}^3$  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 a  $2,082 \text{ mm}^2$  (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.

Se entiende que el conductor que sale de una caja es para empalme o para conectarse a un accesorio, después se volverá a meter para poder tapar la caja. Se entiende que un cable que no sale de la caja es aquel que solo esta de paso y por lo tanto el volumen que ocupa es mínimo.

Veamos un ejemplo simple, se tiene un arreglo donde llega un tubo con 4 cables calibre 12 y su tierra, en la caja se realiza empalme en 2 de ellos, los otros 2 solo están de paso, cual es el volumen mínimo de caja adecuada que se debe utilizar



## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

**Tabla 370 – 16(b). Volumen de las cajas por cada conductor**

<i>Tamaño nominal del conductor mm<sup>2</sup> (AWG)</i>	<i>Espacio libre en la caja para cada conductor cm<sup>3</sup></i>
0,8235 (18)	25
1,307 (16)	29
2,082 (14)	33
3,307 (12)	37
5,26 (10)	41
8,367 (8)	49
13,30 (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 conectadores 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 abrazadera que contenga uno o más equipos o dispositivos, 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 dispositivo soportado por esa abrazadera.

**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 13,30 mm<sup>2</sup> (6 AWG) o menores, y que sean distintos a las cajas de paso de radio reducido descritos en 370-5, deben tener un área de sección transversal no-menor al 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<sup>3</sup>. 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.

Conforme a la sección 370-16, se tiene 6 conductores “punta de conexión” y se tienen 2 conductores “de paso”, se aplica la tabla 370-16-b, volúmenes a considerar por cada cable, los conductores de puesta a tierra se interconectan entre si y a la caja y no se consideran para calculo del volumen.

$$6 \times 37 = 222 \text{ cm}^3$$

$$2 \times 37 = 74 \text{ cm}^3$$

$$\text{Suma} = 296 \text{ cm}^3$$

Por tabla 370-16-a, se puede utilizar una caja cuadrada de 10.2 x 3.2 (la conocemos como caja  $\frac{3}{4}$ ), ojo, la caja de  $\frac{1}{2}$  según requisito normativo será una No conformidad. También se podrá utilizar caja FS de profundidad mínima 4.5 cms.

Conforme a la sección 370-16 para utilizar condulets ovalados estos se deben calcular según su volumen, para este ejemplo se requiere un condulet ovalado tipo T de 32 mm de diámetro con sus respectivas reducciones 32 x 13 en cada salida.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

A continuación se presentan algunos datos de condulets ovalados tipo T.

### DIMENSIONES Y CAPACIDAD VOLUMETRICA DE CAJAS OVALADAS

T TYPE CONDUIT BODY										
CATALOG NUMBER		HUB SIZE	DIMENSIONS							VOLUME CU. IN.
KILLARK ALUM.	DURALOY IRON		A	B	C	D	E	F	G	
T17SA	T17	1/2"	5-11/16" (100)	1-13/16" (46)	2-1/2" (64)	1" (25)	3-3/16" (81)	—	5/8" (16)	6.2
T27SA	T27	3/4"	6-5/16" (100)	2-1/16" (52)	2-3/4" (67)	1-1/8" (29)	3-13/16" (97)	—	3/4" (19)	9.5
T37SA	T37	1"	7-5/8" (194)	2-1/4" (57)	3-1/4" (83)	1-3/8" (35)	4-1/2" (114)	—	7/8" (22)	11.5
T47SA	T47	1-1/4"	8" (203)	2-5/16" (59)	3-1/2" (89)	1-13/16" (46)	5" (127)	—	1-1/8" (29)	20.0
T57SA	T57	1-1/2"	8-7/16" (214)	2-9/16" (65)	3-11/16" (94)	2-1/16" (52)	5-7/16" (138)	—	1-1/4" (32)	27.0
T67SA	T67	2"	9-7/16" (240)	3-1/8" (79)	4-1/4" (108)	2-5/8" (67)	6-3/8" (162)	—	1-1/2" (38)	50.0
T77SA	T77	2-1/2"	12-3/4" (324)	4-3/8" (111)	6-3/16" (157)	3-7/8" (98)	8-3/8" (213)	—	2-1/8" (54)	134.0
T87SA	T87	3"	12-3/4" (324)	4-3/8" (111)	6-3/16" (157)	3-7/8" (98)	8-3/8" (213)	—	2-1/8" (54)	134.0
T97SA	T97	3-1/2"	14-7/8" (378)	5-3/8" (137)	7-1/4" (184)	4-3/4" (121)	10-1/4" (260)	—	2-5/8" (67)	238.0
T107SA	T107	4"	14-7/8" (378)	5-3/8" (137)	7-1/4" (184)	4-3/4" (121)	10-1/4" (260)	—	2-5/8" (67)	238.0

## 4. Capacidad de cables en charolas.

Primero debemos aclarar que las charolas tipo escalera o con perforaciones o tipo malla no son canalizaciones, son únicamente sistemas de soporte para conductores y por esta razón se considera que los cables están expuestos al aire y tienen una mejor ventilación (disipación de calor) que si estuviesen dentro de un tubo.

Sus ventajas son la capacidad de ventilación que permite conducir mayores cargas eléctricas, así como su relativa facilidad y rapidez para instalación de cables.

Sus desventajas consisten en que los cables no tienen protección mecánica, que su impedancia puede ser superior a la de otros sistemas y que existen reglas muy estrictas para ser utilizados de esta manera, reglas que algunos instaladores no dominan y se dejan llevar solo por las ventajas aparentes sin considerar sus limitaciones.

En ocasiones es preferible utilizar charolas tipo escalera debido a sus ventajas, este recurso no se debe aplicar a condiciones que resulten en riesgo.

Una falla común es considerar que al colocar cables en charolas su capacidad es mayor, casi al doble de su capacidad en tubo como se puede ver en la tabla 310-16 y 310-17 de la NOM.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

**Tabla 310-16. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C**

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
mm <sup>2</sup>	TIPOS TW* TWD* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT	TIPOS RHH*, RHW- 2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2,	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*, BM-AL	TIPOS RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS	AWG kcmil
	Cobre			Aluminio			
	0,8235	---	---	14	---	---	
1,307	---	---	18	---	---	---	16
2,082	20*	20*	25*	---	---	---	14
3,307	25*	25*	30*	---	---	---	12
5,26	30	35*	40*	---	---	---	10
8,367	40	50	55	---	---	---	8
13,3	55	65	75	40	50	60	6
21,15	70	85	95	55	65	75	4
26,67	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,41	110	130	150	85	100	115	1
53,48	125	150	170	100	120	135	1/0
67,43	145	175	195	115	135	150	2/0
85,01	165	200	225	130	155	175	3/0
107,2	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,03	400	475	535	320	385	435	750
405,37	410	490	555	330	395	450	800
456,04	435	520	585	355	425	480	900
506,71	455	545	615	375	445	500	1000
633,39	495	590	665	405	485	545	1250
760,07	520	625	705	435	520	585	1500
886,74	545	650	735	455	545	615	1750
1013,42	560	665	750	470	560	630	2000
<b>FACTORES DE CORRECCION</b>							
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						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	----	0,58	0,71	----	0,58	0,71	56-60
61-70	----	0,33	0,58	----	0,33	0,58	61-70
71-80	----	----	0,41	----	----	0,41	71-80

\*A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (\*), no debe superar 15 A para 2,082 mm<sup>2</sup> (14 AWG); 20 A para 3,307 mm<sup>2</sup> (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm<sup>2</sup> (10 AWG), todos de cobre.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

**Tabla 310-17. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados individualmente de 0 a 2000 V nominales, al aire para una temperatura del aire ambiente de 30 °C**

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor (ver tabla 310-13)						Tamaño nominal
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
mm <sup>2</sup>	TIPOS TW*	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS THWN*, XHHW*,	TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THW-LS THWN-2*, XHHW*, XHHW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2	AWGkcmil
	Cobre			Aluminio			
0,8235	....	---	18	....	....	....	18
1,307	....	---	24	....	....	....	16
2,082	25*	30*	35*	....	....	....	14
3,307	30*	35*	40*	---	---	---	12
5,26	40	50*	55*	---	---	---	10
8,367	60	70	80	---	---	---	8
13,3	80	95	105	60	75	80	6
21,15	105	125	140	80	100	110	4
26,67	120	145	165	95	115	130	3
33,62	140	170	190	110	135	150	2
42,41	165	195	220	130	155	175	1
53,48	195	230	260	150	180	205	1/0
67,43	225	265	300	175	210	235	2/0
85,01	260	310	350	200	240	275	3/0
107,2	300	360	405	235	280	315	4/0
126,67	340	405	455	265	315	355	250
152,01	375	445	505	290	350	395	300
177,34	420	505	570	330	395	445	350
202,68	455	545	615	355	425	480	400
253,35	515	620	700	405	485	545	500
304,02	575	690	780	455	540	615	600
354,69	630	755	855	500	595	675	700
380,03	655	785	855	515	620	700	750
405,37	680	812	920	535	645	725	800
456,04	730	870	985	580	700	785	900
506,71	780	935	1055	625	750	845	1000
633,39	890	1065	1200	710	855	960	1250
760,07	980	1175	1325	795	950	1075	1500
886,74	1070	1280	1445	875	1050	1185	1750
1013,42	1155	1385	1560	960	1150	1335	2000
<b>FACTORES DE CORRECCIÓN</b>							
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.						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	21-25	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	31-35	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	36-40	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	41-45	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	46-50	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	51-55	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	56-60	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	61-70	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	71-80	0,41	....	....	0,41	71-80

\* A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (\*), no debe superar 15 A para 2,082 mm<sup>2</sup> (14 AWG); 20 A para 3,307 mm<sup>2</sup> (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm<sup>2</sup> (10 AWG), todos de cobre.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

Esto es engañoso, ciertamente los conductores se pueden utilizar bajo un régimen de carga mayor, pero este mayor flujo ocasiona un mayor calentamiento de los conductores. Para ventilar los conductores, se recomienda colocarlos con espaciamiento entre cables contiguos no menor de un diámetro del mayor calibre, por supuesto, este arreglo requiere un ancho de charola del doble del mínimo aceptable y por efecto de auto inducción e inducción mutua debida a la separación entre cables se genera una reactancia mas alta de lo usual, esta reactancia elevada a su vez será causa de una mayor caída de tensión y genera un mayor calentamiento de cables, este calentamiento de alguna manera se disipa por la separación entre cables, pero las perdidas de energía por las altas reactancias generalmente se desprecian pero son grandes y vale la pena analizarlas antes de aplicar este diseño ya que se pueden tener consumos de energía relativamente grandes solo en las perdidas por conducción.

En resumen, la tabla 310-17 solo es aplicable si los cables están separados con distancia no menor al equivalente de un diámetro del cable mayor y adicionalmente se debe tener cuidado con el aumento de reactancia inductiva.

Como una solución real para evitar o minimizar los efectos de inductancia mutua, se pueden cancelar los campos electromagnéticos reuniendo lo mas cerca posible los conductores de fase, esto lleva a formar grupos compactos que se les conoce como "tréboles", aquí se redujeron los efectos negativos de la inductancia mutua pero se reduce la capacidad de disipar calor y por lo tanto, la capacidad de conducir corriente se debe reducir, adicionalmente este arreglo permitirá reducir el ancho de la charola utilizada, La capacidad de los conductores colocados de este manera será superior a la de conductores colocados en tubería, pero al mismo tiempo será menor que la de conductores totalmente separados sobre charola, la NOM indica una formula para calcular las capacidades ajustadas y para simplificar, se menciona la tabla A-310-2 donde se muestran ampacidades corregidas, calculadas considerando que la separación entre grupos de cables no será inferior de 2.15 veces el diámetro del cable mayor, esta condición se menciona de manera explícita en las secciones 318-11-b-2 y 318-11-b-4.

### **318-11. Capacidad de conducción de corriente de los cables de 2000 V o menores en soportes tipo charola para cables**

**a) Cables multiconductores.** La capacidad de conducción de corriente de los cables multiconductores de 2000 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 corrección del Artículo 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, se deben aplicar 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 para cables tipo charola sin cubierta, 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 2000 V nominales al aire libre, corregido para la correspondiente temperatura ambiente. Véase la Tabla A-310-3 del Apéndice A.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

**Tabla 318 – 10. Superficie máxima admisible de los cables monoconductores en soportes tipo escalera, malla, de canal ventilado para cables de 2000 V nominales o menos**

Ancho interior de la charola (cm)	Superficie máxima admisible de los cables monoconductores (cm <sup>2</sup> )	
	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 cm<sup>2</sup>, 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 506,7mm<sup>2</sup> (1000 kcmil) y mayores instalados en la misma charola con cables más pequeños.

**b) Cables monoconductores.** Los factores de corrección del artículo 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 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 2000 V nominales o menores, debe cumplir lo siguiente:

1) Cuando se instalen cables monoconductores de 304 mm<sup>2</sup> (600 kcmil) y mayores en soportes tipo charola para cables sin tapar, 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 mm<sup>2</sup> (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 21,15 mm<sup>2</sup> (4 AWG) a 253,4 mm<sup>2</sup> (500 kcmil) en soportes tipo charola para cables sin cubrir, 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 21,15 mm<sup>2</sup> (4 AWG) a 253,4 mm<sup>2</sup> (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 para cables sin cubrir, guardando una separación entre cables no-inferior al diámetro de cada conductor, la capacidad de conducción de corriente permitida en cables de 21,15 mm<sup>2</sup> (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 para cables sin tapar, guardando una separación entre circuitos no-inferior a 2,15 veces el diámetro exterior de un conductor (2,15 x DE), de cables de 21,15 mm<sup>2</sup> (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.

Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

APÉNDICE A

TABLAS ADICIONALES DE CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE (NORMATIVO)

Tabla A-310-2. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible en dos o tres conductores sencillos aislados de 0 a 2000 V nominales en un cable soportado por un mensajero para una temperatura ambiente de 40 °C

Tamaño nominal mm <sup>2</sup>	Temperatura nominal del conductor (véase la Tabla 310-13)				Tamaño nominal AWG o kcmils
	75 °C	90 °C	75 °C	90 °C	
	Tipos RH, RHW, THHW, THW, THW-LS, THW-LS, THWN, XHHW	Tipos THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2	Tipos RH, RHW, XHHW	Tipos RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, USE-2,	
	Cobre		Aluminio		
8,367 13,3 21,15 26,27 33,62 42,41	57 76 101 118 135 158	66 89 117 138 158 185	-- 59 78 92 106 123	-- 69 91 107 123 144	8 6 4 3 2 1
53,48 67,43 85,01 107,2	183 212 245 287	214 247 287 335	143 165 192 224	167 193 224 262	1/0 2/0 3/0 4/0
126,67 152,01 177,34 202,68 253,35	320 359 397 430 496	374 419 464 503 580	251 282 312 339 392	292 328 364 395 458	250 300 350 400 500
304,02 354,69 380,03 405,36 456,04 506,71	553 610 638 660 704 748	647 714 747 773 826 879	440 488 512 532 572 612	514 570 598 622 669 716	600 700 750 800 900 1,000
<i>Factores de corrección</i>					
Temperatura ambiente en °C	Para temperatura ambiente distinta de 40 °C, multiplicar los valores anteriores por el factor correspondiente de los siguientes:				Temperatura ambiente en °C
21-25 26-30 31-35 36-40 41-45 46-50 51-55 56-60 61-70 71-80	1,20 1,13 1,07 1,00 0,93 0,85 0,76 0,65 0,38 ---	1,14 1,10 1,05 1,00 0,95 0,89 0,84 0,77 0,63 0,45	1,20 1,13 1,07 1,00 0,93 0,85 0,76 0,65 0,38 ---	1,14 1,10 1,05 1,00 0,95 0,89 0,84 0,77 0,63 0,45	21-25 26-30 31-35 36-40 41-45 46-50 51-55 56-60 61-70 71-80



## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

Como se explica entonces que la NOM en su sección 318-8-e indica que el ancho de una charola para cables de 4 a 1/0 AWG se determina sumando el diámetro de todos los cables de fuerza que serán contenidas en ella. Esto no se contrapone al uso de agrupamientos trébol, efectivamente, el ancho mínimo de charola deberá ser la suma de diámetros, en caso de requerir charolas de mayor dimensión para poder trabajar con otras ampacidades, simplemente se determina por cálculo y así se deberán utilizar.

La NOM también explica en su sección 318-11-b-2 que cuando se prefiera el arreglo plano de cables la ampacidad de conductores desde 4 AWG hasta 500 KCM sin dejar separación de un diámetro entre cables, se deberá limitar al 65% de los valores mostrados en la tabla 370-17 si la charola esta sin tapa, cuando a la charola se le coloca tapa, la capacidad se debe limitar a solo el 60% de dicha tabla. En este caso el ancho mínimo de charola es efectivamente la suma de diámetros de cables.

Al realizar cálculos aparece un extraña coincidencia (¿o no es coincidencia?) resulta que el valor de 65% de tabla 310-17 es casi lo mismo que el valor de la tabla 310-16.

Por supuesto que no es coincidencia, resulta que la ampacidad de cables agrupados sin espaciamiento o reunidos en una cubierta común, conocidos como multiconductores, soportados en charola es casi la misma que la de cables monoconductores instalados en tubería.

**Tabla A-310-3. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables de varios conductores con no-más de tres conductores aislados de 0 a 2,000 V nominales al aire libre, para una temperatura ambiente de 40 °C (para cables TC, MC, MI, UF y USE)**

Tamaño nominal mm <sup>2</sup>	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)								Tamaño nominal AWG o kcmils
	60 °C	75 °C	85 °C	90 °C	60 °C	75 °C	85 °C	90 °C	
	Cobre				Aluminio				
0,8235	---	---	---	11 <sup>#</sup>	---	---	---	---	18
1,307	---	---	---	16 <sup>#</sup>	---	---	---	---	16
2,082	18 <sup>#</sup>	21 <sup>#</sup>	24 <sup>#</sup>	25 <sup>#</sup>	---	---	---	---	14
3,307	21 <sup>#</sup>	28 <sup>#</sup>	30 <sup>#</sup>	32 <sup>#</sup>	---	---	---	---	12
5,26	28 <sup>#</sup>	36 <sup>#</sup>	41 <sup>#</sup>	43 <sup>#</sup>	---	---	---	---	10
8,367	39	50	56	59	---	---	---	---	8
13,3	52	68	75	79	41	53	59	61	6
21,15	69	89	100	104	54	70	78	81	4
26,27	81	104	116	121	63	81	91	95	3
33,62	92	118	132	138	72	92	103	108	2
42,41	107	138	154	161	84	108	120	126	1
53,48	124	160	178	186	97	125	139	145	1/0
67,43	143	184	206	215	111	144	160	168	2/0
85,01	165	213	238	249	129	166	185	194	3/0
107,2	190	245	274	287	149	192	214	224	4/0
126,67	212	274	305	320	166	214	239	250	250
152,01	237	306	341	357	186	240	268	280	300
177,34	261	337	377	394	205	265	296	309	350
202,68	281	363	406	425	222	287	317	334	400
253,35	321	416	465	487	255	330	368	385	500
304,02	354	459	513	538	284	368	410	429	600
354,69	387	502	562	589	306	405	462	473	700
380,03	404	523	586	615	328	424	473	495	750
405,36	415	539	604	633	339	439	490	513	800
456,04	438	570	639	670	362	469	514	548	900
506,71	461	601	674	707	385	499	558	584	1,000

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

<i>Factores de corrección</i>									
<i>Temp. ambiente en °C</i>	<i>Para temperatura distinta de 30 °C, multiplicar los valores anteriores por el factor correspondiente de los siguientes:</i>								<i>Temp. ambiente en °C</i>
21-25	1,32	1,20	1,15	1,14	1,32	1,20	1,15	1,14	21-25
26-30	1,22	1,13	1,11	1,10	1,22	1,13	1,11	1,10	26-30
31-35	1,12	1,07	1,05	1,05	1,12	1,07	1,05	1,05	31-35
36-40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	36-40
41-45	0,87	0,93	0,94	0,95	0,87	0,93	0,94	0,95	41-45
46-50	0,71	0,85	0,88	0,89	0,71	0,85	0,88	0,89	46-50
51-55	0,50	0,76	0,82	0,84	0,50	0,76	0,82	0,84	51-55
56-60	---	0,65	0,75	0,77	---	0,65	0,75	0,77	56-60
61-70	---	0,38	0,58	0,63	---	0,38	0,58	0,63	61-70
71-80	---	---	0,33	0,44	---	---	0,33	0,44	71-80

# Si no se permite específicamente otra cosa en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los tipos de conductores marcados con (#) no debe superar 16 A para los de cobre de tamaño nominal de 3,307 mm<sup>2</sup> (12 AWG) y 30 A para los de 5,26 mm<sup>2</sup> (10 AWG).

Finalmente, los calibres delgados, no deben ser instalados en charola, ya que por sus mismas dimensiones su área de disipación es reducida, como ya vimos, se espera un mayor calentamiento en los cables, en caso de un sobrecalentamiento, serán los primeros en escurrir su aislamiento, situación que será de alto riesgo. La NOM indica en sección 318-3 que los cables monoconductores de calibre inferior al 4 AWG no se deben instalar en charola.

Si se pueden instalar los cables multiconductores aprobados ya que estos cuentan con su propio aislamiento y adicionalmente una cubierta reunidora lo cual les da una mejor resistencia mecánica y han pasado pruebas de laboratorio, los no aprobados no se deben usar en charola.

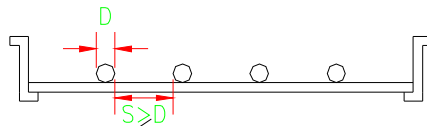


TABLA 310-17  
AL 100%

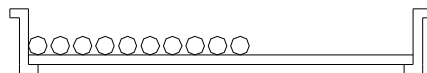


TABLA 310-17  
AL 65%

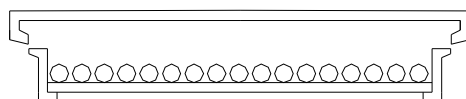


TABLA 310-17  
AL 60%

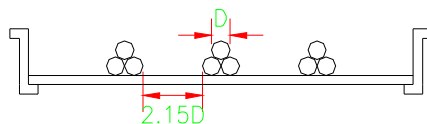


TABLA A-310-2

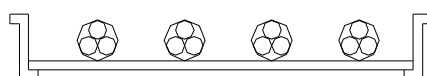


TABLA A-310-3

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

Y que pasa con la ampacidad de cable uso rudo colocado sobre charola. No se ha tocado ese punto.

Veamos que dice la NOM.

### **400-7. Usos permitidos**

**a) Usos.** Los cables y cordones flexibles se deben utilizar sólo para (1) conexiones colgantes; (2) alambrado de aparatos; (3) conexión de lámparas o aparatos eléctricos portátiles; (4) cables de ascensores; (5) instalaciones de grúas y elevadores; (6) conexión de equipo fijo para facilitar cambios frecuentes; (7) para evitar la transmisión de ruido o vibraciones; (8) aparatos eléctricos cuyos medios de sujeción y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para desmontarlos para su fácil mantenimiento y reparación y el aparato eléctrico esté diseñado o aprobado e identificado para usarse con un cable 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 cables flexibles deben estar equipados con una clavija de conexión y conectarse a la salida de 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 atraviesen orificios en paredes, suelos o techos; (3) cuando atraviesen puertas, ventanas o aberturas similares; (4) cuando vayan unidos a la superficie de un edificio; (5) cuando estén ocultos tras las paredes, suelos o techos de un edificio o (6) cuando estén instalados en canalizaciones, excepto si se permite en otros lugares de esta NOM.

**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 1,83 m.

El uso rudo no puede ser utilizado a modo de sustitución de una instalación fija, por eso tampoco se menciona en la sección 318-3, no se analiza la ampacidad de uso rudo en charola debido a que eso es una practica no autorizada, quien decide instalarlo así incurre en una No conformidad.

Antes de que se olvide, cuando se utiliza charola y la llegada de cables a gabinete o equipo se realiza con tubería, la tubería y la charola deben conservar continuidad eléctrica, puede ser por conexión mecánica o por puente de continuidad y a lo largo de la charola debe existir un conductor de puesta a tierra.

## 5. Selección de gabinetes según su ubicación.

En la actualidad aun se ven tubos metálicos flexibles (SAPA) en las cajas de medición de transformadores intemperie, también es frecuente encontrar en muchas industrias y comercios y en casi todas las viviendas interruptores y tableros de distribución en gabinete tipo 1 (antes NEMA 1) a la intemperie.

Para verificación, el uso de tubería metálica flexible ligera a la intemperie en conjunto con accesorios no adecuados para intemperie se constituye como una no conformidad.

Para verificación, se aplican las secciones 110-11, 380-4, 384-6, 384-17 donde queda claro que los gabinetes deben ser tipo 3R, algunos verificadores aceptan que al menos queden protegidos contra intemperismo, y la sección 373-2 añade que los gabinetes se deben montar separados del muro húmedo,

**110-11. Agentes deteriorantes.** No se deben instalar conductores o equipos en locales húmedos o mojados; ni donde estén expuestos a gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes que puedan tener un efecto deteriorante sobre los conductores o equipos; ni expuestos a temperaturas excesivas, a menos que estén identificados para usarlos en entornos operativos con estas características.

**NOTA 1:** Respecto a la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**NOTA 2:** Algunos limpiadores y lubricantes pueden causar grave deterioro de muchos materiales plásticos utilizados en aplicaciones de aislamiento y estructurales en los equipos.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

*Los equipos aprobados conforme con lo establecido en 110-2 para su uso en lugares secos sólo se deben proteger contra daños permanentes por la intemperie durante la construcción del edificio.*

**349-3. Usos permitidos.** *Se permite usar tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero en circuitos derivados (1) de lugares secos, (2) ocultos, (3) en lugares accesibles y (4) para instalaciones de 1000 V máximo.*

**349-4. Usos no permitidos.** *No se debe utilizar tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero (1) en huecos de elevadores, (2) en cuartos de bóvedas de bancos de baterías, (3) en lugares peligrosos (clasificados), si no lo autorizan otros Artículos de esta NOM, (4) directamente enterradas o empotradas en concreto colado o agregado, (5) si están expuestas a daños físicos y (6) en tramos de más de 1,8 m.*

**380-4. En lugares mojados.** *Un desconectador o interruptor automático instalado en un lugar mojado o fuera de un edificio, debe estar encerrado en una envolvente 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.*

**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).*

**384-17. Paneles de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados.** *La instalación de paneles de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados debe cumplir con lo establecido en 373-2(a).*

**373-2. En lugares húmedos, mojados o peligrosos (clasificados)**

**a) En lugares húmedos y mojados.** *En los lugares húmedos o mojados, las cubiertas montadas en superficie a que hace referencia este Artículo, deberán 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 cubierta 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 lugares peligrosos (clasificados).** *La instalación de cajas para cortacircuitos o gabinetes en lugares peligrosos (clasificados) debe ajustarse a lo indicado en los Artículos 500 a 517.*

## 6. Selección de conductores de corriente por temperatura de operación y factor de agrupamiento.

Existe entre algunos diseñadores una confusión entre temperatura de aislamiento y temperatura de operación.

Temperatura de aislamiento se refiere al valor determinado en laboratorio mediante pruebas, que garantiza que un conductor, equipo, accesorio o elemento de una instalación eléctrica pueda alcanzar determinada temperatura sin que su aislamiento sufra daño.

Temperatura de operación se refiere a la temperatura que puede alcanzar en conjunto todo el sistema de cables, interruptores, apagadores, contactos, conectores, etc, sin daño.

Así, la temperatura de operación de un circuito será en general igual a la máxima temperatura de aislamiento que pueda resistir el elemento más débil del conjunto.

Cuando se tienen circuitos derivados para alumbrado y contactos, generalmente se utilizan accesorios comerciales, apagadores, contactos clavijas, etc de material plástico cuya temperatura de reblandecimiento es en general baja y aun cuando un conductor pueda resistir 75 o 90 o mas °C, el apagador, contactos o clavija se puede reblandecer o incluso quemar mucho antes de llegar a esas temperaturas, por esa razón, es un error de diseño considerar la ampacidad máxima que ofrece un fabricante de conductores, ya que esta conducción significa altas temperaturas en el conductor y puede ser causa de daño de otros componentes del circuito.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

Existe la restricción normativa indicada en sección 110-14, de que aquellos circuitos que manejan hasta 100 Amperes se deben seleccionar para 60 °C de temperatura máxima, se permite el uso de otros conductores cuya temperatura de aislamiento sea mayor de 60 °C, pero el diseño se debe limitar al uso conductores con ampacidad máxima bajo temperaturas de 60 °C

Para circuitos de más de 100 Amperes, la restricción normativa consiste en limitar la temperatura de diseño a solo 75 °C, de igual manera, se pueden utilizar conductores con temperatura de aislamiento mayor a 75 °C, pero el diseño se debe limitar al uso de conductores con ampacidad máxima bajo temperaturas de 75 °C

La excepción indica que se podrán manejar temperaturas mayores siempre y cuando la totalidad de elementos del circuito estén certificados para dicha temperatura, en el ámbito comercial real, actualmente no se consiguen estos accesorios, por lo tanto, nos deberemos quedar en los 60 °C para circuitos derivados de alumbrado y contactos.

**110-14. Conexiones eléctricas.** Debido a las diferentes características del cobre y del aluminio, deben usarse conectadores o uniones a presión y terminales soldables apropiados para el material del conductor e instalarse adecuadamente. No deben unirse terminales y conductores de materiales distintos, como cobre y aluminio, a menos que el dispositivo esté identificado (aprobado conforme con lo establecido en 110-2) para esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes o compuestos, deben ser adecuados para el uso y de un tipo que no cause daño a los conductores, sus aislamientos, la instalación o a los equipos.

**NOTA:** En muchas terminales y equipo se indica su par de apriete máximo.

**a) Terminales.** La conexión de los conductores a las terminales debe proporcionar una conexión segura, sin deterioro de los conductores y debe realizarse por medio de conectadores de presión (incluyendo tornillos de fijación), conectadores soldables o empalmes terminales flexibles. (Véase 311-3)

**Excepción:** Se permite la conexión por medio de tornillos o pernos y tuercas de sujeción de cables y tuercas para conductores de tamaño nominal de 5,26 mm<sup>2</sup> (10 AWG) o menores.

Las terminales para más de un conductor y las terminales utilizadas para conectar aluminio, deben estar así identificadas (aprobadas conforme con lo establecido en 110-2.)

**b) Empalmes.** Los conductores deben empalmarse con dispositivos adecuados según su uso, o con soldadura de bronce, soldadura al arco o soldadura con un metal de aleación fundible. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica. Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante adecuado.

Los conectadores o medios de empalme de los cables instalados en conductores que van directamente enterrados, deben estar listados (aprobados conforme con lo establecido en 110-2) para ese uso.

**c) Limitaciones por temperatura.** La temperatura nominal de operación del conductor, asociada con su capacidad de conducción de corriente, debe seleccionarse y coordinarse de forma que no exceda la temperatura de operación de cualquier elemento del sistema que tenga la menor temperatura de operación, como conectadores, otros conductores o dispositivos. Se permitirá el uso de los conductores con temperatura nominal superior a la especificada para las terminales mediante ajuste o corrección de su capacidad de conducción de corriente, o ambas.

1) Las terminales de equipos para circuitos de 100 A nominales o menos, o identificadas (aprobadas conforme con lo establecido en 110-2) para conductores de tamaño nominal 2,082 a 42,41 mm<sup>2</sup> (14 a 1 AWG), deben utilizarse para conductores con temperatura de operación del aislamiento máxima de 60 °C.

**Excepción 1:** Se permite utilizar conductores de mayor temperatura nominal, siempre que la capacidad de conducción de corriente de los conductores se determine basándose en su capacidad a 60 °C, según el tamaño nominal de los conductores usados.

**Excepción 2:** Se permite el uso de equipos con conductores en sus terminales de la mayor temperatura de operación a la capacidad de conducción de corriente superior, siempre que el equipo esté listado e identificado (aprobado conforme con lo establecido en 110-2) para usarse a la capacidad de estos conductores.

2) Las terminales de equipo para circuitos de más 100 A nominales, o identificadas (aprobadas conforme con lo establecido en 110-2) para conductores mayores de 42,41 mm<sup>2</sup> (1 AWG), deben utilizarse solamente para conductores con temperatura nominal de operación del aislamiento máxima de 75 °C.

**Excepción 1:** Se permite utilizar conductores de mayor temperatura nominal, siempre que la capacidad de conducción de corriente de los conductores se determine basándose en su capacidad a 75 °C, según el tamaño nominal de los conductores empleados.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

**Excepción 2:** Se permite el uso de equipos con conductores, en sus terminales, de mayor temperatura de operación a la capacidad de conducción de corriente superior, siempre que el equipo esté listado e identificado (aprobado conforme con lo establecido en 110-2) para usarse a la capacidad de estos conductores.

**3)** La capacidad de conducción de corriente de los conductores sobre los que se apliquen conectores a presión, no deben exceder la capacidad de conducción de corriente a la temperatura nominal del conector.

**NOTA:** Respecto de 110-14(c)(1), (2) y (3), la información que aparezca en el equipo puede restringir adicionalmente el tamaño nominal y la temperatura de operación de los conductores conectados.

Entonces para que me sirve un aislamiento de 90 o 105 °C.

Para circuitos convencionales y en condiciones benignas no se hace evidente su ventaja, sin embargo al analizar las condiciones de corto circuito, se detecta de inmediato la posibilidad de utilizar calibres reducidos cuando se tienen temperaturas de aislamiento mayores ya que resistirán mejor los efectos térmicos. Otra gran ventaja resulta cuando se tienen sitios con temperatura ambiente elevada como pueden ser algunas fabricas, fundidoras, hornos, cercanía de calderas, cerca de la techumbre y otros sitios donde la temperatura ambiente es elevada, al aplicar los factores de degradación por temperaturas se nota de inmediato la ventaja de utilizar este tipo de aislamientos.

Como regla practica, que no es normativa, solo empírica, se puede seleccionar la temperatura de aislamiento de un conductor pensando en mas, menos, 30 °C arriba de la temperatura ambiente del sitio donde será instalado.

En cuanto al factor de agrupamiento, al circular corriente por un conductor, por efecto de la resistencia ohmica y de la expresión de joule se produce cierta cantidad de calor, cuando existen en cercanía dos conductores, el primero que se calienta transmite su calor al segundo, esta elevación de temperatura aumenta su resistencia ohmica y al circular corriente por el segundo con resistencia aumentada, la generación de calor será mayor, este aumento de temperatura se regresa al primero y se repite el ciclo, aumentando cada vez mas la temperatura en ambos conductores, este circulo se rompe cuando la radiación de calor compensa la generación de calor por efecto de corrientes eléctricas, así, cuantos más conductores se encuentren cercanos, la posibilidad de alcanzar temperaturas elevadas se incrementa.

Para controlar el riesgo, se debería controlar el calor generado, para controlar la generación de calor se debe reducir la cantidad de corriente eléctrica en cada conductor cuando se agrupan varios, así la generación de calor se mantiene dentro de límites controlables y seguros.

En la NOM este criterio se utiliza incluyendo factores de reducción de capacidad conocidos como factores de agrupamiento, véase sección 310-16, observaciones a tablas de capacidad de conducción de corriente, nota 8, inciso a.

Un ejemplo clásico será una carga de 14 Amperes no continuos, que se debe proteger con interruptor de 15 Amperes y se puede utilizar cable calibre 14 AWG, sin embargo, si en el mismo tubo se reúnen 10 conductores portadores, para la misma carga de 14 Amperes no continuos, protegida con interruptor de 15 Amperes, el calibre mínimo a utilizar deberá ser calibre 10 AWG. La razón es que la capacidad nominal de 30 Amperes debe ser afectada por el factor de agrupamiento de 0.50 y la capacidad del calibre 10, queda reducida a solo 15 Amperes

El neutro con frecuencia no es tomado en cuenta, sin embargo, en sistemas de 3 fases, 4 hilos con neutro solidamente puesto a tierra (que es la gran mayoría de instalaciones), para alimentación de cargas monofasicas (que son todas las de iluminación y contactos en viviendas y muchas en oficinas) o cargas no lineales (como son las luminarias fluorescentes, luminarias de descarga, contactos para computadoras y otras) el neutro debe ser considerado conductor activo, véase sección 310-16, observaciones a tablas de capacidad de conducción de corriente, nota 10, incisos b y c. y entonces **la falla de diseño consiste en que al calcular el alimentador no se aplica el factor correspondiente a 4 conductores** y resultan conductores que no tienen capacidad adecuada.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

### Observaciones a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2,000 V

1. Explicación de las tablas. Para la explicación de las letras de tipo, el tamaño nominal de los conductores y el aislamiento, véase 310-13. Para los requisitos de instalación, véanse 310-1 a 310-10 y diversos Artículos de esta NOM. Para los cordones flexibles, véanse las Tablas 400-4 400-5(a) y 400-5(b).

3. 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 siguiente lista como conductores de entrada de acometida monofásica a 120/240 V, tres hilos, conductores de acometida lateral y conductores del alimentador que sirve como principal fuente de alimentación de la unidad de vivienda y vayan instalados en canalización o cables con o sin conductor de puesta a tierra de los equipos. Para la aplicación de esta NOM, 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.

### Tipos y tamaños de los conductores

RH, RHH, RHW, THHW, THW, THWN, THHN, XHHW, USE

De cobre mm <sup>2</sup> (AWG o kcmil)	De aluminio mm <sup>2</sup> (AWG o kcmil)	Capacidad de conducción de corriente de la acometida o del alimentador (A)
21,15 (4)	33,63 (2)	100
26,67 (3)	42,41 (1)	110
33,63 (2)	53,48 (1/0)	125
42,41 (1)	67,43 (2/0)	150
53,48 (1/0)	85,01 (3/0)	175
67,43 (2/0)	107,2 (4/0)	200
85,01 (3/0)	126,7 (250)	225
107,2 (4/0)	152 (300)	250
126,7 (250)	177,3 (350)	300
177,3 (350)	253,4 (500)	350
202,7 (400)	304 (600)	400

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

6. 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.

8. Factores de ajuste.

a) **Más de tres conductores activos en un cable o canalización.** Cuando el número de conductores activos en un cable o canalización, sea mayor a tres, la capacidad de conducción de corriente se debe reducir como se indica en la siguiente Tabla.

Número de conductores activos	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

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

**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 a 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(b).

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

**b) Más de un ducto o canalización.** Se debe conservar la separación entre ductos o canalizaciones.

### ¿Alguien ha visto que se instalen ductos (tubos subterráneos) sin estar perfectamente separados? Que conste que si lo obliga la NOM

**9. Protección sobrecorriente.** Cuando las capacidades nominales o el ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no correspondan con las capacidades nominales y de valores de ajuste permitidos para esos conductores, se permite tomar los valores inmediatamente superiores.

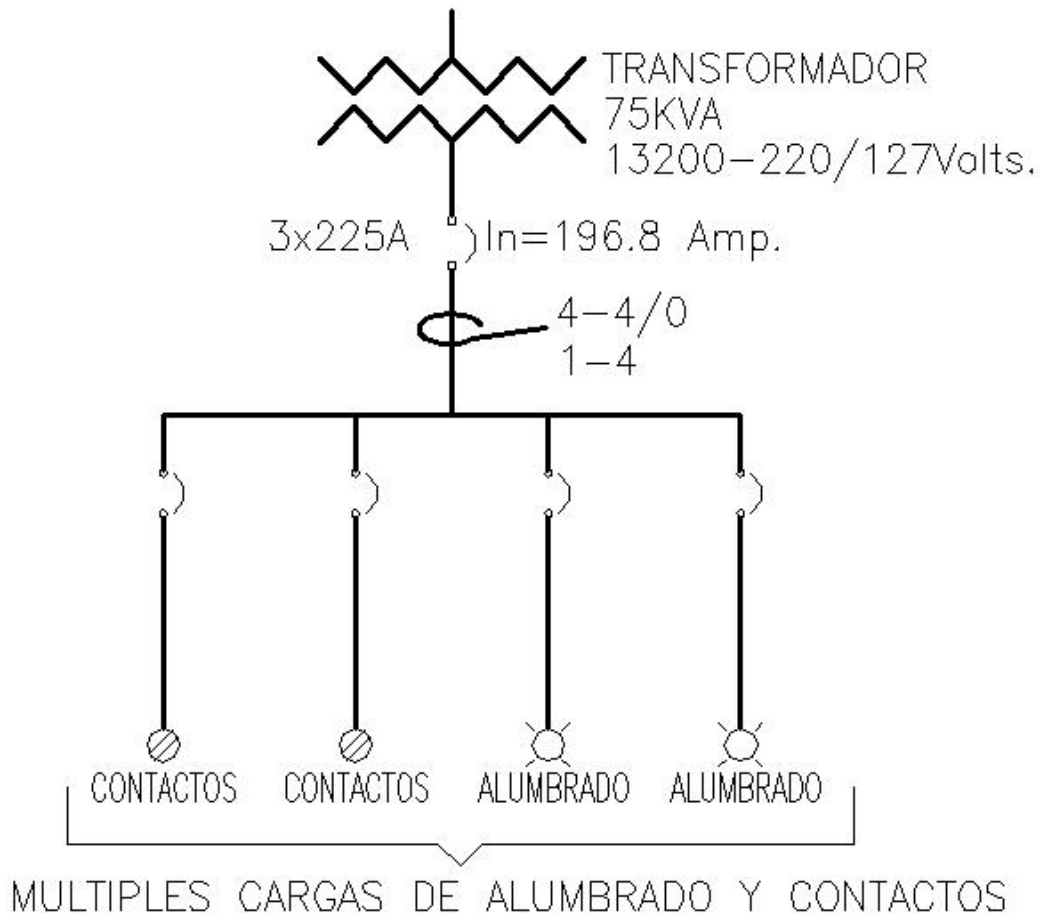
#### 10. Conductor neutro.

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

b) En un circuito de tres hilos consistente en dos fases y el neutro o un sistema de cuatro hilos, tres fases en estrella, un 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 la Nota 8.

c) En un circuito de cuatro hilos tres fases en estrella cuyas principales cargas sean no-lineales, por el conductor neutro pasarán armónicas de la corriente por lo que se le debe considerar como conductor activo.

**11. Conductor de puesta a tierra o de empalme.** Al aplicar lo establecido en la Nota 8, no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o el empalme a ésta.



Este diagrama aparentemente normal pudiera ser aceptado si el conductor neutro se comporta según nota 10-a, la corriente por el neutro deberá ser mínima y se consideran 3 cables por tubo.

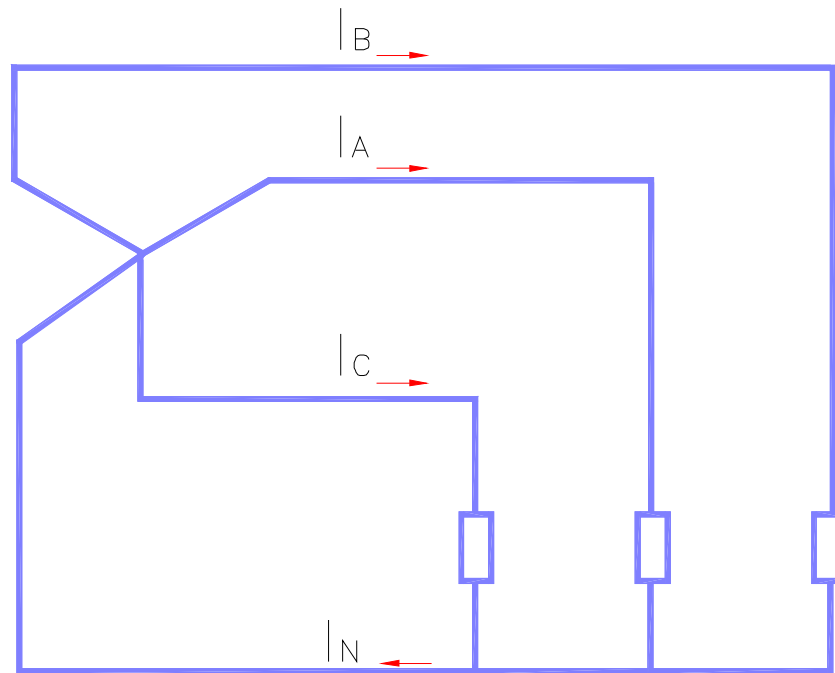


## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

Pero si las cargas son como indica la nota 10-b y 10-c, incluyendo el alumbrado de naves industriales, alimentación a contactos para computadoras y semejantes, entonces si se tiene una alta probabilidad que durante su operación normal transporte armónicas o corrientes de desbalance por salida de operación de cargas de una fase, en esta condición si se debe considerar como conductor activo.

Ejemplo,

Se tiene un sistema que alimenta contactos de computadoras y luminarias de descarga, las cargas para contactos se alimentan de una fase y se prenden y apagan a voluntad, las luminarias se alimentan en dos fases y el sistema enciende automáticamente por bajo nivel de iluminancia, cuando esta prendida la iluminación la carga medida en fase A es de 196 Amperes, en fase B es igual de 150 Amperes y en la fase C, la carga medida es de 60 Amperes. ¿Cómo se comporta la carga en neutro?



$$I_A = 196 \text{ cis } (30)$$

$$I_B = 150 \text{ cis } (150)$$

$$I_C = 60 \text{ cis } (-90)$$

La corriente por el neutro será la suma vectorial de las corrientes de fase

$$I_N = I_A + I_B + I_C$$

Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

Convirtiendo todo a sistema cartesiano y sumando reales con reales e imaginarios con imaginarios,

$$I_A = 196 * \cos 30 + j196 * \operatorname{sen} 30$$

$$I_B = 150 * \cos 150 + j150 * \operatorname{sen} 150$$

$$I_C = 60 * \cos -90 + j60 * \operatorname{sen} -90$$

$$I_A = 169.74 + j98$$

$$I_B = -129.90 + j75$$

$$I_C = 0.0 - j60$$

$$I_N = 39.84 + j113$$

Convirtiendo este resultado a sistema polar

$$I_N = 119.82 \operatorname{cis} (70.58)$$

Se observa que la corriente que circula por el neutro fácilmente puede alcanzar magnitudes mayores que incluso en alguna fase, por lo anterior, el neutro se debe considerar que transporta corriente ¿sí o no?

La iluminación en una oficina o en una nave puede durar tres horas o más, si la respuesta es afirmativa, la carga debe ser considerada de uso continuo y con mayor razón el neutro debe ser considerado portador de corrientes.

En el caso de cargas trifásicas como motores o maquinaria industrial, la suma de corrientes vectoriales al neutro será cero o un valor mínimo que fácilmente puede despreciarse y en ese caso el neutro se considera como no portador y no se debe incluir al considerar los factores de agrupamiento.

Entonces al usar 4 cables activos dentro de un mismo tubo, del calibre 4/0 en tubería, con temperatura máxima de operación 75 °C, al aplicar el factor de agrupamiento de 0.80 la ampacidad se debe reducir a

$$230 \times 0.8 = 184 \text{ Amperes. Que es menor de 196 Amperes}$$

**240-3. Protección de los conductores.** Los conductores que no sean cordones flexibles y cables de aparatos eléctricos, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de conducción de corriente, tal como se especifica en 310-15, excepto los casos permitidos o exigidos por los siguientes apartados:

**a) Riesgo de pérdida de energía.** No será necesaria la protección de los conductores contra sobrecarga, cuando la apertura del circuito podría crear un riesgo, por ejemplo en los circuitos magnéticos de una grúa de transporte de materiales o de bombas contra incendios, pero sí deben llevar protección contra cortocircuitos.

**b) Dispositivos de 800 A nominales o menos.** Se permite usar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del valor nominal inmediato superior a la capacidad de conducción de corriente de los conductores que proteja, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

1) Que los conductores protegidos no formen parte de un circuito derivado con varias salidas para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija;

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

*2) que la capacidad de conducción de corriente de los conductores no corresponda con la capacidad nominal de un fusible o interruptor, sin ajuste para disparo por sobrecarga encima de su valor nominal (pero está permitido que tenga otros ajustes de disparo o valores nominales).*

*3) que el valor nominal inmediato superior seleccionado no supere 800 A.*

Según 240-3, la protección para un conductor podrá ser por excepción la inmediata superior a su capacidad de conducción, por lo tanto la instalación mostrada en el diagrama se convierte en una no conformidad. El resultado de este sistema es

Al menos en una fase el cable no tiene capacidad para la carga por alimentar, en las tres fases, la capacidad del conductor es inferior al mínimo tolerable.

La posible solución sería

Evidentemente, balancear lo mas posible las cargas sin embargo, el riesgo de desbalance por la misma manipulación de cargas (prender o apagar sistemas) existirá, por lo tanto, la solución debe considerar otros cambios o ajustes

Conservar interruptor de 225 Amperes, sustituir el cable, utilizar 250 KCM en lugar de 4/0

$255 \times 0.80 = 204$  Amperes, mayor que 196, si pasa,  
Capacidad de 204 Amperes, el inmediato superior es 225 Amps, si pasa.

Recordemos que esto es solo por el tipo de cargas que se alimenten y su comportamiento.

## 7. Carencia de conductor de puesta a tierra en la misma tubería junto con cables de corriente.

Aun cuando parezca poco creíble, una no conformidad todavía frecuente, consiste en la carencia del conductor de puesta a tierra junto con conductores de corriente dentro del mismo tubo, condición que es una no conformidad de la sección 300-3.

### 300-3. Conductores

*a) Conductores individuales. Los cables monoconductores especificados en la Tabla 310-13 sólo deben instalarse con un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3.*

*b) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito, el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra del equipo, cuando sean usados, deben instalarse dentro de la misma canalización, soporte para cables tipo charola, zanja, cable o cordón.*

*Excepción 1: Para (b), los conductores individuales de cable tipo MI con una cubierta no-metálica, instalados de acuerdo con lo indicado en 330-16, se permite que se instalen en cables separados.*

*Excepción 2: Para (b), los paneles de alumbrado y control tipo columna que empleen ductos auxiliares y cajas para jalado de los conductores con terminales para los conductores neutros.*

*Excepción 3: para (a) y (b), como se permite en 250-57(b), 250-79(f), 300-5(i), 300-20(b), 318-8(d) y 339-3(a)(2).*

*Excepción 4: Como se permite en 310-4 para conductores en paralelo.*

### c) Conductores de sistemas diferentes

*1) Tensión eléctrica nominal hasta 600 V. Los conductores de tensión eléctrica nominal hasta 600 V, tanto de circuitos de c.a. como de c.c., pueden ocupar la misma canalización, envolvente de alambrado de equipo o cable. Todos los conductores deben tener un aislamiento adecuado para la tensión eléctrica máxima nominal del circuito de cualquier conductor dentro de la canalización, envolvente o cable. Todos los conductores que no estén blindados deben tener un aislamiento nominal igual o como mínimo la máxima tensión eléctrica del circuito aplicada a cualquier conductor dentro de la canalización, envolvente o cable.*

*Excepción: Para sistemas solares fotovoltaicos de acuerdo con lo indicado en 690-4(b).*

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

**NOTA:** Para conductores de las clases 2 y 3 véase 725-54(a)(1).

**2) Tensión eléctrica nominal mayor a 600 V.** Los conductores para tensiones eléctricas nominales mayores a 600 V no deben ocupar el mismo envolvente de alumbrado de equipo, cable o canalización que los conductores para tensiones nominales iguales o menores a 600 V.

**NOTA:** Véase 300-32 para conductores de sistemas diferentes, de la tensión eléctrica nominal mayor de 600 V.

**Excepción 1:** Se permite que el cableado secundario para lámparas de descarga eléctrica hasta 1000 V, ocupen la misma canalización o envolvente de alumbrado de realce de los conductores del circuito derivado, si se encuentra aislado para la tensión eléctrica del secundario en cuestión.

**Excepción 2:** Se permite que las terminales primarias de balastos de lámparas de descarga eléctrica aislados para la tensión eléctrica primaria del balastro, ocupen la misma canalización o envolvente de alumbrado de realce de los conductores del circuito derivado, cuando estén contenidos en la cubierta individual del cableado.

**Excepción 3:** Se permite que los conductores de excitación, control, relés y amperímetros usados en conexión con cualquier motor o arrancador individual, ocupen la misma canalización de los conductores del circuito del motor.

Pregunta para instaladores. En una instalación (puede ser vivienda, oficinas, factoría u otra) se tiene tubo no metálico, cajas metálicas, accesorios con placa de aluminio anodizado. ¿Se requiere cable de puesta a tierra en los tubos hacia caja de apagadores?

- a) Se pone cable de tierras solo si el circuito es mayor de 30 Amperes, menos no.
- b) Se pone cable de tierras solo si la instalación es industrial, vivienda esta exenta.
- c) Por ser apagador no se requiere cable de puesta a tierra, solo para contactos.
- d) Se debe poner cable de tierra en todas las cajas de apagadores.

**250-42. Equipo fijo o conectados de forma permanente.** Las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo fijo que no estén destinadas a transportar corriente, deben ponerse a tierra si se presenta cualquiera de las circunstancias mencionadas en los siguientes incisos:

**a) Distancias horizontales y verticales.** Si están a menos de 2,5 m en vertical o de 1,50 m en horizontal de tierra u objetos metálicos puestos a tierra y que puedan entrar en contacto con personas.

**b) Lugares mojados o húmedos.** Cuando estén instaladas en lugares mojados o húmedos y no estén aisladas.

**c) Contacto eléctrico.** Cuando estén en contacto eléctrico con metales.

**d) Locales peligrosos (clasificados).** Cuando estén en un local peligroso (clasificado) de los cubiertos en los Artículos 500 a 517.

**e) Método de alumbrado.** Cuando estén alimentados por medio de cables con forro metálico, recubiertos de metal, en canalizaciones metálicas u otro método de instalación que pueda servir de puesta a tierra del equipo, excepto lo que se permita en 250-33 para tramos cortos de envolventes metálicos.

**f) De más de 150 V a tierra.** Cuando el equipo funcione con cualquier terminal a más de 150 V a tierra.

**Excepción 1:** Las cubiertas de desconectores o interruptores automáticos de circuitos que se utilicen para medios que no sean de equipo de acometida y solo sean accesibles a personal calificado.

**Excepción 2:** Carcasas metálicas de aparatos eléctricos de calefacción exentas por permiso especial, en cuyo caso las carcasas deben estar permanente y eficazmente aisladas de tierra.

**Excepción 3:** Equipo de distribución, como por ejemplo tanques de transformadores y de capacitores, montados en postes de madera y a una altura superior a 2,5 m sobre el nivel del suelo.

**Excepción 4:** No es necesario poner a tierra equipo aprobado y listado como protegido por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente marcado.

**300-9. Puesta a tierra de envolventes metálicas.** Las canalizaciones metálicas, cajas, gabinetes, cables armados y accesorios, deben estar puestos a tierra como se indica en el Artículo 250.

**300-10. Continuidad eléctrica de envolventes y canalizaciones metálicas.** Las canalizaciones metálicas, armaduras de cables y otras envolventes metálicas para conductores, deben unirse metálicamente para formar un conductor eléctrico continuo y deben estar conectadas a todas las cajas, accesorios y gabinetes para proporcionar una continuidad eléctrica efectiva. La canalización debe estar mecánicamente sujeta a las cajas, accesorios, gabinetes y otros envolventes.

**Excepción 1:** Lo dispuesto en 370-17(c) para cajas no-metálicas.

**Excepción 2:** Lo dispuesto en la Excepción 2 de 250-33, para envolventes metálicas.

**Excepción 3:** Lo indicado en la Excepción de 250-75 donde se permita reducción de ruido eléctrico.

**370-4. Cajas metálicas.** Todas las cajas metálicas deben estar puestas a tierra, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

### 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  $1640 \text{ cm}^3$  de volumen deben estar fabricadas de lámina de un espesor mínimo de 16 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 a 3,17 mm.

**Excepción 1:** Las cajas y cajas de paso aprobadas y listadas que demuestren tener una resistencia y características equivalentes, podrán 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  $1640 \text{ cm}^3$ .** Las cajas metálicas de tamaño superior a  $1640 \text{ cm}^3$ , 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 a 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 una abertura de salida o equivalente.

Entonces que hacemos con el cable de puesta a tierra en bajadas de apagadores, existe obligación de colocarlo si o no.

## 8. Selección del conductor de puesta tierra donde los conductores de corriente han sido compensados por caída de tensión.

En la actualidad frecuentemente se ven cableados con 2-10 y 1-12 T, que parten de un interruptor de 20 Amperes, la justificación de algunos proyectistas es que ponen calibre 12 de tierra porque el interruptor es de 20 Amperes y la tabla 250-95 indica que ese calibre se debe utilizar.

**250-95. Tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo.** El tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, de cobre o aluminio, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-95.

Cuando haya conductores en paralelo en varias canalizaciones o cables, como se permite en 310-4, el conductor de puesta a tierra de equipo, cuando exista, debe estar instalado en paralelo. Cada conductor de puesta a tierra de equipo instalado en paralelo debe tener un tamaño nominal seleccionado sobre la base de la corriente eléctrica nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja los conductores del circuito en la canalización o cable, según la Tabla 250-95.

Cuando se usen varios grupos de conductores de entrada a la acometida, como permite la Sección 230-40 Excepción 2, la sección transversal equivalente del mayor conductor de entrada a la acometida se debe calcular por la mayor suma de las secciones transversales de los conductores de cada grupo.

Cuando no haya conductores de entrada a la acometida, la sección transversal del conductor al electrodo de puesta a tierra se debe calcular por la sección transversal equivalente del mayor conductor de entrada a la acometida de acuerdo con la corriente eléctrica de carga calculada.

Véanse las restricciones de instalación en 250-92(a).

**NOTA:** Para el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra de una instalación de c.a. conectado con el equipo de la acometida, véase 250-23(b).

Cuando el tamaño nominal de los conductores se ajuste para compensar caídas de tensión eléctrica, los conductores de puesta a tierra de equipo, cuando deban instalarse, se deberán ajustar proporcionalmente según el área en  $\text{mm}^2$  de su sección transversal.

Cuando solo haya un conductor de puesta a tierra de equipo con varios circuitos en el mismo tubo (conduit) o cable, su tamaño nominal debe seleccionarse de acuerdo con el dispositivo de sobrecorriente de mayor corriente eléctrica nominal de protección de los conductores en el mismo tubo (conduit) o cable.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

Si el dispositivo de sobrecorriente consiste en un interruptor automático de disparo instantáneo o un protector de motor contra cortocircuitos, como se permite en 430-52, el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra de equipo se puede seleccionar de acuerdo con la capacidad nominal del dispositivo de protección del motor contra sobrecorriente, pero no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-95.

**Excepción 1:** Un conductor de puesta a tierra de equipo no inferior a 0,8235 mm<sup>2</sup> (18 AWG) de cobre y no menor al tamaño nominal de los conductores del circuito y que forme parte de cables de aparatos eléctricos, según se establece en 240-4.

**Excepción 2:** No es necesario que el conductor de puesta a tierra de equipo sea de mayor tamaño nominal que el de los conductores de los alimentadores de equipo.

**Excepción 3:** Cuando se use como conductor de puesta a tierra de equipo un tubo (conduit) o armadura o blindaje de cable, como se establece en 250-51, 250-57(a) y 250-91(b).

**Tabla 250-95. Tamaño nominal mínimo de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos**

Capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. (A)	Tamaño nominal mm <sup>2</sup> (AWG o kcmil)	
	Cable de cobre	Cable de aluminio
15	2,082 (14)	---
20	3,307 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,367 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,15 (4)
300	21,15 (4)	33,62 (2)
400	33,62 (2)	42,41 (1)
500	33,62 (2)	53,48 (1/0)
600	42,41 (1)	67,43 (2/0)
800	53,48 (1/0)	85,01 (3/0)
1000	67,43 (2/0)	107,2 (4/0)
1200	85,01 (3/0)	126,7 (250)
1600	107,2 (4/0)	177,3 (350)
2000	126,7 (250)	202,7 (400)
2500	177,3 (350)	304 (600)
3000	202,7 (400)	304 (600)
4000	253,4 (500)	405,37 (800)
5000	354,7 (700)	608 (1200)
6000	405,37 (800)	608 (1200)

Véase limitaciones a la instalación en 250-92(a)

**Nota:** Para cumplir lo establecido en 250-51, los conductores de tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

Considerando que el interruptor es 20 Amperes, se puede deducir que la carga continua es de 16 Amperes que se debe afectar por factor de 1.25 o la carga no continua es de 20 Amperes, o bien una combinación de cargas continuas afectadas por 1.25 mas cargas no continuas cuya suma no rebasa el valor de 20 Amperes. En cualquiera de esos casos, se deduce también que el calibre de cable mínimo a utilizar puede ser calibre 12 AWG. ¿Por qué razón se utilizo calibre 10 AWG?

Una respuesta puede ser que el proyectista tiene la costumbre de usar 10 AWG sin importar costos. El argumento es valido, pero el inversionista esta pagando un sobre costo injustificado, además el verificador debe verificar.

Otra respuesta puede ser porque tiene factores de temperatura y de agrupamiento que lo obligan a utilizar calibre 10 para corriente. En este caso el argumento para usar 12 para tierra es valido. Pero el verificador debe verificar.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

Al realizar su análisis el verificador parte de las corrientes o cargas del circuito, comprueba la selección del interruptor por corrientes de carga continua y carga no continua, y también verifica la selección del calibre mínimo por corriente ya incluyendo factores de temperatura y agrupamiento y revisa las características de caída de tensión del circuito, si después de este proceso detecta que el calibre 12 no requiere ajustes para compensar pérdidas por caída de tensión, se puede dar por aceptado el calibre 10 para corriente y el calibre 12 para puesta a tierra con los argumentos que expuso el proyectista, y aun antes de que exponga argumentos, pero...

Si detecta que el calibre 12 es inaceptable por caída de tensión excesiva, y el calibre adecuado es 10 AWG, entonces si existe compensación por caída de tensión y el calibre 12 de puesta a tierra se convierte en no conformidad.

Es importante dejar claro que la famosa tabla 250-95 indica calibres mínimos a utilizar, es decir, que el cable de puesta a tierra bajo diversas circunstancias puede cambiar. También es importante leer el texto, ya que queda bien claro que cuando el calibre de fase se compensa por caídas de tensión, el calibre de puesta a tierra también se debe compensar. Esto significa entonces que el proyectista debe realizar análisis de caída de tensión de cada circuito en complemento de sus análisis de corrientes antes de definir sus cableados.

Usando el mismo ejemplo anterior, para un circuito de 20 Amperes cuando el calibre de corriente se compenso por caída de tensión y resultó en 10 AWG, el calibre de tierra también se debe compensar proporcionalmente y el circuito deberá quedar como 2-10 y 1-10 T.

Como caso especial quedan los motores de inducción, en los cuales se permite que su protección contra corto circuito sea varias veces mayor que su corriente nominal, el calibre de puesta a tierra en ocasiones resulta mayor que el cable de fase. En este caso especial y solo como excepción, se permite utilizar conductores de puesta a tierra de calibre inferior a lo indicado en la tabla, pero no pueden ser inferiores a los calibres de fase. Entonces quedan los conductores de fase y el de puesta a tierra del mismo calibre

## **9. Tierra aislada e Interconexión de electrodos de puesta a tierra de diferentes sistemas.**

Frecuentemente el usuario se ve sometido a la presión del instalador de sistemas de comunicación y de telefonía cuando le exige una tierra aislada como sinónimo de electrodo aislado para puesta a tierra y por otro lado el verificador le informa que debe interconectar todos los electrodos de puesta a tierra que existan dentro del predio.

Primero debemos recordar que quien cumple la NOM-001-SEDE-1999, esta dentro del marco legal, quien no respete dicha NOM cae dentro de una No conformidad, vamos a ver que dice la Norma no solo en la sección 250-81, también en el tema especializado de telefonía dentro del capítulo 8.

También debemos reflexionar que quizá por la especificación técnica si se requiere un sistema de tierra aislado pero que probablemente el técnico no conoce en que consiste este concepto y por lo mismo pide cosas no adecuadas.

## COMO SISTEMA GENERAL DE TIERRAS.

**250-81. Sistema de electrodos de puesta a tierra.** Si existen en la propiedad, en cada edificio o estructura perteneciente a la misma, los elementos (a) a (d) que se indican a continuación y cualquier electrodo prefabricado instalado de acuerdo con lo indicado en 250-83(c) y (d), se deben conectar entre sí para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra. Los puentes de unión se deben instalar de acuerdo con lo indicado en 250-92(a) y (b), deben dimensionarse según lo establecido en 250-94 y deben conectarse como se indica en 250-115.

Se permite que el conductor del electrodo de puesta a tierra sin empalmes llegue hasta cualquier electrodo de puesta a tierra disponible en el sistema de electrodos de puesta a tierra. Debe dimensionarse de acuerdo con el conductor para electrodo de puesta a tierra exigido entre todos los electrodos disponibles.

**Excepción 1:** Se permite empalmar el conductor del electrodo de puesta a tierra mediante conectores a presión aprobados y listados para este fin o mediante el proceso de soldadura exotérmica.

La tubería metálica interior para agua situada a más de 1,5 m del punto de entrada en el edificio, no se debe utilizar como parte de la instalación del electrodo de puesta a tierra o como conductor para conectar electrodos que formen parte de dicha instalación.

**Excepción 2:** En las construcciones industriales y comerciales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solo personal calificado atiende la instalación y la tubería metálica interior para agua que se vaya a utilizar como conductor esté expuesta en toda su longitud.

**NOTA:** Para los requisitos especiales de conexión y puesta a tierra en edificios agrícolas, véase 547-8.

**a) Tubería metálica subterránea para agua.** Una tubería metálica subterránea para agua en contacto directo con la tierra a lo largo de 3 m o más (incluidos los ademes metálicos de pozos efectivamente conectados a la tubería) y con continuidad eléctrica (o continua eléctricamente mediante puenteo de las conexiones alrededor de juntas aislantes, o secciones aislantes de tubos) hasta los puntos de conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y de los puentes de unión. La continuidad de la tierra o de la conexión del puente de unión al interior de la tubería no se debe hacer a través de medidores de consumo de agua, filtros o equipo similares. Una tubería metálica subterránea para agua se debe complementar mediante un electrodo adicional del tipo especificado en 250-81 o 250-83. Se permite que este electrodo suplementario vaya conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra, el conductor de la acometida puesto a tierra, la canalización de la acometida conectada a tierra o cualquier envolvente de la acometida puesto a tierra.

Cuando este electrodo suplementario sea prefabricado como se establece en 250-83(c) o (d), se permite que la parte del puente de unión que constituya la única conexión con dicho electrodo suplementario no sea mayor que un cable de cobre de 13,3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) o un cable de aluminio de 21,15 mm<sup>2</sup> (4 AWG).

**Excepción:** Se permite que el electrodo suplementario vaya conectado al interior de la tubería metálica para agua en cualquier punto que resulte conveniente, como se explica en la Excepción 2 de 250-81

**b) Estructura metálica del edificio.** La estructura metálica del edificio, cuando esté puesta a tierra eficazmente.

**c) Electrodo empotrado en concreto.** Un electrodo empotrado como mínimo 50 mm en concreto, localizado en y cerca del fondo de un cimiento o zapata que esté en contacto directo con la tierra y que conste como mínimo de 6 m de una o más varillas de acero desnudo o galvanizado o revestido de cualquier otro recubrimiento eléctricamente conductor, de no-menos de 13 mm de diámetro o como mínimo 6,1 m de conductor de cobre desnudo de tamaño nominal no-inferior a 21,15 mm<sup>2</sup> (4 AWG)

**d) Anillo de tierra.** Un anillo de tierra que rodee el edificio o estructura, en contacto directo con la tierra y a una profundidad bajo la superficie no-inferior a 800 mm que conste como mínimo en 6 m de conductor de cobre desnudo de tamaño nominal no-inferior a 33,62 mm<sup>2</sup> (2 AWG).

## COMO SISTEMA DE TELEFONÍA

**800-40. Puesta a tierra del cable y del protector primario.** La cubierta metálica de los cables, cuando lo exija la Sección 800-33 y los protectores primarios se deben poner a tierra como se indica a continuación.

### a) Conductor de puesta a tierra

**1) Aislamiento.** El conductor de puesta a tierra debe estar aislado con forro en color verde con raya amarilla y aprobado y listado para este uso.

**2) Material.** El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, sólido o cableado.

**3) Tamaño nominal.** El conductor de puesta a tierra no debe tener un tamaño nominal menor a 3,307 mm<sup>2</sup> (12 AWG) y de preferencia ser cable.

**4) Recorrido.** El recorrido del conductor de puesta a tierra debe ser lo más recto y directo posible hasta el electrodo de puesta a tierra.

**5) Daño físico.** Cuando sea necesario, el conductor de puesta a tierra debe estar protegido contra daño físico. Cuando este conductor de puesta a tierra esté dentro de una canalización metálica, ambos extremos



## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

*de la canalización deben unirse al conductor de puesta a tierra, o a la misma terminal o electrodo al cual está conectado el conductor de puesta a tierra.*

**b) Electrodo.** El conductor de puesta a tierra debe conectarse como sigue:

1) Al lugar más cercano y accesible en: (1) al sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura de acuerdo con lo indicado en 250-81; (2) al sistema interno de tuberías metálicas de agua acorde con 250-80(a); (3) a los medios externos accesibles a las envolventes de la acometida de energía como se indica en 250-71(b); (4) a la canalización metálica de la acometida de energía; (5) a la envolvente del equipo de la acometida de energía; (6) al conductor del electrodo de puesta a tierra o el conductor del electrodo de puesta a tierra de la envolvente metálica, o (7) al conductor o al electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura puesta a tierra según lo indicado en 250-24.

*Para propósitos de esta sección, el equipo de acometida o medio de desconexión de una casa móvil, como se describe en 800-30(b), se considera accesible.*

2) Si el edificio o estructura servidos no tienen medios de puesta a tierra como se describe en (b)(1), o a cualquiera de los otros electrodos individuales descritos en 250-81.

3) Si el edificio o estructura servidos no tiene medio de puesta a tierra como se describe en (b)(1) o (b) (2) a; (1) una estructura metálica puesta a tierra eficazmente o (2) a una varilla o tubo enterrado no-menor a 1,5 m de longitud y 16 mm de diámetro como mínimos, enterrada, en lo posible, en terreno permanentemente húmedo y separada de los conductores de pararrayos de acuerdo con lo indicado en 800-13 y 1,8 m de distancia de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de gas, vapor o de agua caliente o las varillas de pararrayos no deben emplearse como electrodos para los protectores.

**c) Conexión de electrodos.** La conexión a los electrodos de puesta a tierra, deben cumplir con lo establecido en 250-115. Los conectadores, abrazaderas, accesorios y zapatas usados para conectar conductores de puesta a tierra y puentes de unión a electrodos de puesta a tierra o a cualquier otro que esté embebido en concreto o directamente enterrados, deben ser adecuados para esta aplicación.

**d) Conexión de electrodos.** Un puente de unión de tamaño nominal no-menor a 13,3 mm<sup>2</sup> (6 AWG) o equivalente debe conectar el electrodo de puesta a tierra de comunicaciones y el sistema de tierras de energía en el edificio o estructura servidos donde ambos electrodos existan. Se permite conectar todos los diferentes electrodos de puesta a tierra.

**Excepción:** En casas móviles conforme se indica en 800-41.

**NOTA 1:** Véase 250-86 para el uso de varillas de pararrayos.

**NOTA 2:** La unión de los diferentes electrodos de puesta a tierra limita las diferencias de potencial entre ellos y sus sistemas asociados.

Como sistema general de tierras la NOM obliga a interconectar todos los electrodos dentro de un mismo predio y como sistema de telefonía, la NOM también obliga a interconectar sus electrodos con el sistema general de tierras.

Conclusión, alguien posiblemente no conoce la NOM

Además, el concepto de tierra aislada como sinónimo de electrodo aislado no es factible. Cuando se hincan un electrodo en la corteza terrestre, este queda en estrecho contacto con la masa eléctrica conformada por el planeta tierra, cuando se hincan otro electrodo en condiciones semejantes y hace contacto con la masa eléctrica del planeta tierra, se establece entre ellos un circuito eléctrico, el medio de conexión es la masa del planeta, y físicamente se establece un cierto valor de resistencia eléctrica entre ambos electrodos. A partir de este momento, cualquier situación que afecte al primero también afectará al segundo, en caso de que por cualquier razón se origine una cantidad de energía que se deba descargar a masa, se comportará como una concentración de carga eléctrica que a su vez será origen de un punto de potencial eléctrico.

Al tener dos puntos eléctricos y uno de ellos se encuentra en estado de potencial mayor que el otro y estando unidos por una resistencia eléctrica, como sería el caso de electrodos en un mismo predio, se presentará el fenómeno de circulación de una corriente eléctrica del punto de mayor al de menor potencial.

Este flujo de corrientes puede ser indeseable y en ocasiones dañino para equipo electrónico delicado, si la diferencia de potencia es grande se puede presentar incluso una descarga de efectos severos por efecto de potencial de paso o potencial de toque.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

La única forma de evitar la circulación de corrientes indeseables, desde un punto de vista de circuitos eléctricos, es igualando potenciales, cuando dos puntos eléctricos estén al mismo potencial el flujo de corriente será cero.

Físicamente la única forma de llegar a esta condición de igualación de potenciales será interconectar firmemente los puntos que pudiesen presentar concentración de carga, en caso de presentarse circulación de corrientes estas fluirán por una vía predeterminada de baja resistencia sin daño para los elementos eléctricos y sin riesgo de potenciales de paso o de toque.

Por lo anterior, la condición eléctricamente segura de un sitio donde existen varios electrodos para diversos sistemas es interconectar firmemente todos los electrodos.

El concepto de tierra aislada es otro y consiste en llevar un conductor aislado, especial, desde su propio electrodo hasta el equipo o elemento que requiere tierra aislada sin interconectarse con ningún elemento metálico de la instalación, en este caso, la instalación deberá contar con un segundo conductor de tierra física para aterrizar cajas, gabinetes tubos y partes metálicas de la instalación que normalmente son no portadoras de corriente.

**645-15. Puesta a tierra.** *Todas las partes metálicas expuestas, que no transporten corriente eléctrica, de un sistema de procesamiento de datos y cómputo electrónico, deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 o deben ser de doble aislamiento. Los sistemas de suministro de energía derivados dentro del equipo aprobado que alimenten a equipo de cómputo y las cuales son suministradas como parte de ese equipo, no deben ser considerados separadamente como derivados para propósito de aplicación de lo indicado en 250-5 d).*

*Nota 1: El equipo aprobado proporciona la conexión de puesta a tierra requerida de acuerdo con la intención del Artículo 250.*

*Nota 2: Cuando se utilicen receptáculos del tipo de puesta a tierra aislada, véase 250-74 Excepción 4.*

**250-74. Conexión de la terminal de puesta a tierra de un receptáculo a la caja.** *Se debe realizar una conexión de la terminal de puesta a tierra de un receptáculo a la caja de conexiones efectivamente puesta a tierra.*

**Excepción 1:** *Cuando la caja vaya montada en una superficie con contacto metálico directo entre el soporte y la propia caja, se permite que la tierra del contacto se haga a la caja. Esta excepción no se aplica a los receptáculos montados en las tapas, a no ser que la caja y la tapa estén aprobados y listados como un conjunto que proporcione una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el receptáculo.*

**Excepción 2:** *Se permite que los dispositivos o soportes de contacto diseñados, aprobados y listados para este fin formen, junto con los tornillos que los sujetan, el circuito de tierra entre el soporte del dispositivo y la caja montada en la pared.*

**Excepción 3:** *Las cajas en el piso diseñadas y aprobadas para ofrecer una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el dispositivo.*

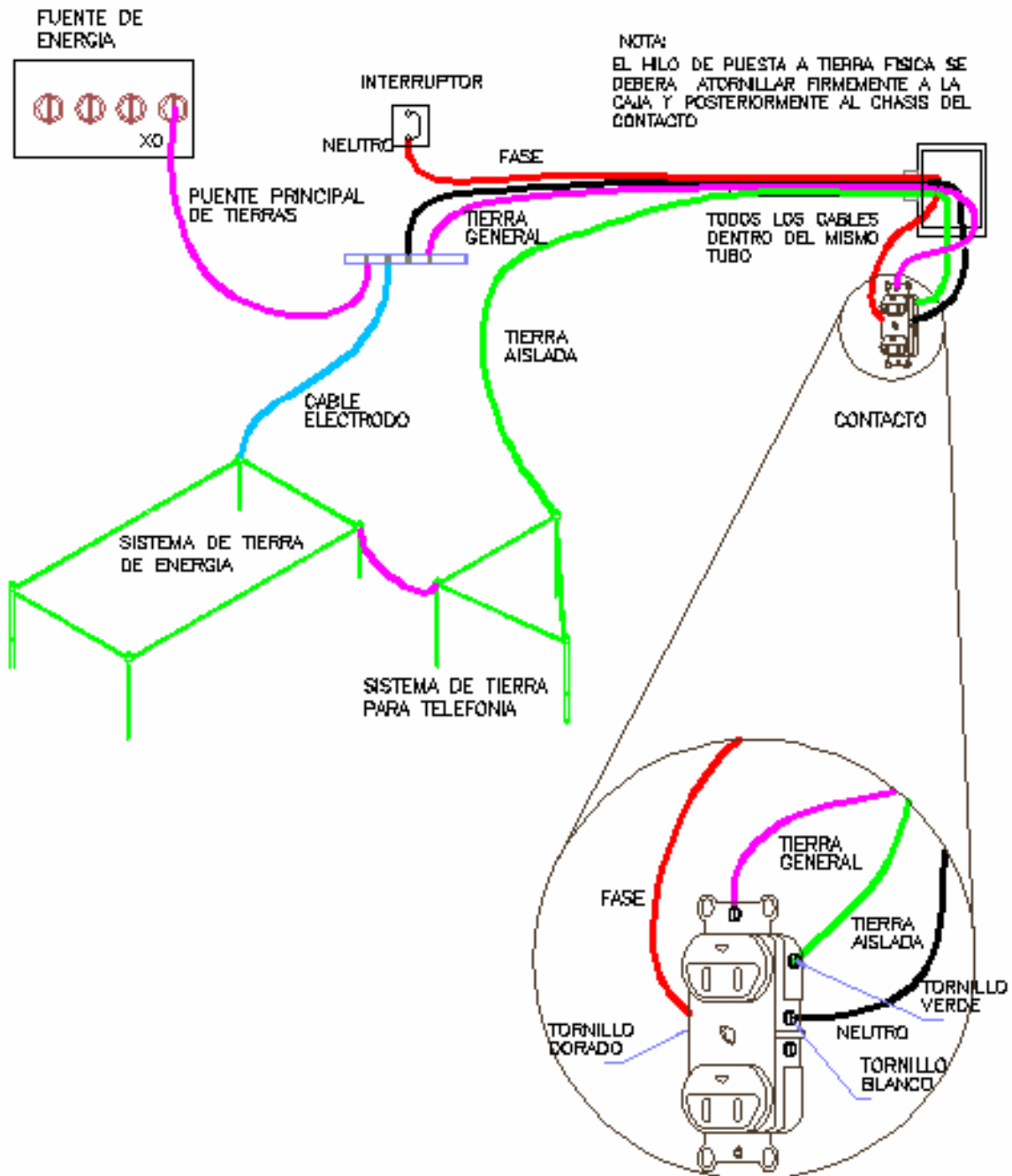
**Excepción 4:** *Cuando sea necesario para reducir el ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas) en el circuito de puesta a tierra, se permite un receptáculo en el que la terminal de puesta a tierra esté aislada intencionadamente de los medios de montaje del contacto. Se debe poner a tierra el receptáculo por medio de un conductor aislado que vaya con los conductores del circuito. Este conductor de puesta a tierra puede pasar a través de uno o más paneles de alumbrado y control sin necesidad de conectarlo a las terminales de puesta a tierra de los mismos, como se permite en 384-20, excepto, que termine dentro del mismo edificio o estructura, directamente en la terminal de un conductor de puesta a tierra de equipo de la correspondiente acometida o del sistema derivado.*

**NOTA:** *El uso de un conductor de puesta a tierra aislado para equipo no exime del requisito de poner a tierra la canalización y la caja.*

**384-20. Puesta a tierra de los paneles de alumbrado y control.** *Los gabinetes y marcos de los paneles 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 panel de alumbrado y control con canalizaciones o cables no-metálicos o si existen conductores para puesta a tierra independientes, se debe instalar dentro del panel una barra colectora terminal para esos conductores. La barra colectora se debe unir o conectar con el panel y al marco del gabinete, si son metálicos. Si no, se debe conectar al conductor de puesta a tierra que atraviesa junto con los conductores de alimentación del panel de alumbrado y control.*

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

**Excepción:** Cuando exista un conductor aislado 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 panel de alumbrado y control sin conectarlo a la barra colectora terminal de puesta a tierra del equipo. Los conductores de puesta a tierra no se deben conectar 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.



## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

Entonces si es factible, si es posible y cuando sea requerido si se debe proporcionar un sistema de tierra aislada para telefonía computación y otros sistemas o equipos que lo requieran, deberá existir un electrodo especial para este fin, firmemente interconectado con lo demás electrodos dentro del mismo predio y se deberán llevar dos conductores de puesta a tierra al equipo en cuestión, al menos uno de los cables deberá ser aislado, parte del electrodo especial y no se deberá interconectar con ningún otro elemento de la instalación, el otro conductor de puesta a tierra vendrá del sistema general y será para aterrizar cajas, gabinetes, tuberías y elementos metálicos de la instalación normalmente no portadores de corriente.

## 10. Circuitos derivados para alumbrados con interruptor de 30 Amperes.

En muchas viviendas y gran cantidad de instalaciones comerciales aun podemos ver circuitos para alumbrado y contactos donde se utilizan interruptores de 30 Amperes, la razón justificante de algunos instaladores es que lo realizan así para que la pastilla no se dispare frecuentemente, además, como seguridad instalan cables del calibre 10 AWG que resiste 30 Amperes y entonces, según ellos, no existirán problemas.

Esto se encuentra muy alejado de la seguridad, en la mayoría de los casos, los accesorios normalmente comercializados son apagadores para circuitos de máximo 10 Amperes y contactos para circuitos de máximo 15 Amperes, como podremos ver en cualquiera de estos elementos, entonces, al instalar un interruptor de 30 Amperes, cable de calibre 10 AWG y apagadores y contactos de 10 y 15 Amperes, estamos concentrando el riesgo en los accesorios de cercanía a la mano, cualquier sobrecarga de solo 18 o 20 Amperes no será vista por el interruptor, pero será suficiente para quemar apagadores y dañar algunos contactos.

La sección 210-23, establece que los circuitos de alumbrado de 30 Amperes serán para locales que no sean vivienda y que circuitos de 50 o mas Amperes no se deben utilizar para alumbrado.

Inmediatamente después, la sección 210-24, establece que si el circuito es de 15 Amperes, los accesorios podrán ser de cualquier tipo, pero, si el interruptor ya es de 20 Amperes, entonces los accesorios podrán ser de 15 o 20 Amperes, pero cuando se pretende un circuito de 30 Amperes, entonces los accesorios ya deben ser obligatoriamente servicio pesado y cuando menos para 30 Amperes

**210-23. Cargas permisibles.** *En ningún caso la carga debe exceder a la capacidad nominal del circuito derivado. Estará permitido que un circuito derivado individual suministre energía a cualquier tipo de carga dentro de su valor nominal. Un circuito derivado que suministre energía a dos o más salidas o receptáculos, sólo debe alimentar a las cargas especificadas de acuerdo con el tamaño nominal del conductor en los siguientes incisos (a) a (d) y resumidas en 210-24 y en la Tabla 210-24.*

**a) Circuitos derivados de 15 y 20 A.** *Se permite que los circuitos derivados de 15 o 20 A alimenten a unidades de alumbrado, otros equipos de utilización o una combinación de ambos. La capacidad nominal de cualquier equipo de utilización conectado mediante cordón y clavija no debe superar 80% de la capacidad nominal del circuito derivado. Cuando el equipo alimente a unidades de alumbrado o a equipos de utilización con cable y clavija no-fijos, o a ambos a la vez, la capacidad nominal total del equipo de utilización fijo no debe superar 50% de la capacidad nominal del circuito derivado.*

**Excepción:** *Los circuitos derivados para aparatos eléctricos pequeños y el circuito derivado para lavadora de las unidades de vivienda, especificados en 220-4(b) y (c), sólo deben alimentar a las salidas de receptáculos especificadas en dicha Sección.*

**b) Circuitos derivados de 30 A.** *Se permite que los circuitos derivados de 30 A suministren energía a unidades fijas de alumbrado con portalámparas de servicio pesado, en edificios que no sean viviendas, o a equipo de utilización en cualquier edificio. La capacidad nominal de cualquier equipo de utilización conectado con cordón y clavija no debe exceder 80% de la capacidad nominal del circuito derivado.*

**c) Circuitos derivados de 40 y 50 A.** *Se permite que un circuito derivado de 40 o 50 A suministre energía a equipo de cocina fijo en cualquier edificio. En edificios que no sean viviendas, se permitirá que tales circuitos*

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

suministren energía a unidades de alumbrado fijas con portalámparas de servicio pesado, unidades de calefacción por infrarrojos u otros equipos de utilización.

**d) Circuitos derivados de más de 50 A.** Los circuitos de más de 50 A sólo deben suministrar energía a salidas que no sean para alumbrado.

**210-24. Requisitos de los circuitos derivados - Resumen.** En la Tabla 210-24 se resumen los requisitos de los circuitos que tengan dos o más salidas o receptáculos distintos a los circuitos de receptáculos indicados en 220-4(b) y (c), como se ha especificado anteriormente.

Tabla 210-24. Resumen de requisitos de los circuitos derivados

Capacidad de conducción de corriente nominal del circuito (A)	15	20	30	40	50
Conductores (tamaño nominal mínimo mm <sup>2</sup> -AWG):					
Conductores del circuito*	2,082(14)	3,3(12)	5,26(10)	3,36(8)	13,3(6)
Derivaciones	2,082(14)	2,082(14)	2,082(14)	3,3(12)	3,3(12)
Cables y cordones de aparatos eléctricos		Véase 240-4			
Protección contra sobrecorriente (A)	15	20	30	40	50
Dispositivos de salida:					
Portalámparas permitidos	De cualquier Tipo	De cualquier Tipo	Servicio pesado	Servicio pesado	Servicio pesado
Capacidad de conducción de corriente admisible del receptáculo**	15 A máx.	15 ó 20 A	30 A	40 ó 50 A	50 A
Carga Máxima (A)	15	20	30	40	50
Carga Permissible	Véase 210-23(a)	Véase 210-23(a)	Véase 210-23(b)	Véase 210-23(c)	Véase 210-23(c)

\* Estos tamaños se refieren a conductores de cobre.

\*\* Para la capacidad de conducción de corriente de los aparatos eléctricos de alumbrado por descarga conectados con cordón y clavija, véase 410-30(c).

## 11. Uso rudo dentro de plafón.

Durante muchos años fue una práctica muy socorrida el realizar cableados dentro de plafones utilizando cable uso rudo, afortunadamente va cayendo en desuso, y cada vez es menos frecuente detectar ese incumplimiento de la sección 400-8

**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 atraviesen orificios en paredes, suelos o techos; (3) cuando atraviesen puertas, ventanas o aberturas similares; (4) cuando vayan unidos a la superficie de un edificio; (5) cuando estén ocultos tras las paredes, suelos o techos de un edificio o (6) cuando estén instalados en canalizaciones, excepto si se permite en otros lugares de esta NOM.

**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 1,83 m.

## Puntos frecuentes de rechazo por Verificadores de instalaciones eléctricas.

Desafortunadamente se agoto el espacio disponible.

Se quedaron en el tintero bastantes puntos por platicar, en otra ocasión analizaremos la mezcla de neutro con cable de tierra, ubicación de interruptores, selección de tubos, edificios de concentración pública, cableados para alumbrados en vías públicas, piscinas y otros.

### **Bibliografía.**

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999 Instalaciones Eléctricas (Utilización)  
Secretaria de Energía, Diario Oficial de la Federación del 27 de septiembre de 1999

Manual de cables de Energía. Condumex. Primera edición. Edición privada.

Standard Handbook for Electrical Engineers, by Donald G. Fink & H. Wayne Beaty.  
Mc Graw Hill Book Company