

**MANUAL DEL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO NTC 2050.
SECCIONES 500, 501, 502, 503 Y 504**



**OSCAR JAVIER ACOSTA R.
CÓD. 86021531342
PEDRO ANDRÉS BLANDÓN MARÍN.
CÓD. 1088241740**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2012**

**MANUAL DEL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO NTC 2050.
SECCIONES 500, 501, 502, 503 Y 504**

**OSCAR JAVIER ACOSTA R.
CÓD. 86021531342
PEDRO ANDRÉS BLANDÓN MARÍN.
CÓD. 1088241740**

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO
TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD**

**DIRECTOR:
INGENIERO CARLOS ALBERTO RÍOS PORRAS
DOCENTE PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2012**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los docentes de la facultad de tecnología Eléctrica por su apoyo a través de este proceso universitario y colaboración en nuestra formación personal y educativa; agradecemos a nuestras familias que nos apoyaron incondicionalmente en todo este proceso de formación y culminación de nuestra carrera, al Ingeniero Carlos Alberto Ríos Porras por su guía en este proyecto y su apoyo en el mismo y además compañeros que colaboraron en este camino.

¿Cómo usar este manual?

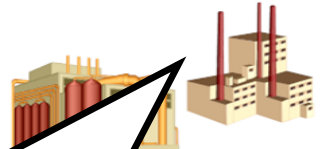
La información de la sección tratada se encontrará en un formato de presentación normal.

503-37 Interruptores automáticos.

Datos técnicos generales

Intensidad (A)	Nº de polos (P)	Tensión (V)	Poder de corte (A)
40, 50, 80, 100, 125	1, 2, 3	120, 240, 277, 480	10000

502-26 las bóvedas para transformadores



Dentro de la información anexada se encontrarán tablas, gráficos y demás material gráfico para mayor explicación dentro de cada tema.

El piso de las bóvedas deben estar en condiciones de uso y con una resistencia mínima al fuego de tres horas.

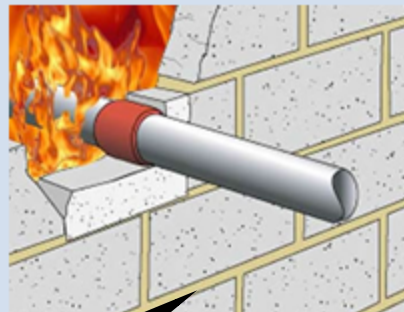


2) Grupo B: Atmosferas que contengan hidrógeno, combustibles y gases combustibles de procesos con más del 30 % de hidrógeno por volumen, o gases o vapores de riesgo equivalente, como butadieno, óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína.

Excepciones:

1) Si la información corregida se verá dentro de cuadros en los cuales se encontrarán artículos de secciones anteriores los cuales son citados dentro del texto para una mayor comprensión.

500-8 Sellos cortafuego para tubería en lugares Clase I División 1.



En los lugares Clase I División 1, los sellos cortafuego para tubería se deben

Estos cuadros además contienen correcciones, anexos y información extra para completar la explicación de cada tema.

indica a continuación:
...no de tubo conduit que encerramiento para interruptor automático, resistencias u otros equipos que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas en condiciones normales de funcionamiento. Los sellos cortafuego se

CONTENIDO

capítulo 5. ambientes especiales	21
SECCIÓN 500. LUGARES PELIGROSOS (CLASIFICADOS) CLASES I, II Y III, DIVISIONES 1 Y 2.....	21
500-1. Alcance.....	21
500-2. Otras secciones.	21
500-3 Generalidades.....	21
500-4 Técnicas de protección.	24
500-5. Precauciones especiales.	29
500-6. Ocupaciones específicas.	35
500-7. Lugares clase I.....	35
500-8. Lugares clase II.....	36
500-9. Lugares clase III.....	37
SECCIÓN 501. LUGARES CLASE I.....	39
501-1. Generalidades.....	39
501-2. Transformadores y condensadores.	42
501-3. Medidores, instrumentos y relés.	47
501-4. Métodos de alambrado.	49
501-5. Sellado y drenaje.	51
501-6. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.....	58
501-7. Transformadores y resistencias de control.....	59
501-8. Motores y generadores.	60
501-9. Equipos de alumbrado.	62
501-10. Equipo eléctrico utilitario.	64
501-11. Cables y cordones flexibles en lugares clase I divisiones 1 y 2.	64
501-12. Tomacorrientes y clavijas en lugares clase I divisiones 1 y 2.	65
501-13. Aislamiento de los conductores en lugares clase I divisiones 1 y 2.	65
501-14. Sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto.	65
501-15. Partes energizadas expuestas en lugares clase I divisiones 1 y 2.....	66
501-16. Puesta a tierra en los lugares clase I divisiones 1 y 2.	66
501-17. Protección contra impulsos de tensión.	69
501-18. Circuitos ramales multiconductores.	70
SECCIÓN 502. LUGARES CLASE II.....	71
502-1. Generalidades.....	71
502-2. Transformadores y condensadores.	72
502-4. Métodos de alambrado.	75
502-5. Sellado, lugares clase ii divisiones 1 y 2.....	78
502-6. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.....	79
502-7. Transformadores y resistencias de control.....	81
502-8. Motores y generadores.	81
502-9. Ductos de ventilación.	82
502-10. Equipos eléctricos utilitarios.....	83
502-11. Equipos de alumbrado.	84
502-12. Cables y cordones flexibles en lugares clase II divisiones 1 y 2.	92
502-13. Tomacorrientes y clavijas.....	92
502-14. Sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto; medidores, instrumentos y relés.	92
502-15. Partes energizadas en lugares clase II divisiones 1 y 2.	94
502-16. Puesta a tierra en lugares clase II divisiones 1 y 2.....	94
502-17. Protección contra impulsos de tensión en lugares clase II divisiones 1 y 2.	97
502-18. Circuitos ramales multiconductores.	97
SECCIÓN 503. LUGARES CLASE III.....	98
503-1. Generalidades.....	98

503-2. Transformadores y condensadores en lugares clase III divisiones 1 y 2.	98
503-3. Métodos de alambrado.	99
503-4. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles en lugares clase III divisiones 1 y 2.	100
503-5. Transformadores y resistencias de control en lugares clase III divisiones 1 y 2.	100
503-6. Motores y generadores en lugares clase III divisiones 1 y 2.	100
503-7. Ductos de ventilación en lugares clase III divisiones 1 y 2.	101
503-8. Equipo eléctrico utilitario en lugares clase III divisiones 1 y 2.	102
503-9. Equipos de alumbrado en lugares clase III divisiones 1 y 2.	102
503-10. Cables y cordones flexibles en lugares clase III divisiones 1 y 2.	103
503-11. Tomacorrientes y clavijas en lugares clase III divisiones 1 y 2.	104
503-12. Sistemas de señalización, alarma, control remoto e intercomunicación local por altavoces en lugares clase III divisiones 1 y 2.	104
503-13. Grúas, montacargas, elevadores eléctricos y equipos similares en lugares clase III divisiones 1 y 2.	104
503-14. Cargadores de baterías en lugares clase III divisiones 1 y 2.	105
503-15. Partes energizadas en lugares clase III divisiones 1 y 2.	105
503-16. Puesta a tierra en lugares clase III divisiones 1 y 2.	105
SECCIÓN 504. SISTEMAS DE SEGURIDAD INTRÍNSECA	108
504-2. Definiciones.	108
504-3. Aplicación de otras secciones.	109
504-4. Aprobación de los equipos.	110
504-10. Instalación de los equipos.	110
a) Plano de control.	110
b) Ubicación.	110
504-20. Métodos de alambrado.	111
504-30. Separación de los conductores de seguridad intrínseca.	111
504-50. Puesta a tierra.	112
504-60. Conexión equipotencial.	114
a) En lugares no peligrosos.	115
504-70. Sellado.	115
504-80. Identificación.	116
Conclusiones	117
Bibliografía	118

LISTA DETABLAS

TABLA 500-1 CONECTORES ESTANCO RECTO.....	23
TABLA 500-5.D) MARCAS IDENTIFICATIVAS.	34
TABLA 500-5.F) TEMPERATURAS DE IGNICIÓN	35
TABLA 505-10.B).1) DESIGNACIÓN DE TIPOS DE PROTECCIÓN.	40
TABLA 505-10.B).2) GRUPOS DE CLASIFICACIÓN DE GAS.....	40
TABLA 505-10.B).3) CLASIFICACIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL MÁXIMA DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS DEL GRUPO II	41
TABLA 250-95. CALIBRE MÍNIMO DE LOS CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS PARA PUESTA A TIERRA DE CANALIZACIONES Y EQUIPOS.....	76
TABLA 400-4 CABLES Y CORDONES FLEXIBLES	85
TABLA 504.10 (B) EVALUACIÓN DE LA T4 CLASIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE COMPONENTES Y DE LA TEMPERATURA.	111

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 500-1 CONECTOR ESTANCO RECTO CON ROSCA.	23
FIGURA 500-2 LA FIBRA ÓPTICA.	24
FIGURA 500-3 EQUIPO ANTIDFLAGRANTE (A PRUEBA DE EXPLOSIÓN.	25
FIGURA 500-4 EQUIPO A PRUEBA DE IGNICIÓN.	25
FIGURA 500-5 UNIDAD DE CONTROL PRESURIZADA.	26
FIGURA 500-6 EQUIPOS A PRUEBA DE EXPLOSIONES	27
FIGURA 500-7 EQUIPOS SELLADOS HERMÉTICAMENTE.	28
FIGURA 500-8 SELLOS CORTAFUEGO PARA TUBERÍA EN LUGARES CLASE I DIVISIÓN 1.	30
FIGURA 505-10.B).1) ROTULADO EXIGIDO	41
FIGURA 501-9 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO QUE FUNCIONA CON RELÉS CONSTRUIDO PARA CONTROLAR LA TEMPERATURA.	47
FIGURA 501-10 TIPOS DE ROSCA.	49
FIGURA 501-11 CAJA DE CONEXIÓN CONTRA EXPLOSIÓN.	50
FIGURA 501-12 CONEXIÓN DE CAJAS ANTIDFLAGRANTES.	52
FIGURA 501-13 SELLO DE CONDUCTO.	53
FIGURA 501-14 INTERRUPTOR ESTÁNDAR	58
FIGURA 501-15 TABLERO CONTRA EXPLOSIONES.	58
FIGURA 501-16 CILINDRO TIPO SPIN.	58
FIGURA 501-17 INTERRUPTORES DEL MOTOR.	61
FIGURA 501-18 CHISPA-PRODUCTORES EN UN MOTOR.	61
FIGURA 501-19 PRUEBA 501,20 LUMINARIA TÍPICA DE CLASE I.	63
FIGURA 501-20 PRUEBA 501.20 EXHIBIT 501.21	63
FIGURA 501-21 INTERRUPTOR DE ENCLAVAMIENTO.	65
FIGURA 501-22 DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN ACÚSTICA.	66
FIGURA 501-23 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.	68
FIGURA 501-24 DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES.	69
FIGURA 501-25 DESCARGADORES DE SOBRETENSIONES DIVISIÓN CLASE 2.	70
FIGURA 502-26 LAS BÓVEDAS PARA TRANSFORMADORES	72
FIGURA 502-27 BOVEDA PARA TRANSFORMADORES.	73
FIGURA 502-29 TUBO CONDUIT METÁLICO RÍGIDO ESPECIAL PARA ALAMBRADO EN PAREDES.	75
FIGURA 502-30 CAJA DE ACERO.	78
FIGURA 502-31 SELLOS.	78
FIGURA 502-32 INTERRUPTORES DE CIRCUITO.	80
FIGURA 502-33 ESTACIÓN DE CONTROL.	81

FIGURA 502-34 MOTOR TOTALMENTE CERRADO SIN VENTILAR.....	82
FIGURA 502-35 DUCTO DE VENTILACIÓN PARA MAQUINAS ROTATIVAS A PRUEBA DE IGNICIÓN DE POLVOS.	83
FIGURA 502-36 LÁMPARAS ENCERRADAS.....	92
FIGURA 503-37 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	100
FIGURA 503-38 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.....	101
FIGURA 503-39 DUCTOS DE VENTILACIÓN.....	102
FIGURA 503-40 SERIE HLE.....	103
FIGURA 503.41 MAGNULITER MVH.....	103
FIGURA 503-42 SERIE HL-HFX.....	103
FIGURA 503-43 CONDUCTOR DE RELLENO DE JUNTAS.....	104
FIGURA 504-44 BARRERA DE SEGURIDAD.....	109
FIGURA 504-45 ANEXO 504.2 BARRERA FUSIBLE DIODO ZENER.....	115

**MANUAL DEL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO
NTC 2050**

**MANUAL DEL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO NTC 2050.
SECCIONES 500, 501, 502, 503 Y 504**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
2012**

GLOSARIO

A. Generales

Abrir: desconectar en forma manual o remota una parte del equipo para impedir el paso de la corriente eléctrica.

Administración de la Operación: planear, dirigir, supervisar y controlar conforme a reglas, normas, metodologías, políticas y lineamientos para la correcta operación del Sistema Eléctrico Nacional.

Aislante: un material que, debido a que los electrones de sus átomos están fuertemente unidos a sus núcleos, prácticamente no permite sus desplazamientos y, por ende, el paso de la corriente eléctrica, cuando se aplica una diferencia de tensión entre dos puntos del mismo. Material no conductor que, por lo tanto, no deja pasar la electricidad.

Alimentador eléctrico: circuito normalmente conectado a una estación receptora, que suministra energía eléctrica a uno o varios servicios directamente a varias subestaciones distribuidoras.

Alta tensión: tensión nominal superior a 1 kV (1000 Volts)

Alternador: generador eléctrico de corriente alterna que opera bajo el principio de inducción electromagnética por movimiento mecánico. El movimiento mecánico puede provenir de turbinas impulsadas por vapor, agua, gases calientes o algún otro medio impulsor.

Amper: unidad de medida de la intensidad de corriente eléctrica, cuyo símbolo es A. Se define como el número de cargas igual a 1 coulomb que pasar por un punto de un material en un segundo. ($1 \text{ A} = 1 \text{ C} / \text{s}$). Su nombre se debe al físico francés Andre Marie Ampere.

Área del Control: es la entidad que tiene a su cargo el control y la operación de un conjunto de centrales generadoras, subestaciones y líneas de transmisión dentro de un área geográfica determinada por el grupo director del CENACE (Centro Nacional de Control de Energía).

Arrancar: conjunto de operaciones manuales o automáticas, para poner en servicio un equipo.

Banco de transformación: conjunto de tres transformadores o autotransformadores, conectados entre sí para que operen de la misma forma que un transformador o autotransformador trifásico.

Barraje de puesta a tierra (equipotencial): conductor de tierra colectiva, usualmente una barra de cobre o un cable de diámetro equivalente.

Bobina: arrollamiento de un cable conductor alrededor de un cilindro sólido o hueco, con lo cual y debido a la especial geometría obtiene importantes características magnéticas.

Capacidad instalada: potencia nominal o de placa de una unidad generadora, o bien se puede referir a una central, un sistema local o un sistema interconectado.

Capacitor: dispositivo que almacena carga eléctrica y está formado (en su forma más sencilla) por dos placas metálicas separadas por una lámina no conductora o dieléctrico. Estos dispositivos se utilizan, entre otras cosas, para reducir caídas de tensión en el sistema de distribución. También se le conoce como condensador.

Carga: cantidad de potencia que debe ser entregada en un punto dado de un sistema eléctrico.

Central hidroeléctrica: central generadora que produce energía eléctrica utilizando turbinas que aprovechan la energía potencial y cinética del agua.

Central termoeléctrica: central generadora que produce energía eléctrica utilizando turbinas que aprovechan la energía calorífica del vapor de agua producido en calderas.

Factor de carga: relación entre el consumo en un período de tiempo especificado y el consumo que resultaría de considerar la demanda máxima de forma continúa en ese mismo período.

Factor de demanda: relación entre la demanda máxima registrada y la carga total conectada al sistema. //Relación entre la potencia máxima absorbida por un conjunto de instalaciones durante un intervalo de tiempo determinado y la potencia instalada de este conjunto.

Factor de operación: relación entre el número de horas de operación de una unidad o central entre el número total de horas en el período de referencia.

Factor de planta: conocido también como factor de utilización de una central, es la relación entre la energía eléctrica producida por un generador o conjunto de generadores, durante un intervalo de tiempo determinado y la energía que habría sido producida si este generador o conjunto de generadores hubiese funcionado durante ese intervalo de tiempo, a su potencia máxima posible en servicio. Se expresa generalmente en por ciento.

Factor de potencia: coseno de ángulo formado por el desfase existente entre la tensión y la corriente en un circuito eléctrico alterno; representa el factor de utilización de la potencia eléctrica entre la potencia aparente o de placa con la potencia real.

Falla: 1. es una alternación o daño permanente o temporal en cualquier parte del equipo, que varía sus condiciones normales de operación y que generalmente causa un disturbio. || 2. Perturbación que impide la operación normal

Generador: es el dispositivo electromagnético por medio del cual se convierte la energía mecánica en energía eléctrica.

Generadores: son todas aquellas unidades destinadas a la producción de energía eléctrica

Lugares Clase I: los lugares Clase I son aquellos en los que hay o puede haber presente en el aire gases o vapores inflamables en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares Clase I son los incluidos en los siguientes apartados a) y b).

- a) **Clase I División 1:** un lugar de Clase I División 1 es un lugar: 1) en el que, en condiciones normales de funcionamiento, puede haber concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables, o 2) en el que frecuentemente, debido a operaciones de reparación o mantenimiento o a fugas, pueda haber concentraciones combustibles de dichos gases o vapores, o 3) en el que la rotura o funcionamiento defectuoso de equipos o procesos pueda liberar concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y simultáneamente se pueda producir una avería en el equipo eléctrico de una forma en que se pueda causar directamente que el equipo se convierta en una fuente de ignición.
- b) **Clase I División 2:** un lugar de Clase I División 2 es un lugar: 1) en el que se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables pero en el que dichos líquidos, vapores o gases están normalmente dentro de contenedores cerrados o en sistemas cerrados de los que pueden salir sólo por rotura accidental o avería de dichos contenedores o sistemas o si funcionan mal los equipos; o 2) en los que normalmente se evita la concentración combustible de gases o vapores mediante ventilación mecánica forzada y que se pueden convertir en peligrosos por la falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación; o 3) adyacente a un lugar de la Clase I División 1 y al que en consecuencia puedan llegar concentraciones combustibles de gases o vapores, a menos que dicha posibilidad se evite mediante un sistema de ventilación forzada desde una fuente de aire limpio y medidas de seguridad eficaces contra las posibles fallas de la ventilación.

Lugares Clase II: un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. Los lugares Clase II incluyen los especificados en los siguientes apartados a) y b).

- a) **Clase II División 1:** un lugar de Clase II División 1 es un lugar: 1) en el que, en condiciones normales de funcionamiento, hay en el aire polvo combustible en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles; o 2) en el que una falla mecánica o el funcionamiento anormal de la maquinaria o equipos puede hacer que se produzcan dichas mezclas explosivas o combustibles y en el que además pueda haber una fuente de ignición debida a la falla simultánea de los equipos eléctricos, de los dispositivos de operación y protección o por otras causas; o 3) en el que puede haber polvos combustibles eléctricamente conductivos en cantidades peligrosas.
- b) **Clase II División 2.** un lugar de Clase II División 2 es aquel en el que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles y en el que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para impedir el funcionamiento normal del equipo eléctrico u otros equipos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica o infrecuente del mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso y en los que la acumulación de polvo combustible sobre, dentro o en la cercanía de los equipos eléctricos puede ser

suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos o puede arder por el funcionamiento anormal o falla de los equipos eléctricos.

Lugares Clase III: un lugar de Clase III es el que resulta peligroso por la presencia de fibras o partículas fácilmente combustibles pero en el que no es probable que tales fibras o partículas estén en suspensión en el aire a una concentración suficiente para producir mezclas combustibles. Los lugares Clase III son los especificados en los siguientes apartados a) y b)

a) Clase III División 1. un lugar de Clase III División 1 es un lugar en el que se manipulan, fabrican o usan fibras fácilmente combustibles o materiales que producen partículas combustibles.

b) Clase III División 2. Un lugar de Clase III División 2 es un lugar en el que se almacenan o manipulan fibras fácilmente inflamables, en procesos diferentes a los de manufactura.

Sincronizar: Es el conjunto de acciones que deben realizarse para conectar al Sistema Eléctrico Nacional en cada instante.

Sistema de distribución: Es el conjunto de subestaciones y alimentadores de distribución, ligados eléctricamente, que se encuentran interconectados en forma radial para suministrar la energía eléctrica.

Sistema eléctrico: Instalaciones de generación, transmisión y distribución, físicamente conectadas entre sí, operando como una unidad integral, bajo control, administración y supervisión.

Sistema Eléctrico Nacional (SEN): Es el conjunto de instalaciones destinadas a la Generación Transmisión, Distribución y venta de energía eléctrica de servicio público en toda la República, estén o no interconectadas.

Sistema Interconectado Nacional (SIN): Es la porción del Sistema Eléctrico Nacional que permanece unida eléctricamente.

Subestación: Conjunto de aparatos eléctricos localizados en un mismo lugar, y edificaciones necesarias para la conversión o transformación de energía eléctrica o para el enlace entre dos o más circuitos

Transformador: Dispositivo que sirve para convertir el valor de un flujo eléctrico a un valor diferente. De acuerdo con su utilización se clasifica de diferentes maneras.

Transmisión: Es la conducción de energía eléctrica desde las plantas de generación o puntos interconexión hasta los puntos de entrega para su distribución.

Turbina: Motor primario accionado por vapor, gas o agua, que convierte en movimiento giratorio la energía cinética del medio

B. Para instalaciones de tensión nominal superior a 600 V

Las anteriores definiciones se aplican en los términos utilizados en este código. Sin embargo, cuando se trate de instalaciones que funcionan a más de 600 V nominales, se deben aplicar las siguientes definiciones:

Cortacircuito en aceite: véase la definición de "Dispositivos de maniobra".

Dispositivos de maniobra:

Cortacircuito (Cutout): conjunto de soporte para fusibles, fusibles de expulsión con portafusibles, fusible o cuchilla de desconexión. El portafusibles puede incluir un elemento conductor (filamento fusible) o puede actuar como cuchilla de desconexión si se intercala un elemento no fusible.

Cortacircuito en aceite: sistema de corte en el que todo o parte del soporte del fusible, el portafusible y la cuchilla de desconexión van montados en aceite con inmersión completa de los contactos y de la parte fusible del conductor (elemento fusible), de modo que el arco que produce la interrupción de la corriente por rotura de la parte fusible o apertura de los contactos, se produce en el aceite.

Interruptor automático de circuito: dispositivo de maniobra capaz de abrir y cerrar un circuito y transportar corriente en condiciones normales, y de cerrar y transportar corriente durante un tiempo determinado o abrir un circuito en determinadas condiciones anormales, como en caso de cortocircuito.

Medios de desconexión (Disconnecting Means): dispositivo o conjunto de dispositivos por medio de los cuales los conductores de circuitos se pueden desconectar de la fuente de alimentación.

Seccionador: dispositivo mecánico de maniobra mediante el cual se pueden desconectar sin carga los circuitos o equipos de su fuente de alimentación.

Nota. Para las definiciones de "Seccionadores", véanse las normas NTC 2545, *Electrotecnia. Vocabulario. Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica. Subestaciones* y NTC 2131, *Electrotecnia. Seccionadores Bajo Carga de Alta Tensión*

Seccionador de operación bajo carga (Interrupter Switch): dispositivo de maniobra capaz de conectar, conducir e interrumpir corrientes, bajo condiciones normales del circuito, que pueden incluir condiciones especificadas de operación con sobrecarga y capaz de soportar, sin dañarse, la corriente de cortocircuito para la cual está especificado.

Nota. El seccionador de operación bajo carga debe tener un mecanismo de disparo que minimiza el tiempo de apertura y cierre de los contactos del seccionador independiente del operador. Véase la NTC 2131, *Electrotecnia. Seccionadores Bajo Carga de Alta Tensión*.

Seccionador en aceite: seccionador con contactos que funcionan sumergidos en aceite o en otro líquido dieléctrico adecuado.

Seccionador tipo cuchilla (Regulator Bypass Switch): dispositivo específico o combinación de dispositivos destinados para puentear un regulador.

Fusible: dispositivo de protección contra sobrecorriente con una parte fundible que abre un circuito, que se calienta y rompe cuando pasa por ella una sobrecorriente.

Nota. Un fusible consta de todas las partes que forman una unidad capaz de realizar las funciones descritas. Puede consistir o no en el dispositivo completo necesario para conectarlo a un circuito eléctrico.

De expulsión: fusible ventilado en el que el efecto de expulsión de los gases producidos por el arco y la cañuela portafusible, extingue el arco, solo o con la ayuda de un resorte.

De potencia: fusible ventilado, no ventilado o controlado en el que el arco se extingue al ser expulsado a través de un material sólido, granulado o líquido, solo o con ayuda de un resorte.

De potencia no ventilado: fusible sin dispositivos para el escape de los gases del arco, de líquidos o de partículas sólidas a la atmósfera durante la interrupción del circuito.

De potencia ventilado y controlado: fusible con dispositivos para controlar la interrupción del circuito de descarga, de modo que no liberen materias sólidas a la atmósfera que los rodea.

Nota. Este fusible está diseñado para que los gases liberados no se quemen ni dañen el aislamiento del cable en el recorrido de la descarga, ni propaguen llamas a o entre los elementos puestos a tierra o miembros conductores en el camino de descarga, cuando la distancia entre el orificio de ventilación y dichos miembros del aislamiento o conductores cumpla las recomendaciones del fabricante.

Limitador de corriente: dispositivo de protección que interrumpe una corriente de cortocircuito en menos de medio ciclo, antes de que alcance su valor total disponible, evitando que produzca daños adicionales a los equipos que está protegiendo.

Fusible accionado electrónicamente: dispositivo de protección contra sobrecorriente que consiste generalmente de: un módulo de control con características de detección de corriente relacionadas electrónicamente con la corriente a lo largo del tiempo, energía para iniciar el disparo y un módulo de interrupción que impide el paso de la corriente cuando se produce una sobrecorriente. Los fusibles accionados electrónicamente pueden funcionar o no en modo de limitación de corriente, según el tipo de control seleccionado.

Fusible múltiple: conjunto de dos o más fusibles unipolares.

Seccionador de maniobra: dispositivo diseñado para cerrar, abrir o cerrar y abrir uno o más circuitos eléctricos.

RESUMEN

El presente trabajo de grado es un manual sobre la norma NTC 2050, código eléctrico colombiano con el fin de explicar de forma más didáctica y para fácil comprensión de una norma que presenta dificultades en su comprensión, debido a su complejidad, falta de ejemplos, y reiteraciones en algunas secciones que remontan a otras. Este proyecto analizo las secciones 500, 501, 502, 503 y 504 del capítulo 5, LUGARES PELIGROSOS CLASIFICADOS de la NTC 2050. Cada una de estas secciones fue analizada en cada una de sus divisiones logrando aclarar de forma simple, didáctica e ilustrativa su gran complejidad y poca claridad

La característica y objetivo fundamental de este manual es brindar una herramienta para todas las personas que interactúen directamente con la norma como estudiantes, técnicos, tecnólogos e ingenieros electricistas y cualquier persona que tenga conocimientos técnicos sobre las instalaciones eléctricas de tal forma que puedan hacer un buen uso de ellas.

INTRODUCCIÓN

Debido a que el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (**ICONTEC**) optó por una traducción casi textual del **NEC** (National Electrical Code), código eléctrico de los Estados Unidos; el cual surgió como una respuesta a la seguridad de las personas sobre los peligros que representa el uso de la electricidad, la Norma Técnica Colombiana **NTC 2050** contiene errores, malas traducciones, y es difícil comprender distintos párrafos pues es una traducción de una norma para el entorno estadounidense.

Este proyecto analizará las secciones 500, 501, 502, 503 y 504 del capítulo 5, LUGARES PELIGROSOS CLASIFICADOS de la NTC 2050. Cada una de estas secciones está dividida por artículos, de los cuales muchos de estos tienen gran complejidad y poca claridad, por esta razón este manual trata de explicar claramente cada uno de estos con comentarios, fotografías, dibujos y ejemplos numéricos que ayudan a aclarar las dudas, a desarrollar la habilidad de comprensión y a obtener agilidad para aplicar cada sección de acuerdo al trabajo requerido.

Los objetivos planteados para este trabajo de grado consisten en:

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un manual del Código Eléctrico Colombiano NTC 2050. Sección 500: “Lugares peligrosos clasificados.”, Sección 501: “Lugares clase I.”, Sección 502: “Lugares clase II.”, Sección 503: “Lugares clase III.”, Sección 504: “Sistemas de seguridad intrínseca”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los artículos comprendidos en las *secciones* 500, 501, 502, 503 Y 504 de la NTC 2050.
- Recopilar material que nos sirva para aclarar, completar y/o ilustrar aspectos de la norma en las secciones mencionadas: “fotografías, dibujos, diagramas, ejemplos numéricos”
- Explicar en forma didáctica los artículos comprendidos en las secciones 500, 501, 502, 503, 504 del capítulo 5, LUGARES PELIGROSOS CLASIFICADOS, de la NTC 2050 teniendo en cuenta el entorno colombiano.

2012

MANUAL DEL CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO



**OSCAR JAVIER ACOSTA R.
CÓD. 86021531342
PEDRO ANDRÉS BLANDÓN MARÍN.
CÓD. 1088241740**

**MANUAL DEL CÓDIGO ELÉCTRICO
COLOMBIANO NTC 2050.
SECCIONES 500, 501, 502, 503 Y 504**

CAPÍTULO 5. AMBIENTES ESPECIALES

SECCIÓN 500. LUGARES PELIGROSOS (CLASIFICADOS) CLASES I, II Y III, DIVISIONES 1 Y 2.

Contenido

CAPÍTULO 5. AMBIENTES ESPECIALES

SECCIÓN 500. LUGARES PELIGROSOS (CLASIFICADOS)

500-1. Alcance.

500-2. Otras Secciones.

500-3 Generalidades.

- a) Clasificaciones de Lugares.
- b) Documentación.
- c) Normas de referencia.
- d) Conduit Roscado.
- e) Conjuntos de cable de fibra óptica.

500-4 Técnicas de protección.

- a) Aparatos a prueba de explosión.
- b) A prueba de ignición de polvos.
- c) Hermético al polvo.
- d) Purgado y presurizado.
- e) Sistemas intrínsecamente seguros.
- f) No incendiaria.
- g) Inmersión en aceite.
- h) Herméticamente sellado.
- i) otras técnicas de protección

500-5. Precauciones especiales.

- a) Clasificación por grupos de las atmósferas de Clase I.
- b) Clasificación por grupos de las atmósferas de Clase II
- c) Aprobación de la Clase y propiedades.
- d) Rotulado.
- e) Temperatura de Clase I.
- f) Temperatura de Clase II.

500-6. Ocupaciones específicas.

500-7. Lugares Clase I.

- a) Clase I División 1.
- b) Clase I División 2.

500-8. Lugares Clase II.

- a) Clase II División 1.
- b) Clase II División 2.

500-9. Lugares Clase III.

- a) Clase III División 1.
- b) Clase III División 2.

500-1. Alcance.

Las Secciones 500 a 504 tratan de los requisitos del alambrado y equipos eléctricos y electrónicos a cualquier tensión, instalados en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2, Clase II, Divisiones 1 y 2 y Clase III y divisiones 1 y 2 en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras o partículas combustibles.

Nota. Véase la Sección 505 para los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y para el alambrado a todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) de Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2 en donde pueden existir riesgos de explosión debido a gases, vapores o líquidos inflamables.

500-2. Otras Secciones.

Excepto como se modifica en las Secciones 500 hasta 504, todas las demás reglas contenidas en este Código se deben aplicar al equipo eléctrico y alambrado instalado en lugares peligrosos (clasificados).

500-3 Generalidades.

a) Clasificaciones de Lugares.

Los lugares se deben clasificar dependiendo de las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables y los polvos o fibras combustibles que pueda haber en ellos y por la posibilidad de que se produzcan concentraciones o cantidades inflamables o combustibles. Cuando los únicos materiales utilizados o manipulados en estos lugares sean pirofóricos (materiales que se inflaman al contacto con el aire), estos lugares no deben ser clasificados.

Para determinar su clasificación, cada local, sección o área se debe considerar individualmente.

Nota. Aplicando el ingenio en el diseño de las instalaciones eléctricas de los lugares peligrosos (clasificados), frecuentemente se pueden ubicar la mayor parte de los equipos en lugares menos peligrosos o no peligrosos, con lo que se reduce el número de equipos especiales necesarios.

Las habitaciones y las áreas que contienen sistemas de refrigeración de amoníaco que están equipadas con ventilación mecánica adecuada pueden ser clasificadas como "lugares" sin clasificar.

Nota: Para obtener información adicional con respecto a la clasificación y la ventilación de áreas relacionadas con el amoníaco, consultar ANSI /ASHRAE 15-1994, Código de seguridad para la mecánica de refrigeración, y ANSI / CGA G2.1-1989, requisitos de seguridad y requisitos para el almacenamiento y manejo de anhidro Amoníaco.

b) Documentación.

Todas las áreas designadas como lugares peligrosos (clasificados) deben estar adecuadamente documentadas. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados a diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

c) Normas de referencia.

Notas:

1) Es importante que la autoridad con jurisdicción esté familiarizada con la experiencia de la industria y con las normas de la National Fire Protection Association (NFPA), del American Petroleum Institute (API) y de la Instrument Society of America (ISA), que puedan aplicarse a la clasificación de los distintos lugares, al

establecimiento de la ventilación adecuada y a la protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y los rayos.

2) Para más información sobre la clasificación de los lugares peligrosos, véanse las siguientes publicaciones: *Flammable and Combustible Liquids Code*, ANSI/NFPA 30-1996; *Standard for Drycleaning Plants*, ANSI/NFPA 32-1996; *Standard for Spray Application Using Flammable and Combustible Materials*, ANSI/NFPA 33-1995; *Standard for Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquids*, ANSI/NFPA 34-1995; *Standard for the Manufacture of Organic Coatings*, ANSI/NFPA 35-1995; *Standard for Solvent Extraction Plants*, ANSI/NFPA 36-1997; *Standard on Fire Protection for Laboratories using Chemicals*, ANSI/NFPA 45-1996; *Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites*, ANSI/NFPA 50A-1994; *Standard for Liquefied Hydrogen Systems at Consumer Sites*, ANSI/NFPA 50B-1994; *Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases*, ANSI/NFPA 58-1995; *Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases at Utility Gas Plants*, ANSI/NFPA 59-1995; *Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas*, ANSI/NFPA 497-1997; *Recommended Practice for Classification of Combustible Dusts and of Class II Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Processing Plants*, ANSI/NFPA 499-1997; *Recommended Practice for Fire Protection in Wastewater Treatment and Collection Facilities*, ANSI/NFPA 820-1995; *Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum*

Facilities, ANSI/API 500-1992; *Area Classification in Hazardous (Classified) Dust Locations*, ANSI/ISA-S12.10-1988.

3) Para más información sobre protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y los rayos en lugares peligrosos (clasificados), véanse *Recommended Practice on Static Electricity*, ANSI/NFPA 77-1993; *Standard for the Installation of Lightning Protection Systems*, ANSI/NFPA 780-1997 y *Protection Against Ignitions Arising Out of Static Lightning and Stray Currents*, API RP 2003-1991.

4) Para más información sobre ventilación, véase *Flammable and Combustible Liquids Code*, ANSI/NFPA 30-1996 y *Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities*, API RP-500-1991, Sección 4.6.

5) Para más información sobre sistemas eléctricos en lugares peligrosos (clasificados) en plataformas costeras petrolíferas y de gas, véase *Design and Installation of Electrical Systems for Offshore Production Platforms*, ANSI/API RP 14F-1991.

d) Conduit Roscado.

Todos los conduit roscados de los que trata esta sección deben llevar rosca estándar NPT hecha con una máquina de roscar que produzca una conicidad de 62,5 mm por m (0,75 pulgadas por pie). Dichos tubos se deben apretar con llave de modo que: 1) se eviten las chispas cuando pase por la tubería conduit una corriente de falla y 2) garanticen la integridad contra explosiones o ignición de polvos de la tubería conduit donde sea aplicable.

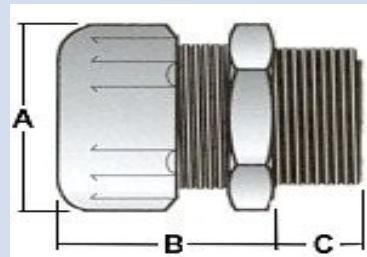
Para los equipos dotados con entradas roscadas para conduit o accesorios con rosca métrica, se deben utilizar adaptadores certificados para permitir la conexión de conduit con rosca NPT, con accesorios de tubo conduit certificados, con accesorios de cable certificado o con accesorios de cable certificado con rosca métrica.

Nota. Las especificaciones de roscado para las roscas métricas se encuentran en las normas NTC 2195 *Rosca métrica ISO para uso general. Tolerancias. Datos básicos y principales*, NTC 2196 *Rosca métrica ISO para uso general. Tolerancias. Desviaciones para roscas*, ISO 965-1 *ISO Metric threads for general use. Tolerances. Basic and principle data* e ISO 965-3 *ISO Metric threads for general use. Tolerances. Deviations for threads*.

Tabla 500-1 conectores estanco recto

Código	Para Flexible	Rosca NPT ó Gas	Dimensiones (mm.)		
			A	B	C
FT 31	3/8"	1/2"	-	-	-
FT 32	1/2"	1/2"	35	24	11
FT 33	3/4"	3/4"	41	29	13
FT 34	1"	1"	48	35	16
FT 35	1 1/4"	1 1/4"	61	42	20
FT 36	1 1/2"	1 1/2"	67	43	18
FT 37	2"	2"	82	43	18
FT 38	2 1/2"	2 1/2"	108	59	29
FT 39	3"	3"	120	65	30
FT 40	4"	4"	151	65	30

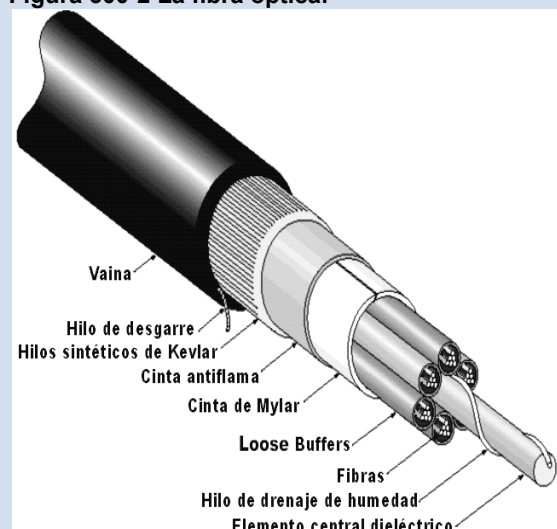
Figura 500-1 Conector estanco recto con rosca.



e) Conjuntos de cable de fibra óptica.

Cuando un conjunto de cable de fibra óptica contenga conductores capaces de portar corriente, dicho conjunto se debe instalar de acuerdo con los requisitos de las Secciones 500, 501, 502 o 503, la que sea aplicable.

Figura 500-2 La fibra óptica.



La fibra óptica es un conductor de ondas en forma de filamento, generalmente de vidrio, aunque también puede ser de materiales plásticos. La fibra óptica es capaz de dirigir la luz a lo largo de su longitud usando la reflexión total interna. Normalmente la luz es emitida por un láser o un LED.

500-4 Técnicas de protección.

A continuación se indican las técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en lugares peligrosos (clasificados).

Para efectos de los artículos 500 a 504 y los artículos 510 a 516, aplican las siguientes definiciones:

Equipos no peligrosos por inflamación asociados a cableados de campo.

Aparatos en los que los circuitos no son necesariamente inflamables pero que

afectan a la energía en circuitos de cableado no inflamable se confía en mantener los niveles de energía fuera del rango.

Los equipos no peligrosos por inflamación asociados a cableados de campo puede ser cualquiera de los siguientes:

(1) Aparatos eléctricos que tienen un tipo alternativo de protección para uso en el caso peligroso (clasificado).

(2) Aparatos eléctricos no tan protegidos que no se utilizarán en un área peligrosa (clasificada).

Sistema de detección asociado a gases combustibles.

Esta es una técnica de protección que utiliza detectores estacionarios de gas en los establecimientos industriales.

Plano de Control.

Un dibujo o cualquier otro documento proporcionado por el fabricante de los aparatos de seguridad intrínseca o asociados, o de los aparatos de cableado de campo no inflamable o equipos no peligrosos asociados a cableados de campo, que detalla las interconexiones permitidas entre el aparato de seguridad intrínseca y asociados o entre el aparato de cableado de campo no inflamable o a equipos no peligrosos asociados a cableados de campo.

Circuito no peligroso por inflamación.

Un circuito que no sea el cableado de campo, en el que cualquier arco o efecto térmico producido en condiciones de funcionamiento previsto del equipo no sea capaz, bajo condiciones de pruebas especificadas de encender el gas inflamable al aire, aire-vapor, o una mezcla de polvo y aire.

Componente no peligroso por inflamación.

Un componente que tiene contactos para cortar o romper un circuito inflamable y el mecanismo de contacto está construido de modo que el componente no es capaz de encender el gas inflamable al aire o la mezcla aire-vapor. La carcasa de un componente no inflamable, no se pretende excluir a la atmósfera inflamable o contener una explosión.

a) Aparatos a prueba de explosión.

Esta técnica de protección se permite para los equipos instalados en lugares Clase I Divisiones 1 y 2 para los que estén aprobados.

Nota. Véase la definición de Equipo antideflagrante (a prueba de explosión) en la Sección 100. Para más información, véase *Explosionproof and Dust-Ignitionproof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations*, ANSI/UL 1203-1988.

Equipo antideflagrante (a prueba de explosión): Equipo alojado en un encerramiento que es capaz de soportar una explosión, de un gas o vapor específico, que se pueda producir en su interior y de evitar la ignición de un gas o vapor específico que rodee el encerramiento, por chispas, arcos o la explosión del gas o vapor en su interior y que funciona soportando temperaturas externas tales que la atmósfera inflamable que le rodea no pueda arder.

Nota. Para más información, véanse las normas: NTC 3229, Electrotecnia. Cajas de Salida y Accesorios usados en sitios de alto riesgo y ANSI/UL 1203-1988 Explosion Proof and Dust-Ignition-Proof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations.

Puede proporcionar sistemas aprobados para su uso en lugares peligrosos través Clase I, División 1, Grupo B en el que específica que los gases peligrosos

estarán presentes. Cada uno de estos sistemas formalmente aprobado deberá ser diseñado y construido de forma personalizada, con cableado de corriente y accesorios instalados en conformidad con el requisito discutido anteriormente.

Figura 500-3 Equipo antideflagrante (a prueba de explosión).



b) A prueba de ignición de polvos.

Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en lugares Clase II Divisiones 1 y 2 para los cuales estén aprobados.

Figura 500-4 Equipo a prueba de ignición.



Equipo cerrado, de manera que excluye a polvos y no permite que los arcos, chispas o calor generado de otro modo o liberados en el interior de la caja para provocar la combustión de las acumulaciones en exteriores o suspensiones atmosféricas de un polvo especificadas en los alrededores del equipo.

Nota: Para mayor información sobre

cajas de ignición de polvo, consulte Tipo 9 recinto en la norma ANSI / NEMA 250-1991, Cajas para Equipos Eléctricos, y ANSI / UL 1203-1994, explosiones y el polvo de ignición de material eléctrico peligrosas (clasificadas).

c) Hermético al polvo.

Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en aquellos lugares Clase II, División 2 y Clase III para los cuales estén aprobados.

Notas:

1) Los encerramientos herméticos al polvo se construyen de manera que el polvo no entre en las carcasas de encerramiento bajo condiciones específicas de ensayo.

2) Para mayor información véanse las normas ANSI/ISA 12.12-1994, *Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2 and Class III, Divisions 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations* y UL 1604-1988, *Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2 and Class III Hazardous (Classified) Locations*.

3) Para más información sobre condiciones de ensayos para equipos diferentes a los rotatorios, véase la norma ANSI/NEMA 250-1985, *Encerramientos para equipos eléctricos (1 000 V, máximo)*

d) Purgado y presurizado.

Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en cualquier lugar peligroso (clasificado) para el cual estén aprobados.

Notas:

1) En algunos casos se pueden reducir los riesgos o limitar e incluso eliminar los lugares peligrosos (clasificados) mediante una adecuada ventilación forzada desde una fuente

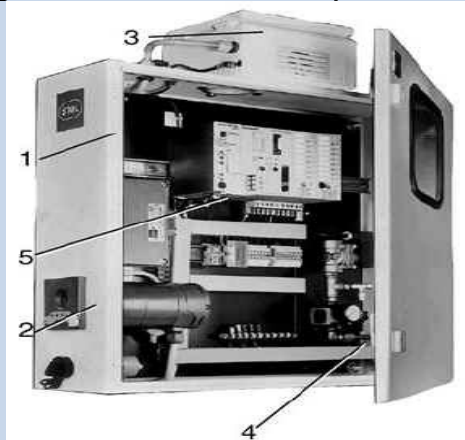
de aire limpio junto con otros medios de seguridad eficaces por si falla la ventilación.

2) Para más información véase *Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment, ANSI/NFPA 496-1993*.

Componentes de una unidad de control presurizada

- 1) Panel de control con protección ambiental IP65.
- 2) Unidad de control con monitores electrónicos y luces indicadoras.
- 3) Unidad de control de presión con una placa ajustada.
- 4) interruptor de control de flujo e interruptor de control de presión.
- 5) Unidad de suministro de aire con regulador de presión, válvula solenoide y válvula de ajuste fino.

Figura 500-5 Unidad de control presurizada.



Los sistemas de presurización son métodos de protección usados en áreas peligrosas para asegurar que el interior de un armario eléctrico esté libre de gases inflamables.

e) Sistemas intrínsecamente

seguros.

Se permiten equipos y alambrado intrínsecamente seguros en todos los lugares peligrosos (clasificados) para los que estén aprobados y en este caso no son de aplicación a dichas instalaciones las disposiciones de las Secciones 501 a 503, 505 y 510 a 516, excepto lo exigido por la Sección 504.

La instalación de alambrado y aparatos intrínsecamente seguros debe estar de acuerdo con los requisitos de la Sección 504.

Nota. Para más información véase *Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, and III, Division 1, Hazardous (Classified) Locations*, ANSI/UL 913-1988.

f) No incendiaria.

Es una técnica de protección donde, bajo condiciones normales de operación, cualquier arco o efecto térmico no es capaz de dar la ignición del gas, vapor o mezcla de polvo en aire inflamable. Se permite esta técnica de protección en equipos instalados en lugares Clase I División 2, de Clase II División 2 y de Clase III para los que estén aprobados.

1) Circuito No incendiario. Es un circuito en el cual cualquier arco o efecto térmico producido, bajo determinadas condiciones de operación del equipo o debido a la apertura, cortocircuito o puesta a tierra del alambrado en sitio, no es capaz, bajo condiciones de ensayo específicas, de dar ignición a gas, vapor o mezcla de polvo-aire inflamables.

Nota. Para las condiciones de ensayo véase la norma ANSI/ISA 12.12-1994, *Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2 and Class III, Divisions 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations*.

Figura 500-6 equipos a prueba de explosiones

Equipos que son capaz de resistir una explosión de un gas o vapor especificado, que pueden ocurrir dentro de ella y de evitar la combustión de un gas o vapor especificado que rodea el recinto por las chispas, destellos, o una explosión del gas o vapor dentro, y que opera a una temperatura tal que la atmósfera que la rodea no supera la temperatura de operación.

2) Equipo No incendiario. Equipo que tiene circuitos eléctricos/electrónicos y que es incapaz, bajo condiciones normales de operación, de causar la ignición de un gas, vapor o mezcla de polvo aire específicos inflamables, debido a arcos o medios térmicos.

3) Componente no incendiario. Un componente que tiene contactos para abrir o cerrar un circuito incendiario; el mecanismo de contacto debe estar construido de modo que el componente sea incapaz de dar ignición a la mezcla inflamable de gas - aire o vapor - aire específica. La carcasa de un componente no incendiario no está destinada para: 1) eliminar la atmósfera inflamable, o 2) contener una explosión.

Se permite aplicar esta técnica de protección a los contactos de corte de

corriente en lugares Clase I División 2, Clase II División 2 y Clase III para los cuales el componente esté aprobado.

Nota. Para más información, véase *Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2, and Class III Hazardous (Classified) Locations*, UL 1604-1988.

g) Inmersión en aceite.

Se permite aplicar esta técnica de protección a los contactos de corte de corriente en lugares Clase I División 2, como se describen en el Artículo 501-6.b).1).2).

Nota. Véanse los Artículos 501-3.b).1) Excepción a.; 501-5.a).1) Excepción b.; 501-6.b).1); 501-14.b).1) Excepción a.; 501-14.a).2) Excepción y 502-14.a).3) Excepción. Para más información, véase *Industrial Control Equipment for Use In Hazardous (Classified) Locations*, ANSI/UL 698-1991.

h) Herméticamente sellado.

Un dispositivo herméticamente sellado debe impedir la entrada de cualquier atmósfera externa y el sello se debe hacer por fusión, es decir, por soldadura, cobre soldadura, electrosoldadura o fusión de vidrio a metal.

Se permite aplicar esta técnica de protección a los contactos de corte de corriente en lugares Clase I División 2.

Nota. Véanse los Artículos 501-3.b).1) Excepción b.; 501-5.a).1) Excepción a.; 501-6.b).1); 501-14.b).1) Excepción b. Para más información, véase *Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2, and Class III, Division 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations*, ANSI/ISA-S12.12-1994.

Equipo de sellado contra la entrada de un ambiente externo donde se hace la junta por fusión, por ejemplo, soldadura, soldadura fuerte, o la fusión del vidrio al metal.

Gas combustible: Un sistema de detección de gases combustibles se permitirá como medio de protección en los establecimientos industriales con acceso restringido al público y donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado de servicio hagan la instalación.

Figura 500-7 Equipos sellados herméticamente.



El tipo de equipos de detección, su cotización, los criterios de ubicación de instalación, alarma y apagado, y la frecuencia de calibración se documenta cuando los detectores de gas combustible se utilizan como una técnica de protección.

Cuando los sistemas de detección de gases combustibles se utilizan para la protección se requiere documentación que indique el tipo de equipo, su anuncio, la ubicación donde está instalado, el tipo de alarma o señal, y el procedimiento de apagado. Un calendario para la calibración del sistema también debe ser documentado.

Nota 1: Para más información, vea ANSI / ISA 12.13.01, Requisitos de Desempeño, Detectores de gases combustibles.

Nota 2: Para más información, vea ANSI / API RP 500, la práctica recomendada para la clasificación de emplazamientos de Instalaciones Eléctricas en Instalaciones Petroleras clasificados como Clase I, División I o División 2.

Nota 3: Para más información, consulte ISA-RP12.13.02, Instalación, Operación y Mantenimiento de Instrumentos de detección de gases combustibles.

(1) Debido a la ventilación inadecuada en Clase I, División 1, se permiten en equipos eléctricos adecuados para la Clase I, División 2.

(2) Interior de un edificio: en un edificio localizado en, o con una abertura en una de Clase I, División 2 lugar donde el interior no contiene una fuente de gases o vapores inflamables, se permitirán equipos eléctricos para lugares sin clasificar.

(3) Al interior de un panel de control con utilización de instrumentación o medición de líquidos inflamables, gases o vapores, se permitirán equipos eléctricos adecuados para la Clase I, División 2.

i) Otras técnicas de protección.

Se aceptan otras técnicas de protección utilizadas en equipo certificado para uso en lugares peligrosos (clasificados).

Aprobados para lugares Clase I División 1 de acuerdo con el Artículo 501-3.a), a menos que se provean de encerramientos de propósito general y además:

1) La interrupción de la corriente que se produzca dentro de una cámara herméticamente cerrada a los gases y vapores o a) los contactos para corrientes de cierre y apertura estén sumergidos en aceite y sean tipo de propósito general con una inmersión mínima de 50 mm para los contactos de fuerza (potencia) y de 25 mm para los contactos de control o b) la interrupción de corriente se produzca dentro de una cámara a prueba de explosión sellada en fábrica, aprobada para el lugar o c) el dispositivo de interrupción sea de estado sólido, dispositivo de control sin contactos, cuya temperatura superficial no supere el 80% de la temperatura de auto ignición en °C del gas o vapor involucrado.

2) Interruptores de separación (seccionadores). Se permite instalar interruptores o seccionadores, con o sin fusibles, en encerramientos de propósito general, para transformadores o grupos de condensadores siempre y cuando no estén destinados para interrumpir la corriente en la operación normal de la función para la cual se instalaron

500-5. Precauciones especiales.

Las secciones 500 a 504 exigen que los equipos estén construidos e instalados de manera que garanticen un funcionamiento seguro en condiciones adecuadas de uso y mantenimiento.

La clasificación de área, el alambrado y la selección de equipos deben estar supervisados por un ingeniero especializado en lugares peligrosos (clasificados).

Notas:

1) Es importante que las autoridades con jurisdicción y los usuarios pongan un cuidado mayor del normal con respecto a instalación y mantenimiento.

2) Las bajas condiciones ambientales requieren una consideración también especial. Es posible que un equipo a prueba de explosión o a prueba de ignición de polvos no sea adecuado para temperaturas menores a $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, a menos que esté aprobado para uso a esas temperaturas. No obstante, es posible que a bajas temperaturas del ambiente no se produzcan concentraciones inflamables de vapores en lugares Clase I División 1, que sí son inflamables a temperatura ambiente normal.

Para efectos de los ensayos, aprobación y clasificación de áreas, se deben agrupar diversas mezclas de aire (no en atmósferas enriquecidas con oxígeno), de acuerdo con los Artículos 500-5.a) y 500-5.b).

Excepción. Los equipos aprobados para un gas, vapor o polvo específicos

Nota. Este agrupamiento se basa en las características de los materiales. Existen instalaciones disponibles para ensayo e identificación de los equipos para uso en varios grupos atmosféricos.

a) Clasificación por grupos de las atmósferas de Clase I. Los grupos de Clase I son:

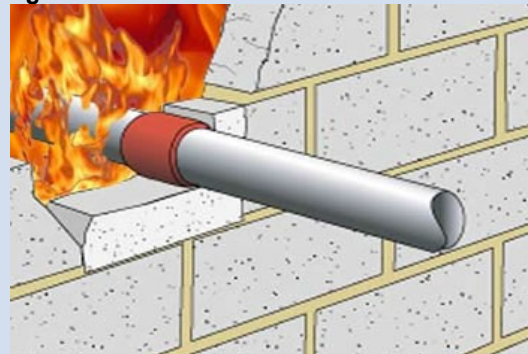
1) **Grupo A.** Atmósferas que contengan acetileno.

2) **Grupo B.** Atmósferas que contengan hidrógeno, combustibles y gases combustibles de procesos con más del 30 % de hidrógeno por volumen, o gases o vapores de riesgo equivalente, como butadieno, óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína.

Excepciones:

1) Se permite usar equipos para el Grupo D en atmósferas con butadieno si dichos equipos están aislados según el Artículo 501-5.a), mediante sellado de todo el tubo conduit de 16 mm (1/2") de diámetro comercial o más.

Figura 500-8 Sellos cortafuego para tubería en lugares Clase I División 1.



En los lugares Clase I División 1, los sellos cortafuego para tubería se deben ubicar como se indica a continuación:

1) En cada tramo de tubo conduit que entre en un encerramiento para interruptores, interruptor automático, fusibles, relés, resistencias u otros equipos que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas en condiciones normales de funcionamiento.

2) Los sellos cortafuego se deben instalar a menos de 0,5 m de dichos encerramientos. Los únicos encerramientos o accesorios permitidos entre el sello y el encerramiento son las uniones, acoples, reducciones, codos, codos con tapa y canaletas a prueba de explosión, de tipo similar a los "L", "T" y "X". Las canaletas no deben ser de mayor diámetro que la tubería conduit.

2) Se permite usar equipos para el Grupo C en atmósferas que contengan óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína si dichos equipos están aislados según el Artículo 501-5.a), mediante sellado

de todo el tubo conduit de 16 mm (1/2") de diámetro comercial o más.

3) Grupo C. Atmósferas con gases como éter etílico, etileno u otros gases o vapores de riesgo equivalente.

4) Grupo D. Atmósferas con gases como acetona, amoníaco, benceno, butano, ciclo propano, etanol, gasolina, hexano, metanol, metano, gas natural, nafta, propano o gases o vapores de riesgo equivalente.

Notas:

1) Para más información sobre las propiedades y clasificación por grupos de los materiales de Clase I, véase *Guide to Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids*, ANSI/NFPA 325-1994.

2) Las características de explosión de las mezclas de aire con gases o vapores pueden variar según el material involucrado. Para los lugares Clase I y los grupos A, B, C y D, la clasificación supone la determinación de la presión máxima de explosión y del intersticio máximo de seguridad entre las partes de las juntas ajustadas en un encerramiento. Por tanto, es necesario que los equipos estén aprobados no sólo para lugares de una clase determinada, sino también para el grupo de gases o vapores que pueda haber en dichos lugares.

3) Algunas atmósferas químicas pueden presentar características que exijan medidas de seguridad superiores a las de los grupos reseñados. Uno de estos productos es el disulfuro de carbono, dada su baja temperatura de ignición (100 °C) y el pequeño intersticio de la unión permitido para cortar su llama.

4) Para la clasificación de zonas con atmósfera de amoníaco, véanse

Safety Code for Mechanical Refrigeration, ANSI/ASHRAE 15-1992 y *Safety Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia*, ANSI/CGA G2.1-1989.

b) Clasificación por grupos de las atmósferas de Clase II. Los grupos de Clase II son:

1) Grupo E. Atmósferas que contengan polvos metálicos combustibles, como los de aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales u otros polvos combustibles de partículas cuyo tamaño, abrasividad y conductividad presenten riesgos similares con el uso de equipos eléctricos.

Nota. Algunos polvos metálicos pueden tener características que requieran medidas de seguridad superiores a las reseñadas para los polvos de aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales. Por ejemplo, los polvos de circonio, torio y uranio tienen temperaturas de ignición muy bajas (a veces hasta de sólo 20 °C) y energías mínimas para ignición más bajas que cualquier otro material de los grupos de los lugares Clase I o Clase II.

2) Grupo F. Atmósferas que contengan polvos combustibles de carbón que tengan más del 8 % total de partículas volátiles, como por ejemplo carbón vegetal, carbón mineral, negro de humo o polvos que estén sensibilizados por otros materiales de modo que presenten riesgo de explosión.

Nota. Véase *Standard Test Method for Volatile Material in the Analysis Sample for Coal and Coke*, ASTM D 3175-1989.

3) Grupo G. Atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F, como

harina, cereales, aserrín de madera, aserrín de plástico y productos químicos.

Notas:

1) Para más información sobre las propiedades y clasificación por grupos de los materiales de Clase II, véanse *Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Class II Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Plants*, ANSI/NFPA 499-1997.

2) Las características de explosión de las mezclas de aire y polvo varían con los materiales afectados. En los lugares Clase II, la clasificación de los grupos E, F y G incluye la hermeticidad de las uniones y de los ejes, para evitar la entrada de polvos en encerramientos a prueba de ignición de polvos, la deposición de capas de polvo sobre los equipos de modo que pueda dar lugar a sobrecalentamiento y la temperatura de ignición de los polvos. Por tanto, es necesario que los equipos estén aprobados no solo para lugares de una clase determinada, sino también para el grupo de polvos que pueda haber en dichos lugares.

3) Algunos polvos pueden requerir mayores precauciones debido a los fenómenos químicos que pueden dar lugar a la generación de gases inflamables. Véase *National Electrical Safety Code*, ANSI C2-1997, Sección 127A que se refiere a zonas de manipulación de carbón.

c) Aprobación de la Clase y propiedades. Independientemente de la clasificación del lugar donde estén instalados, los equipos que dependan de un solo sello de presión, un diafragma o un tubo para evitar que entren fluidos inflamables o combustibles en el equipo, deben estar aprobados para lugares Clase I División

2.

Excepción. Los equipos instalados en lugares Clase I División 1 deben ser adecuados para el lugar de División 1.

Nota. Para requisitos adicionales, véase el Artículo 501-5.f).3).

Artículo 501-5.f).3).

Bombas encapsuladas, conexiones para proceso o servicio, etc.

Las bombas encapsuladas o conexiones de proceso o servicio para medida de presión o caudal para análisis de procesos, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar la entrada de fluidos inflamables o combustibles a la canalización o sistema de cables capaz de transmitir los fluidos, deben ir dotadas de un sello, barrera u otro medio aprobado que evite la entrada de fluidos inflamables o combustibles en la canalización o sistema de cables que puedan transmitir esos fluidos más allá de esos dispositivos o medios adicionales, si falla el sello primario.

El sello o barrera adicional aprobada y el encerramiento de interconexión deben cumplir las condiciones de temperatura y presión a las que se van a ver sujetas si falla el sello primario, a menos que exista otro medio aprobado que cumpla la anterior finalidad.

Se deben proporcionar drenajes, orificios de ventilación u otros dispositivos que hagan evidente la fuga del sello primario.

Estos equipos deben estar aprobados no solo para el lugar de la clase correspondiente, sino también de acuerdo con las propiedades explosivas, combustibles o de ignición del vapor, gas, polvo, fibra o partículas que pueda haber en él. Además, los equipos de Clase I no deben tener ninguna

superficie expuesta que pueda calentarse durante su funcionamiento por encima de la temperatura de ignición del gas o vapor que pueda haber. Los equipos de Clase II no deben tener partes externas a una temperatura superior a la especificada en el Artículo el Artículo 500-5.f). Los equipos de Clase III no deben tener partes externas a una temperatura superior a la especificada en el Artículo 503-1.

Artículo 503-1 Generalidades: Al alambrado y equipos eléctricos en lugares clasificados como de Clase III en el Artículo 500-9, se les aplican las normas generales de este *Código*, exceptuando las modificaciones que se hagan dentro de esta sección.

Los equipos instalados en lugares Clase III deben ser capaces de funcionar a plena potencia sin que la temperatura en su superficie suba lo suficiente para causar una excesiva deshidratación o una carbonización gradual de las fibras o pelusas acumuladas, puesto que la materia orgánica carbonizada o excesivamente seca es muy susceptible de ignición espontánea. La temperatura máxima superficial de los equipos en condiciones normales de funcionamiento no debe superar 165 °C para equipos que no están expuestos a sobrecargas y 120 °C para equipos que se puedan sobrecargar (como los motores o transformadores).

Nota. Para los montacargas eléctricos, véase la norma *Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Maintenance, and Operation*, ANSI/NFPA 505-1996.

Se permite que los equipos aprobados para lugares de la División 1 se ubiquen en lugares de la División 2 de la misma clase y grupo.

Cuando lo permitan específicamente las Secciones 501 a 503, se permite instalar equipos de propósitos generales o instalados en encerramientos de propósito general en lugares de la División 2, si esos equipos no constituyen fuente de ignición en condiciones operativas normales. Si no se indica otra cosa, se supone que las condiciones operativas normales de los motores son las de funcionamiento continuo a plena carga.

Cuando haya o pueda haber al mismo tiempo presentes gases inflamables y polvos combustibles, se debe tener en cuenta la presencia simultánea de ambos elementos para establecer la temperatura de operación segura del equipo eléctrico.

Nota. Las características de las distintas mezclas atmosféricas de aire con gases, vapores o polvos dependen del material específico presente.

d) Rotulado. Los equipos aprobados se deben rotular con la clase, grupo y temperatura o rango de temperaturas de funcionamiento referenciado para un ambiente a 40 °C.

Excepciones:

1) No es necesario que lleven rotulada la temperatura o el rango de temperatura de funcionamiento los equipos que no generen calor, como las cajas de unión, tubería conduit, accesorios, y los que produzcan calor con una temperatura máxima no superior a 100 °C.

2) No es necesario que lleven rotulado el grupo los elementos fijos de alumbrado rotulados exclusivamente para lugares Clase I División 2 o Clase II División 2.

3) No es necesario que lleven rotulada la clase, grupo, división ni temperatura de funcionamiento los equipos fijos de propósito general en lugares Clase I distintos de los equipos fijos de alumbrado, que sean aceptables para su uso en lugares Clase I División 2.

4) No es necesario que lleven rotulada la clase, grupo, división ni temperatura de funcionamiento los equipos herméticos al polvo distintos de los equipos de alumbrado fijos, que sean aceptables para su uso en lugares Clase II División 2 y Clase III.

5) Los equipos eléctricos adecuados para funcionar a temperaturas ambiente superiores a 40 °C deben ir rotulados con la temperatura ambiente máxima y además con la temperatura o rango de temperatura de funcionamiento a esa temperatura ambiente.

Nota. Los equipos sin rótulo de división o con rótulo de "División 1" o "Div. 1" son adecuados para lugares de la División 1 y División 2. Los equipos con rótulo de "División 2" o "Div. 2" sólo son adecuados para lugares de la División 2.

Si aparece en el rótulo, el rango de temperatura debe estar indicado mediante las marcas identificativas de la Tabla 500-5.d). Los números de identificación rotulados en las placas de características de los equipos deben estar de acuerdo con la Tabla 500-5.d). Los equipos aprobados para lugares Clase I y Clase II deben ir rotulados con la temperatura máxima de operación segura, calculada según la exposición simultánea a las combinaciones que puedan darse en los lugares Clase I y Clase II.

Tabla 500-5.d) Marcas identificativas.

Temperatura máxima °C	Marca identificativa
450	T1
300	T2
280	T2A
260	T2B
230	T2C
215	T2D
200	T3
180	T3A
165	T3B
160	T3C
135	T4
120	T4A
100	T5
85	T6

Nota: Como no existe relación directa entre las propiedades de explosión y la temperatura de ignición, estos dos requisitos son independientes.

e) Temperatura de Clase I. La temperatura rotulada según el anterior apartado d) no debe superar la temperatura de ignición del gas o vapor específico que pueda encontrarse.

Nota. Para más información sobre las temperaturas de ignición de gases y vapores, véanse ANSI/NFPA 499-1997, *Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Class II Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Plants*, y ANSI/NFPA 325-1994, *Guide to Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids*.

f) Temperatura de Clase II. La temperatura rotulada según el anterior apartado d) debe ser menor que la temperatura de ignición del polvo específico que pueda encontrarse. Para polvos orgánicos que se puedan deshidratar o carbonizar, la temperatura rotulada debe ser menor que el menor de

los siguientes valores: la temperatura de ignición o 165 °C.

Se asume que la temperatura de ignición de los equipos aprobados antes de este requisito, debe ser la que aparece en la Tabla 500-5.f).

Tabla 500-5.f) Temperaturas de ignición

Equipos no expuestos a sobrecargas		Equipos expuestos a sobrecargas (motores o transformadores de potencia)	
		En funcionamiento normal °C	En funcionamiento anormal °C
Grupos de la Clase II	°C		
E	200	200	200
F	200	150	200
G	165	120	165

500-6. Ocupaciones específicas.

Las Secciones 510 a 517 tratan de los garajes, hangares de aviación, gasolineras y estaciones de servicio, almacenes a granel, procesos de pintura por rociado, procesos de inmersión y recubrimiento y centros de asistencia médica.

500-7. Lugares Clase I.

Los lugares Clase I son aquellos en los que hay o puede haber presente en el aire gases o vapores inflamables en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares Clase I son los incluidos en los siguientes apartados a) y b):

a) Clase I División 1.

Un lugar de Clase I División 1 es un lugar: 1) en el que, en condiciones normales de funcionamiento, puede haber concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables, o 2) en el que frecuentemente, debido a operaciones de reparación o mantenimiento o a fugas, pueda haber concentraciones combustibles de dichos gases o vapores, o 3) en el que la rotura

o funcionamiento defectuoso de equipos o procesos pueda liberar concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y simultáneamente se pueda producir una avería en el equipo eléctrico de una forma en que se pueda causar directamente que el equipo se convierta en una fuente de ignición.

Notas:

1) Esta clasificación incluye usualmente los lugares en los que se transvasan de un recipiente a otro líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables; el interior de las cabinas de pintura por rociado y los alrededores de los lugares donde se realizan operaciones de pintura y rociado con uso de disolventes volátiles inflamables; los lugares que contienen depósitos o recipientes abiertos con líquidos volátiles inflamables; las cámaras o compartimentos de secado por evaporación de disolventes inflamables; los lugares de extracción de aceites y grasas que contengan equipos que utilicen disolventes volátiles inflamables; las áreas de las plantas de limpieza y tinte que utilicen líquidos inflamables; los cuartos de generadores y otras áreas de las plantas de fabricación de gas en las que se puedan producir fugas de gases inflamables; los cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados; el interior de refrigeradores y congeladores en los que se guarden materiales volátiles inflamables en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper, y todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores o gases inflamables durante su funcionamiento normal.

2) En algunos lugares de la División 1 puede haber concentraciones

inflamables de gases o vapores inflamables de modo continuo o durante largos periodos. Por ejemplo, en el interior de recintos mal ventilados que contengan instrumentos que normalmente introduzcan gases o vapores inflamables hacia el interior del recinto, el interior de depósitos ventilados que contengan líquidos volátiles inflamables, la zona entre las partes externa e interna de la tapa de depósitos con tapa flotante que contengan fluidos volátiles inflamables, las áreas mal ventiladas de los lugares donde se realizan operaciones de pintura o rociado con fluidos volátiles inflamables y el interior de los conductos de salida que se utilizan para airear los lugares donde pueda haber concentraciones de gases o vapores inflamables. La experiencia ha demostrado que es prudente: a) evitar la instalación de instrumentos o equipos eléctricos en estas áreas en particular o b) cuando no se pueda evitar porque resulten esenciales para los procesos y no sea factible hacerlo en otros lugares (véase Artículo 500-3. a), **Nota 1**), utilizar equipos o instrumentos eléctricos aprobados para esa aplicación específica o que sean intrínsecamente seguros, como se describe en la Sección 504.

b) Clase I División 2.

Un lugar de Clase I División 2 es un lugar: 1) en el que se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables pero en el que dichos líquidos, vapores o gases están normalmente dentro de contenedores cerrados o en sistemas cerrados de los que pueden salir sólo por rotura accidental o avería de dichos contenedores o sistemas o si funcionan mal los equipos; o 2) en los que normalmente se evita la concentración combustible de gases o vapores mediante ventilación mecánica forzada y

que se pueden convertir en peligrosos por la falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación; o 3) adyacente a un lugar de la Clase I División 1 y al que en consecuencia puedan llegar concentraciones combustibles de gases o vapores, a menos que dicha posibilidad se evite mediante un sistema de ventilación forzada desde una fuente de aire limpio y medidas de seguridad eficaces contra las posibles fallas de la ventilación.

Notas:

1) Esta clasificación incluye usualmente los lugares en los que se utilizan líquidos volátiles inflamables o vapores inflamables pero que, a juicio de la autoridad con jurisdicción, sólo resultarían peligrosos en caso de accidente o funcionamiento anormal. Los factores que hay que tener en cuenta para establecer la clasificación y dimensiones de dichos lugares son la cantidad de materiales inflamables que podrían escapar en caso de accidente, la adecuación del equipo de ventilación, el área total involucrada y el historial de incendios o explosiones de esa industria o de ese negocio.

2) Las tuberías sin válvulas, mirillas, contadores y dispositivos similares generalmente no dan lugar a situaciones peligrosas, aunque se utilicen para líquidos o gases inflamables. Los lugares utilizados para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases licuados o comprimidos en depósitos herméticos, no se consideran normalmente lugares peligrosos a menos que también estén sometidos a otras condiciones de riesgo.

500-8. Lugares Clase II.

Un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. Los lugares Clase II

incluyen los especificados en los siguientes apartados a) y b):

a) Clase II División 1.

Un lugar de Clase II División 1 es un lugar: 1) en el que, en condiciones normales de funcionamiento, hay en el aire polvo combustible en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles; o 2) en el que una falla mecánica o el funcionamiento anormal de la maquinaria o equipos puede hacer que se produzcan dichas mezclas explosivas o combustibles y en el que además pueda haber una fuente de ignición debida a la falla simultánea de los equipos eléctricos, de los dispositivos de operación y protección o por otras causas; o 3) en el que puede haber polvos combustibles eléctricamente conductivos en cantidades peligrosas.

Nota. Los polvos combustibles eléctricamente no conductivos son los que se producen por la manipulación y proceso de cereales y sus derivados, azúcar y cacao en polvo, huevo y leche en polvo, especias en polvo, almidones y pastas, papa y aserrín, aceite vegetal de bayas y semillas, heno seco y otros materiales orgánicos que puedan producir polvos combustibles al procesarlos o manipularlos. A efectos de la clasificación, sólo se consideran polvos eléctricamente conductivos los del Grupo E. Son especialmente peligrosos los polvos que contienen magnesio o aluminio, por lo que se deben tomar las máximas precauciones para evitar su ignición y explosión.

b) Clase II División 2.

Un lugar de Clase II División 2 es aquel en el que no hay normalmente en el aire polvos combustibles en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles y en el que la acumulación de polvo normalmente es

insuficiente para impedir el funcionamiento normal del equipo eléctrico u otros equipos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como consecuencia esporádica o infrecuente del mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso y en los que la acumulación de polvo combustible sobre, dentro o en la cercanía de los equipos eléctricos puede ser suficiente para impedir la disipación de calor de dichos equipos o puede arder por el funcionamiento anormal o falla de los equipos eléctricos.

Notas:

1) Los factores que hay que tener en cuenta para establecer la clasificación de un lugar y que pueden resultar en un área no clasificada son, entre otros, la cantidad de polvo combustible que pueda haber presente y la adecuación de los sistemas de eliminación del polvo.

2) Cuando algunos productos, como las semillas, se manipulen de modo que produzcan poca cantidad de polvo, la cantidad de polvo depositado puede no afectar a la clasificación del lugar.

500-9. Lugares Clase III.

Un lugar de Clase III es el que resulta peligroso por la presencia de fibras o partículas fácilmente combustibles pero en el que no es probable que tales fibras o partículas estén en suspensión en el aire a una concentración suficiente para producir mezclas combustibles. Los lugares Clase III son los especificados en los siguientes apartados a) y b):

a) Clase III División 1.

Un lugar de Clase III División 1 es un lugar en el que se manipulan, fabrican o usan fibras fácilmente combustibles o materiales que producen partículas combustibles.

Notas:

1) Esta clasificación incluye normalmente las fábricas de materiales como rayón, algodón y otras fábricas textiles; las plantas de fabricación y proceso de fibras combustibles; las fábricas desmotadoras de semillas de algodón; las plantas de proceso del cáñamo; las fábricas de vestidos; las plantas de proceso de la madera y los establecimientos e industrias que involucran procesos o circunstancias peligrosas similares.

2) Las fibras y partículas fácilmente combustibles son, entre otras las de rayón, algodón (incluidas las pelusas y la borra), sisal, henequén, yute, cáñamo, fibra de coco, malacuenda, borra de ceiba y otras materias de naturaleza similar.

b) Clase III División 2.

Un lugar de Clase III División 2 es un lugar en el que se almacenan o manipulan fibras fácilmente inflamables, en procesos diferentes a los de manufactura

SECCIÓN 501. LUGARES CLASE I**Contenido****SECCIÓN 501. LUGARES CLASE I**

- 501-1. Generalidades.*
- 501-2. Transformadores y condensadores.*
- Clase I División 1.
 - Clase I División 2.
- 501-3. Medidores, instrumentos y relés.*
- Clase I División 1.
 - Clase I División 2.
- 501-4. Métodos de alambrado.*
- Clase I División 1.
 - Clase I División 2.
- 501-5. Sellado y drenaje.*
- Sellos cortafuego para tubería en lugares Clase I División 1.
 - Sellos cortafuego para tubería en lugares Clase I División 2.
 - Clase I División 1 y 2.
 - Sellos para cables en lugares Clase I División 1.
 - Sellos para cables en lugares Clase I División 2.
 - Drenaje.
- 501-6. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.*
- Clase I División 1.
 - Clase I División 2.
- 501-7. Transformadores y resistencias de control.*
- Clase I División 1.
 - Clase I División 2.
- 501-8. Motores y generadores.*
- Clase I División 1.
 - Clase I División 2.
- 501-9. Equipos de alumbrado.*
- Clase I División 1.
 - Clase I División 2.
- 501-10. Equipo eléctrico utilitario.*
- Clase I División 1.
 - Clase I División 2.
- 501-11. Cables y cordones flexibles en lugares Clase I Divisiones 1 y 2.*
- 501-12. Tomacorrientes y clavijas en lugares Clase I Divisiones 1 y 2.*
- 501-13. Aislamiento de los conductores en lugares Clase I Divisiones 1 y 2.*
- 501-14. Sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto.*
- Clase I División 1.
 - Clase I División 2.
- 501-15. Partes energizadas expuestas en lugares Clase I Divisiones 1 y 2.*
- 501-16. Puesta a tierra en los lugares Clase I Divisiones 1 y 2.*
- Conexiones equipotenciales.
 - Tipos de conductores para

puesta a tierra de equipos.
501-17. Protección contra impulsos de tensión.

- Clase I División 1.
- Clase I División 2.

501-18. Circuitos ramales multiconductores.

501-1. Generalidades.

Al alambrado y equipo eléctrico en lugares clasificados como de Clase I en el Artículo 500-7, se les aplican las normas generales de este Código.

Se permite que los equipos certificados y rotulados de acuerdo con el Artículo 505-10 para uso en lugares Clase I, Zona 0, 1 o 2, estén en lugares Clase I, División 2 para el mismo gas y con una designación adecuada de temperatura.

Excepción. *Las modificaciones de esta Sección.*

505-10. Certificación, rotulación y documentación.

a) Certificación. Se permite utilizar un equipo certificado para la Zona 0 en la Zona 1 o Zona 2 para el mismo gas o vapor. Se permite que el equipo que esté certificado o sea aceptable para usar en un lugar de la Zona 1 se utilice en un lugar de la Zona 2 para el mismo gas o vapor.

b) Rotulación. Los equipos se deben rotular como se indica en 1) y 2) a continuación:

1) Equipo de división.

Se permite que el equipo aprobado para Clase I División 1 o Clase I División 2, además de estar rotulado de acuerdo con el Artículo 500-5.d), esté rotulado con la siguiente información:

a. Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2 (la que sea aplicable).

b. Grupo(s) de clasificación de gas aplicable, de acuerdo con la Tabla 505-10.b).2).

c. Clasificación de temperatura de acuerdo con el Artículo 505-10.b).3).

Tabla 505-10.b).1) Designación de tipos de protección.

Designación	Técnica	Zona*
d	Encerramiento a prueba de llama	1
e	Seguridad aumentada	1
ia	Seguridad intrínseca	0
ib	Seguridad intrínseca	1
(ia)	Aparatos asociados de seguridad intrínseca	No peligrosa
(ib)	Aparatos asociados de seguridad intrínseca	No peligrosa
m	Encapsulado	1
nA	Equipos sin chispas	2
nC	Equipos con chispa en los cuales los contactos están protegidos adecuadamente, diferentes de los encerramientos con respiración restringida	2
nR	Encerramientos con respiración restringida	2
o	Inmersión en aceite	1
p	Purgado y presurizado	1 o 2
q	Relleno con polvo	1

* No se considera el uso cuando se utiliza una combinación de técnicas.

2) Equipo de zona.

El equipo que cumple una o más de las técnicas de protección descritas en el Artículo 505-2.c) se debe rotular

con la siguiente información, en el orden mostrado:

- a. Clase.
- b. Zona.
- c. Símbolo "AEx".
- d. Técnica(s) de protección de acuerdo con la Tabla 505-10.b).2).
- e. Grupo(s) de clasificación de gas aplicable, de acuerdo con la Tabla 505-10.b).2).
- f. Clasificación de temperatura de acuerdo con el Artículo 505-10.b).3).

Excepción. Se requiere que los aparatos asociados de seguridad intrínseca sólo estén rotulados con c., d. y e. anteriores.

Nota. Un ejemplo de ese rotulado requerido es "Clase I, Zona 0, AEx ia IIC T6".

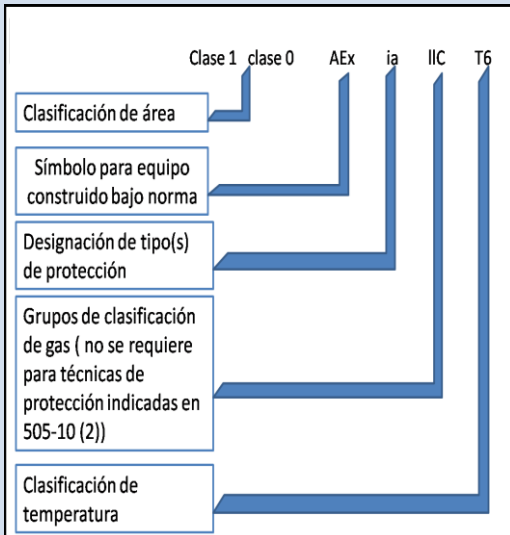
El equipo eléctrico con tipo de protección "e", "m", "p" o "q" se debe rotular como Grupo II. El equipo eléctrico con tipo de protección "d", "ia", "ib", (ia) o (ib) se debe rotular como Grupo IIA, IIB, IIC o para un gas o vapor específico. El equipo eléctrico con tipo de protección "n" se debe rotular como Grupo II a menos que contenga dispositivos de corte encerrados, componentes no incendiarios o equipos o circuitos de energía limitada, en cuyo caso se debe rotular como Grupo IIA, IIB o IIC o para un gas o vapor específico. Los equipos eléctricos de otro tipo de protección se deben rotular como Grupo II, a menos que el tipo de protección utilizado por el equipo requiera que se deba rotular como Grupo IIA, IIB o IIC o para un gas o vapor específico.

Tabla 505-10.b).2) Grupos de clasificación de gas.

Grupo de gas	Comentario
IIC	Véase Artículo 505-7.a)
IIB	Véase Artículo 505-7.b)
HA	Véase Artículo 505-7.c)

Nota. A continuación se muestra una explicación del rotulado exigido:

Figura 505-10.b).1) Rotulado exigido:



3) Clasificación de temperatura.

El equipo aprobado debe llevar rótulos que indiquen la temperatura o rango de temperatura de operación referenciada para un ambiente a 40 ° C. Si se da el rango de temperatura, se debe indicar con los códigos de identificación que se incluyen en la Tabla 505-10.b).3).

Tabla 505-10.b).3) Clasificación de la temperatura superficial máxima de los equipos eléctricos del Grupo II

Clase de temperatura	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Temperatura superficial máxima (°C)	≤ 450	≤ 300	≤ 200	≤ 135	≤ 100	≤ 85

El equipo eléctrico diseñado para uso dentro de un rango de temperatura ambiente que esté entre -20 °C y + 40 °C no necesita de rotulado adicional de temperatura.

El equipo eléctrico diseñado para uso dentro de un rango de temperatura

ambiente que no esté entre -20 °C y + 40 °C se considera que es especial y su rango de temperatura ambiente se debe entonces rotular en el equipo, incluyendo el símbolo "Ta" o "Tamb" junto con el rango especial de temperatura ambiente. El rotulado puede ser por ejemplo "-30 °C Ta + 40 °C".

El equipo eléctrico adecuado para temperaturas ambientales superiores a 40 °C debe estar rotulado tanto con la temperatura ambiente máxima, como con la temperatura o rango de temperatura a esa temperatura ambiente.

Excepciones:

1) No se requiere que los equipos del tipo no generadores de calor, como por ejemplo los accesorios de conduit, y los de tipo generador de calor que tengan una temperatura máxima no mayor a 100 °C lleven rotulada la temperatura de operación o el rango de temperatura.

2) Se permite que los equipos aprobados para lugares Clase I Divisiones 1 o 2 de acuerdo con los Artículos 505-20.b) y c) estén rotulados de acuerdo con el Artículo 500-5.d) y la Tabla 500-5.d).

c) Documentación para ocupaciones industriales.

Todas las áreas en ocupaciones industriales designadas como, lugares peligrosos (clasificados), deben estar documentadas apropiadamente. Esta documentación debe estar disponible a quienes están autorizados a diseñar, instalar, inspeccionar, dar servicio u operar el equipo eléctrico en el lugar.

Nota. Para ejemplos sobre planos de clasificación de áreas véanse las normas: *Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres*,

Classification of Hazardous Areas, IEC 79-10-1995; Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations of Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 or Division 2, API RP 500-1991; Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1 or Zone 2, API RP 505-1996, Model Code of Safe Practice in the Petroleum Industry, Part 15: Area Classification Code for Petroleum Installations, IP 15, the Institute of Petroleum, London y Electrical Apparatus for explosive Gas Atmospheres, Classifications of Hazardous (Classified) Locations, ISA S12.24.01-1997.

501-2. Transformadores y condensadores.

a) Clase I División 1.

En los lugares Clase I División 1, los transformadores y condensadores deben cumplir los siguientes requisitos:

1) Los que contengan líquido inflamable. Los transformadores y condensadores que contengan un líquido inflamable se deben instalar solo en bóvedas aprobadas que cumplan lo establecido en los Artículos 450-41 a 450-48. Y además:

- 1) no debe haber puerta ni otra abertura de comunicación entre la bóveda y el lugar de División 1,
- 2) debe haber una buena ventilación para la remoción continua de los gases o vapores inflamables,
- 3) las aberturas de ventilación deben desembocar en un lugar seguro fuera de las edificaciones, y
- 4) los ductos y aberturas de ventilación deben ser de sección suficiente para aliviar las presiones causadas por explosiones dentro de la bóveda y todas las partes de los conductos de ventilación dentro de los edificios deben ser de concreto reforzado.

C. Bóvedas para transformadores

450-41. Ubicación.

Siempre que sea posible, las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas con aire exterior sin necesidad de utilizar ductos o canales.

450-42. Paredes, techo y piso.

Las paredes y techos de las bóvedas para transformadores deben estar hechos de materiales con resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra deben ser de hormigón y de un espesor mínimo de 0,10 m, pero si la bóveda está construida teniendo por debajo un espacio vacío u otras plantas (pisos) del edificio, el piso debe tener una resistencia estructural adecuada para soportar la carga impuesta sobre él y debe tener una resistencia mínima al fuego de tres horas. A efectos de este Artículo no son aceptables las bóvedas con listones y paneles en las paredes.

Notas:

1) Para más información, véanse *Method for Fire Tests of Building Construction and Materials*, ANSI/ASTM E119-88, y *Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials*, ANSI/NFPA 251-1995.

2) Un elemento típico con tres horas de resistencia al fuego es el concreto reforzado de 0,15 m de espesor.

Excepción. Cuando los transformadores estén protegidos por sistemas de rociadores automáticos de agua, dióxido de carbono o alón, se permite que la construcción tenga una (1) hora de resistencia al fuego.

450-43. Vanos de puertas.

Los vanos de puertas de las bóvedas para transformadores se deben proteger como sigue:

a) Tipo de puerta. Todos los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta la bóveda de transformadores, deben estar dotados con una puerta de cierre hermético y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Cuando las condiciones lo requieran, se permite que la autoridad competente exija una puerta de este tipo en los muros exteriores.

Excepción. *Cuando los transformadores estén protegidos por sistemas de rociadores automáticos de agua, dióxido de carbono o alón, se permite que la puerta tenga una hora de resistencia al fuego.*

b) Umbrales (brocales). Las puertas deben tener un umbral o brocal de altura suficiente para recoger dentro de la bóveda el aceite del transformador más grande que pudiera haber. En ningún caso la altura del umbral debe ser menor a 0,10 m.

c) Cerraduras. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras y mantenerse cerradas, permitiéndose el acceso sólo a personas calificadas. Las puertas para el personal deben abrirse hacia fuera y estar dotadas de barras antipánico, placas de presión u otros dispositivos que las mantengan normalmente cerradas pero que se abran por simple presión.

450-45. Aberturas de ventilación.

Cuando lo exija el Artículo 450-9, se deben practicar aberturas para ventilación de acuerdo con los

siguientes apartados a) a f):

a) Ubicación. Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles.

b) Disposición. Se permite que una bóveda ventilada por circulación natural de aire tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas de ventilación necesarias en una o más aberturas cerca del piso y la restante en una o más aberturas en el techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda la superficie de ventilación necesaria esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él.

c) Tamaño. En una bóveda ventilada por circulación natural del aire procedente del exterior, el área neta total de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser menor a 1 936 mm² por kVA de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen menos de 50 kVA, en ningún caso el área neta debe ser menor a 0,093 m².

d) Cubiertas. Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas duraderas, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.

e) Compuertas (dampers). Todas las aberturas de ventilación que den al interior deben estar dotadas de compuertas de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio que se produzca en el interior de la bóveda. Dichas compuertas deben tener una resistencia al fuego no menor a 1,5

horas.

Nota. Véase *Standard for Fire Dampers, ANSI/UL 555-1990*.

f) Ductos. Los ductos de ventilación deben ser de material resistente al fuego.

450-46. Drenaje.

Cuando sea posible, las bóvedas para transformadores que contengan transformadores de más de 100 kVA deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua que se produzca en la bóveda, a no ser que por las condiciones locales resulte imposible. Cuando exista drenaje, el piso debe estar inclinado hasta el drenaje.

450-47. Tuberías de agua y accesorios.

En las bóvedas para transformadores no deben entrar ni atravesar los sistemas de conductos o tuberías ajenos a la instalación eléctrica. No se consideran ajenos a la instalación eléctrica las tuberías u otros aparatos para la protección de las bóvedas contra incendios o para la ventilación de los transformadores.

450-48. Almacenaje en las bóvedas.

Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para almacenaje de materiales.

2) Los que no contengan líquido inflamable. Los transformadores y condensadores que no contengan un líquido inflamable deben: 1) instalarse en bóvedas que cumplan el anterior requisito a).1), o 2) estar aprobados para lugares Clase I.

b) Clase I División 2.

En los lugares Clase I División 2, los transformadores y condensadores

deben cumplir lo establecido en los Artículos 450-21 a 450-27.

B. Disposiciones específicas para los distintos tipos de transformador.

450-21. Transformadores tipo seco instalados en interiores.

a) Hasta 112,5 kVA. Los transformadores tipo seco instalados en interiores y de 112,5 kVA nominales o menos, deben instalarse con una separación mínima de 0,30 m de cualquier material combustible.

Excepciones:

1) *Cuando estén separados del material combustible por una barrera resistente al fuego y aislante del calor.*

2) *Los transformadores de 600 V nominales o menos completamente encerrados, con o sin aberturas de ventilación.*

b) De más de 112,5 kVA. Los transformadores individuales de tipo seco de más de 112,5 kVA nominales, se deben instalar en una bóveda para transformadores de construcción resistente al fuego.

Excepciones:

1) *Los transformadores con un aumento nominal de la temperatura de funcionamiento de 80 °C o más que estén separados del material combustible por una barrera resistente al fuego y aislante del calor colocada a no menos de 1,80 m horizontalmente y de 3,60 m verticalmente.*

2) *Los transformadores con un aumento nominal de la temperatura de funcionamiento de 80 °C en adelante, completamente encerrados pero con aberturas de ventilación.*

c) Para más de 35 000 V. Los transformadores tipo seco de más de 35 000 V nominales se deben instalar en una bóveda que cumpla lo establecido en la Parte C de esta Sección.

450-22. Transformadores tipo seco instalados en exteriores.

Los transformadores tipo seco instalados en exteriores deben tener un encerramiento a prueba de intemperie.

No se deben instalar los transformadores superiores a los 112,5 kVA a menos de 0,30 m de los materiales combustibles de edificaciones.

Excepción: Los transformadores con un aumento nominal de la temperatura de funcionamiento de 80 °C en adelante, completamente encerrados pero con aberturas de ventilación.

450-23. Transformadores aislados con líquidos de alto punto de inflamación.

Se permite instalar transformadores aislados con líquidos cuyo punto de inflamación no sea menor a 300 °C, siempre que cumplan alguno de los siguientes apartados a) o b):

a) Instalaciones interiores. Se permite instalar transformadores con líquido de alto punto de inflamación bajo alguna de las tres opciones siguientes:

1) En edificaciones de Tipo I o Tipo II, en áreas donde se cumplan las siguientes condiciones:

- a. Que el transformador sea para 35 000 V nominales o menos.
- b. Que no se almacenen materiales combustibles.
- c. Que haya una zona de recogida de los líquidos.
- d. Que la instalación cumpla todas las restricciones dadas por la

certificación del líquido.

2) Con un sistema automático de extinción de incendios y una zona de recogida de los líquidos, siempre que el transformador sea para 35 000 V nominales o menos.

3) Según lo que establece el Artículo 450-26.

b) Instalaciones exteriores. Se permite instalar transformadores con líquidos de alto punto de inflamación en exteriores, sujetos, adyacentes o sobre el tejado de edificaciones, siempre que cumplan alguno de los siguientes requisitos 1) o 2):

1) En edificaciones de Tipo I y Tipo II, la instalación debe cumplir todas las restricciones dadas por la certificación del líquido.

Nota. Las instalaciones cercanas a materiales combustibles, salidas de incendios o a los vanos de puertas y ventanas, pueden requerir protección adicional tal como se indica en el Artículo 450-27.

2) Según lo que establece el Artículo 450-27

Notas:

1) Las edificaciones de Tipo I y Tipo II se definen en Standard on Types of Building Construction, ANSI/NFPA 220-1995.

2) Véase la definición de "Certificado" en la Sección 100.

450-24. Transformadores aislados en líquidos no inflamables.

Se permite instalar los transformadores aislados en líquidos dieléctricos, identificados como no inflamables, tanto en interiores como en exteriores. Los transformadores instalados en interiores

para más de 35 000 V, deben ir en una bóveda para transformadores. Cuando tales transformadores estén instalados en interiores, deben estar provistos de un área para recogida de líquidos y una válvula de alivio de seguridad. Los transformadores deben estar dotados con un medio para absorber los gases generados por cualquier arco eléctrico que se produzca dentro del tanque o la válvula de alivio de seguridad debe estar conectada a una chimenea o salida de humos que dirija estos gases a un área ambientalmente segura (en la que no puedan contaminar).

Nota. Se aumentará la seguridad si se hace un análisis del riesgo de incendio de dichas instalaciones de transformadores.

A efectos de esta Sección, un líquido dieléctrico no inflamable es el que no tiene punto de inflamación o punto de chispa y no es inflamable en el aire.

450-25. Transformadores aislados con Askarel.

El uso de transformadores con aislamiento de Askarel está prohibido en Colombia, tanto para uso en exteriores como en interiores.

Nota: Tampoco está permitido el uso del líquido difenil policlorinados excepto en las cantidades en ppm, no perjudiciales para la integridad de los seres vivos, permitidas por organismos del estado con jurisdicción sobre este aspecto.

450-26. Transformadores con aislamiento de aceite instalado en interiores.

Los transformadores aislados con aceite para uso en interiores, se deben instalar en una bóveda construida como se indica en la parte C de esta sección.

Excepciones:

1) *Cuando la capacidad total no supere los 112,5 kVA, se permite que la bóveda especificada en la parte C de esta sección esté hecha de concreto reforzado de no menos de 1002 mm de espesor.*

2) *Cuando la tensión nominal no supere los 600 V, no es necesaria bóveda de transformadores si se toman las medidas suficientes para evitar que el aceite del transformador quemara otros materiales y si la capacidad total de una instalación no supera los 10 kVA en una parte de un edificio clasificada como combustible, o los 75 kVA si la estructura que rodea al transformador está clasificada como resistente al fuego.*

3) *Se permite que los transformadores de hornos eléctricos de una potencia total que no supere los 75 kVA se instalen sin bóveda en un edificio o cuarto resistente al fuego, siempre que se tomen las medidas necesarias para evitar que el fuego del aceite de un transformador se propague a otros materiales combustibles.*

4) *Se permite instalar los transformadores en una edificación independiente que no cumpla lo establecido en la Parte C de esta Sección, si ni la edificación ni su contenido ofrecen riesgo de incendio a otros edificios o instalaciones y si la edificación se utiliza únicamente para suministrar el servicio electricidad y su interior es accesible solo a personas calificadas.*

5) *Se permite utilizar transformadores con aislamiento de aceite sin bóveda de transformadores, en equipos portátiles y móviles de minería en superficie, como excavadoras eléctricas, si se cumplen toda las condiciones siguientes:*

a. Existen medidas para drenar las fugas de líquido.

b. Existe un medio de salida seguro para el personal.

c. Se dispone una barrera de acero con 6,35 mm de espesor, como mínimo, para la protección de las personas.

450-27. Transformadores con aislamiento de aceite instalado en exteriores.

Se deben proteger los materiales combustibles, edificaciones combustibles y partes de edificaciones, las salidas de incendios y los vanos de las puertas y ventanas, contra los incendios originados en transformadores con aislamientos de aceite instalados en los tejados y asegurados o próximos a edificaciones o materiales combustibles.

Se considera como protecciones seguras la separación, las barreras resistentes al fuego, los sistemas automáticos de rociado de agua y los encerramientos que rodean o recogen el aceite de un tanque roto de un transformador. Cuando la instalación del transformador pueda suponer riesgo de incendio, debe haber una o más de estas protecciones, según el grado de riesgo que ello suponga. Se permite que los encerramientos de aceite consistan en diques, barreras curvas o estanques resistentes al fuego o que sean zanjas rellenas de piedra triturada gruesa. Cuando la cantidad de aceite y el riesgo sean tales que su eliminación sea importante, los recipientes de aceite deben estar dotados con medios para drenaje.

Nota. Para más información sobre transformadores instalados en postes, estructuras o subterráneos, véase National Electrical Safety Code, ANSI C2-1997.

501-3. Medidores, instrumentos y relés.

a) Clase I División 1.

En los lugares Clase I División 1 los medidores, instrumentos y relés, incluidos los medidores de contadores de kilovatio hora, los transformadores de instrumentos, las resistencias, rectificadores y tubos termoiónicos, deben estar dotados de encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1.

Los encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1 son: 1) los que son a prueba de explosión y 2) los dotados de dispositivos de purga y presurización.

Nota. Véase *Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment*, ANSI/NFPA 496-1993.

b) Clase I División 2.

En los lugares Clase I División 2 los medidores, instrumentos y relés deben cumplir los siguientes requisitos:

1) Contactos: Los interruptores, interruptores automáticos y contactos de cierre y apertura en pulsadores, relés, timbres de alarma y sirenas, deben estar en encerramientos aprobados para lugares Clase I División 2 según el anterior apartado a).

Figura 501-9 Interruptor automático que funciona con relés construido para controlar la temperatura.



Excepción. Se permite utilizar encerramientos de propósito general si los contactos de corte de corriente están: a) sumergidos en aceite, b) metidos en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores, c) en circuitos no incendiarios, o d) parte de un componente no incendiario certificado.

2) Resistencias y equipos similares.

Las resistencias, dispositivos a base de resistencia, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares que se utilicen en o en conexión con medidores, instrumentos y relés, deben cumplir el anterior requisito a).

Excepción. Se permite utilizar encerramientos del tipo de propósito general, si dichos equipos no tienen contactos de cierre y apertura o contactos deslizantes, excepto lo establecido en el anterior requisito b).1), y si la temperatura máxima de funcionamiento de cualquier superficie expuesta no supera el 80 % de la temperatura de ignición en °C del gas o vapor que haya, o que se haya ensayado y visto que es incapaz de inflamar el gas o vapor. Esta excepción no se aplica a los tubos termoiónicos.

3) Sin contactos de cierre y apertura: Los devanados de los transformadores, bobinas, solenoides y otros devanados que no lleven contactos deslizantes o de cierre y apertura, deben ir en encerramientos. Se permite que esos encerramientos sean del tipo de propósito general.

4) Conjuntos de propósito general: Cuando un conjunto esté formado por componentes para los que sean aceptables los encerramientos de propósito general, tal como se establece en los anteriores apartados

b).1), b).2) y b).3), es aceptable para el conjunto un encerramiento de propósito general. Cuando el conjunto incluya algunos de los equipos descritos en el anterior apartado b).2), en el exterior del encerramiento debe estar clara y permanentemente indicada la temperatura superficial máxima que puede alcanzar cualquier componente. Como alternativa, se permite que los equipos aprobados se rotulen indicando el rango de temperatura para el que resultan adecuados, mediante los números identificativos de la Tabla 500-3.d).

5) Fusibles: Cuando los anteriores apartados b).1), b).2), b).3) y b).4) permitan utilizar encerramientos de propósito general, se permite montar en ellos fusibles para la protección contra sobrecorriente de los circuitos de instrumentos no expuestos a sobrecargas en funcionamiento normal, si precediendo a cada fusible se instala un interruptor que cumpla el anterior requisito b).1).

6) Conexiones: Para facilitar su sustitución, se permite conectar los instrumentos de control de procesos mediante cordón flexible, clavija y tomacorriente siempre que: 1) se instale un interruptor que cumpla el anterior requisito b).1) de modo que no se dependa de la clavija para interrumpir la corriente, 2) la corriente no supere los 3 A - 120 V nominales, 3) el cordón de alimentación no tenga más de 0,9 m, sea de un tipo aprobado para trabajo extrapesado o para trabajo pesado si está protegido por su ubicación y está alimentado a través de una clavija y tomacorriente tipo de seguridad y con polo a tierra, 4) sólo se instalen los tomacorrientes necesarios y 5) el tomacorriente lleve una etiqueta que advierta "no desenchufar bajo carga".

501-4. Métodos de alambrado.

Los métodos de alambrado deben cumplir los siguientes requisitos a) y b):

a) Clase I División 1.

1) Alambrado Fijo. En los lugares Clase I División 1, el alambrado se debe hacer en tubo conduit metálico rígido (tipo Rígido) roscado NPT, tubo conduit intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT o cables tipo MI con accesorios de terminación aprobados para esos lugares. Todas las cajas, accesorios y juntas de unión deben ser roscados para conectarlos a los tubos o terminaciones de los cables y deben ser a prueba de explosión. Las juntas roscadas deben tener por lo menos cinco hilos que queden completamente metidos. Los cables tipo MI se deben instalar y soportar de modo que se eviten esfuerzos de tensión en sus accesorios terminales.

Nota. Véase el Capítulo 3 para los requisitos de los diferentes tipos de tubos conduit y cables.

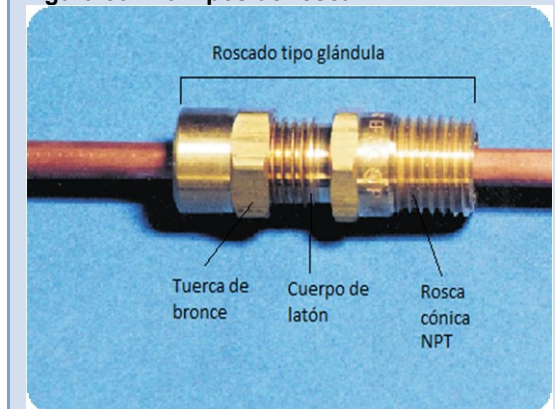
Excepciones:

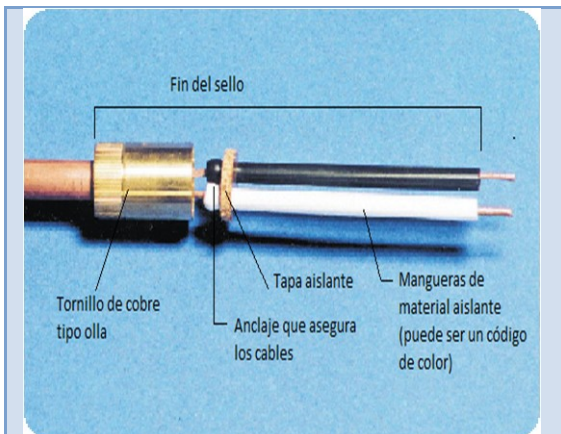
1) Se permite usar tubo conduit rígido no metálico, en cumplimiento de la Sección 347, cuando esté embebido en concreto con una cubierta de espesor mínimo de 50 mm y enterrado a no menos de 0,60 m del nivel del suelo. Se permite omitir la cubierta de concreto cuando esté sujeto a las disposiciones de los Artículos 511-4 **Excepción**, 514-8 **Excepción 2** y 515-5.a). Cuando se utilice tubo conduit rígido no metálico, se debe usar tubo metálico rígido (tipo Rígido) roscado NPT o tubo conduit intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT en los últimos 0,60 m del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización

que vaya sobre el suelo. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de los equipos para dar continuidad eléctrica a las canalizaciones y para poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.

2) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que solo acceden a la instalación personas calificadas, se permite utilizar cables tipo MC certificados para su uso en lugares Clase I División 1, con blindaje continuo de aluminio corrugado hermético al gas y al vapor, una chaqueta externa de un polímero adecuado, conductores independientes de puesta a tierra que cumplan lo establecido en el Artículo 250-95 y dotados de accesorios terminales certificados para esa aplicación.

Figura 501-10 Tipos de rosca.





Cables tipo MI e instalación lista para uso en lugares peligrosos. La rosca tipo glándula contiene compuestos de sellado de campo instalado para sellar el extremo del cable. La glándula de la rosca tiene la rosca para la conexión a los troncos de explosiones.

Nota. Para las limitaciones de uso de los cables tipo MC, véanse los Artículos 334-3 y 334-4.

3) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado atenderá las instalaciones, se permite el uso de cable tipo ITC, certificado para uso en lugares Clase I, División 1, con una cubierta continua de aluminio corrugado hermética al gas y al vapor y chaqueta total adecuada de material polimérico, conductor(es) separado(s) de puesta a tierra y dotado con accesorios terminales certificados para esa aplicación.

Figura 501-11 Caja de conexión contra explosión



Caja de conexiones de explosión con dos ejes y una apertura de rosca para la tapa. Las aberturas no utilizadas deben ser cerradas a la inserción de los tapones roscados de metal, que se dedican por lo menos a cinco cables y ofrecen una protección equivalente a la de la pared de la caja.

2) Conexiones Flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, como en los terminales de motores, se deben utilizar accesorios flexibles certificados para lugares Clase I.

Excepción. Se permite cable o cordón flexible instalado según las disposiciones del Artículo 501-11.

b) Clase I División 2.

En los lugares Clase I División 2 está permitido emplear como métodos de alambrado: tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid) roscado NPT, tubo conduit intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT, conductos de barras empaquetados, conductos de alambres empaquetados, cables tipo PLTC que cumplan lo establecido en la Sección 725, cables tipo ITC en bandejas portacables, en canalizaciones, soportados por cables mensajeros o directamente enterrados, cuando el cable esté certificado para ese uso; o cables tipo MI, MC, MV o TC con accesorios terminales aprobados. Se permite instalar cables tipo ITC, PLTC, MI, MC, MV o TC en bandejas portacables de

modo que se eviten esfuerzos de tracción en los accesorios terminales. No es necesario que las cajas, accesorios y juntas sean a prueba de explosiones, excepto si lo exigen las disposiciones de los Artículos 501-3.b).1), 501-6.b).1) y 501-14.b).1). Cuando se requiera una flexibilidad limitada, como en los terminales de motores, se deben usar accesorios metálicos flexibles, tubo metálico flexible con accesorios aprobados, tubo metálico flexible y hermético a los líquidos con accesorios aprobados, tubo no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados o cables flexibles aprobados para usos extrapesados y provistos con accesorios pasacables aprobados. En el cable flexible debe estar incluido un conductor adicional para puesta a tierra.

Nota. Para los requisitos de puesta a tierra cuando se use tubería conduit flexible, véase el Artículo 501-16.b).

Excepción. *En alambrado de circuitos no incendiarios se permite utilizar cualquiera de los métodos de alambrado adecuados para lugares no clasificados*

501-5. Sellado y drenaje.

El sellamiento de sistemas de tubería conduit y cables debe cumplir las siguientes disposiciones a) hasta f). El compuesto sellante debe ser de un tipo aprobado para la aplicación y condiciones correspondientes. Se debe aplicar sellante a los accesorios terminales de los cables tipo MI para evitar que entre humedad o algún líquido en el aislante del cable.

Notas:

1) El sellante se aplica en los tubos y cables para minimizar el paso de gases y vapores y evitar el posible paso de llamas de una parte de la instalación a otra a través de la tubería conduit. La previsión del paso de vapores a través del cable tipo MI

es inherente gracias a su construcción. A menos que sean diseñados y ensayados específicamente para el propósito, los sellos de tubos conduit y cables no están destinados para prevenir el paso de líquidos, gases o vapores a una presión diferencial continua a través del sello. Incluso aunque haya diferencias de presión a través del sellante, equivalentes a algunos centímetros de agua, puede producirse el paso lento de gases o vapores a través del sello y a través de los conductores que pasan por él. Véase el Artículo 501-5.e).2). Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores muy corrosivos pueden afectar a la capacidad del sello para cumplir su función. Véase el Artículo 501-5.c).2).

2) A través de los intersticios entre los hilos de los conductores trenzados normalizados de sección transversal superior a 33,62 mm² (2 AWG) se pueden producir fugas de gases o vapores y propagarse las llamas. Un medio para reducir las fugas y evitar la propagación de las llamas es utilizar cables de construcción especial, por ejemplo conductores compactados o sellamiento del conductor individual.

3) El uso de cintas de Teflón o compuestos para unión en las roscas del conduit pueden debilitar el sello cortafuegos e interrumpir el trayecto de puesta a tierra de equipos. Durante las pruebas hidrostáticas de los accesorios se han presentado grietas donde se han utilizado estos materiales.

a) Sellos cortafuego para tubería en lugares Clase I División 1.

En los lugares Clase I División 1, los sellos cortafuego para tubería se deben ubicar como se indica a continuación:

1) En cada tramo de tubo conduit que entre en un encerramiento para interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relés, resistencias u otros equipos que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas en condiciones normales de funcionamiento. Los sellos cortafuego se deben instalar a menos de 0,5 m de dichos encerramientos. Los únicos encerramientos o accesorios permitidos entre el sello y el encerramiento son las uniones, acoples, reducciones, codos, codos con tapa y canaletas a prueba de explosión, de tipo similar a los "L", "T" y "X". Las canaletas no deben ser de mayor diámetro que la tubería conduit.

Excepción. No es necesario sellar los tubos conduit con diámetro comercial de 41 mm (1½") o menos, que entren en encerramientos a prueba de explosión para interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relés u otros equipos que puedan producir arcos o chispas, si los contactos de corte de corriente están:

a. Encerrados dentro de una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores.

b. Sumergidos en aceite según lo establecido en el Artículo 501-6.b).1).2).

c. Encerrados en una cámara a prueba de explosión sellada en fábrica dentro de un encerramiento aprobado para ese lugar y rotulado con las palabras "sellado en fábrica" ("factory sealed") o equivalente.

d. En circuitos no incendiarios.

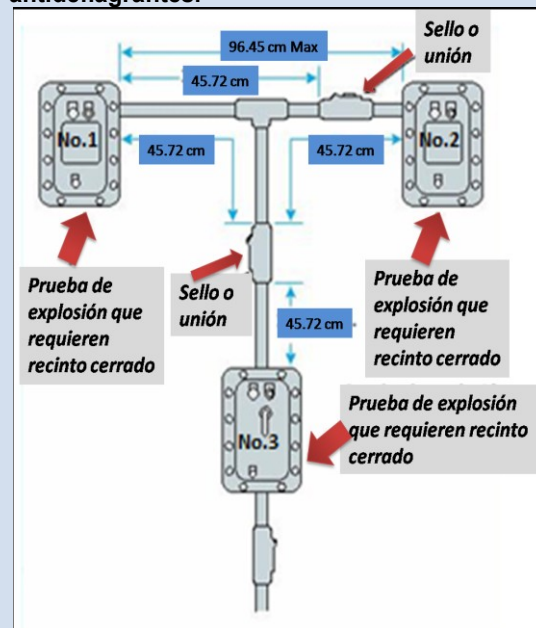
Nota. Los encerramientos sellados en fábrica no sirven como sellamiento de

otros encerramientos a prueba de explosión adyacentes y que deban ir sellados.

2) En los tubos conduit de 53 mm de diámetro comercial (2") o más que entren en los encerramientos o accesorios que alberguen terminales, empalmes o derivaciones, a menos de 0,5 m de dicho encerramiento o accesorio.

3) Cuando dos o más de los encerramientos deban ir sellados de acuerdo con las anteriores disposiciones a).1) y a).2), conectados con boquillas roscadas o por tramos de tubo de máximo 0,9 m, se considera suficiente un solo sello en cada conexión de la boquilla o del tramo si se ubica a menos de 0,5 m de cada encerramiento.

Figura 501-12 Conexión de cajas antideflagrantes.



Cuando se conectan dos o más cajas antideflagrantes para sellar el conduit y se unen por sellos o uniones de carreras a no más de 900 mm (36 in "pulgadas") de distancia entre ellos, un sello de conduit único en cada unión para la ejecución del conduit se considerará

suficiente si no se encuentra a más de 450 mm (18 in “pulgadas”) de distancia de cualquier caja antideflagrante.

4) En cada tramo de tubo conduit que salga del lugar de Clase I División 1, se debe colocar un sello a cada lado del límite de dicho lugar, ubicado a menos de 3,0 m de dicho límite y debe estar diseñado e instalado para minimizar la cantidad de gas o vapor que pueda haber entrado en el tubo en el lugar de la División 1 desde donde se comunica con el tubo más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello y el punto en el que el tubo conduit sale del lugar de División 1, no debe haber uniones, acoples, cajas ni accesorios, excepto las reducciones aprobadas como a prueba de explosión, en el sello.

Figura 501-13 Sello de conducto



Un sello en un conducto que evita una explosión que viaja a través de un conducto a otro y minimiza el paso de gases o vapores en una ubicación no peligrosa. Si el tubo entra en un recinto que contiene equipos de arco o de alta temperatura, un accesorio de sellado debe colocarse cerca de 45,72 cm de las cajas, cajas de paso (“L”, “T”, etc.), y los codos o instalaciones permitidas entre el sello y la carcasa. Si dos recintos no están separados por más de 900 mm (36 in “pulgadas”), un sello único, podrá ser colocado entre dos boquillas de conexión, si el sello se encuentra no más de 45,72 cm de cualquier gabinete.

Excepciones:

1) No es necesario sellar los tubos conduit metálicos que no contengan uniones, acoples, cajas o accesorios que atraviesen completamente un lugar de Clase I División 1 y que no tengan accesorios a menos de 0,30 m después del límite de dichos lugares, si los puntos de terminación de esos tubos continuos están en lugares no clasificados.

2) Para tubo conduit subterráneo instalado de acuerdo con el Artículo 300-5, donde el límite del área clasificada esté por debajo de la tierra, se permite que el sello se instale después de que el tubo conduit salga de la tierra, pero no debe haber unión, acople, caja o accesorio, excepto reducciones aprobadas como a prueba de explosión en el sello, en el tubo conduit entre el sello y el punto en el cual el tubo sale de la tierra.

b) Sellos cortafuego para tubería en lugares Clase I División 2.

En los lugares Clase I División 2, los sellos cortafuegos para tubos se deben ubicar como se indica a continuación:

1) En las conexiones con encerramientos a prueba de explosión que deban estar aprobados para lugares Clase I, deben instalarse sellos según los anteriores apartados a).1), a).2) y a).3). Todos los tramos de tubos conduit o boquillas roscadas entre el sello y dicho encerramiento deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-4.a).

2) En cada tramo de tubo conduit que pase de lugares Clase I División 2 a lugares no clasificados, se debe colocar un sello a cada lado del límite de dicho lugar a menos de 3,0 m de dicho límite y debe estar diseñado e instalado para minimizar la cantidad

de gas o vapor que pueda haber entrado en el conduit en el lugar de División 2 y que pase más allá del sello. Se debe instalar un tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid) o un tubo conduit intermedio de acero roscado (tipo IMC) entre el sello y el punto en el que el tubo sale del lugar de Clase I División 2; el sello se debe instalar con una conexión roscada. En el tramo comprendido entre el sello y el punto en el que el tubo sale del lugar de División 2, no debe haber uniones, acoples, cajas ni accesorios, excepto las reducciones aprobadas como a prueba de explosión, en el sello.

Excepciones:

1) *No es necesario sellar los tubos conduit metálicos que no contengan uniones, acoples, cajas o accesorios que atraviesen completamente un lugar de Clase I División 2 y que no tengan accesorios a menos de 0,30 m después del límite de dichos lugares, si los puntos de terminación de esos tubos continuos están en lugares no clasificados.*

2) *La terminación del sistema de tubo conduit en un lugar no clasificado, donde la transición del método de alambrado se hace a bandeja portacables, bus de cables, ducto ventilado de barras, cable tipo MI o alambrado a la vista, no requiere sellarse cuando pase desde un lugar de Clase I División 2 hasta un lugar no clasificado. El lugar no clasificado debe ser exterior, o se permite que sea interior si el sistema de tubo conduit está todo en un cuarto. Los tubos conduit no deben terminar en un encerramiento que contenga fuentes de ignición en condiciones normales de funcionamiento.*

3) *No es necesario un sello en el límite del sistema de tubo conduit que pase desde un encerramiento o cuarto no clasificado, por tener presurización tipo Z, hacia un lugar de Clase I División 2.*

Nota. Para más información véase *Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment*, ANSI/NFPA 496-1993.

4) No es necesario sellar los segmentos del sistema de tubo conduit sobre el piso cuando pasen desde un lugar de Clase I División 2 a un lugar no clasificado, si se cumplen todas las siguientes condiciones:

- a. Ninguna parte del segmento del sistema conduit pase por un lugar de Clase I División 1, donde el conduit tenga uniones, acoples, cajas o accesorios a menos de 0,30 m del lugar de Clase I División 1.
- b. El segmento del sistema conduit esté localizado completamente al exterior.
- c. El segmento del sistema conduit no esté directamente conectado a bombas encapsuladas, conexiones de proceso o servicio para medidas de análisis de presión o caudal, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema conduit.
- d. El segmento del sistema conduit contenga únicamente en el lugar no clasificado tubos metálicos, uniones, acoples, canaletas o accesorios roscados.

- e. El segmento del sistema conduit esté sellado en su entrada a cada encerramiento o accesorio que contenga terminales, empalmes o derivaciones en lugares Clase I División 2.

c) Clase I Divisiones 1 y 2. Donde se requieran sellos en los lugares Clase I Divisiones 1 y 2 deben cumplir con lo siguiente:

1) Accesorios. Los encerramientos para conexiones o equipos deben estar provistos con medios integrales aprobados para sellar o se deben utilizar sellos aprobados para lugares Clase I. Los sellos deben ser accesibles.

2) Compuesto sellante. El compuesto sellante debe estar aprobado y debe proporcionar un sellamiento contra el paso de gases o vapores a través del sello, no debe verse afectado por las condiciones atmosféricas o por los líquidos y su punto de fusión no debe ser menor a 93 °C.

3) Espesor del compuesto sellante. En un sello completo, el espesor mínimo del compuesto sellante no debe ser menor al diámetro comercial del sello y en ningún caso menor a 16 mm.

***Excepción.** No es necesario que los sellos certificados para cables tengan un espesor mínimo igual al del diámetro comercial del sello.*

4) Empalmes y derivaciones. No se deben hacer empalmes ni derivaciones en los accesorios destinados únicamente para sellamiento con compuesto y los accesorios en los que se hayan hecho

empalmes y conexiones no se deben rellenar con sellante.

5) Ensamblados. En un ensamble en el que haya equipos que puedan producir arcos, chispas o altas temperaturas, ubicados en un compartimiento independiente del que contenga los empalmes o derivaciones y exista un sello integral por donde los conductores pasan de un compartimiento al otro, todo el ensamble debe estar aprobado para lugares Clase I. En las conexiones de los tubos conduit con los compartimientos que contengan empalmes o conexiones instaladas en lugares Clase I División 1, se deben instalar sellos cuando lo exija el anterior apartado a).2).

6) Espacio ocupado por los conductores. La sección transversal total de todos los conductores permitidos dentro de un sello no debe superar el 25% de la sección transversal del conduit metálico rígido del mismo diámetro comercial, excepto si está específicamente aprobado para un porcentaje de ocupación mayor.

d) Sellos para cables en lugares Clase I División 1. En los lugares Clase I División 1, los sellos para cables se deben ubicar como siguiente:

1) El cable debe estar sellado en todas sus terminaciones. El sello debe cumplir la anterior condición c). Los cables multiconductores tipo MC con recubrimiento de aluminio corrugado continuo hermético a los gases y vapores y chaqueta externa de un material polímero adecuado, se deben sellar con accesorios aprobados después de quitar la chaqueta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee cada

conductor individual aislado para minimizar el paso de gases y vapores.

Excepción. *No se necesita remover el material de blindaje de los cables blindados o el separador de los cables de pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha por medios aprobados para minimizar la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de llama dentro del núcleo del cable.*

2) En los lugares Clase I División 1, los cables en conduit con recubrimiento continuo hermético a los gases y vapores a través de cuyo núcleo central se puedan transmitir gases y vapores, se deben sellar después de quitar la chaqueta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee cada conductor individual aislado y la chaqueta externa.

Excepción. *Los cables multiconductores con recubrimiento continuo hermético a los gases y vapores a través de cuyo núcleo central se puedan transmitir gases y vapores, se pueden considerar como un solo conductor, sellando el cable en el tubo a menos 0,5 m del encerramiento y el extremo del cable dentro del mismo por un medio aprobado para minimizar la entrada de gases o vapores y prevenga la propagación de las llamas a través del núcleo del cable, o por otros métodos aprobados. En cables blindados y de pares trenzados no es necesario quitar el material de blindaje o separar el par trenzado.*

3) Si el cable no puede transmitir gases o vapores a través de su núcleo central, cada cable multiconductor en conduit se debe considerar como un solo conductor. Estos cables se deben sellar según el anterior apartado a).

e) Sellos para cables en lugares Clase I División 2. En lugares Clase I División 2, los sellos para cables se deben ubicar como siguiente:

1) Los cables que entren en encerramientos que deban estar aprobados para lugares Clase I, se deben sellar en el punto de entrada. El sello debe cumplir el anterior requisito b).1). Los cables multiconductores con recubrimiento continuo hermético a los gases y al vapor capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar en un accesorio aprobado para lugares de División 2 después de quitar la chaqueta y cualquier otro recubrimiento de modo que el compuesto sellante rodee cada conductor aislado para minimizar el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores en conduit se deben sellar como establece el anterior apartado d).

Excepciones:

1) *Los cables que pasen desde un encerramiento o cuarto, los cuales no sean clasificados como resultado de una presurización tipo Z, hasta un lugar de Clase I, División 2, no necesitan un sello en el límite.*

2) *No se necesita remover el material de blindaje de los cables blindados o el separador de los cables de pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha por medios aprobados para minimizar la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de llama dentro del núcleo del cable.*

2) No es necesario sellar los cables con chaqueta continua hermética al vapor y a los gases y que no puedan transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable por encima de la cantidad permitida para los sellos, excepto lo exigido en el anterior apartado e).1). El tramo mínimo de dichos cables no debe ser menor a la longitud que limite el flujo de gases o vapores por el núcleo

del cable a la cantidad permitida para los sellos de aire por hora (198 cm³ por hora) a una presión de 1 493 Pa (6 pulgadas de agua).

Notas:

1) Véanse las normas *NTC 3229 Cajas de salida y accesorios que se utilizan en sitios de alto riesgo y ANSI/UL 886-1994 Outlet Boxes and Fittings for Use in Hazardous Locations*.

2) El núcleo del cable no incluye los intersticios entre los hilos trenzados de los conductores.

3) No es necesario sellar los cables con una chaqueta continua hermética al vapor y a los gases, que puedan transmitir gases o vapores a través del núcleo, excepto lo exigido en el anterior apartado e).1), a no ser que el cable esté conectado a dispositivos o equipos de procesos que puedan causar una presión superior a 1493 Pa (6 pulgadas de agua), en cuyo caso se debe instalar un sello, barrera u otro medio que evite el paso de vapores o gases inflamables a un área no clasificada.

Excepción. Se permite que los cables con chaqueta continua hermética al gas y a los vapores pasen a través de lugares Clase I División 2 sin sellos.

4) Los cables que no tengan una chaqueta continua hermética al gas y al vapor se deben sellar en los límites de los lugares de División 2 y los no clasificados, de modo que se minimice el paso de gases o vapores al lugar no clasificado.

Nota. La chaqueta mencionada en los anteriores apartados d) y e) puede ser tanto de material metálico como no metálico.

f) Drenaje.

1) Equipo de control. Cuando haya la posibilidad de que puedan quedar atrapados líquidos u otros vapores condensados dentro de los encerramientos para equipos de control o en cualquier punto de un sistema de canalización, se deben proporcionar medios adecuados y aprobados que eviten la acumulación o permitan drenar periódicamente dichos líquidos o vapores condensados.

2) Motores y generadores. Cuando la autoridad con jurisdicción estime que existe la posibilidad de que se acumulen líquidos o vapores condensados dentro de los motores o generadores, los sistemas conduit y uniones se deben instalar de forma que se reduzca al mínimo la entrada de líquidos. Si se juzga necesario un medio para evitar la acumulación o para permitir el drenaje periódico, dicho medio debe instalarse durante la fabricación y se debe considerar como parte integral de la máquina.

3) Bombas encapsuladas, conexiones para proceso o servicio, etc. Las bombas encapsuladas o conexiones de proceso o servicio para medida de presión o caudal para análisis de procesos, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar la entrada de fluidos inflamables o combustibles a la canalización o sistema de cables capaz de transmitir los fluidos, deben ir dotadas de un sello, barrera u otro medio aprobado que evite la entrada de fluidos inflamables o combustibles en la canalización o sistema de cables que puedan transmitir esos fluidos más allá de esos dispositivos o medios adicionales, si falla el sello primario.

El sello o barrera adicional aprobada y el encerramiento de interconexión deben cumplir las condiciones de temperatura y

presión a las que se van a ver sujetas si falla el sello primario, a menos que exista otro medio aprobado que cumpla la anterior finalidad.

Se deben proporcionar drenajes, orificios de ventilación u otros dispositivos que hagan evidente la fuga del sello primario.

Nota. Véanse también las **Notas** al Artículo 501-5.

501-6. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.

a) Clase I División 1.

Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluidos los pulsadores, relés y dispositivos similares instalados en los lugares Clase I División 1, deben ir dotados de encerramientos y en cada caso el encerramiento y los equipos que contenga deben estar aprobados como un conjunto completo para uso en lugares Clase I.

Figura 501-14 Interruptor estándar



En la figura 501-14 se muestra un interruptor estándar de palanca en un recinto de explosiones.

Figura 501-15 Tablero contra explosiones.



En la figura 501-15 se muestra un tablero contra explosiones que consiste en un conjunto de dispositivos de circuito cerrado en una carcasa de metal fundido. Cuadros de explosiones que tienen su cubierta atornillada y entrada de conducto roscada, centros diseñados para soportar la fuerza de una explosión interna.

Figura 501-16 Cilindro tipo Spin



En la figura 501-16 se muestra un cilindro tipo (spin-arriba), combinación del controlador de motor, control de motor de arranque y el interruptor automático en un recinto de explosiones.

b) Clase I División 2.

Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles instalados en lugares Clase I División 2, deben cumplir los siguientes requisitos:

1) Tipo requerido. Los interruptores automáticos, controladores de motores e interruptores destinados para interrumpir la corriente en el desempeño normal de la función para la que se instalaron, deben estar dotados de encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1 de acuerdo con el Artículo 501-3.a), a menos que se provean de encerramientos de propósito general y además: 1) la interrupción de la corriente se produzca dentro de una cámara herméticamente cerrada a los gases y vapores o 2) los contactos para corrientes de cierre y apertura estén sumergidos en aceite y sean tipo de propósito general con una inmersión mínima de 50 mm para los contactos de fuerza (potencia) y de 25 mm para los contactos de control o 3) la interrupción de corriente se produzca dentro de una cámara a prueba de explosión sellada en fábrica, aprobada para el lugar o 4) el dispositivo de interrupción sea de estado sólido, dispositivo de control sin contactos, cuya temperatura superficial no supere el 80% de la temperatura de autoignición en °C del gas o vapor involucrado.

2) Interruptores de separación (seccionadores). Se permite instalar interruptores o seccionadores, con o sin fusibles, en encerramientos de propósito general, para transformadores o grupos de condensadores siempre y cuando no estén destinados para interrumpir la corriente en la operación normal de la función para la cual se instalaron.

3) Fusibles. Se permite instalar fusibles normales de casquillo o de cartucho

para la protección de los motores, artefactos y bombillas, diferente de lo establecido en el siguiente apartado b) .4), siempre que se instalen en encerramientos aprobados para esos lugares. Se permite instalar fusibles si están dentro de encerramientos de propósito general y si son de un tipo cuyo elemento funcional esté sumergido en aceite u otro líquido aprobado o esté encerrado en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de vapores y gases o el fusible sea de tipo limitador de corriente, relleno y sin indicador.

4) Fusibles internos de aparatos de alumbrado. Se permiten fusibles de cartucho aprobados como protección suplementaria dentro de aparatos de alumbrado.

501-7. Transformadores y resistencias de control.

Los transformadores, bobinas y resistencias utilizadas como, o junto con, equipos de control de motores, generadores y artefactos, deben cumplir las siguientes condiciones a) y b):

a) Clase I División 1.

Los transformadores, bobinas y resistencias junto con sus mecanismos de conmutación asociados, instalados en los lugares Clase I División 1, deben estar dotados de encerramientos aprobados para dichos lugares, según establece el Artículo 501-3.a).

b) Clase I División 2.

Los transformadores y resistencias de control instalados en lugares Clase I División 2, deben cumplir las siguientes condiciones:

1) Mecanismos de conmutación.

Los mecanismos de conmutación utilizados con transformadores, bobinas y resistencias, deben

cumplir lo establecido en el Artículo 501-6.b).

2) Bobinas y devanados. Se permite que los encerramientos para devanados de transformadores, solenoides o bobinas sean de propósito general.

3) Resistencias. Las resistencias deben ir instaladas en encerramientos. El conjunto debe estar aprobado para lugares Clase I División 1, a no ser que la resistencia sea fija y su temperatura máxima de funcionamiento, en °C, no supere el 80% de la temperatura de autoignición de los gases o vapores involucrados, o que se haya ensayado y encontrado que es incapaz de dar ignición a los gases o vapores.

501-8. Motores y generadores.

a) Clase I División 1.

Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas en lugares Clase I División 1, deben: 1) estar aprobados para lugares Clase I División 1; o 2) ser del tipo totalmente cerrado, con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio con salida a un área segura y dispuestos de modo que no se puedan poner en marcha hasta que no funcione la ventilación y se haya purgado el encerramiento con al menos de 10 volúmenes de aire y además dispuestos de modo que, si falla la ventilación, el motor se desenergice automáticamente; o 3) ser de tipo totalmente encerrado lleno de gas inerte, dotado con una fuente confiable de este gas para presurizar el encerramiento, con elementos provistos para asegurar una presión positiva en el encerramiento y dispuestos para desenergizar automáticamente el equipo cuando falle el suministro de gas; o 4) de un tipo diseñado para funcionar sumergido en un

líquido que sólo sea inflamable cuando se vaporice y mezcle con el aire, o en un gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y sean inflamables únicamente cuando se mezclen con el aire; y que la máquina esté dispuesta de modo que no se pueda energizar hasta que esta haya sido purgada con el líquido o el gas para desplazar el aire, y además se desenergice automáticamente cuando se interrumpa el suministro de líquido, gas o vapor, o su presión se reduzca hasta la presión atmosférica.

Los motores totalmente cerrados Tipos 2 ó 3 no deben tener superficies externas cuya temperatura en °C supere el 80% de la temperatura de autoignición de los gases o vapores presentes. Deben instalarse dispositivos que detecten cualquier aumento de temperatura del motor sobre los límites establecidos y desenergicen automáticamente el motor y produzcan una alarma adecuada. Los equipos auxiliares y dispositivos de detección deben ser de un tipo aprobado para el lugar en el que estén instalados.

Nota. Véase el procedimiento de pruebas establecido por la ASTM (Designación D 2155-69). Véase la norma NEMA MG-1-1987, *Motors and Generators*, para los tipos de motores totalmente cerrados.

b) Clase I División 2.

Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas instaladas en lugares Clase I División 2 y en los que se utilicen contactos deslizantes o mecanismos de conmutación centrífugos o de otro tipo (incluidos los dispositivos de protección de los motores contra sobrecorriente, sobrecargas y recalentamiento) o mecanismos de resistencia integrados que funcionen durante el arranque y durante la marcha, deberán estar aprobados para lugares Clase I División 1 a menos que tales contactos deslizantes, mecanismos de

conmutación y dispositivos de resistencia estén dotados de encerramientos aprobados para lugares Clase I División 2, según el Artículo 501-3.b). El punto más caliente del motor en condiciones normales del motor y las superficies expuestas de los calentadores de ambiente utilizados para evitar la condensación de humedad durante los periodos de parada de los motores, no deben superar el 80% de la temperatura de auto-ignición en °C de los gases o vapores que se produzcan cuando el motor funcione a la tensión nominal; la temperatura superficial máxima, basada en una temperatura ambiente de 40°C, el grupo de clasificación y el número de identificación según el artículo 500-5.a) y d), deben estar rotulados permanentemente en una placa de características visible, montada en el motor. Si no, los calentadores de ambiente deben estar aprobados para lugares Clase I División 2.

En los lugares Clase I División 2 se permite instalar motores abiertos, o cerrados que no sean a prueba de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla sin escobillas, sin mecanismos de conmutación ni otros dispositivos similares que produzcan arcos eléctricos. Las partes móviles del motor como ventiladores, deben ser de un material que en caso de rozamiento no produzca chispas.

Deben instalarse dispositivos que detecten cualquier aumento de temperatura del motor sobre los límites establecidos y desenergicen automáticamente el motor y produzcan una alarma adecuada. Los equipos auxiliares y dispositivos de detección deben ser de un tipo aprobado para el lugar en el que estén instalados.

Nota. Es importante tener en cuenta el riesgo de ignición debido a arcos de corriente a través de discontinuidades

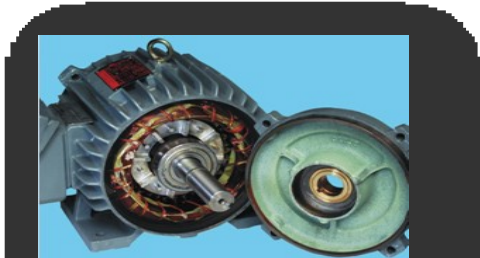
y el recalentamiento de algunas partes de las carcasas de motores y generadores. En tal caso, se pueden necesitar puentes equipotenciales a través de las uniones en la carcasa y desde la carcasa a tierra. Cuando se sospeche la presencia de gases o vapores inflamables, es necesario desplazarlos con aire limpio inmediatamente antes y durante el período de arranque de las máquinas.

Figura 501-17 motor totalmente cerrado



En la figura 501-17 se muestra un motor totalmente cerrado y enfriado listo para su uso en atmósferas explosivas. El marco principal se ha diseñado con la suficiente fuerza para resistir una explosión interna. Llamas o gases calientes escapan a causa de las articulaciones entre el marco de metal. La circulación de aire fuera del motor se mantiene (no hace chispa). Una hoja de metal rodea el ventilador para reducir la probabilidad de que un individuo u objeto entre en contacto con el movimiento de cuchillas y para dirigir el flujo de aire.

Figura 501-18 Productores de chispa en un motor



En la figura 501-18 se muestra ventilador interno del motor. (Cortesía de General Eléctric.)

Los motores utilizados en la División 2 Deben ser a prueba de explosiones y jaula de ardilla. Algunos motores de tipo abierto se permiten en lugares clase I, División II.

Los tipos de motor utilizados en presencia de gases inflamables o vapores con temperaturas de ignición muy baja, deben ser seleccionados con mucho cuidado.

Los motores modernos con sistemas de altas temperaturas como los Clase H [180 C (356 F)], puede operar cerca o por encima de la temperatura de ignición de la mezcla inflamable.

501-9. Equipos de alumbrado.

Los equipos de alumbrado deben cumplir las siguientes condiciones a) o b), de acuerdo con la clasificación del lugar:

a) Clase I División 1.

Los equipos de alumbrado en los lugares Clase I División 1 deben cumplir las condiciones siguientes:

1) Equipos aprobados. Cada equipo debe estar aprobado como un conjunto completo para lugares Clase I División 1 y debe llevar claramente rotulada la máxima potencia en vatios de la bombilla, para la cual está aprobado el equipo. Los equipos portátiles deben estar aprobados específicamente como un conjunto completo para ese uso.

2) Daños físicos. Cada equipo se debe proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o mediante la utilización de rejillas protectoras.

3) Equipos colgantes. Los equipos colgantes deben estar suspendidos y

alimentados a través de tramos de tubo conduit metálico rígido roscado o tubo conduit intermedio de acero roscado y las juntas roscadas deben llevar tuercas de seguridad u otro medio eficaz para evitar que se aflojen. Los tramos de más de 0,30 m de largo se deben apuntalar eficaz y permanentemente, para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 0,30 m sobre el extremo inferior del tramo, o hacerlo flexible mediante un accesorio o conector aprobado para lugares Clase I División 1 ubicado a no más de 0,30 m del punto de unión de la caja de soporte o accesorio al que esté sujeto.

4) Soportes. Las cajas, conjuntos de cajas o accesorios utilizados como soporte de los equipos de alumbrado, deben estar aprobados para su uso en lugares Clase I.

b) Clase I División 2.

Los equipos de alumbrado instalados en lugares Clase I División 2 deben cumplir los siguientes requisitos:

1) Equipos portátiles de alumbrado. Los equipos portátiles de alumbrado deben cumplir el anterior requisito a).1).

***Excepción.** Se permiten equipos de alumbrado portátiles montados, en cualquier posición, sobre bases móviles y conectados con cables flexibles, como establece el Artículo 501-11, siempre que cumplan con el siguiente apartado 501-9.b).2):*

2) Equipos fijos. Cada equipo fijo de alumbrado se debe proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o por la utilización de rejillas protectoras. Cuando exista peligro de que las chispas o el metal caliente de las bombillas o equipos de alumbrado puedan dar ignición a vapores o gases inflamables, se

deben instalar encerramientos adecuados u otro medio de protección eficaz. Cuando las bombillas sean de un tamaño o tipo que, en condiciones normales de funcionamiento, les haga alcanzar temperaturas superficiales superiores al 80 % de la temperatura de ignición en °C de los gases o vapores presentes, los equipos de alumbrado deben cumplir con el anterior apartado a).1) o ser de un tipo que haya sido ensayado para establecer su temperatura de operación rotulada o rango de temperatura.

3) Equipos colgantes. Los equipos colgantes deben estar suspendidos mediante tramos de tubo conduit metálico rígido roscado o tubo conduit intermedio de acero roscado u otros medios aprobados. Los tramos de más de 0,30 m de largo se deben apuntalar eficaz y permanentemente, para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 0,30 m sobre el extremo inferior del tramo, o hacerlo flexible mediante un accesorio o conector aprobado ubicado a no más de 0,30 m del punto de unión de la caja de soporte o accesorio.

4) Interruptores. Los interruptores que formen parte de un conjunto ensamblado o de un porta bombillas individual deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-6.b).1).

5) Elementos de encendido. Los elementos de encendido y de control de las bombillas eléctricas de descarga (balastos, condensadores y arrancadores) deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-7.b).

Excepción. Una protección térmica que haga parte del balasto de una lámpara fluorescente, siempre y

cuando el conjunto esté aprobado para lugares de esa clase y división.

Figura 501-19 luminaria típica de Clase I.



Esta figura muestra una luminaria típica de la clase I, de lugares grupo C y D. Las cajas de salida tienen un nivel interno de apertura de rosca diseñada para recibir la cubierta. Un aparato colgante está conectado a la cubierta por rosca metálica rígida o conducto de metal roscado, para evitar la vibración o cambio de la lámpara, las uniones roscadas deben contar con los tornillos de presión.

Figura 501-20. Lámpara de mano



Una lámpara de mano para su uso en lugares clase I. (Cortesía de Appleton Eléctric, Co. Grupo eléctrico de bienes y servicios ambientales)

501-10. Equipo eléctrico utilitario.**a) Clase I División 1.**

Todos los equipos eléctricos utilitarios instalados en lugares Clase I División 1 deben estar aprobados para lugares Clase I División 1.

b) Clase I División 2.

Todos los equipos eléctricos utilitarios instalados en lugares Clase I División 2 deben cumplir las siguientes condiciones:

1) Calentadores. Los equipos eléctricos utilitarios calentados eléctricamente deben cumplir las siguientes condiciones a o b:

a. Cuando funcione continuamente a su máxima temperatura ambiente nominal, la temperatura del calentador no debe superar el 80 % de la temperatura de autoignición en °C de los gases o vapores que puedan estar en contacto con cualquier superficie expuesta a ellos. Si no disponen de control de temperatura, estas condiciones se deben aplicar suponiendo que el calentador funcione al 120% de su tensión nominal.

Excepciones:

1) Para los calentadores de ambiente anticondensación de los motores, véase el Artículo 501-8.b).

2) Cuando se instale en el circuito de alimentación del calentador un dispositivo limitador de corriente que limite la corriente del calentador a un valor menor al necesario para aumentar su temperatura superficial hasta el 80% de la temperatura de ignición.

b. El calentador debe estar aprobado para lugares Clase I División 1.

Excepción. Los registradores de calor por resistencia eléctrica aprobados para lugares Clase I División 2.

2) Motores. Los motores de los equipos eléctricos utilitarios deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-8.b).

3) Interruptores, interruptores automáticos y fusibles. Los interruptores, interruptores automáticos y fusibles deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-6.b).

501-11. Cables y cordones flexibles en lugares Clase I Divisiones 1 y 2.

Se permite instalar cables y cordones flexibles para conectar equipos de alumbrado portátiles u otros equipos eléctricos utilitarios portátiles a la parte fija de su circuito de suministro. También se permiten los cables y cordones flexibles para esa parte del circuito en donde los medios de instalación fijos del Artículo 501-4.a) no proporcionan el grado de la libertad necesario para el movimiento de los equipos eléctricos utilitarios fijos y móviles en una planta industrial cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que solo atienden la instalación personas calificadas y el cable flexible esté protegido contra daños físicos, bien sea por su ubicación o por una protección mecánica. El tramo de cable flexible debe ser continuo. Cuando se utilicen cables o cordones flexibles, deben: 1) ser de un tipo aprobado para uso extrapesado; 2) contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra que cumpla lo establecido en el Artículo 400-23; 3) ir firmemente conectados a los terminales o conductores de suministro de manera que se eviten desconexiones

accidentales; 4) estar sujetos por abrazaderas u otros medios de sujeción de modo que no causen tensión mecánica en las conexiones con los terminales, y 5) estar dotados de los sellos cortafuegos adecuados cuando entren en cajas, accesorios o encerramientos a prueba de explosión.

Excepción. *Lo establecido en los Artículos 501-3.b).6) y 501-4.b).*

Se consideran equipos eléctricos utilitarios portátiles las bombas eléctricas sumergibles que se pueden sacar sin entrar en el pozo. Se permite tender el cable flexible a través de una canalización adecuada, instalada entre el pozo y la fuente de alimentación.

Se consideran equipos eléctricos utilitarios portátiles las mezcladoras eléctricas destinadas para viajar dentro y fuera de tanques de mezclado de tipo abierto.

Nota. Para los cables flexibles expuestos a líquidos que puedan tener efectos corrosivos sobre el aislamiento de los conductores, véase el Artículo 501-13.

501-12. Tomacorrientes y clavijas en lugares Clase I Divisiones 1 y 2.

Los tomacorrientes y clavijas deben ser de un tipo que ofrezca conexión con el conductor de puesta a tierra de un cordón flexible y estar aprobados para su uso en esos lugares.

Excepción. *Lo establecido en el Artículo 501-3.b).6).*

501-13. Aislamiento de los conductores en lugares Clase I Divisiones 1 y 2.

Cuando puedan acumularse líquidos o vapores condensados o entrar en contacto con el aislamiento de los conductores, dicho aislamiento debe ser de un tipo resistente a tales líquidos o

vapores o debe estar protegido por un blindaje de plomo u otros medios aprobados.

Anexo:

Recipientes y los enchufes, Clase I, Divisiones 1 y 2 Los receptáculos y clavijas deben ser del tipo Provisión para la conexión con el conductor flexible y se identificará la ubicación.

La figura 501-21 muestra un receptáculo de explosión y enchufe con un interruptor de enclavamiento. El diseño de este dispositivo es tal que cuando el interruptor está en la posición de encendido, el enchufe, no se puede quitar. Además, el interruptor no puede ser colocado en la posición cuando el enchufe se ha quitado; es decir, el enchufe no puede insertarse o eliminarse a menos que el interruptor este en la posición de apagado. El recipiente es sellado de fábrica, con una disposición para la entrada de rosca-conducto para el interruptor

Figura 501-21 Interruptor de enclavamiento.



(Cortesía de Appleton Eléctric, Co. Grupo eléctrico de bienes y servicios ambientales)

501-14. Sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto.

a) Clase I División 1.

Todos los aparatos y equipos de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto en lugares Clase I División 1, independientemente de su tensión, deben estar aprobados para lugares Clase I División 1 y su instalación debe cumplir lo establecido

en los Artículos 501-4.a) y 501-5.a) y c).

b) Clase I División 2.

Los sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto en lugares Clase I División 2 deben cumplir las siguientes condiciones:

1) Contactos. Los interruptores, interruptores automáticos y contactos de cierre y apertura de los pulsadores, relés, campanas de alarma y sirenas, deben estar en encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1 según el Artículo 501-3.a).

***Excepción.** Se permite utilizar encerramientos de propósito general si los contactos de corte de corriente están a) sumergidos en aceite, o b) metidos en una cámara herméticamente cerrada contra la entrada de gases o vapores, o c) en circuitos no incendiarios, o d) parte de un conjunto no incendiario certificado.*

2) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, dispositivos con resistencias, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares deben cumplir lo establecido en el Artículo 501-3.b).2).

3) Fusibles y pararrayos. Los dispositivos de protección contra rayos y los fusibles deben ir instalados en encerramientos. Se permite que esos encerramientos sean de propósito general.

4) Alambrado y sellado. Todo el alambrado debe cumplir lo establecido en los Artículos 501-4.b) y 501-5.b) y c).

Figura 501-22 Dispositivos de señalización acústica.



Dispositivos de señalización acústica, tales como campanas, sirenas y bocinas, por lo general implican hacer contactos que son capaces de producir una chispa de suficiente de energía para provocar la ignición de una mezcla atmosférica peligrosa.

Si se utiliza en áreas Clase I, por lo tanto, este tipo de equipos, como se muestra en la figura 501-22, debe ser contra explosiones.

501-15. Partes energizadas expuestas en lugares Clase I Divisiones 1 y 2.

En los lugares Clase I Divisiones 1 y 2 no debe haber partes energizadas expuestas.

501-16. Puesta a tierra en los lugares Clase I Divisiones 1 y 2.

El alambrado y los equipos en los lugares Clase I Divisiones 1 y 2 se deben poner a tierra según se establece en la Sección 250 y además cumplir los siguientes requisitos:

a) Conexiones equipotenciales.

Las conexiones equipotenciales se deben hacer mediante accesorios u otros medios adecuados para ese propósito. Como medio de conexión equipotencial no se debe depender del contacto de las boquillas de tipo con contratuerca o con doble contratuerca. Los medios para conexiones equipotenciales se deben aplicar a todas las canalizaciones,

accesorios, cajas, armarios, etc., involucrados entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o de un sistema derivado independiente.

Excepción. Los medios específicos para conexión equipotencial solo se requieren hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado de la red de los medios de desconexión de la edificación o estructura, como se especifica en los Artículos 250-24.a), b) y c), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito ramal esté ubicada del lado de la carga de los medios de desconexión.

Nota. Para otros requisitos de las conexiones equipotenciales en lugares peligrosos (clasificados), véase el Artículo 250-78.

250-78. Conexiones equipotenciales en lugares peligrosos (clasificados).

Con independencia de la tensión de una instalación eléctrica, se debe asegurar la continuidad eléctrica de las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos, canalizaciones y otros encerramientos en los lugares peligrosos (clasificados) que define la Sección 500, por cualquiera de los medios especificados para las acometidas en el Artículo 250-72 y que estén aprobados para el método de instalación utilizado.

250-72. Método de conexión equipotencial del equipo de acometida. La continuidad eléctrica del equipo de acometida debe estar asegurada por uno de los métodos especificados en los siguientes apartados a) a e):

a) Conductor de acometida puesto a tierra. Conectando

equipotencialmente el equipo al conductor de acometida puesto a tierra por alguno de los métodos del Artículo 250-113.

b) Conexiones roscadas. Cuando haya tubo metálico rígido o tubo metálico intermedio, las uniones mediante conexiones roscadas o tubos roscados en los armarios y encerramientos se deben apretar con llave.

c) Conexiones y conectores sin rosca. Apretando las conexiones y conectores sin rosca de tubo metálico rígido, tubo metálico intermedio y tubería metálica eléctrica hermética a los líquidos. No se deben usar tuercas ni pasacables estándar para las conexiones equipotenciales que requiere este Artículo.

d) Puentes de conexión equipotencial. Los puentes de conexión equipotencial que cumplan los demás requisitos de esta Sección se deben usar alrededor de bocados concéntricos o excéntricos perforados o dispuestos de cualquier otra forma que impida la conexión eléctrica a tierra.

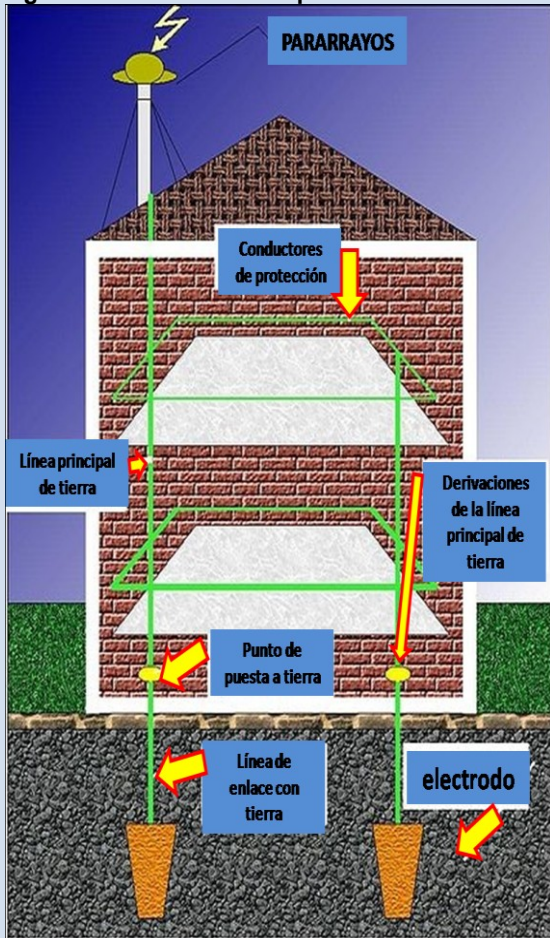
e) Otros dispositivos. Otros dispositivos aprobados, como tuercas y pasacables del tipo de conexión equipotencial.

b) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos.

Cuando se utilice tubo metálico flexible o tubo metálico flexible hermético a los líquidos, como permite el Artículo 501-4.b) y se empleen esos tubos como el único medio de puesta a tierra de los equipos, se deben instalar puentes de conexión equipotencial internos en paralelo con cada tubo conduit y que cumplan lo

establecido en el Artículo 250-79.

Figura 501-23 Sistema de puesta a tierra.



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

a) Material. Los puentes de conexión equipotencial principal y de equipos deben ser de cobre u otro material resistente a la corrosión. Un puente de conexión equipotencial principal o según lo exigido por el Artículo 250-26.a), debe ser un alambre, barra conductora, tornillo o conductor adecuado similar.

b) Construcción. Cuando el puente de conexión equipotencial principal sea un solo tornillo, este se debe identificar mediante un color verde que sea bien visible una vez el tornillo esté instalado.

c) Sujeción. Los puentes de conexión

equipotencial principal y de equipos se deben sujetar según lo que establecen las disposiciones pertinentes del Artículo 250-113 para los circuitos y equipos y el Artículo 250-115 para los electrodos de puesta a tierra.

d) Calibre de los puentes de conexión equipotencial de los equipos del lado de alimentación de la acometida y del principal. El puente de conexión equipotencial no debe ser de menor calibre que el establecido en la Tabla 250-94 para los conductores del electrodo de puesta a tierra. Cuando los conductores de fase de acometida sean de más de $557,37 \text{ mm}^2$ (1 100 kcmils) en cobre o $886,73 \text{ mm}^2$ (1 750 kcmils) en aluminio, el puente de conexión equipotencial debe tener un calibre no menor al 12,5 % del calibre del mayor conductor de fase excepto que, cuando los conductores de fase y el puente de conexión equipotencial sean de distinto material (cobre o aluminio) el calibre mínimo del puente de conexión equipotencial se debe calcular sobre la hipótesis del uso de conductores de fase del mismo material que el puente y con una capacidad de corriente equivalente a la de los conductores de fase instalados. Cuando se monten conductores de acometida en paralelo en dos o más canalizaciones o cables, el puente de conexión equipotencial de los equipos, si discurre con esas canalizaciones o cables, debe instalarse en paralelo. El calibre del puente de conexión equipotencial de cada canalización o cable se debe calcular a partir del calibre de los conductores de acometida en cada cable o conducto. El puente de conexión equipotencial de la canalización o blindaje del cable del conductor del electrodo de puesta a tierra, como indica el Artículo 250-92.b) debe ser del mismo calibre o mayor que el correspondiente conductor del electrodo de puesta a tierra que vaya en el cable o canalización. En sistemas de corriente continua, el calibre del puente de conexión equipotencial no

debe ser menor al del conductor de puesta a tierra del sistema, tal como lo especifica el Artículo 250-93.

e) Calibre del puente de conexión equipotencial en el lado de la carga de la acometida. El puente de conexión equipotencial de los equipos a la salida de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida debe tener un calibre no menor al que aparece en la Tabla 250-95. Se permite conectar con un solo puente de conexión equipotencial común continuo, dos o más canalizaciones o cables, si el puente tiene un calibre de acuerdo con la Tabla 250-95 para el mayor de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que protege los circuitos conectados al mismo.

Excepción. *No es necesario que el puente del equipo sea de mayor calibre que los conductores de los circuitos que lo alimentan, pero no debe ser menor a 2,08 mm² (14 AWG).*

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

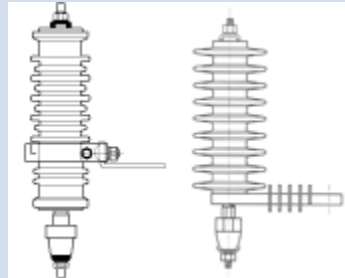
501-17. Protección contra impulsos de tensión.

a) En lugares Clase I División 1.

Los descargadores de sobretensión, incluyendo su instalación y conexión deben cumplir lo establecido en la Sección 280. Los descargadores de sobretensión y condensadores se

deben instalar en encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1. Los condensadores de protección contra impulsos de tensión deben ser de un tipo diseñado y fabricado para ese servicio específico.

Figura 501-24 Descargadores de sobretensiones.



Descargadores de sobretensiones ZnO poliméricos monocolumna hasta 220 kV de clases 2, 3 y 4, descargadores de sobretensiones ZnO porcelana monocolumna hasta 400 kV de clases 2, 3 y 4, descargadores de sobretensiones ZnO poliméricos modulares serie-paralelo hasta 500 kV de las clases 3, 4 y 5, descargadores para protección de líneas 11-33 kV en configuración aislada (sistemas en delta), descargadores tipo suspensión para instalación en líneas de 33-132 kV, descargadores de transmisión para líneas de 132 kV a 500 kV y equipos contadores de descargas.

b) En lugares Clase I División 2.

Los descargadores de sobretensión, como los varistores de óxidos metálicos (MOV), tipo sellado, no deben producir arcos; los condensadores de protección contra impulsos de tensión deben ser de un tipo diseñado y fabricado para ese servicio específico. Su instalación y conexiones deben cumplir con lo establecido en la Sección 280.

Se permite que los encerramientos sean de propósito general. Las protecciones contra impulsos de tensión de tipo distinto al anteriormente descrito, se deben

instalar en encerramientos aprobados para lugares Clase I División 1.

Figura 501-25 Descargadores de sobretensiones división clase 2.



501-18. Circuitos ramales multiconductores.

No están permitidos los circuitos ramales multiconductores en los lugares Clase I División 1.

***Excepción.** Cuando el(los) dispositivo(s) de desconexión del circuito abra(n) de forma simultánea todos los conductores no puestos a tierra del circuito multiconductor.*

SECCIÓN 502. LUGARES CLASE II**Contenido**

SECCIÓN 502. LUGARES CLASE II

- 502-1. Generalidades.
- 502-2. Transformadores y condensadores.
 - a) Clase II División 1.
 - b) Clase II División 2.
- 502-4. Métodos de alambrado.
 - a) Clase II División 1.
 - b) Clase II División 2.
- 502-5. Sellado, lugares Clase II Divisiones 1 y 2.
- 502-6. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.
 - a) Clase II División 1.
 - b) Clase II División 2.
- 502-7. Transformadores y resistencias de control
 - a) Clase II División 1.
 - b) Clase II División 2.
- 502-8. Motores y generadores.
 - a) Clase II División 1.
 - b) Clase II División 2.
- 502-9. Ductos de ventilación.
 - a) Clase II División 1.
 - b) Clase II División 2.
- 502-10. Equipos eléctricos utilitarios.
 - a) Clase II División 1.
 - b) Clase II División 2.
- 502-11. Equipos de alumbrado.
 - a) Clase II División 1.
 - b) Clase II División 2.
- 502-12. Cables y cordones flexibles en lugares Clase II Divisiones 1 y 2.
- 502-13. Tomacorrientes y clavijas.
 - a) Clase II División 1.
 - b) Clase II División 2.
- 502-14. Sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto; medidores, instrumentos y relés.
 - a) Clase II División 1.
 - b) Clase II División 2.
- 502-15. Partes energizadas en lugares Clase II Divisiones 1 y 2.
- 502-16. Puesta a tierra en lugares Clase II Divisiones 1 y 2.
 - a) Conexiones equipotenciales.
 - b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos.
- 502-17. Protección contra impulsos de tensión en lugares Clase II Divisiones 1 y 2.
- 502-18. Circuitos ramales multiconductores.

502-1. Generalidades.

Al alambrado y equipos eléctricos en lugares clasificados como de Clase II en el Artículo 500-8, se les aplican las normas generales de este *Código*.

Excepción 1. *Las modificaciones de esta Sección.*

Para efectos de esta Sección, "a prueba de ignición de polvos" quiere decir cerrado en un lugar que evite la entrada de polvo y que, cuando está instalado y protegido de acuerdo con las disposiciones de este *Código*, no permite que se generen en el encerramiento o salgan de él arcos, chispas o calor que puedan causar la ignición de acumulaciones externas o suspensiones de determinados polvos que haya dentro o en las cercanías del encerramiento.

Nota. Para más información sobre encerramientos a prueba de ignición de polvos, véanse los encerramientos tipo 9 en *Enclosures for Electrical Equipment, ANSI/NEMA 250-1991*, y *Explosionproof and Dust-Ignitionproof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations, ANSI/UL 1203-1988*.

Los equipos instalados en lugares Clase II deben ser capaces de funcionar a plena potencia nominal sin dar lugar a temperaturas superficiales tan altas que puedan causar deshidratación excesiva o carbonización gradual de los depósitos de polvos orgánicos que pudieran producirse.

Nota. El polvo carbonizado o excesivamente seco es altamente susceptible de producir autoignición espontánea.

Los equipos y alambrado del tipo definido en la Sección 100 como a prueba de explosión no son necesarios y no son

aceptables en lugares Clase II, a menos que estén aprobados para ello.

Cuando haya presentes polvos de Clase II Grupo E en cantidades peligrosas, estos lugares se deben clasificar en la División 1.

502-2. Transformadores y condensadores.

a) Clase II División 1.

En los lugares Clase II División 1, los transformadores y condensadores deben cumplir los siguientes requisitos:

1) Los que contengan un líquido inflamable. Los transformadores y condensadores que contengan un líquido inflamable se deben instalar solo en bóvedas aprobadas que cumplan lo establecido en los Artículos 450-41 a 450-48 y, además: 1) los vanos de las puertas u otras aberturas que comuniquen con el lugar de División 1 deben tener a ambos lados de la pared puertas cortafuegos que se cierren solas y las puertas deben estar montadas con cuidado y dotadas de sellos adecuados (por ejemplo, de intemperie) para reducir al mínimo la entrada de polvo en la bóveda; 2) las aberturas y ductos de ventilación deben comunicar únicamente con el aire exterior (ambiente no clasificado); y 3) se deben proporcionar aberturas adecuadas para alivio de presión que comuniquen con el aire exterior (ambiente no clasificado).

2) Los que no contengan un líquido inflamable. Los transformadores y condensadores que no contengan un líquido inflamable deben: 1) instalarse en bóvedas que cumplan lo establecido en los Artículos 450-41 a 450-48 ó 2) estar aprobados como un ensamble

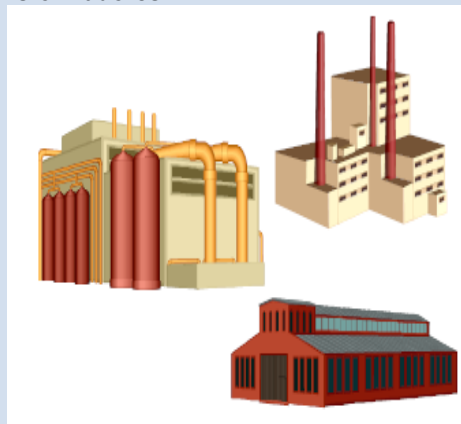
completo, incluidas sus conexiones terminales, para lugares Clase II.

C. BÓVEDAS PARA TRANSFORMADORES

450-41. Ubicación.

Siempre que sea posible, las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas con aire exterior sin necesidad de utilizar ductos o canales.

Figura 502-26 las bóvedas para transformadores



450-42. Paredes, techo y piso.

Las paredes y techos de las bóvedas para transformadores deben estar hechos de materiales con resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra deben ser de hormigón y de un espesor mínimo de 0,10 m, pero si la bóveda está construida teniendo por debajo un espacio vacío u otras plantas (pisos) del edificio, el piso debe tener una resistencia estructural adecuada para soportar la carga impuesta sobre él y debe tener una resistencia mínima al fuego de tres horas. A efectos de este Artículo no son aceptables las bóvedas con listones y paneles en las paredes.

Notas:

1) Para más información, véanse *Method for Fire Tests of Building*

Construction and Materials, ANSI/ASTM E119-88, y Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials, ANSI/NFPA 251-1995.

2) Un elemento típico con tres horas de resistencia al fuego es el concreto reforzado de 0,15 m de espesor.

Excepción. Cuando los transformadores estén protegidos por sistemas de rociadores automáticos de agua, dióxido de carbono o halón, se permite que la construcción tenga una (1) hora de resistencia al fuego.

450-43. Vanos de puertas.

Los vanos de puertas de las bóvedas para transformadores se deben proteger como sigue:

a) Tipo de puerta. Todos los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta la bóveda de transformadores, deben estar dotados con una puerta de cierre hermético y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Cuando las condiciones lo requieran, se permite que la autoridad competente exija una puerta de este tipo en los muros exteriores.

Excepción. Cuando los transformadores estén protegidos por sistemas de rociadores automáticos de agua, dióxido de carbono o halón, se permite que la puerta tenga una hora de resistencia al fuego.

b) Umbrales (brocales). Las puertas deben tener un umbral o brocal de altura suficiente para recoger dentro de la bóveda el aceite del transformador más grande que pudiera haber. En ningún caso la altura del umbral debe ser menor a 0,10 m.

c) Cerraduras. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras y mantenerse cerradas, permitiéndose el acceso sólo

a personas calificadas. Las puertas para el personal deben abrirse hacia fuera y estar dotadas de barras antipánico, placas de presión u otros dispositivos que las mantengan normalmente cerradas pero que se abran por simple presión.

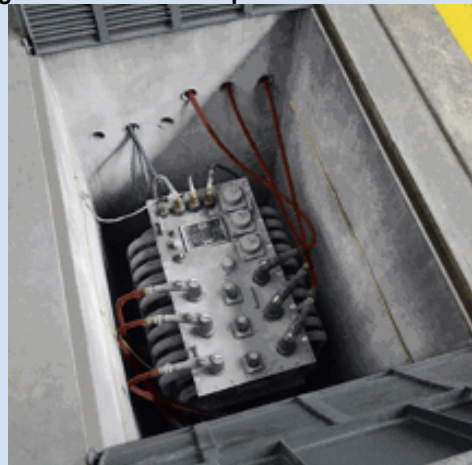
450-45. Aberturas de ventilación.

Cuando lo exija el Artículo 450-9, se deben practicar aberturas para ventilación de acuerdo con los siguientes apartados a al f:

a) Ubicación. Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles.

b) Disposición. Se permite que una bóveda ventilada por circulación natural de aire tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas de ventilación necesarias en una o más aberturas cerca del piso y la restante en una o más aberturas en el techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda la superficie de ventilación necesaria esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él.

Figura 502-27 Bóveda para transformadores.



La Figura 502-27 muestra una bóveda en la que se menciona todos los instrumentos necesarios para mantener los transformadores correctamente protegidos.

c) Tamaño. En una bóveda ventilada por circulación natural del aire procedente del exterior, el área neta total de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser menor a 1 936 mm² por kVA de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen menos de 50 kVA, en ningún caso el área neta debe ser menor a 0,093 m².

d) Cubiertas. Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas duraderas, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.

e) Compuertas (dampers). Todas las aberturas de ventilación que den al interior deben estar dotadas de compuertas de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio que se produzca en el interior de la bóveda.

Dichas compuertas deben tener una resistencia al fuego no menor a 1,5 horas.

Nota. Véase *Standard for Fire Dampers*, ANSI/UL 555-1990.

f) Ductos. Los ductos de ventilación deben ser de material resistente al fuego.

450-46. Drenaje.

Cuando sea posible, las bóvedas para transformadores que contengan transformadores de más de 100 kVA deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua que se produzca en la bóveda, a no ser que por las condiciones locales resulte imposible. Cuando exista drenaje, el piso debe estar inclinado hasta el drenaje.

450-47. Tuberías de agua y accesorios.

En las bóvedas para transformadores no deben entrar ni atravesarlos sistemas de conductos o tuberías ajenos a la instalación eléctrica. No se consideran ajenos a la instalación eléctrica las tuberías u otros aparatos para la protección de las bóvedas contra incendios o para la ventilación de los transformadores.

450-48. Almacenaje en las bóvedas.

Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para almacenaje de materiales.

3) Polvos metálicos. No se deben instalar transformadores ni condensadores en lugares donde puedan estar presentes polvos de magnesio, aluminio, bronce-aluminio u otros polvos metálicos de características peligrosas similares.

b) Clase II División 2.

En los lugares Clase II División 2, los transformadores y condensadores deben cumplir las siguientes condiciones:

1) Los que contengan líquido inflamable. Los transformadores y condensadores que contengan líquido inflamable se deben instalar en bóvedas que cumplan lo establecido en los Artículos 450-41 a 450-48.

2) Que contengan Askarel. El uso de transformadores que contengan Askarel está prohibido en Colombia. Véase definición de "Askarel" en la Sección 100.

Askarel: término genérico de un grupo de hidrocarburos aromáticos sintéticos, resistentes al fuego, clorados, usados como líquidos de aislamiento eléctrico. Tienen la propiedad de que bajo condiciones de arco, cualquier gas producido consistirá predominantemente de hidrógeno clorado no combustible con la más pequeña cantidad de gases combustibles no son biodegradables.

Nota. Véase la norma NTC 317, *Electrotecnia. Transformadores de Potencia y Distribución. Terminología*. El uso de este líquido en transformadores está prohibido en Colombia. Askarel es una patente de Don Macornick, otros nombres comerciales son INERTEGN y CHOFEN.

Anexo 502.1 Hasta mediados de los años 70, el líquido elegido para los transformadores era una mezcla de bifenilos policlorados (pcb's) y bencenos clorados (tcb's) los nombres comerciales incluían askarel, aroclors, piranol, inerteen y chlorextol.

3) Transformadores tipo seco. Los transformadores tipo seco se deben instalar en bóvedas o deben: 1) tener sus devanados y conexiones terminales encerrados en carcasas metálicas herméticas sin ventilación ni otras aberturas y 2) operar a no más de 600 V nominales.

502-4. Métodos de alambrado.

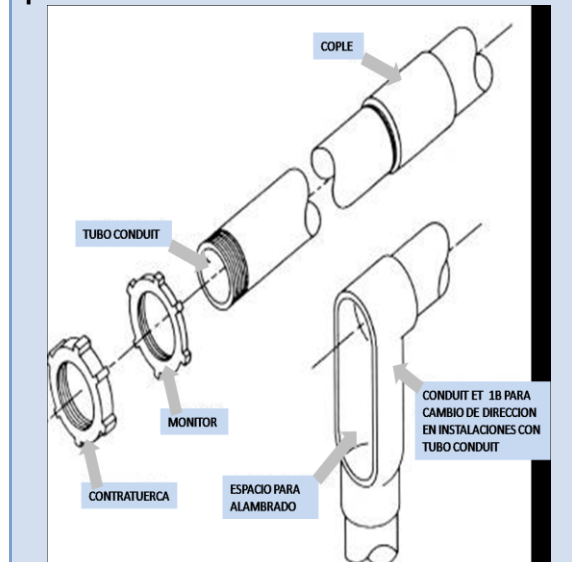
Los métodos de alambrado deben cumplir los siguientes requisitos a) y b):

a) Clase II División 1.

En los lugares Clase II División 1, el método de alambrado utilizado debe ser tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid) roscado NPT, tubo conduit de acero intermedio (tipo IMC) roscado NPT o cables tipo MI con accesorios de terminación aprobados para esos

lugares. Los cables tipo MI se deben instalar y soportar de modo que se eviten los esfuerzos mecánicos en los accesorios de sus terminaciones.

Figura 502-29 Tubo conduit metálico rígido especial para alambrado en paredes.



Excepción. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garantizan que sólo acceden a la instalación personas calificadas, se permite utilizar cables tipo MC certificados para su uso en lugares Clase II División 1, con blindaje continuo de aluminio corrugado hermético a gases y vapores y una chaqueta externa de material polímero adecuado, con conductores separados de puesta a tierra que cumplan lo establecido en el Artículo 250-95 y dotados de accesorios terminales certificados para esa aplicación.

250-95. Calibre de los conductores de puesta a tierra de los equipos.

El calibre de los conductores de puesta a tierra de los equipos, de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre, no debe ser menor al especificado en la Tabla

250-95. Cuando haya conductores en paralelo en varios conductos o cables el conductor de puesta a tierra de los equipos, cuando exista, debe estar instalado en paralelo. Cada conductor de puesta a tierra de equipos instalado en paralelo debe tener un calibre determinado sobre la base de la corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja los conductores del circuito en el conducto o cable, según la Tabla 250-95.

Cuando se instalen conductores de varios calibres para compensar caídas de tensión, los conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando deban instalarse, se deberán ajustar proporcionalmente según su sección transversal. Cuando un conductor sencillo de puesta a tierra de equipos vaya con circuitos múltiples en el mismo conducto o cable, su calibre se debe determinar de acuerdo con el mayor dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja a los conductores del mismo conducto o cable.

Si el dispositivo de protección contra sobrecorriente consiste en un interruptor automático de circuitos con disparo instantáneo o un protector de un motor contra cortocircuitos, como permite el Artículo 430-52, el calibre del conductor de puesta a tierra de los equipos se puede calcular de acuerdo con la corriente nominal del dispositivo de protección del motor contra sobrecarga, pero no debe ser menor al especificado en la Tabla 250-95.

Excepciones:

1) *Un conductor de puesta a tierra de equipos no menor a 0,82 mm² (18 AWG) de cobre ni menor que los conductores del circuito y que forme parte de cables o cordones de artefactos.*

2) *No es necesario que el conductor*

de puesta a tierra de los equipos sea de mayor sección transversal que los conductores de los circuitos de suministro de los equipos.

3) *Cuando se use como conductor de puesta a tierra de los equipos un conducto o armadura o blindaje de cable.*

Tabla 250-95. Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos.

Corriente o ajuste máxima del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, conductos, etc. (amperios)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre.*	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2, 08	14	3, 30	12
20	3, 30	12	5, 25	10
30	5, 25	10	8, 36	8
40	5, 25	10	8, 36	8
60	5, 25	10	8, 36	8
100	8, 36	8	13, 29	6
200	13, 29	6	21, 14	4
300	21, 14	4	33, 62	2
400	26, 66	3	42, 20	1
500	33, 62	2	53, 50	1/0
600	42, 20	1	67, 44	2/0
800	53, 50	1/0	85, 02	3/0
1 000	67, 44	2/0	107,21	4/0
1 200	85, 02	3/0	126,67	250
1 600	107,21	4/0	177,34	350
2 000	126,67	250	202, 68	400
2 500	177 34	350	304, 02	600
3 000	202,68	400	304, 02	600
4 000	253,25	500	405, 36	800
5 000	354,69	700	608, 04	1 200
6 000	405 36	800	608, 04	1 200

*Véanse limitaciones a la instalación en el artículo 250-92.a).

1) **Accesorios y cajas.** Los accesorios y cajas deben estar dotados de salientes roscadas para conectar las terminaciones de los tubos conduit o los cables, deben tener tapa con accesorio de cierre y no tener aberturas (como agujeros

para los tornillos de fijación) a través de las cuales pudiera entrar polvo, salir chispas o material ardiendo. Los accesorios y cajas en los que se hagan derivaciones, uniones o conexiones con los terminales o que se utilicen en lugares donde haya polvos combustibles o de naturaleza conductiva de electricidad, deben estar aprobados para lugares Clase II.

En la Clase II División 1, las cajas o accesorios, tales como conducto "L" "T", "o" "C" accesorios, que contienen empalmes, grifos, o terminaciones deben ser del tipo roscado con closefitting. No puede haber agujeros de la caja o de los accesorios, tales como los agujeros de montaje, que permita que el polvo entre o chispas o material en llamas. Si se utilizan según lo estipulado anteriormente, el equipo debe estar aprobado para áreas Clase II, por lo general del tipo de ignición de polvo o de presión.

Cajas o accesorios del tipo descrito en el párrafo anterior que no incluya los empalmes, grifos, o terminaciones deben ser herméticas al polvo, con rosca para la conexión de los conectores del conducto o cable.

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario utilizar conexiones flexibles, se deben utilizar conectores flexibles herméticos al polvo, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados o cordones flexibles aprobados para uso extra pesado y provistos de accesorios con pasacables. Cuando se utilicen cordones flexibles, deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-12. Cuando las conexiones flexibles estén expuestas a aceite u otras

condiciones corrosivas, el aislamiento de los conductores debe ser de un tipo aprobado para esas condiciones o estar protegido por una chaqueta adecuada.

Nota. Para puesta a tierra cuando se usa tubo conduit flexible, véase el Artículo 502-16.b).

Debido a la posibilidad de daño físico al cable tipo MC, su aplicación en la Clase II, División 1 se limita a los cables que se mencionan específicamente para su uso en la Clase II, División 1 y se instala en las instalaciones que tienen a tiempo completo.

b) Clase II División 2.

En lugares Clase II División 2, el método de alambrado empleado debe ser tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid), tubo conduit metálico intermedio (tipo IMC), tuberías eléctricas metálicas (tipo EMT), canalizaciones herméticas al polvo o cables tipo MC o MI con terminales aprobados o cables tipo PLTC o ITC en bandejas portacables o tipo MC, MI o TC instalados en bandeja portacables en escalera, ventilada o de canal ventilado en una sola capa con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso.

Excepción. Se permite que el alambrado en circuitos no incendiarios se haga utilizando cualquiera de los métodos adecuados para lugares no clasificados.

1) Canalizaciones, accesorios y cajas. Las canalizaciones, accesorios y cajas en las que haya derivaciones, uniones o conexiones con los terminales, deben estar diseñados para minimizar la entrada de polvo y además 1) estar dotados de tapas telescópicas, con accesorio

de cierre o de otro medio eficaz que evite la salida de chispas o material ardiendo y 2) no deben tener aberturas (como agujeros para tornillos de fijación) a través de las cuales, una vez terminada la instalación, puedan salir chispas, material ardiendo o a través de las cuales materiales combustibles adyacentes puedan comenzar la ignición.

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles, se aplican las disposiciones del anterior apartado a).2).

502-5. Sellado, lugares Clase II Divisiones 1 y 2.

Cuando una canalización comunique a un encerramiento a prueba de ignición de polvos con otro que no deba estarlo, se deben instalar los medios adecuados para evitar la entrada de polvo por la canalización en el encerramiento a prueba de ignición. Se permite utilizar uno de los siguientes medios: 1) un sello eficaz y permanente; 2) una canalización horizontal no menor a 3,0 m de largo o 3) una canalización vertical no menor a 1,50 m de largo que se prolongue hacia abajo desde el encerramiento a prueba de ignición.

Figura 502-30 Caja de acero.



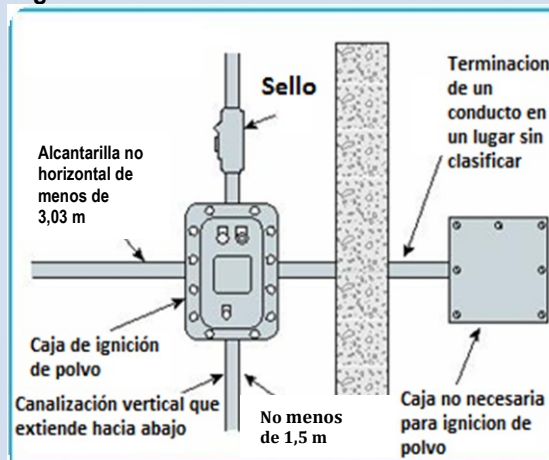
Caja de conexiones con los centros de rosca, adecuado para su uso en la Clase II, Grupo E atmósferas peligrosas. (Cortesía de Appleton Eléctric, Co.)

Grupo eléctrico de bienes y servicios ambientales)

Cuando una canalización comunique a un encerramiento que deba ser a prueba de ignición de polvos con otro ubicado en un lugar no clasificado, no serán necesarios sellos.

Estos requisitos proporcionan tres formas adecuadas para evitar que entre polvo en cajas de ignición de polvo a través de la alcantarilla. Un sello en la pista de rodadura, una separación horizontal entre cajas de no menos de 3 m (10 pies), o una separación vertical entre cajas de no menos de 1.5 m (5 pies) en un camino de rodadura se extiende hacia abajo desde una caja de ignición de polvo son los métodos de sellado en áreas Clase II y se muestran en el Anexo 502.2.

Figura 502-31 Sellos.



Anexo 502.2: La obligación de proporcionar un sello se aplica si se conecta una alcantarilla de un recinto que se necesita para estar protegido del polvo de ignición de a uno que no está obligado a ser polvo-ignición. Si un conducto se extiende desde una caja de polvo de ignición de una ubicación sin clasificar, no es necesario para proporcionar un sello en esa alcantarilla. Sellado de accesorios diseñados para su uso en áreas Clase I son aceptables. Sin

embargo, debido a que la clase I ubicación de presión con pilotes consideraciones no son inherentes a la Clase II, sellos de conducto no están obligados a ser prueba de explosiones. Sellos de conduit se espera sólo para evitar la migración de polvo en cajas de ignición de polvo. Ningún método de sellado que se necesita en la especial, pero no inusual situación, en los que el polvo no puede entrar en la pista de rodadura en la peligrosa (clasificada).

Los accesorios de sellado deben ser accesibles. No se requiere que los sellos sean a prueba de explosión.

Nota. La masilla eléctrica se considera un método de sellado.

502-6. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.

a) Clase II División 1.

Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles instalados en los lugares Clase II División 1 deben cumplir los siguientes requisitos:

1) Tipo requerido. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluidos pulsadores, relés y dispositivos similares instalados para interrumpir el paso de la corriente durante el funcionamiento normal o donde pueda haber polvos combustibles de una naturaleza eléctricamente conductiva, deben estar instalados en encerramientos aprobados a prueba de ignición de polvos.

2) Seccionadores (interruptores de separación). Los interruptores de separación y desconectores que no contengan fusibles y no estén destinados para interrumpir el paso

de corriente ni donde pueda haber polvos eléctricamente conductivos, deben estar dotados de encerramientos metálicos herméticos, diseñados para minimizar la entrada de polvo y que además: 1) deben estar equipados con tapas telescópicas, con accesorio de cierre o con otro medio eficaz que evite el escape de chispas o de material ardiendo y 2) no deben tener aberturas (como agujeros para tornillos de fijación) a través de las cuales, una vez terminada la instalación, puedan escapar chispas o material ardiendo o a través de las cuales se pueda comenzar la ignición de materiales combustibles adyacentes.

3) Polvos metálicos. En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio y bronce-aluminio u otros metales peligrosos de características similares, los fusibles, interruptores, controladores de motores e interruptores automáticos deben estar en encerramientos que estén aprobados específicamente para esos lugares.

b) Clase II División 2.

Los encerramientos de fusibles, interruptores, interruptores automáticos y controladores de motores instalados en lugares Clase II División 2, incluidos los pulsadores, relés y dispositivos similares, deben ser herméticos al polvo.

Los equipos eléctricos requeridos en áreas Clase II son diferente del requerido para ubicaciones Clase I. Cajas a prueba de ignición de polvo para áreas Clase II no se requieren que sean a prueba de explosiones. Sin embargo, los equipos a prueba de explosiones se permiten ser utilizados en áreas Clase II, teniendo en cuenta

que el equipo es identificado como adecuado para la División Clase II.

Los recintos de explosiones no son necesariamente a prueba de ignición de polvo. Pero pueden tener una forma diferente para minimizar la acumulación de polvo en la parte superior del armario o en cualquier protuberancias o salientes.

Recintos de explosiones, cuando se utilice en un entorno Clase II, no están obligados a sellar en una distancia de 18 pulgadas de la caja para completar el montaje de explosión, como se requiere en una clase I medio ambiente. Sin embargo, los recintos de explosión deberán estar provistos de sellos para evitar la entrada de partículas de polvo en la caja de ignición de polvo, en un tramo del conducto entre una caja de ignición de polvo y la caja de empalme.

Cuando el equipo se encuentra en una Clase II División 1 es probable que se produzcan arcos o chispas durante la operación normal, debido a esto se debe instalar en un recinto de ignición de polvo o de presión. Además, equipos generadores de calor, tales como transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, y los dispositivos de sobrecorriente asociados o mecanismos de conmutación, debe tener cajas de ignición de polvo o en locales a presión instalados de acuerdo con la norma NFPA 496, Norma para Purgado y presurizado Cajas para Equipos Eléctricos.

Se debe tener precaución con el polvo de metales, como el magnesio, aluminio u otros metales con características peligrosas, pueden estar presentes. Los recintos deberán ser aprobados específicamente para ese entorno (adecuado para la Clase II, División 1, Grupo E).

Anexo 502.3 en la figura 502-32 se muestra una estación de botón de ignición de polvo con la luz piloto que es conveniente para el uso en lugares Clase II, División 1.

Las cajas de ignición de polvo en equipos para la conmutación de dispositivos se pueden utilizar en lugares, Clase II, División 2 pero debido a la reducción del nivel de riesgo asociado con la División 2, las cajas herméticas al polvo también son permitidas.

Además de ser adecuado para la clase específica y la división, este tipo de equipos también deben ser adecuados para el grupo de polvo (s) (es decir, los grupos F, E y G) que estarán presentes en un determinado lugar peligroso clasificado).

Anexo 502.4: en la figura 502-33 se muestra un cuadro de distribución que es adecuado para su uso en áreas Clase II solamente. Muchos, pero no todos, los conmutadores o interruptores de circuito y sus cajas asociadas están aprobados para Clase I, División 1 son también aprobados para áreas Clase II. Siempre es importante buscar la inclusión e identificación de los peligros (clasificados) en que aparecen en la lista del equipo para su uso.

Figura 502-32 Interruptores de circuito.



Una estación de control de botón de ignición de polvo adecuado para su uso en la Clase II, Grupo E, F, G y lugares. (Cortesía de Appleton Eléctric, Co. Grupo eléctrico de bienes y servicios ambientales)

Figura 502-33 Estación de control.



Un tablero de polvo ignición para su uso en la Clase II, Grupo E, F, G y lugares. (Cortesía de Cooper Crouse-Hinds)

502-7. Transformadores y resistencias de control.

a) Clase II División 1.

Los transformadores de control, solenoides, bobinas, resistencias y cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente o mecanismo de conmutación asociado con ellos, instalados en lugares Clase II División 1, deben estar en encerramientos a prueba de ignición de polvos aprobados para lugares Clase II. No se debe instalar ningún transformador de control, bobina o resistencia en lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio y bronce-aluminio u otros metales peligrosos de características similares, si no están protegidos por un encerramiento aprobado para ese lugar específico.

b) Clase II División 2.

Los transformadores y resistencias instalados en lugares Clase II División 2 deben cumplir las siguientes condiciones:

1) Mecanismos de conmutación.

Los mecanismos de conmutación (incluidos los dispositivos de protección contra sobrecorriente) asociados con los transformadores de control, solenoides, bobinas y resistencias, deben estar instalados en encerramientos herméticos al polvo.

2) Bobinas y devanados.

Cuando no estén instalados en el mismo encerramiento de los mecanismos de conmutación, los transformadores de control, solenoides y bobinas, deben estar dotados de encerramientos metálicos herméticos sin aberturas de ventilación.

3) Resistencias. Las resistencias y dispositivos con resistencias deben instalarse en encerramientos a prueba de ignición de polvo aprobados para lugares Clase II.

Excepción. Cuando la temperatura máxima en funcionamiento normal de una resistencia no supere los 120 °C, se permite que las resistencias no ajustables o las que formen parte de un dispositivo de arranque automático estén en encerramientos que cumplan la anterior condición b).2).

502-8. Motores y generadores.

a) En lugares Clase II División 1.

Los motores, generadores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares Clase II División 1, deben estar:

1) Aprobados para lugares Clase II División 1, o

2) Totalmente encerrados ventilados por ductos, que cumplan las limitaciones de temperatura del Artículo 502-1.

b) En lugares Clase II División 2.

Los motores, generadores y otros equipos eléctricos rotativos instalados en lugares Clase II División 2 deben estar totalmente cerrados sin ventilar, totalmente cerrados ventilados por ductos, totalmente cerrados refrigerados por aire y agua, totalmente cerrados refrigerados por ventilador o en encerramientos a prueba de ignición de polvos cuya temperatura máxima exterior a plena carga cumpla lo establecido en el Artículo 500-5.f) en funcionamiento normal al aire libre (sin que se haya depositado una capa de polvo) y no deben tener aberturas externas.

Excepción. *Si la autoridad con jurisdicción estima que la acumulación de polvo no conductor y no abrasivo va a ser moderada, que las máquinas son fácilmente accesibles para su limpieza y mantenimiento rutinarios y que su temperatura máxima de funcionamiento no supera los 120 °C, puede permitir instalar alguno de los siguientes equipos:*

a. *Máquinas normalizadas tipo abierto sin contactos deslizantes ni mecanismos de interrupción centrífugos ni de otros tipos de interrupción, incluyendo dispositivos de protección contra sobrecorrientes, sobrecargas o sobrecalentamientos, o dispositivos de resistencia integrados.*

b. *Máquinas normalizadas tipo abierto con contactos deslizantes, mecanismos de interrupción o dispositivos de resistencia, instalados dentro de encerramientos herméticos al polvo*

sin aberturas de ventilación u otras aberturas.

c. *Máquinas autolimpiantes con motor tipo jaula de ardilla, para uso textil.*

Se pretende que la frase “otros equipos eléctricos rotativos” incluya frenos eléctricos, los frenos eléctricos están disponibles para la Clase II, Grupo E, F, G y lugares. A pesar de que algunos motores de explosión para Clase I, División 1 son de ignición de polvo y aprobado para la clase I y II, esto no es cierto para todos los motores. La marca siempre se debe revisar para asegurarse que el motor ha sido diseñado y probado para la ubicación de clase II implicada. Si el cableado de control del motor es necesario, de acuerdo con las instrucciones de instalación, el circuito de control debe estar instalado y conectado correctamente. La mayoría de los motores para áreas Clase II requieren una protección térmica interna para cumplir las limitaciones de temperatura en 500-8.

Figura 502-34 Motor totalmente cerrado sin ventilar.



502-9. Ductos de ventilación.

Los ductos de ventilación para motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotativas o para encerramientos de equipos eléctricos, deben ser metálicos de un espesor no menor a 0,5 mm (0,021 pulgadas) o de un material no combustible y deben cumplir las

siguientes condiciones: 1) estar conectados directamente a una fuente de aire limpio fuera del edificio; 2) tener rejillas en sus extremos exteriores para evitar la entrada de pájaros o de animales pequeños y 3) estar protegidos contra daños físicos, oxidación u otras influencias corrosivas.

Los ductos de ventilación deben cumplir además las siguientes condiciones a) y b):

a) Clase II División 1.

En los lugares Clase II División 1, los ductos de ventilación, incluidas sus conexiones con los motores o con los encerramientos a prueba de ignición de polvos para otros equipos, deben ser herméticos al polvo en toda su longitud. En las tuberías metálicas, los cordones (costuras) y uniones deben cumplir con una de las siguientes condiciones: 1) estar grabados y soldados; 2) estar sujetos con pernos y soldados; 3) estar soldados o 4) estar protegidos contra la entrada del polvo por cualquier otro medio igualmente efectivo.

b) Clase II División 2.

En los lugares Clase II División 2, los ductos de ventilación y sus conexiones deben ser suficientemente herméticos como para evitar la entrada de cantidades apreciables de polvo en los equipos o encerramientos ventilados y para evitar la salida de chispas, llamas o material ardiendo que pueda incendiar el polvo acumulado o los materiales combustibles que pueda haber a su alrededor. En los ductos metálicos se permiten las costuras de cierre y uniones grabadas o soldadas; cuando sea necesaria cierta flexibilidad, como en la conexión con los motores, se permiten juntas de dilatación herméticamente ajustadas.

Figura 502-35 Ducto de ventilación para maquinas rotativas a prueba de ignición de polvos.



502-10. Equipos eléctricos utilitarios.

a) Clase II División 1.

Todos los equipos eléctricos utilitarios instalados en lugares Clase II División 1 deben estar aprobados para lugares Clase II. Cuando pueda haber polvos de magnesio, aluminio, bronce-aluminio u otros metales peligrosos de características similares, tales equipos deben estar aprobados para ese lugar específico.

b) Clase II División 2.

Todos los equipos eléctricos utilitarios instalados en lugares Clase II División 2 deben cumplir las siguientes condiciones:

1) Calentadores. Los equipos eléctricos utilitarios calentados eléctricamente deben estar aprobados para lugares Clase II.

Excepción. *Los paneles radiadores de calefacción en encerramientos metálicos deben ser herméticos al polvo y estar rotulados según establece el Artículo 500-5.d)*

2) Motores. Los motores de equipos eléctricos utilitarios deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-8.b).

3) Interruptor, interruptores automáticos y fusibles. Los encerramientos de los interruptores, interruptores automáticos y fusibles, deben ser herméticos al polvo.

4) Transformadores, solenoides bobinas y resistencias. Los transformadores, solenoides, bobinas y resistencias deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-7.b).

502-11. Equipos de alumbrado.

Los equipos de alumbrado deben cumplir las siguientes condiciones a) y b):

a) Clase II División 1.

Los equipos de alumbrado, en los lugares Clase II División 1, deben cumplir las siguientes condiciones:

1) Equipos aprobados. Cada equipo debe estar aprobado para lugares Clase II División 1 y debe llevar claramente rotulada la potencia máxima de la bombilla, en vatios, para la cual está aprobado. En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio y bronce-aluminio u otros metales peligrosos de características similares, todos los equipos fijos o portátiles de alumbrado y sus equipos auxiliares deben estar aprobados para esos lugares específicos.

2) Daños físicos. Cada equipo se debe proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o mediante la utilización de rejillas protectoras.

3) Equipos colgantes. Los equipos colgantes deben estar suspendidos de tramos de tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid) roscado NPT, de tramos de tubo conduit intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT, de cadenas con accesorios aprobados o por cualquier otro medio aprobado.

Los tramos rígidos de más de 0,30 m de largo se deben apuntalar eficaz y permanentemente para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 0,30 m sobre el extremo inferior del tramo o tener cierta flexibilidad en forma de un accesorio o conector flexible aprobado para ese lugar, instalado a no más de 0,30 m del punto de unión a la caja o accesorio de soporte. Las uniones roscadas deben llevar tornillos de ajuste u otros medios eficaces para impedir que se aflojen. Cuando el alumbrado ubicado entre la caja de salida o accesorio y el equipo colgante no esté encerrado en un tubo conduit, se debe utilizar un cordón flexible aprobado para uso pesado e instalar sellos adecuados en el lugar por donde el cable entre en el equipo y en la caja de salida o accesorio. El cable o cordón flexible no se debe utilizar como medio de soporte del equipo.

Nota. Véase la Tabla 400-4 para los tipos de cables y cordones flexibles permitidos en lugares clasificados.

Tabla 400-4 Cables y cordones flexibles

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección AWG	Número de conductores o polos	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
					AWG	Mils					
Cordón para bombilla	C	18-20	2 o más	Termoplástico o termoendurecido	18-16 14-10	30 45	Algodón	Ninguno	Colgante portátil o	En lugares secos	No intenso
Cable de ascensores	E Nota 5 Nota 9 Nota 10	20-2	2 o más	Termoendurecido	20-16 14-12 12-10 8-2 20-16 14-12 12-10 8-2	20 30 45 60 20 30 45 60	Algodón Forro de nylon flexible	3 de algodón, uno exterior retardante llama y resist. humedad. Nota 3	Iluminación y control de ascensores	Lugares no peligrosos	
Cable de ascensores	EO Nota 5 Nota 10	20-2	2 o más	Termoendurecido	20-16 14-20 12-10 8-2	20 30 45 60	Algodón	3 de algodón, uno exterior retardante llama y resist. humedad. Nota 3 1 de algodón y forro de neopreno. Nota 3	Iluminación y control de ascensores	Lugares no peligrosos	Lugares peligrosos (clasificados)
Cable de ascensores	ET Nota 5 Nota 10	20-2	2 o más	Termoplástico	20-16 14-12 12-10 8-2	20 30 45 60	Rayón	3 de algodón o equivalente, uno exterior retardante llama y resist. humedad. Nota 3	Lugares no peligrosos		
	ETLB Nota 5 Nota 10			Ninguno							
	ETP Nota 5 Nota 10			Rayón			Termoplástico		Lugares peligrosos (clasificados)		
	ETT Nota 5 Nota 10			Ninguno			1 de algodón o equivalente y un forro termoplástico		Lugares peligrosos (clasificados)		
Cable eléctrico portátil	G	8-500 Kcmils	2-6 más el o los de tierra	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	60 80 95		Termoendurecido resistente al aceite	Portátil y uso extra-intenso		
Cordón de calentador	HPD	18-12	2, 3 o 4	Termoendurecido con amianto o sólo termoendurecido	18-16 14-12	15 30	Ninguno	Algodón o rayón	Calentadores portátiles	Lugares secos	No intenso
Cordón paralelo de calentador	HPN Nota 6	18-12	2 o 3	Termoendurecido resistente al aceite	18-16 14 12	45 60 95	Ninguno	Termoendurecido resistente al aceite	Portátil	Lugares húmedos	No intenso

Cordón de calentador con forro termoendurecido	HS	14-12	2, 3 o 4	Termoendurecido	18-16	30	Ninguno	Algodón termoendurecido y	Portátil o calentador portátil	Lugares húmedos	Extra intenso
	HSJ	18-12		14-12	45						
	HSO	14-12									
	HSJO	18-12									
	HSOO	14-12		Termoendurecido resistente al aceite		Algodón termoendurecido resistente al aceite					
	HSJOO	18-12									
Cordón portátil trenzado	PD	18-10	2 o más	Termoendurecido o termoplástico	18-16 14-10	30 45	Algodón	Algodón o rayón	Colgante o portátil	Lugares secos	No intenso
Cable eléctrico portátil	PPE	8-500 Kcmils	1-6 más conductor(es) de tierra (opcional)	Elastómero termoplástico	8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	60 80 95		Elastómero termoplástico resistente al aceite	Portátil extra-intenso		
Cordón para uso intenso	S Nota 4	18-12	2 o más	Termoendurecido	18-16 14-10 8-2	30 45 60	Ninguno	Termoendurecido	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Extra-intenso
Cable flexible para escenarios e iluminación	SC	8-250 Kcmils	1 o más	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 Kcmils	60 80 95		Termoendurecido**	Portátil, extra-intenso		
Cable flexible para escenarios e iluminación	SCE	8-250 Kcmils	1 o más	Elastómero termoplástico	8-2 1-4/0 250 Kcmils	60 80 95		Termoplástico elastómero**	Portátil, extra-intenso		
Cable flexible para escenarios e iluminación	SCT	8-250 Kcmils	1 o más	Termoplástico	8-2 1-4/0 250 Kcmils	60 80 95		Termoplástico**	Portátil, extra-intenso		
Cordón de uso intenso	SE	18-2	2 o más	Elastómero termoplástico	18-16 14-10	30 45	Ninguno	Elastómero	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Extra-intenso

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección AWG	Número de conductores o polos	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
					AWG	Mils					
	Nota 4				8-2	60		termoplástico			
	SEO Nota 4							Elastómero termoplástico resistente al aceite			
	SEOO Nota 4			Elastómero termoplástico resistente al aceite							
Cordón de uso intenso	SJ	18-10	2, 3, 4 o 5	Termoendurecido	18-12	30	Ninguno	Termoendurecido	Colgante portátil o	Lugares húmedos	Intenso
	SJE			Elastómero termoplástico	10	45		Elastómero termoplástico			
	SJEO			Elastómero termoplástico resistente al aceite				Elastómero termoplástico resistente al aceite			
	SJEOO			Termoendurecido							
	SJO			Termoendurecido resistente al aceite				Termoendurecido resistente al aceite			
	SJOO			Termoplástico				Termoendurecido resistente al aceite			
	SJT			Termoplástico				Termoplástico			
	SJTO			Termoplástico resistente al aceite				Termoplástico resistente al aceite			
	SJTOO							Termoplástico resistente al aceite			

Cordón para uso intenso	SO Nota 4	18-2	2 o más	Termoendurecido	18-16 14-10 8-2	30 45 60		Termoendurecido resistente al aceite	Colgante portátil o	Lugares húmedos	Extra-intenso				
	SOO Nota 4			Termoendurecido resistente al aceite											
Cordón paralelo todo de termoendurecido	SP-1 Nota 6	20-18	2 o 3	Termoendurecido	20-18	30	Ninguno	Termoendurecido	Colgante portátil o						
	SP-2 Nota 6	18-16			18-16	45									
	SP-3 Nota 6	18-10		Termoendurecido	18-16 14 12 10	60 80 95 110	Ninguno	Termoendurecido	Frigoríficos, acondicionadores de aire y lo que permite la Sección 422-8(d)	Lugares húmedos	No intenso				
Cordón paralelo todo de elastómero (termoplástico)	SPE-1 Nota 6	20-18	2 o 3	Elastómero termoplástico	20-18	30	Ninguno	Elastómero termoplástico	Colgante portátil o	Lugares húmedos	No intenso				
	SPE-2 Nota 6	18-16			18-16	45									
	SPE-3 Nota 6	18-10			18-16 14 12 10	60 80 95 110						Ninguno	Elastómero termoplástico	Frigoríficos, acondicionadores de aire y lo que permite la Sección 422-8(d)	Lugares húmedos
Cordón paralelo todo de plástico	SPT-1 Nota 6	20-18	2 o 3	Termoplástico	20-18	30	Ninguno	Termoplástico	Colgante portátil o	Lugares húmedos	No intenso				
	SPT-2 Nota 6	18-16			18-16	45									
	SPT-3 Nota 6	18-10		Termoplástico	18-16 14 12 10	60 80 95 110	Ninguno	Termoplástico	Frigoríficos, acondicionadores de aire y lo que permite la Sección 422-8(d)	Lugares húmedos	No intenso				
Cable de cocinas y secadoras	SRD	10-4	3 o 4	Termoendurecido	10-4	45	Ninguno	Termoendurecido	Portátil	Lugares húmedos	Cocinas y secadoras				
	SRDE	10-4	3 o 4	Elastómero termoplástico				Ninguno				Elastómero termoplástico	Portátil	Lugares húmedos	Cocinas y secadoras
	SRDT	10-4	3 o 4	Termoplástico				Ninguno				Termoplástico	Portátil	Lugares húmedos	Cocinas y secadoras
Cordón para uso intenso	ST Nota 4	18-2	2 o más	Termoplástico	18-16	15	Ninguno	Termoendurecido	Colgante portátil o	Lugares húmedos	Extra-intenso				
	STO Nota 4			Elastómero termoplástico											
	STOO			Termoplástico											

Nombre comercial	Letra de tipo	Sección AWG	Número de conductores o polos	Aislamiento	Espesor nominal del aislamiento* (ver Nota 8)		Forro de cada conductor	Recubrimiento externo	Uso		
					AWG	Mils					
	Nota 4			resistente al aceite							
Cable de aspiradoras	SV Nota 6	18-16	2 o 3	Termoendurecido	18-16	15	Ninguno	Termoendurecido	Colgante portátil o	Lugares húmedos	No intenso
	SVE Nota 6			Elastómero termoplástico				Elastómero termoplástico			
	SVEO Nota 6			Elastómero termoplástico resistente al aceite				Elastómero termoplástico resistente al aceite			
	SVEOO Nota 6			Elastómero termoplástico resistente al aceite				Termoendurecido resistente al aceite			
	SVO SVOO			Termoendurecido				Termoendurecido resistente al aceite			
	SVT Nota 6			Termoplástico				Termoplástico			
	SVTO Nota 6			Termoplástico				Termoplástico resistente al aceite			
	SVTOO			Termoplástico resistente al aceite				Termoplástico resistente al aceite			
Cable de Tinsel paralelo	TPT Nota 2	27	2	Termoplástico	27	30	Ninguno	Termoplástico	Unido a un aparato	Lugares húmedos	No intenso
Cable de Tinsel forrado	TS Nota 2	27	2	Termoendurecido	27	15	Ninguno	Termoendurecido	Unido a un aparato	Lugares húmedos	No intenso
	TST Nota 2	27	2	Termoplástico			Ninguno	Termoplástico	Unido a un aparato	Lugares húmedos	No intenso
Cable eléctrico portátil	W	8-500 Kcmils	1-6	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	60 80 95		Termoendurecido resistente al aceite	Portátil, extra-intenso		

Cable eléctrico portátil	W	8-500 Kcmils	1-6	Termoendurecido	8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	60 80 95		Termoendurecido resistente al aceite	Portátil, extra-intenso			
Cables eléctricos para vehículos	EV	18-500 Kcmils Nota 11	2 o más, más conductor o conductores de masa más cables opcionales híbridos para datos, señales, comunicaciones y fibra óptica	Termoendurecido con nylon opcional. Nota 12	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	30 (20) 45 (30) 60 (45) 80 (60) 95 (75) Nota 12	Opcional	Termoendurecido	Carga de vehículos eléctricos	de	Lugares húmedos	Extra-intenso
	EVJ	18-12 Nota 11			18-12	30 (20) Nota 12						Intenso
	EVE	18-500 Kcmils Nota 11		Elastómero termoplástico con nylon opcional. Nota 12	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	30 (20) 45 (30) 60 (45) 80 (60) 95 (75) Nota 12		Elastómero termoplástico				Extra-intenso
	EVJE	18-12 Nota 11			18-12	30 (20) Nota 12						Intenso
	EVT	18-500 Kcmils Nota 11		Termoplástico con nylon opcional. Nota 12	18-16 14-10 8-2 1-4/0 250 Kcmils a 500 Kcmils	30 (20) 45 (30) 60 (45) 80 (60) 95 (75) Nota 12		Termoplástico				Extra-intenso
	EVJT	18-12 Nota 11			18-12	30 (20) Nota 12						Intenso

** El recubrimiento exterior exigido en algunos cables unipolares puede ir integrado con el aislamiento.

4) Soportes. Las cajas, conjuntos de cajas o accesorios utilizados como soporte de los equipos de alumbrado, deben estar aprobados para su uso en lugares Clase II.

b) Clase II División 2.

Los equipos de alumbrado instalados en lugares Clase II División 2 deben cumplir los siguientes requisitos:

1) Equipos portátiles de alumbrado. Los equipos portátiles de alumbrado deben estar aprobados para usarlos en lugares Clase II y estar claramente rotulados con la potencia máxima, en vatios, de las bombillas para las cuales están aprobados.

2) Equipos fijos. Los equipos fijos de alumbrado, cuando no son de un tipo aprobado para lugares Clase II, deben proporcionar encerramientos para bombillas y portabombillas que deben estar diseñados para reducir al mínimo el depósito de polvo sobre las bombillas y para evitar que escapen chispas, material ardiendo o metal caliente. Cada equipo debe estar claramente rotulado con la potencia máxima, en vatios, de la bombilla que se permite sin superar una determinada temperatura en sus superficies expuestas bajo condiciones normales de uso, de acuerdo con el Artículo 500-5.f).

3) Daños físicos. Los equipos de alumbrado fijos deben estar protegidos contra daños físicos bien sea por su ubicación o por medio de protectores adecuados.

4) Equipos colgantes. Los equipos colgantes deben estar suspendidos de tramos de tubo conduit de metal rígido (tipo Rigid) roscado NPT, de tramos de tubo intermedio de acero (tipo IMC) roscado NPT, de cadenas con accesorios aprobados o por

cualquier otro medio aprobado. Los tramos rígidos de más de 0,30 m de largo se deben apuntalar eficaz y permanentemente para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 0,30 m sobre el extremo inferior del tramo o debe tener cierta flexibilidad en forma de accesorio aprobado o un conector flexible para ese lugar, instalado a no más de 0,30 m del punto de unión a la caja o accesorio de soporte. Cuando el alumbrado ubicado entre la caja de salida o accesorio y el artefacto colgante no esté encerrado en tubo conduit, se debe utilizar un cordón flexible aprobado para uso pesado. El cable o cordón flexible no se debe utilizar como medio de soporte para un artefacto.

5) Bombillas de descarga. Los equipos de encendido y control de las bombillas de descarga deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-7.b).

Anexo 502.5 muestra una lista de accesorios adecuados para su uso en lugares Clase II, Grupo E, F y G. Luminarias, fijas o móviles, y equipos auxiliares (tales como balastos) si los polvos de metal están presentes deben ser aprobados para su uso en atmósferas del Grupo E. Además se marcará para indicar la potencia máxima de la lámpara, el único requisito en la División 2 es que las lámparas encerradas en globos sean adecuadas para minimizar los depósitos de polvo en las lámparas y prevenir el escape de chispas o material en combustión.

El cable flexible se permite en conexiones selladas para el cableado de lámparas que estén suspendidas en cadena o en gancho. Los cables flexibles no están destinados a ser utilizados como colgantes o cables de gota. La lámpara de mano portátil se muestra en la figura 501.20 se aprobó

como un conjunto completo para el uso en Clase I y también en cualquier clase II, el Grupo F, G.

Figura 502-36 Lámparas encerradas.



Anexo 502.6 Una luminaria típica para el uso en Clase II, División 1. (Cortesía de Cooper Crouse-Hinds)

502-12. Cables y cordones flexibles en lugares Clase II Divisiones 1 y 2.

Los cables y cordones flexibles utilizados en lugares Clase II deben cumplir las siguientes condiciones: 1) ser de un tipo aprobado para uso extrapesado; 2) contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra que cumpla lo establecido en el Artículo 400-23; 3) estar conectados a los terminales o conductores de suministro de manera aprobada; 4) estar soportados por abrazaderas u otro medio adecuado que evite la tensión mecánica en las conexiones de los terminales; y 5) estar dotados de sellos adecuados que eviten la entrada de polvo por los puntos donde el cable o cordón flexible entre en cajas o accesorios que se requiere sean a prueba de ignición de polvos.

400-23. Identificación del conductor de puesta a tierra de equipos.

Un conductor que esté destinado para utilizarlo como conductor de puesta a tierra de equipos, debe llevar una marca identificativa continua que lo distinga claramente de los demás conductores. Los conductores con un forro continuo verde o de franjas verdes y amarillas, no se deben utilizar para otros fines que para puesta a tierra de equipos. La marca identificativa debe ser alguna de las especificadas en los siguientes

apartados a) o b):

a) **Trenzado de color.** Un trenzado de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

b) **Aislamiento o cubierta con color.** En los cordones que no tengan sus conductores individuales trenzados, un aislante de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

502-13. Tomacorrientes y clavijas.

a) Clase II División 1.

En los lugares Clase II División 1, los tomacorrientes y clavijas deben ser de un tipo que permita conectar el conductor de puesta a tierra del cable o cordón flexible y estar aprobada para lugares Clase II.

b) Clase II División 2.

En los lugares Clase II División 2, los tomacorrientes y clavijas deben ser de un tipo que permita conectar el conductor de puesta a tierra del cable o cordón flexible y estar diseñados de tal modo que no se pueda conectar o desconectar al circuito de suministro mientras estén expuestas partes energizadas.

502-14. Sistemas de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto; medidores, instrumentos y relés.

Nota. Para las normas sobre instalación de los circuitos de comunicaciones, véase la Sección 800.

a) Clase II División 1.

Los equipos de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto, medidores, instrumentos y relés, instalados en lugares Clase II División

1, deben cumplir las siguientes condiciones:

1) Métodos de alambrado.

Los métodos de alambrado deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-4.a).

2) Contactos.

Los interruptores, interruptores automáticos, relés, contactores, fusibles y dispositivos de interrupción del paso de corriente para campanas, timbres, bocinas, sirenas y otros dispositivos que puedan producir chispas o arcos, deben ir dentro de encerramientos aprobados para lugares Clase II.

***Excepción.** Cuando los contactos de corte de corriente estén sumergidos en aceite o la interrupción de la corriente se produzca dentro de una cámara sellada contra la entrada de polvo, se permite que los encerramientos sean de propósito general.*

3) Resistencias y equipos similares.

Las resistencias, transformadores, bobinas, rectificadores, tubos termoiónicos y otros equipos que generen calor, deben ir dentro de encerramientos aprobados para lugares Clase II.

***Excepción.** Cuando las resistencias o equipos similares estén sumergidos en aceite o encerradas en una cámara sellada contra la entrada de polvo, se permite que los encerramientos sean de propósito general.*

4) Maquinaria rotativa.

Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-8.a).

5) Polvos combustibles eléctricamente conductivos.

Cuando los polvos sean combustibles y eléctricamente conductivos, todos los equipos y el alambrado deben estar aprobados para lugares Clase II.

6) Polvos metálicos.

En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, bronce-aluminio u otros metales peligrosos de características similares, todos los aparatos y equipos deben estar aprobados para esas condiciones específicas.

b) Clase II División 2. Los equipos de señalización, alarma, comunicaciones y control remoto, medidores, instrumentos y relés, instalados en lugares clase II División 2, deben cumplir las siguientes condiciones:

1) Contactos.

Los encerramientos deben cumplir la anterior condición a).2) o los contactos deben estar en encerramientos metálicos herméticos diseñados para evitar la entrada de polvo; deben tener tapas telescópicas (encajadas) o con accesorio hermético y sin aberturas a través de las cuales, después de la instalación, pudieran escapar chispas o material ardiendo.

***Excepción.** En circuitos no incendiarios se permite que los encerramientos sean de propósito general.*

Nota. Una tapa telescópica o encajada es aquella que cubre la abertura de un encerramiento, traslapando el borde del perímetro de la abertura y cubriendo parte de los lados de dicho encerramiento.

2) Transformadores y equipos

similares.

Los devanados y las conexiones terminales de los transformadores, bobinas y equipos similares deben estar en encerramientos metálicos herméticos sin aberturas de ventilación.

3) Resistencias y equipos similares.

Las resistencias, dispositivos a base de resistencias, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares deben cumplir la anterior condición a).3).

Excepción. Se permite que sean de propósito general los encerramientos para tubos termoiónicos, resistencias fijas ajustables o rectificadores cuya máxima temperatura de funcionamiento no supere los 120 °C.

4) Maquinaria rotativa.

Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-8.b).

5) Métodos de alambrado.

Los métodos de alambrado deben cumplir lo establecido en el Artículo 502-4.b).

502-15. Partes energizadas en lugares Clase II Divisiones 1 y 2.

En estos lugares no debe haber partes energizadas expuestas.

502-16. Puesta a tierra en lugares Clase II Divisiones 1 y 2.

El alambrado y equipos de los lugares Clase II Divisiones 1 y 2 se deben poner a tierra como se especifica en la Sección 250 y además cumplir las siguientes condiciones:

a) Conexiones equipotenciales.

Las conexiones equipotenciales se

deben hacer mediante accesorios u otros medios adecuados para ese propósito. Como medio de conexión equipotencial no se debe depender del contacto de las boquillas del tipo con contratuerca o con doble contratuerca. Los medios para conexiones equipotenciales se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, armarios, etc., involucrados entre los lugares Clase II y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o de un sistema derivado independiente.

Excepción. *Los medios específicos para conexión equipotencial solo se requieren hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado de la red de los medios de desconexión de la edificación o estructura, como se especifica en los Artículos 250-24.a), b) y c), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito ramal esté ubicada del lado de la carga de los medios de desconexión.*

250-24. Dos o más edificaciones o estructuras alimentadas desde una acometida común.

a) Sistemas puestos a tierra. Cuando desde la misma acometida de c.a. se alimenten dos o más edificios o estructuras, el sistema puesto a tierra en cada edificio o estructura debe tener un electrodo de puesta a tierra, como se describe en la Parte H, conectado al armario metálico del medio de desconexión de la edificación o estructura y al conductor puesto a tierra de la instalación de c.a., a la entrada del medio de desconexión de la edificación o estructura. Cuando el conductor de puesta a tierra del equipo, descrito en el Artículo 250-91.b), no vaya con los conductores del alimentador, el calibre del conductor puesto a tierra de la

instalación de c.a. a la entrada del medio de desconexión no debe ser menor al calibre especificado en la Tabla 250-95 para los conductores de puesta a tierra de los equipos.

Excepciones:

1) *No será necesario un electrodo de puesta a tierra en edificios o estructuras independientes cuando sólo tengan un circuito ramal y en la edificación o estructura no haya equipos que requieran de puesta a tierra.*

2) *No será necesario conectar el conductor puesto a tierra de un circuito al electrodo de puesta a tierra en un edificio o estructura independiente si se tiende un conductor de puesta a tierra de equipos junto con los conductores del circuito para poner a tierra cualquier equipo metálico no portador de corriente, sistemas interiores de tuberías metálicas y estructuras metálicas de la edificación y si el conductor de puesta a tierra del equipo va conectado equipotencialmente al electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de otro edificio o estructura, como se describe en la Parte H. Si no hay electrodos y la edificación o estructura recibe el suministro de más de un circuito ramal, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra que cumpla los requisitos de la Parte H. Cuando se albergue ganado, la parte del conductor de puesta a tierra del equipo que vaya subterránea hasta el medio de desconexión, debe ser de cobre aislado o forrado.*

Nota. En cuanto a los requisitos especiales de puesta a tierra de edificaciones agrícolas, véase el Artículo 547-8.a), Excepción.

b) Sistemas no puestos a tierra.

Cuando se suministre corriente a dos o más edificios o estructuras por una acometida común desde un sistema no puesto a tierra, cada edificio o estructura debe tener un electrodo de puesta a tierra como se describe en la Parte H, conectado al armario metálico del medio de desconexión de la edificación o estructura.

Excepciones:

1) *No será necesario un electrodo de puesta a tierra en edificios o estructuras independientes cuando sólo tengan un circuito ramal y en la edificación o estructura no haya equipos que requieran de puesta a tierra.*

2) *No se requiere electrodo de puesta a tierra ni conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra con el armario metálico del medio de desconexión de la edificación o estructura, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:*

a) *Que se instale un conductor de puesta a tierra de equipos con los conductores del circuito hasta el medio de desconexión de la edificación o estructura para poner a tierra cualquier equipo metálico que no lleve corriente, tuberías metálicas interiores y estructuras metálicas de la edificación.*

b) *Que no existan electrodos de puesta a tierra como se describen en la Parte H.*

c) *Que la edificación o estructura reciba corriente sólo de un circuito ramal.*

d) *Si hay ganado albergado, la parte del conductor de puesta a tierra del equipo que vaya subterránea hasta el medio de desconexión, debe ser de cobre aislado o forrado.*

Nota. En cuanto a los requisitos

especiales de puesta a tierra de edificios agrícolas, véase el Artículo 547-8.a), Excepción.

c) Medios de desconexión situados en edificaciones o estructuras separadas pero en el mismo predio.

Cuando haya uno o más medios de desconexión que alimentan a uno o más edificios o estructuras bajo la misma propiedad y esos medios de desconexión estén situados lejos de esos edificios o estructuras según lo que establece el Artículo 225-8.b), Excepciones No. 1 y 2, se deben cumplir todas las siguientes condiciones:

1) No se debe conectar el conductor del circuito puesto a tierra con el electrodo de puesta a tierra de un edificio o estructura independiente.

2) Se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos para poner a tierra cualquier equipo no portador de corriente, sistemas de tuberías metálicas interiores y estructuras metálicas de edificios, con los conductores del circuito hasta un edificio o estructura independiente y conectarlo equipotencialmente a los electrodos de puesta a tierra existentes descritos en la Parte H o, si no existieran esos electrodos, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra que cumpla los requisitos de la Parte H cuando se suministre corriente desde un edificio o estructura independiente hasta más de un circuito ramal.

3) La conexión equipotencial del conductor de puesta a tierra del equipo al electrodo de puesta a tierra en un edificio o estructura independiente, se debe hacer en una caja de conexión, panel de distribución o encerramiento similar situado inmediatamente dentro o fuera del otro edificio o estructura.

Excepciones:

1) *No será necesario un electrodo de puesta a tierra en edificios o estructuras independientes cuando sólo tengan un circuito ramal y en la edificación o estructura no haya equipos que requieran de puesta a tierra.*

2) *Si hay ganado albergado, la parte del conductor de puesta a tierra del equipo que vaya subterránea hasta el medio de desconexión, debe ser de cobre aislado o forrado.*

d) Conductor de puesta a tierra. La sección transversal del conductor de puesta a tierra hasta el electrodo o electrodos de puesta a tierra no debe ser menor a la indicada en la Tabla 250-95 y su instalación debe cumplir lo establecido en el Artículo 250-92.a) y b).

Excepciones:

1) *No se exige que el conductor de puesta a tierra tenga una sección transversal mayor que el mayor conductor de suministro no puesto a tierra.*

2) *Cuando se conecte a electrodos como indica el Artículo 250-83.c) o d), no se exige que la parte del conductor de puesta a tierra que constituya la única conexión entre el electrodo o electrodos y el conductor de puesta a tierra o puesto a tierra o el armario metálico del medio de desconexión de la edificación, sea de sección transversal mayor que 13,29 mm² (6 AWG) en cobre o 21,14 mm² (4 AWG) en aluminio.*

Nota. Para otros requisitos de las conexiones equipotenciales en lugares peligrosos (clasificados), véase el Artículo 250-78.

b) Tipos de conductores de puesta a

tierra de equipos.

Cuando se utilice tubo conduit metálico flexible como permite el Artículo 502-4, se deben instalar puentes de conexión equipotencial internos, en paralelo con cada tubo y que cumplan con lo establecido en el Artículo 250-79.

502-17. Protección contra impulsos de tensión en lugares Clase II Divisiones 1 y 2.

Los descargadores de sobretensión, incluyendo su instalación y conexión deben cumplir lo establecido en la Sección 280. Además, cuando estén instalados en lugares Clase II División 1, los descargadores de sobretensión se deben instalar en encerramientos aprobados. Los condensadores de protección contra impulsos de tensión deben ser de un tipo diseñado y fabricado para ese servicio específico.

502-18. Circuitos ramales multiconductores.

No están permitidos los circuitos ramales multiconductores en los lugares Clase II División 1.

Excepción. *Cuando el(los) dispositivo(s) desconexión del circuito abra(n) simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra (conductores de fase) del circuito multiconductor.*

Nota. Véase la definición de "Circuito ramal multiconductor" en la sección 100.

Circuito ramal multiconductor: circuito ramal que consta de dos o más conductores no puestos a tierra y entre los cuales hay una diferencia de potencial, y un conductor puesto a tierra con la misma diferencia de potencial entre él y cada uno de los otros conductores del circuito, que está conectado al neutro o al conductor puesto a tierra de la instalación.

SECCIÓN 503. LUGARES CLASE III**Contenido****SECCIÓN 503. LUGARES CLASE III**

- 503-1. Generalidades.
- 503-2. Transformadores y condensadores en lugares clase iii divisiones 1 y 2.
- 503-3. Métodos de alambrado.
 - a) Clase III División 1
 - b) Clase III división 2..
- 503-4. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles en lugares clase III divisiones 1 y 2.
- 503-5. Transformadores y resistencias de control en lugares clase III divisiones 1 y 2.
- 503-6. Motores y generadores en lugares clase III divisiones 1 y 2.
- 503-7. Ductos de ventilación en lugares clase III divisiones 1 y 2.
- 503-8. Equipo eléctrico utilitario en lugares clase III divisiones 1 y 2.
 - a) Calentadores
 - b) Motores
 - c) Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.
- 503-9. Equipos de alumbrado en lugares clase III divisiones 1y2.
 - a) Equipos fijos.
 - b) Daños físicos.
 - c) Equipos colgantes.
 - d) Equipo portátil de alumbrado.
- 503-10. Cables y cordones flexibles en lugares clase III divisiones 1 y 2.
- 503-11. Tomacorrientes y clavijas en lugares clase III divisiones 1 y 2.
- 503-12. Sistemas de señalización, alarma, control remoto e intercomunicación local por altavoces en lugares clase III divisiones 1 y 2.
- 503-13. Grúas, montacargas, elevadores eléctricos y equipos similares en lugares clase III divisiones 1 y 2.
 - a) Fuente de alimentación
 - b).Conductores de contacto o escobillas.
 - c) Colectores.
 - d) Equipo de control.
- 503-14. Cargadores de baterías en lugares clase III divisiones 1 y 2.
- 503-15. Partes energizadas en lugares clase III divisiones 1 y 2
- 503-16. Puesta a tierra en lugares clase III divisiones 1 y 2
 - a) Conexiones equipotenciales.
 - b) Tipo de conductores para puesta a tierra de equipos.

503-1. Generalidades.

Al alambrado y equipos eléctricos en lugares clasificados como de Clase III en el Artículo 500-9, se les aplican las normas generales de este Código, exceptuando las modificaciones que se hagan dentro de esta sección.

Los equipos instalados en lugares Clase III deben ser capaces de funcionar a plena potencia sin que la temperatura en su superficie suba lo suficiente para causar una excesiva deshidratación o una carbonización gradual de las fibras o pelusas acumuladas, puesto que la materia orgánica carbonizada o excesivamente seca es muy susceptible de ignición espontánea. La temperatura máxima superficial de los equipos en condiciones normales de funcionamiento no debe superar 165 °C para equipos que no están expuestos a sobrecargas y 120 °C para equipos que se puedan sobrecargar (como los motores o transformadores).

Nota. Para los montacargas eléctricos, véase la norma Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Maintenance, and Operation, ANSI/ NFPA 505-1996.

503-2. Transformadores y condensadores en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

Los transformadores y condensadores deben cumplir lo establecido en el Artículo 502.2.b).

Cuando sea necesario instalar un transformador, puede ser posible utilizar uno pequeño, de bajo voltaje, herméticos al polvo (sin orificios de ventilación) transformador de tipo seco, transformadores, pero que tienen un Grado de tensión primaria de más de 600 Volts deben ser de menos líquido inflamable con aislamiento o instalados en una bóveda.

En casi todos los casos, los transformadores pueden ser colocados derivados de atmósferas de polvo.

Condensadores para la corrección del factor de potencia de los motores individuales son de construcción sellada, pero si está instalado en la clase II, División 1, también debe ser identificado como un montaje completo, incluyendo cajas de terminales herméticas al polvo.

El único requisito especial para los condensadores de los lugares División 2 es que no pueden contener aceite o cualquier otro líquido que arda, de lo contrario, se deben instalar en las bóvedas.

503-3. Métodos de alambrado.

Los métodos de alambrado deben cumplir las siguientes condiciones a) y b):

a) Clase III División 1.

En los lugares Clase III División 1, el método de alambrado debe ser tubo conduit metálico rígido (tipo Rigid), tubo conduit rígido no metálico, tubo conduit metálico intermedio (tipo IMC), tuberías eléctricas metálicas (tipo EMT), canalizaciones de cables herméticas al polvo o cables tipo MC o MI con accesorios terminales aprobados.

Nota. Véase el Capítulo 3 para los diferentes tipos de tubos conduit, tuberías y cables.

1) Cajas y accesorios. Todas las cajas y accesorios deben ser herméticos al polvo.

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario utilizar conexiones flexibles, se deben utilizar conectores flexibles herméticos al polvo, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados, tubo conduit

flexible no metálico hermético a los líquidos con accesorios aprobados, cables o cordones flexibles de acuerdo con el Artículo 503-10.

Nota. Para los requisitos de puesta a tierra cuando se emplea tubo conduit flexible, véase el Artículo 503-16.D). Véase el Capítulo 3 para los tubos conduit flexibles metálicos y no metálicos.

b) Clase III División 2.

En los lugares Clase III División 2, los métodos de alambrado deben cumplir el anterior apartado a).

Esta sección se añadió al Código de 2005, sobre el cableado de campo no inflamable. Los requisitos para el cableado de campo no inflamable de la Clase I y Clase II se han modificado y ampliado por el Código de 2002, pero no se incluyeron para áreas Clase III. Sección 503-10 (a) (3) asegura que el cableado de campo no inflamable se permite en áreas Clase III.

Nota: aparato de simple se define en 504.2.

Separe el cableado de campo no inflamable en conformidad con una de las siguientes:

(1) En los cables por separado (2) En los cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito se encuentran dentro de un escudo metálico conectado a tierra (3) En los cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito tiene aislamiento con un espesor mínimo de 0,25 mm (0,01 pulgadas).

Excepción. En secciones, áreas o compartimientos utilizados únicamente para almacenaje que no contengan maquinaria, se permite instalar alambrado a la vista sobre aisladores siempre que cumplan lo

establecido en la Sección 320, siempre y cuando los conductores no vayan por espacios entre la cubierta y el cielo raso, estén lejos de fuentes que puedan dar lugar a daños físicos y estén protegidos según exige el Artículo 320-14.

503-4. Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluyendo pulsadores, relés y dispositivos similares, instalados en los lugares Clase III Divisiones 1 y 2, deben ir dentro de encerramientos herméticos al polvo.

Los interruptores automáticos 3SB1-100 son indicados en redes de AC de 50 Hz o 60 Hz, hasta 415 V, y hasta 125 A. Indicado para sobrecargas y cortocircuitos, tanto en receptores de iluminación como motores.

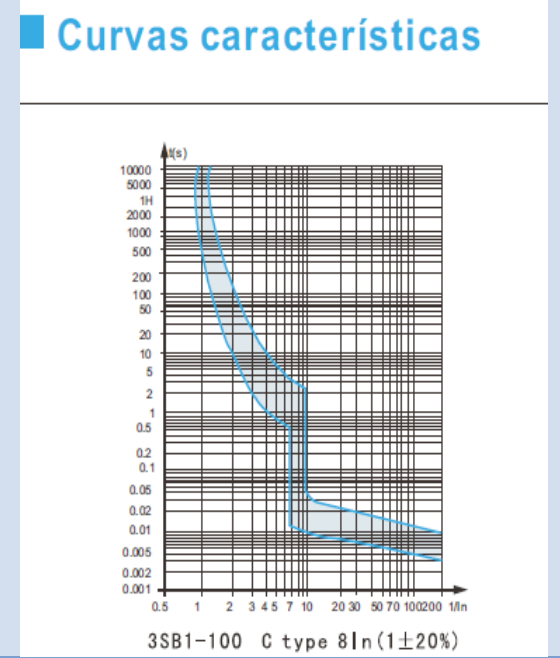
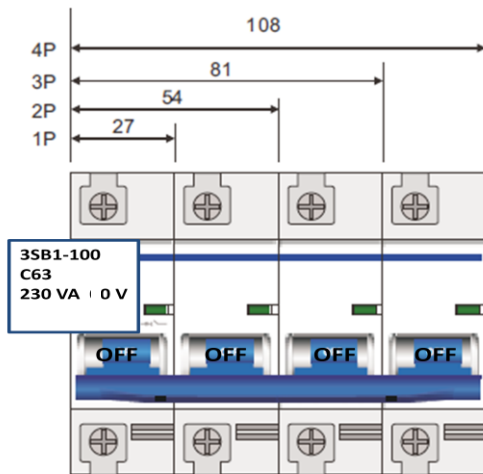


Figura 503-37 Interruptores automáticos.

Datos Técnicos Generales

Intensidad (A)	Nº de polos (P)	Tensión (V)	Poder de corte (A)
40, 50, 63,	1	130	20 000
		230/240	10 000
		400/415	4 000
80, 100, 125	2, 3, 4	230/240	2 000
		400/415	1 000
		440	6 000

Dimensiones



503-5. Transformadores y resistencias de control en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

Los transformadores de control, bobinas y resistencias utilizadas como equipo de control, o como parte de este, para motores, generadores y artefactos, deben estar en encerramientos herméticos al polvo y cumplir las limitaciones de temperatura del Artículo 503-1.

503-6. Motores y generadores en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas instaladas en lugares Clase III Divisiones 1 y 2, deben ser de los tipos totalmente cerrados no ventilados, totalmente cerrados ventilados por ductos o totalmente cerrados refrigerados con ventilador.

Figura 503-38 Sistemas de refrigeración.

Los motores de la Línea Máster son fabricados en distintas configuraciones en relación al método de refrigeración y grado de protección.

Sistemas de refrigeración utilizados:

- Abierto auto refrigerado;
- Auto-refrigerado por ductos, entrada y salida de aire;
- Ventilación forzada, entrada y salida de aire por ductos;
- Ventilación forzada, ventilación arriba del motor;
- Auto-refrigerado con intercambiador de calor aire-aire, intercambiador de calor arriba del motor;
- Auto-refrigerado con intercambiador de calor aire-aire, intercambiador de calor alrededor del estator;
- Ventilación forzada en el circuito interno y externo de aire, intercambiador aire-aire;
- Intercambiador de calor aire-agua;
- Intercambiador de calor aire-agua, ventilación forzada en el circuito interno de aire.

Excepción. Si la autoridad con jurisdicción estima que la acumulación de pelusa o partículas va a ser moderada, que las máquinas son fácilmente accesibles para su limpieza y mantenimiento rutinarios y que su temperatura máxima de funcionamiento no supere los 120 °C, puede permitir instalar alguna de las siguientes máquinas:

a. Máquinas autolimpiantes con motores tipo jaula de ardilla, para uso en textiles.

b. Máquinas normalizadas tipo abierto sin contactos deslizantes ni mecanismos de interrupción centrífugos ni de otros tipos de interrupción, incluyendo dispositivos de protección contra sobrecarga).

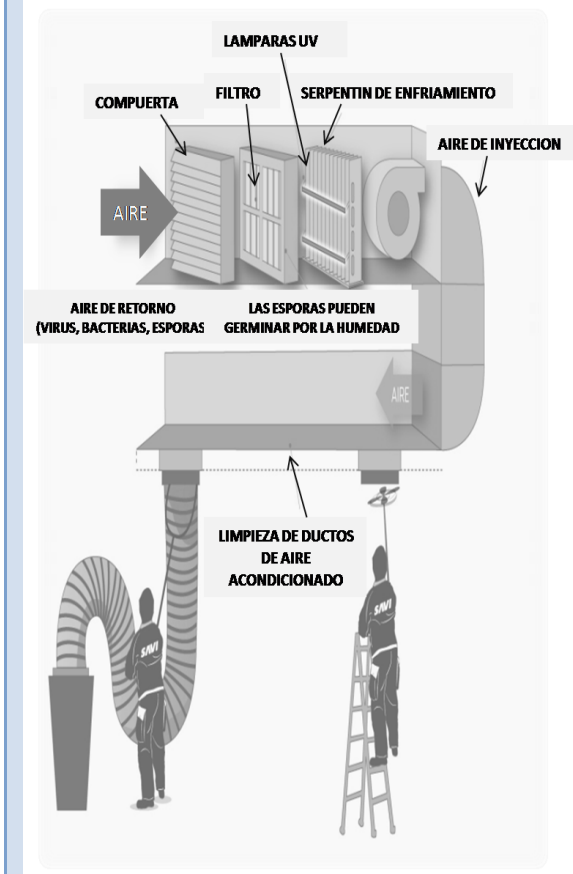
c. Máquinas normalizadas tipo abierto con contactos deslizantes, mecanismos de interrupción o dispositivos de resistencia, instalados dentro de encerramientos herméticos y sin aberturas de ventilación ni otras aberturas.

503-7. Ductos de ventilación en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

Los ductos de ventilación para motores, generadores u otras máquinas rotativas o para encerramientos de equipos eléctricos, deben ser metálicos de un espesor no menor a 0,5 mm (0,021 pulgadas) o de un material no combustible y deben cumplir las condiciones siguientes: 1) estar conectados directamente a una fuente de limpieza fuera del edificio; 2) tener rejillas en sus extremos exteriores para evitar la entrada de pájaros o de animales pequeños y 3) estar protegidos contra daños físicos, oxidación u otras influencias corrosivas.

Los ductos de ventilación y sus conexiones deben ser suficientemente herméticos como para evitar la entrada de cantidades apreciables de fibras o pelusas en los equipos o encerramientos ventilados y para evitar la salida de chispas, llamas o material ardiendo que pueda incendiar las fibras o pelusas acumuladas o los materiales combustibles a su alrededor. En los ductos metálicos se permiten costuras o uniones grafadas o soldadas. Cuando sea necesaria cierta flexibilidad, como en la conexión con los motores, se permiten juntas de dilatación herméticamente ajustadas.

Figura 503-39 Ductos de ventilación.



503-8. Equipo eléctrico utilitario en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

a) Calentadores.

Los equipos eléctricos utilitarios calentados eléctricamente deben estar aprobados para lugares Clase III.

b) Motores.

Los motores o equipos eléctricos utilitarios a motor deben cumplir lo establecido en el Artículo 503-6.

c) Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.

Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles deben cumplir lo establecido en el Artículo 503-4.

503-9. Equipos de alumbrado en

lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

a) **Equipos fijos.** Los equipos fijos de alumbrado deben tener encerramientos para las bombillas y porta bombillas, diseñados para evitar la entrada de fibras y pelusas y la salida de chispas, material ardiendo o metal caliente. Cada equipo debe estar claramente rotulado con la potencia máxima, en vatios, permitida de la bombilla y de esta manera evitar que la temperatura de las superficies expuestas exceda el límite de 165 °C, bajo condiciones normales de uso.

b) **Daños físicos.** Cada equipo se debe proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o mediante la utilización de rejillas protectoras.

c) **Equipos colgantes.** Los equipos colgantes deben estar suspendidos por tramos de tubo conduit metálico rígido roscado (tipo Rigid), tubo conduit metálico intermedio roscado (tipo IMC), tubería metálica roscada de espesor equivalente o cadenas con accesorios aprobados. Los tramos de más de 0,30 m de largo se deben apuntalar eficaz y permanente para evitar su desplazamiento lateral, a no más de 0,30 m sobre el extremo inferior de la barra o tener cierta flexibilidad en forma de un accesorio o conector flexible aprobados para ese lugar, instalado a no más de 0,30 m del punto de unión a la caja de o accesorio de soporte.

d) **Equipo portátil de alumbrado.** Los equipos portátiles de alumbrado deben estar dotados con agarraderas y resguardados con protectores fuertes. Los porta bombillas deben ser del tipo sin interruptor y sin tomacorriente incorporado. No deben tener partes metálicas expuestas energizadas y todas las partes metálicas no portadoras de corriente se deben conectar a tierra. En todos

los demás aspectos, el equipo portátil de alumbrado debe cumplir la anterior condición a).

Figura 503-40 SERIE HLE.



SERIE HLE

Para el uso en zonas clasificadas como de fabricación de pintura, instalaciones de municiones, química y petroquímica, producción de petróleo y gas, y terminales marítimas de carga. UL844 estándar: Clase I, División. 1, Grupos C, D, Clase II, División 1 y 2, Grupos E, F, G, Clase III, División. 1 y 2. Marinas al aire libre UL1598A. NEMA 3, 4, 4X, 7 (C, D), 9 (E, F, G) UL1598 lugar húmedo.

Figura 503.41 MAGNULITER MVH.



MAGNULITER MVH®

A prueba de explosiones marinas, Faro Para el uso en ambientes hostiles, peligrosos, marinos y corrosivos como plantas petroquímicas, plantas de aguas residuales y tratamiento de aguas residuales, agua y sal o ambientes

corrosivos. UL 844 Norma: Clase I, División. 2 Grupos A, B, C, D, Clase I, Zona 2 grupos IIC, IIB, IIA; AExnR / respiración restringida ExnR. UL 1598 y UL 1598A Marina al aire libre; NEMA 3, 4X, IP66

Figura 503-42 SERIE HL-HFX.



SERIE HL-HFX FLUORESCENTE.

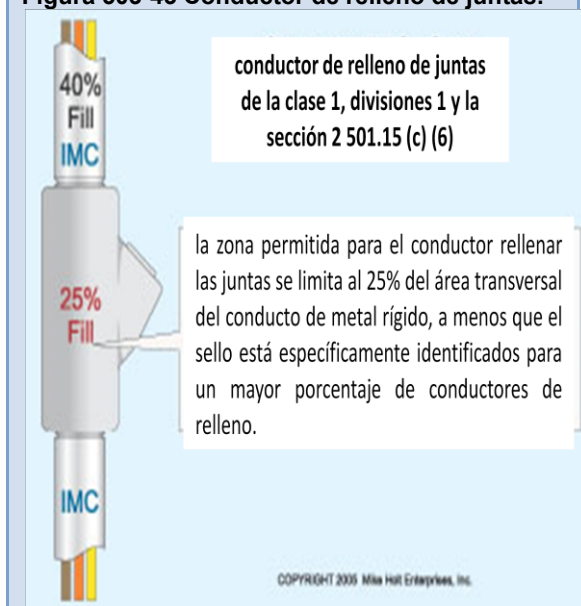
Para el uso en lugares peligrosos donde los gases inflamables, vapores y polvos combustibles están presentes. Los usos incluyen las cabinas de pintura en aerosol, producción de petróleo y gas, petroquímica y otras instalaciones peligrosas, corrosivas. UL 844: clase I, División 1 / 2, Grupos C, D, Clase II, División 1 / 2, Grupos E, F, G, Clase III, División. 1 / 2. UL 1598A Marina al aire libre; NEMA 3, 4X, 7 (C, D), 9 (E, F, G)

503-10. Cables y cordones flexibles en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

Los cables y cordones flexibles utilizados en lugares Clase III deben cumplir las siguientes condiciones: 1) ser de un tipo aprobado para uso extrapesado; .2) contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra que cumpla lo establecido en el Artículo 400-23; 3) estar conectados a los terminales o conductores de suministro de manera aprobada; 4) estar sujetos por abrazaderas u otro medio adecuado que evite la tensión en las conexiones de los terminales y 5) estar dotados de prensaestopas que eviten la entrada de fibras o pelusa por los puntos donde el

cable o cordón entre en las cajas o accesorios.

Figura 503-43 Conductor de relleno de juntas.



elevadores para la manipulación de materiales, limpiadoras móviles de maquinaria textil y equipos similares instalados para funcionar en ambientes con fibras combustibles o con acumulaciones de pelusas, deben cumplir las siguientes condiciones a) hasta d):

a) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación a los conductores de contacto o escobillas, debe estar aislada de todos los demás sistemas y estar equipada con un detector de puesta a tierra que emita una alarma y corte automáticamente la corriente a los conductores de contacto o escobillas en caso de falla a tierra o produzca una alarma visual y sonora, la cual debe mantenerse hasta que los conductores se hayan desenergizado y se haya despejado la falla a tierra.

b) Conductores de contacto o escobillas. Los conductores de contacto o escobillas deben estar ubicados y protegidos de modo que sean inaccesibles a personas no autorizadas y estén protegidos contra el contacto accidental con objetos extraños.

c) Colectores. Los colectores en máquinas rotativas deben estar dispuestos o protegidos de modo que se produzca la menor cantidad de chispas posible, evitando la salida de estas o de partículas calientes. Para reducir las chispas, cada conductor de contacto debe estar dotado de dos o más superficies o contactos independientes. Debe haber medios adecuados para que los conductores y colectores de corriente se mantengan libres de acumulación de fibras o pelusa.

d) Equipo de control. El equipo de control debe cumplir lo establecido en los Artículos 503-4 y 503-5.

503-11. Tomacorrientes y clavijas en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

Los tomacorrientes y clavijas deben tener polo a tierra y estar diseñados y fabricados de modo que eviten la acumulación o entrada de fibras o pelusa y la salida de chispas o partículas incandescentes.

503-12. Sistemas de señalización, alarma, control remoto e intercomunicación local por altavoces en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

Los equipos de señalización, alarma, control remoto e intercomunicación local por altoparlantes deben cumplir los requisitos de la Sección 503 en cuanto a métodos de alambrado, interruptores, transformadores, resistencias, motores, equipos de alumbrado y componentes relacionados.

503-13. Grúas, montacargas, elevadores eléctricos y equipos similares en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

Las grúas móviles, montacargas y

503-14. Cargadores de baterías en lugares Clase III Divisiones 1 y 2.

Los cargadores de baterías deben estar ubicados en cuartos separados construidos o recubiertos con una buena capa de material no combustible y de modo que se puedan ventilar para quitar las fibras o pelusas.

503-15. Partes energizadas en lugares Clase III Divisiones 1 y 2

No debe haber partes energizadas expuestas en estos lugares.

Excepción. Lo que permite el Artículo 503-13.

503-16. Puesta a tierra en lugares Clase III Divisiones 1 y 2

El alambrado y equipos de los lugares Clase III Divisiones 1 y 2 se deben poner a tierra como se especifica en la Sección 250 y además cumplir las siguientes condiciones:

SECCIÓN 250. PUESTA A TIERRA**A. Disposiciones generales****250-1. Alcance.**

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

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

electrodos de puesta a tierra.

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

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

a) Conexiones equipotenciales.

Las conexiones equipotenciales se deben hacer mediante accesorios u otros medios adecuados para ese propósito. Como medio de conexión equipotencial no se debe depender del contacto de las boquillas del tipo con contratuerca o con doble contratuerca. Los medios para conexiones equipotenciales se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, armarios, etc. involucrados entre los lugares Clase III y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o de un sistema derivado independiente.

Excepción. Los medios específicos para conexión equipotencial sólo se requieren hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos del lado de la red de los medios de desconexión de la edificación o estructura, como se especifica en los Artículos 250-24. a), b) y b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito ramal esté ubicada del lado de la carga de los medios de desconexión.

Nota. Para requisitos adicionales de las conexiones equipotenciales en lugares peligrosos (clasificados), véase el Artículo 250-78. Nota 2.

b) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos. Cuando se utilice tubo conduit metálico flexible

como permite el Artículo 503-3. Se deben instalar puentes de conexión equipotencial internos, en paralelo con cada tubo y que cumplan con lo establecido en el Artículo 250-79.

250-78. Conexiones equipotenciales en lugares peligrosos (clasificados).

Con independencia de la tensión de una instalación eléctrica, se debe asegurar la continuidad eléctrica de las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos, canalizaciones y otros encerramientos en los lugares peligrosos (clasificados) que define la Sección 500, por cualquiera de los medios especificados para las acometidas en el Artículo 250-72 y que estén aprobados para el método de instalación utilizado.

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

a) Material. Los puentes de conexión equipotencial principal y de equipos deben ser de cobre u otro material resistente a la corrosión. Un puente de conexión equipotencial principal o según lo exigido por el Artículo 250-26.a), debe ser un alambre, barra conductora, tornillo o conductor adecuado similar.

b) Construcción. Cuando el puente de conexión equipotencial principal sea un solo tornillo, este se debe identificar mediante un color verde que sea bien visible una vez el tornillo esté instalado.

c) Sujeción. Los puentes de conexión equipotencial principal y de equipos se deben sujetar según lo que establecen las disposiciones pertinentes del Artículo 250-113 para los circuitos y equipos y el Artículo 250-115 para los electrodos de puesta a tierra.

d) Calibre de los puentes de conexión equipotencial de los equipos del lado de alimentación de la acometida y del principal. El puente de conexión equipotencial no debe ser de menor

calibre que el establecido en la Tabla 250-94 para los conductores del electrodo de puesta a tierra. Cuando los conductores de fase de acometida sean de más de 557,37 mm² (1 100 kcmils) en cobre o 886,73 mm² (1 750 kcmils) en aluminio, el puente de conexión equipotencial debe tener un calibre no menor al 12,5 % del calibre del mayor conductor de fase excepto que, cuando los conductores de fase y el puente de conexión equipotencial sean de distinto material (cobre o aluminio) el calibre mínimo del puente de conexión equipotencial se debe calcular sobre la hipótesis del uso de conductores de fase del mismo material que el puente y con una capacidad de corriente equivalente a la de los conductores de fase instalados. Cuando se monten conductores de acometida en paralelo en dos o más canalizaciones o cables, el puente de conexión equipotencial de los equipos, si discurre con esas canalizaciones o cables, debe instalarse en paralelo. El calibre del puente de conexión equipotencial de cada canalización o cable se debe calcular a partir del calibre de los conductores de acometida en cada cable o conducto. El puente de conexión equipotencial de la canalización o blindaje del cable del conductor del electrodo de puesta a tierra, como indica el Artículo 250-92.b) debe ser del mismo calibre o mayor que el correspondiente conductor del electrodo de puesta a tierra que vaya en el cable o canalización. En sistemas de corriente continua, el calibre del puente de conexión equipotencial no debe ser menor al del conductor de puesta a tierra del sistema, tal como lo especifica el Artículo 250-93.

e) Calibre del puente de conexión equipotencial en el lado de la carga de la acometida. El puente de conexión equipotencial de los equipos a la salida de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida debe tener un calibre no menor al que

aparece en la Tabla 250-95. Se permite conectar con un solo puente de conexión equipotencial común continuo, dos o más canalizaciones o cables, si el puente tiene un calibre de acuerdo con la Tabla 250-95 para el mayor de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que protege los circuitos conectados al mismo.

Excepción. *No es necesario que el puente del equipo sea de mayor calibre que los conductores de los circuitos que lo alimentan, pero no debe ser menor a $2,08 \text{ mm}^2$ (14 AWG).*

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

SECCIÓN 504. SISTEMAS DE SEGURIDAD INTRÍNSECA

Contenido

SECCIÓN 504. SISTEMAS DE SEGURIDAD INTRÍNSECA

- 504-1. ALCANCE.
- 504-2. DEFINICIONES.
- 504-3. APLICACIÓN DE OTRAS SECCIONES.
- 504-4. APROBACIÓN DE LOS EQUIPOS.
- 504-10. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS.
 - a) *plano de control.*
 - b) *ubicación.*
- 504-20. MÉTODOS DE ALAMBRADO.
- 504-30. SEPARACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE SEGURIDAD INTRÍNSECA.
 - a) *de los conductores de circuitos que no sean de seguridad intrínseca.*
 - b) *de los conductores de circuitos de seguridad intrínseca diferentes.*
- 504-50. PUESTA A TIERRA.
 - a) *equipos de seguridad intrínseca, equipos asociados y canalizaciones.*
 - b) *conexión a los electrodos de puesta a tierra.*
 - c) *blindajes.*
- 504-60. CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL.
 - a) *lugares peligrosos.*
 - b) *en lugares no peligrosos.*
- 504-70. SELLADO.
- 504-80. IDENTIFICACIÓN.
 - a) *terminales.*
 - b) *alambrado.*
 - c) *códigos de color.*

504-1. Alcance.

Esta Sección trata de la instalación de los equipos, sistemas y alambrados de seguridad intrínseca para lugares Clase I, II y III.

Nota. Para más información, véase la norma Wiring Practices for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation, Part I: Intrinsic Safety, ANSI/ISA RP 12.6-1995.

504-2. Definiciones.

Para los fines de esta Sección se aplican las siguientes definiciones:

Circuito de seguridad intrínseca.

Circuito en el que cualquier chispa o efecto térmico producido es incapaz de causar la ignición de una mezcla de material combustible o inflamable en el aire bajo en condiciones determinadas de ensayo.

Nota. Esas condiciones de ensayo se definen en Standard for Safety, Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II and III, Division I, Hazardous (Classified) Locations, ANSI/UL 913-1988.

Circuitos de seguridad intrínseca diferente.

Los circuitos de seguridad intrínseca diferentes son circuitos de seguridad intrínseca en los que las posibles interconexiones no se han evaluado y aprobado como de seguridad intrínseca.

Equipo asociado. Equipo cuyos circuitos no necesariamente son en sí mismos de seguridad intrínseca, pero que afectan la energía en los circuitos de seguridad intrínseca y que dependen de él para mantenerla. Los equipos asociados pueden ser:

1. Equipos eléctricos con una protección de tipo alternativo, para usarlos en los lugares peligrosos (clasificados) apropiados.

2. Equipos eléctricos no protegidos de manera que no se deben usar en un lugar peligroso (clasificado).

Notas:

- 1) El equipo asociado tiene conexiones identificadas como de seguridad intrínseca para equipos de seguridad intrínseca y también

puede tener conexiones para equipos que no sean de seguridad intrínseca.

- 2) Un ejemplo de equipo asociado es una barrera de seguridad intrínseca consistente en una red diseñada para limitar la energía (tensión y corriente) disponible para el circuito protegido en el lugar peligroso (clasificado) en condiciones específicas de falla.

Equipo de seguridad intrínseca. Equipo en el que todos los circuitos son de seguridad intrínseca.

Equipo sencillo. Equipo que no genera ni almacena más de 1,2 V, 0,1 A, 25 mW ó 20 mJ.

Nota. Ejemplos de estos equipos son los interruptores, termopares, diodos luminosos (LED), opto acopladores o conectores y dispositivos de control de temperatura por resistencia (RTD).

Plano de control. Plano u otro documento que presenta el fabricante del equipo de seguridad intrínseca o equipo asociado que indica con detalle las interconexiones permitidas entre el equipo de seguridad intrínseca y el equipo asociado.

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

Nota. Un sistema de seguridad intrínseca puede tener más de un circuito de seguridad intrínseca.

504-3. Aplicación de otras secciones. Todas las Secciones de este Código son aplicables a estos equipos, excepto lo modificado por esta.

Figura 504-44 Barrera de seguridad.



Anexo 504.1 Una barrera de seguridad intrínseca es aquella que rige los límites de la energía disponible para la ubicación peligrosa. (Cortesía de Cooper Crouse-Hinds)

Equipos de seguridad intrínseca. Equipos en los que todos los circuitos son intrínsecamente seguros.

Circuito de seguridad intrínseca. Un circuito en el que cualquier chispa o efecto térmico es incapaz de causar la ignición de una mezcla de materiales combustibles o inflamables en el aire bajo condiciones de prueba prescritas.

Nota: Las condiciones de prueba se describen en la norma ANSI / UL 913-1997, Norma de seguridad, de seguridad inherente de aparatos y asociados para uso en lugares peligrosos (clasificadas) Clase I, II y III, División 1.

Debido a sus características físicas y eléctricas, un circuito de seguridad intrínseca no desarrolla la suficiente energía eléctrica (milijulios) en un arco o una chispa para provocar la ignición o la suficiente energía térmica resultante de una situación de sobrecarga para hacer que la temperatura del circuito instalado supere la ignición de temperatura del circuito instalado, para superar la ignición temperatura de un gas o vapor especificado en condiciones de funcionamiento normal o anormal.

Una condición anormal puede ser debido al daño accidental, fallo de los componentes eléctricos, tensión excesiva, o el ajuste o mantenimiento inadecuado del equipo.

Sistema de seguridad intrínseca. Un montaje de aparatos interconectados de seguridad intrínseca, aparatos asociados y cables de interconexión en el que las partes del sistema que pueden ser utilizados en lugares peligrosos (clasificados) son circuitos de seguridad intrínseca.

Aunque los dispositivos de baja energía, tales como termopares, transductores de cristal, o transductores de presión, generan milivolts y corrientes en el rango de microamperios, que no son necesariamente de seguridad intrínseca.

Dispositivos de baja energía normalmente se conectan a los amplificadores y fuentes de alimentación que están conectadas a 120 Volts o más circuitos. En caso de producirse un fallo en el suministro de amplificador o poder, o un aumento de tensión se producen en el sistema de suministro eléctrico, chispas de alta energía, lo que provocó, o el sobrecalentamiento de la parte baja de la energía del circuito podría ocurrir.

Nota: Un sistema intrínsecamente seguro puede incluir más de un circuito de seguridad intrínseca.

Aparato simple. Un componente eléctrico o una combinación de componentes de construcción sencilla con parámetros eléctricos bien definidos que no genera más de 1,5 Volts, 100 miliamperios, y 25 milivatios, o un componente pasivo que no se disipa más de 1,3 vatios y es compatible con las propiedades intrínsecas seguridad del circuito en el que se utiliza.

Nota: los aparatos siguientes son ejemplos de aparatos simples:

(a) los componentes pasivos, por ejemplo, interruptores, cajas de conexión, los dispositivos de resistencia a la temperatura y los dispositivos semiconductores simples tales como LED

(b) Fuentes de energía generada, por ejemplo, los termopares y fotocélulas, que no generan más de 1,5 V, 100 mA y 25 mW

La definición de aparatos simples aclara el uso del término en el 504-4, de excepción, y 504-10, de excepción.

La intención es permitir el uso de aparatos que guardan poca o ninguna energía sin necesidad de estar registrado o para cumplir con el dibujo de control. Consulte la nota de letra pequeña después de la definición de aparatos simples ejemplos de aparatos simples.

504-4. Aprobación de los equipos.

Todos los equipos de seguridad intrínseca y equipos asociados deben estar aprobados.

***Excepción.** No es necesario que estén aprobados los equipos definidos en los planos de control como equipos sencillos.*

504-10. Instalación de los equipos.

a) Plano de control.

Todos los equipos de seguridad intrínseca, equipos asociados y otros, se deben instalar de acuerdo con el plano o planos de control.

***Excepción.** Los equipos sencillos que no conecten entre sí circuitos de seguridad intrínseca.*

Nota. La referencia al plano de control debe estar rotulada en el equipo.

b) Ubicación.

Se permiten instalar equipos de seguridad intrínseca y equipos asociados en cualquier lugar peligroso (clasificado) para el que estén aprobados.

Nota. Los equipos asociados se pueden instalar en lugares peligrosos (clasificados) si están protegidos por otros medios permitidos en las Secciones 501 a 503 y 505.

Se permite instalar equipos de seguridad intrínseca en encerramientos de propósito general.

Tabla 504.10 (B) Evaluación de la T4 Clasificación del tamaño de componentes y de la temperatura.

Total de superficie Excluyendo cables conductores	Requisito para T4 Clasificación (Basado en 40 °C de temperatura ambiente Excluyendo cables conductores)
<20 mm ²	Temperatura de la superficie 275 °C
=20 mm ²	Temperatura de la superficie 200 °C
>20 mm ²	Potencia no superior a 1,3 W *

504-20. Métodos de alambrado.

Se permite instalar los equipos e interconexiones de seguridad intrínseca con cualquiera de los métodos adecuados para lugares no clasificados, incluidos los descritos en los Capítulos 7 y 8. Los equipos deben ir sellados como se indica en el Artículo 504-70, con la separación que se indica en el Artículo 504-30.

504-30. Separación de los conductores de seguridad intrínseca.

a) De los conductores de circuitos que no sean de seguridad intrínseca.

1) Alambrado a la vista.

Los conductores y cables de circuitos de seguridad intrínseca que no estén en canalizaciones o bandejas portacables, deben ir separados 50 mm como mínimo y sujetos de modo que no entren en contacto con conductores y cables de circuitos que no sean de seguridad intrínseca.

Excepción. Donde: 1) todos los conductores del circuito de seguridad intrínseca sean cables tipo MI o MC, o 2) todos los conductores del circuito que no sean de seguridad intrínseca vayan instalados en canalizaciones o sean cables tipo MI o MC cuya chaqueta o revestimiento sea capaz de conducir toda la corriente de falla a tierra.

Nota: No, calibre 20 particiones de chapa 0,91 mm (0,0359 pulgadas) o más grueso generalmente se consideran aceptables.

Excepción 2: Cuando sea (1) todos los conductores del circuito de seguridad intrínseca o (2) todos los conductores del circuito no intrínsecamente seguros estén en tierra o de metal con cubierta de metal cables revestidos en donde el revestimiento sea capaz de transportar la corriente de falla a tierra.

Nota: Los cables que cumplan los requisitos de los artículos 330 y 332 son típicos de los que se consideran aceptables.

2) En canalizaciones, bandejas portacables y cables.

Los conductores de los circuitos de seguridad intrínseca no se deben instalar en canalizaciones, bandejas portacables o cables con conductores que no sean de circuitos de seguridad intrínseca.

Excepciones:

1) *Donde los conductores de circuitos de seguridad intrínseca estén separados de los que no sean de seguridad intrínseca por una distancia mínima de 50 mm y estén bien sujetos, o mediante un tabique metálico puesto a tierra o un tabique aislante aprobado.*

Nota. Se consideran generalmente aceptables los tabiques de lámina metálica de 0,9 mm (calibre 20 MSG).

2) *Donde: 1) todos los conductores del circuito de seguridad intrínseca o 2) todos los conductores del circuito que no sea de seguridad intrínseca, estén en cables con revestimiento metálico o con forro metálico puesto a tierra, con capacidad para transportarla corriente de falla a tierra.*

Nota. Se consideran normalmente aceptables los cables que cumplan los requisitos de las Secciones 330 y 334.

3) Dentro de encerramientos.

a. Los conductores de los circuitos de seguridad intrínseca deben estar separados 50 mm como mínimo de los conductores de cualquier circuito que no sea de seguridad intrínseca, o según se especifica en el Artículo 504-30.a)2).

b. Todos los conductores deben ir sujetos de modo que cualquier conductor que se pueda

aflojar de su terminal no pueda entrar en contacto con otro terminal.

Notas:

1) El método más adecuado para cumplir este requisito de usar dos compartimientos separados para los terminales de los circuitos de seguridad intrínseca y de los que no lo son.

2) Para asegurar la separación del alambrado se pueden utilizar barreras físicas, como tabiques metálicos puestos a tierra o tabiques aislantes aprobados o conductos de alambrado de acceso restringido separados de otros conductos un mínimo de 19 mm.

b) De los conductores de circuitos de seguridad intrínseca diferentes.

Los circuitos de seguridad intrínseca diferente deben ir en cables separados o estar separados entre sí por alguno de los siguientes medios:

1) Los conductores de cada circuito deben ir dentro de un blindaje metálico puesto a tierra.

2) Los conductores de cada circuito debe tener un aislante con un espesor mínimo de 0,25 mm.

Excepción. Si esta aprobada otra cosa.

504-50. Puesta a tierra.

a) Equipos de seguridad intrínseca, equipos asociados y canalizaciones.

Se deben poner a tierra los equipos de seguridad intrínseca, equipos asociados, blindajes de los cables, los encerramientos y canalizaciones si son de metal.

Nota. En algunos equipos asociados puede ser necesario conectar

equipotencialmente el equipo al electrodo de tierra: por ejemplo, las barreras de diodos zener, si lo especifica así el plano de control. Véase Wiring Practices for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation, Part: Intrinsic Safety, ANSI/ISA RP 12.6-1995.

b) Conexión a los electrodos de puesta a tierra.

Cuando sea necesario conectarlos al electrodo de puesta a tierra, este electrodo debe cumplir lo especificado en el Artículo **250-81** .a), b), c) y d) y lo establecido en el Artículo **250-26.C)**. Si el electrodo cumple lo especificado en el Artículo **250-81**, no se debe aplicar el Artículo **250-83**.

250-26. Puesta a tierra de sistemas derivados independientes de corriente alterna.

c) Electrodo de puesta a tierra. El electrodo de puesta a tierra debe tener la máxima accesibilidad posible y estar preferiblemente en la misma zona que la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra a la instalación. El electrodo de puesta a tierra debe ser 1) el miembro metálico de la estructura o edificio puesto eficazmente a tierra y que esté más cerca, o 2) la tubería metálica de agua puesta eficazmente a tierra que esté más cerca o 3) los electrodos especificados en los Artículos 250-81 y 250-83 cuando no se disponga de los electrodos especificados en los anteriores apartados 1) o 2),

Nota. Para la conexión equipotencial de los sistemas derivados independientes, véase el Artículo 250-80. a).

250-81. Instalación del electrodo de puesta a tierra del sistema.

Si en un predio, en cada edificio o

estructura perteneciente al mismo, existen todos los elementos a) a d) que se indican a continuación y algún electrodo instalado de acuerdo con el Artículo 250-83.c) y d), se deben conectar equipotencialmente entre sí para formar la instalación del electrodo de puesta a tierra. El puente o puentes de conexión equipotencial se deben montar de acuerdo con los Artículos 250-92.a) y b) y deben tener un calibre según lo establecido en el Artículo 250-94 e ir conectados como se indica en el Artículo 250-115. Se permite que el conductor del electrodo de puesta a tierra sin empalmes llegue hasta cualquier electrodo de puesta a tierra del sistema convenientemente situado en la instalación. Debe tener un calibre suficiente tomando el mayor conductor del electrodo de puesta a tierra exigido entre todos los electrodos disponibles.

Excepciones:

1) Se permite empalmar el conductor del electrodo de puesta a tierra mediante conectores irreversibles a presión certificados para este fin o mediante proceso de soldadura exotérmica.

Las tuberías metálicas interiores para agua situadas a más de 1,50 m del punto de entrada a la edificación, no se deben utilizar como parte de la instalación del electrodo de puesta a tierra o como conductor para interconectar electrodos que formen parte del sistema del electrodo de puesta a tierra.

2) En las edificaciones industriales y comerciales, cuando sus condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación sólo sea atendida por personal calificado y la tubería metálica interior para agua que se vaya a utilizar como conductor esté expuesta en toda su longitud.

Nota. Para requisitos especiales de conexión y puesta a tierra en edificaciones agrícolas, véase el Artículo 547-8.

a) Tuberías metálicas subterráneas de agua.

Una tubería metálica subterránea para agua en contacto directo con la tierra a lo largo de 3,0 m o más (incluidos los forros metálicos de pozos efectivamente conectados equipotencialmente a la tubería) y con continuidad eléctrica (o hecha eléctricamente continua mediante la conexión equipotencial alrededor de juntas aislantes, o de secciones o tubería aislante) hasta los puntos de conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y de los conductores de conexión equipotencial. La continuidad de la trayectoria de la puesta a tierra o de la conexión equipotencial a la tubería interior no se debe hacer a través de medidores de agua o filtros y equipos similares. Una tubería metálica subterránea para agua se debe complementar con un electrodo adicional del tipo especificado en los Artículos 250-81 o 250-83. Se permite que este electrodo complementario vaya conectado equipotencialmente al conductor del electrodo de puesta a tierra, al conductor de acometida puesto a tierra, a la canalización de la acometida puesta a tierra o a cualquier encerramiento de la acometida puesta a tierra.

Cuando el electrodo complementario sea fabricado, como se establece en el Artículo 250-83.c) o d), no se requiere que la parte del puente de conexión equipotencial que constituya la única conexión con dicho electrodo complementario sea mayor que un alambre de cobre de 13,29 mm² (6 AWG) o aluminio de 21,14 mm² (4 AWG).

Excepción. Se permite que el electrodo complementario vaya

conectado a la tubería metálica interior para agua en cualquier punto que resulte cómodo, como se explica en el Artículo 250-81 Excepción No. 2.

b) Estructura metálica de la edificación.

La estructura metálica de la edificación, cuando esté eficazmente puesta a tierra.

c) Electrodo empotrado en concreto.

Un electrodo empotrado como mínimo 50 mm en concreto, situado dentro y cerca del fondo de un cimiento o zapata de concreto que esté en contacto directo con la tierra y que consista como mínimo en una barra o varilla de 6 m de acero desnudo, galvanizado o revestido de cualquier otro recubrimiento eléctricamente conductor, de no menos de 12,7 mm (1/2 pulgada) de diámetro, o como mínimo en un conductor de cobre desnudo de 6 m y de calibre no menor a 21,14 mm² (4 AWG).

d) Anillo de puesta a tierra.

Un anillo de puesta a tierra que rodee la edificación o estructura, en contacto directo con la tierra y a una profundidad bajo la superficie no menor a 0,75 m, que consista como mínimo en un conductor de cobre desnudo de 6 m y calibre no menor al 33,62 mm² (2 AWG).

c) Blindajes.

Cuando se utilicen cables o conductores blindados, el blindaje se debe poner a tierra, de acuerdo con las disposiciones de la **Sección 250**.

Excepción. Cuando el blindaje forme parte del equipo de seguridad intrínseca.

504-60. Conexión equipotencial.

a) Lugares peligrosos.

En lugares peligrosos (clasificados), los equipos de seguridad intrínseca se deben conectar equipotencialmente

según lo que establece el Artículo 250-78.

250-78. Conexiones equipotenciales en lugares peligrosos (clasificados).

Con independencia de la tensión de una instalación eléctrica, se debe asegurar la continuidad eléctrica de las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos, canalizaciones y otros encerramientos en los lugares peligrosos (clasificados) que define la Sección 500, por cualquiera de los medios especificados para las acometidas en el Artículo 250-72 y que estén aprobados para el método de instalación utilizado.

250-72. Método de conexión equipotencial del equipo de acometida.

La continuidad eléctrica del equipo de acometida debe estar asegurada por uno de los métodos especificados en los siguientes apartados a) a e):

a) Conductor de acometida puesto a tierra. Conectando equipotencialmente el equipo al conductor de acometida puesto a tierra por alguno de los métodos del Artículo 250-113.

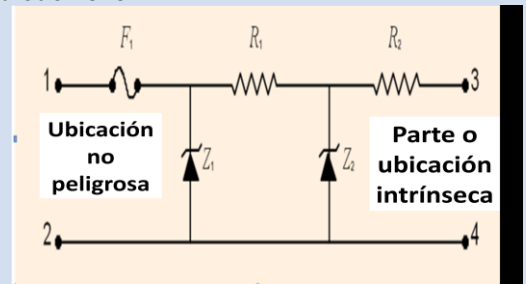
b) Conexiones roscadas. Cuando haya tubo metálico rígido o tubo metálico intermedio, las uniones mediante conexiones roscadas o tubos roscados en los armarios y encerramientos se deben apretar con llave.

c) Conexiones y conectores sin rosca. Apretando las conexiones y conectores sin rosca de tubo metálico rígido, tubo metálico intermedio y tubería metálica eléctrica hermética a los líquidos. No se deben usar tuercas ni pasa cables estándar para las conexiones equipotenciales que requiere este Artículo.

d) Puentes de conexión equipotencial. Los puentes de conexión equipotencial que cumplan los demás requisitos de esta Sección se deben usar alrededor de bocados concéntricos o excéntricos perforados o dispuestos de cualquier otra forma que impida la conexión eléctrica a tierra.

e) Otros dispositivos. Otros dispositivos aprobados, como tuercas y pasa cables del tipo de conexión equipotencial.

Figura 504-45 Anexo 504.2 barrera fusible diodo Zener.



b) En lugares no peligrosos.

En lugares no peligrosos, cuando se utilicen canalizaciones metálicas para el sistema de alambrado de seguridad intrínseca en lugares peligrosos, se deben conectar equipotencialmente los equipos asociados según lo establecido en los Artículos 501-16.a), 502-16.a), 503-16.a) o 505-25, el que sea aplicable.

504-70. Sellado.

Los tubos conduit y cables que se requieran que vayan sellados, según lo indican los Artículos 501-5 y 502-5, deben ir así para reducir al mínimo el paso de gases, polvos o vapor. No se requiere que dicho sellado sea a prueba de explosión o a prueba de llama.

Excepción. No se requiere sellar los encerramientos que contengan únicamente equipos de seguridad intrínseca, excepto lo que exige el

Artículo 501-5.f).3).

504-80. Identificación.

Las etiquetas que exige este Artículo deben ser adecuadas para los lugares donde estén instalados los equipos, teniendo en cuenta su exposición a los productos químicos y a la luz solar.

a) Terminales.

Los equipos de seguridad intrínseca se deben identificar en los terminales y cajas de bornes de modo que se evite la interferencia accidental con otros circuitos durante los ensayos y revisiones.

b) Alambrado.

Las canalizaciones, bandejas portacables y cables a la vista de sistemas de seguridad intrínseca, se deben identificar mediante etiquetas permanentes que lleven la inscripción “Alambrado de seguridad intrínseca”, “Intrinsic Safety Wiring” o equivalente. Las etiquetas deben estar ubicadas de modo que queden visibles después de la instalación y de tal manera que se puedan localizar fácilmente a lo largo de todo el cable en el que estén instaladas. El espacio entre etiquetas no debe ser mayor a 7,5 m.

Excepción. *Se permite identificarlos circuitos subterráneos donde sean accesibles después de salir de la tierra.*

Notas:

1) Se pueden aplicar los métodos de alambrado permitidos en lugares no clasificados en los equipos de seguridad intrínseca de los lugares peligrosos (clasificados). Sin las etiquetas que identifiquen la aplicación de esa instalación, la autoridad con jurisdicción no podrá saber si la instalación cumple los requisitos de este Código.

2) En lugares no clasificados es necesario identificar los circuitos para asegurar que en fechas posteriores los de seguridad intrínseca no se vayan a mezclar inadvertidamente con canalizaciones existentes.

c) Códigos de color.

Se permite identificar los conductores de los sistemas de seguridad intrínseca con azul claro y no haya otros conductores con este color. Del mismo modo, se permite identificar con color azul claro las canalizaciones, bandejas portacables y cajas de unión que contienen únicamente alambrado de seguridad intrínseca.

CONCLUSIONES

- Las personas que interactúen directamente con este manual tal como son estudiantes, técnicos, tecnólogos e ingenieros eléctricos y cualquier persona que tenga conocimientos técnicos sobre las instalaciones eléctricas podrán interpretar correctamente la NTC 2050 previniendo así accidentes y riesgos que puedan afectar su integridad y la de los demás en sitios de alto riesgo como los tratados en las secciones 501, 502, 503 y 504.
- Con la inclusión de figuras e imágenes, este manual busca aclarar los artículos de difícil comprensión, para así brindar a las personas que usen este manual una perspectiva objetiva al abordar un artículo en cuestión.
- En las secciones revisadas de este manual se encontraron algunos errores de traducción, y numeración lo cual dificultaba su correcta interpretación y aplicación. En este manual se buscó corregir estos problemas.

Entre los errores corregidos se encuentra el numeral 4 de la página 53, el cual en la norma se encuentra como numeral 2.

Malas traducciones en los títulos de la sección 500 en sus subdivisiones 500-6 a 500-9 al incluir de nuevo la palabra lugares.

Mala utilización de las unidades.

BIBLIOGRAFIA

ARBOLEDA, Jorge Mario, HENAO, Luis, Facultad Ingeniería Eléctrica, Universidad Tecnológica de Pereira, año 1993, Pereira.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Resolución 180195. (12, Febrero, 2009). Por la cual se establecen mecanismos transitorios para demostrar la conformidad con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. RETIE. Bogotá: El Ministerio. (2009).

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Resolución No. 180466. (2, Abril, 2007). Por la cual se modifica el anexo general del RETIE (Adoptado mediante Resol. 180398 de abril 7 de 2004). Reglamento Técnico De Instalaciones Eléctricas RETIE. "**NUEVO RETIE**". Bogotá: El Ministerio. (2004).

DÁVILA POSADA Humberto Carlos, VILLA CASTAÑO Mauricio Manual del código eléctrico colombiano (NTC 2050) métodos y materiales de las instalaciones secciones (300-324), Universidad Tecnológica de Pereira, año 2008, Pereira.

EARLEY Mark W, SARGENT Jeffrey S, SHEEHAN Joseph, CALOGGERO John M. ***National Electrical Code Handbook decimal edition 2005***

GIRALDO RODRÍGUEZ Jasfhir Andrey, MARTÍNEZ MONTOYA Maryuri Surey manual del código eléctrico colombiano (NTC 2050) métodos y alambrado de las instalaciones secciones (440-480), Universidad Tecnológica de Pereira, año 2008, Pereira

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. ICONTEC. Norma Técnica Colombiana. NTC 5613. Bogotá D.C. 2008

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. ICONTEC. Norma Técnica Colombiana. NTC 1486. Bogotá D.C.: sexta actualización 2008

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. ICONTEC. Norma Técnica Colombiana. NTC 4490. Bogotá D.C. 1998

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. ICONTEC. Norma Técnica Colombiana. NTC 2050. Bogotá D.C. Mapfre, 1998. 847 p.

SÁNCHEZ BOLAÑOS, David y CARDONA DUARTE, Diego Alexander. Manual del Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050). Alambrado y protección de las instalaciones eléctricas secciones (250-280), Universidad Tecnológica de Pereira, año 2008, Pereira