

Ministerio de Energía y Minas
Dirección General de Electricidad

Código Nacional de Electricidad
Tomo V

Sistema de Utilización

Código Nacional de Electricidad -TOMO V

Sistema de Utilización

CONTENIDO GENERAL

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1

DEFINICIONES

- 1.1 DEFINICIONES GENERALES
- 1.2 TENSIÓN NOMINAL MAYOR DE 1 kV

CAPÍTULO 2

REQUISITOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- 2.1 GENERALIDADES
 - 2.1.1 Prescripciones obligatorias
 - 2.1.2 Aprobación
 - 2.1.3 Inspección, Instalación y Uso de Equipos
 - 2.1.4 Tensiones
 - 2.1.5 Conductores
 - 2.1.6 Sección de los Conductores
 - 2.1.7 Integridad del Aislamiento
 - 2.1.8 Métodos de Instalación
 - 2.1.9 Capacidad Nominal de Interrupción
 - 2.1.10 Impedancia de Circuitos y otras Características
 - 2.1.11 Agentes Perjudiciales
 - 2.1.12 Ejecución Mecánica del Trabajo
 - 2.1.13 Montaje y Ventilación de los Equipos
 - 2.1.14 Conexiones Eléctricas
 - 2.1.15 Espacio de Trabajo Alrededor de un Equipo Eléctrico, para una Tensión Nominal de 600 V o menos
 - 2.1.16 Resguardo de las Partes Activas (hasta 600 V nominal)
 - 2.1.17 Partes que Producen Arcos
 - 2.1.18 Alumbrado y Fuerza desde los Conductores para Tranvías y Trenes
 - 2.1.19 Marcación
 - 2.1.20 Identificación de los Medios de Desconexión
- 2.2 TENSIONES NOMINALES MAYORES DE 600 V
 - 2.2.1 Generalidades

- 2.2.2 Cubiertas para Instalaciones Eléctricas
- 2.2.3 Espacio de Trabajo Alrededor de Equipos
- 2.2.4 Entrada y Acceso a Espacios de Trabajo
- 2.2.5 Espacios de Trabajo y Resguardos

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- 3.1 CIRCUITOS DERIVADOS
 - 3.1.1 Disposiciones Generales
 - 3.1.2 Requisitos Específicos.
- 3.2 ALIMENTADORES
 - 3.2.1 Alcance
 - 3.2.2 Capacidades de Corriente y Secciones Mínimas
 - 3.2.3 Caídas de Tensión
 - 3.2.4 Protección contra Sobrecorriente
 - 3.2.5 Alimentadores con Neutro Común
 - 3.2.6 Diagrama de Alimentadores
 - 3.2.7 Medios de Puesta a Tierra del Alimentador
 - 3.2.8 Conductores Activos Derivados desde Sistemas Puestos a Tierra
 - 3.2.9 Protección de las Personas contra Fugas a Tierra
- 3.3 CÁLCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES
 - 3.3.1 Alcances
 - 3.3.2 Cálculo de los Circuitos Derivados
 - 3.3.3 Cálculos de Alimentadores
- 3.4 CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES EXTERIORES
 - 3.4.1 Alcance
 - 3.4.2 Cálculo de las Cargas
 - 3.4.3 Tipos de Conductores
 - 3.4.4 Capacidad y Sección de los Conductores
 - 3.4.5 Equipos de Alumbrado sobre Postes u Otras Estructuras
 - 3.4.6 Portalámparas Exteriores
 - 3.4.7 Desconexión
 - 3.4.8 Protección contra Sobrecorriente
 - 3.4.9 Instalaciones en Edificaciones
 - 3.4.10 Soportes de Alumbrado en Guirnaldas
 - 3.4.11 Separaciones entre Conductores a la Vista
 - 3.4.12 Altura Libre por Encima del Suelo
 - 3.4.13 Separaciones a Edificaciones para Conductores que no excedan de 660 V
 - 3.4.14 Canalizaciones sobre Superficies Exteriores de las Edificaciones
 - 3.4.15 Circuitos Subterráneos
- 3.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE
 - 3.5.1 Generalidades
 - 3.5.2 Ubicación
 - 3.5.3 Cubiertas
 - 3.5.4 Desconexión y resguardo

- 3.5.5 Fusibles roscados, Portafusibles y Adaptadores
- 3.5.6 Portafusibles y Fusibles de Cartucho
- 3.5.7 Disyuntores
- 3.5.8 Para Tensiones Nominales Mayores de 600 V

- 3.6 PUESTA A TIERRA
 - 3.6.1 Alcance
 - 3.6.2 Generalidades
 - 3.6.3 Puesta a Tierra de Circuitos y Sistemas
 - 3.6.4 Ubicación de las Conexiones de los Sistemas de Puesta a Tierra
 - 3.6.5 Puesta a Tierra de las Cubiertas
 - 3.6.6 Puesta a Tierra de los Equipos
 - 3.6.7 Métodos de puesta a Tierra
 - 3.6.8 Puentes de Unión
 - 3.6.9 Sistemas de Electrodo a Tierra
 - 3.6.10 Conductores de Puesta a Tierra y de Protección
 - 3.6.11 Conexiones del Conductor de Protección
 - 3.6.12 Transformadores de Medida, Relés, etc.
 - 3.6.13 Conexión de Pararrayos
 - 3.6.14 Puesta a Tierra de Sistemas y Circuitos de Tensión de 1000 V y Mayores (Alta Tensión)
 - 3.6.15 Identificación de Terminales

- 3.7 PARARRAYOS
 - 3.7.1 Generalidades
 - 3.7.2 Subestaciones Industriales
 - 3.7.3 Otros Locales

CAPÍTULO 4

MÉTODOS Y MATERIALES DE INSTALACIÓN

- 4.1 MÉTODOS DE INSTALACIÓN
 - 4.1.1 Requisitos Generales
 - 4.1.2 Requisitos para Tensiones Nominales Mayores de 660 V

- 4.2 CONDUCTORES PARA INSTALACIONES DE USO GENERAL
 - 4.2.1 Generalidades
 - 4.2.2 Conductores de Tensión Nominal no Mayor de 660 V
 - 4.2.3 Tablas de Conductores

- 4.3 CONDUCTORES FLEXIBLES Y CONDUCTORES PARA APARATOS
 - 4.3.1 Alcance
 - 4.3.2 Conductores Flexibles
 - 4.3.3 Conductores para Aparatos

- 4.4 CABLES DE ENERGÍA EN INSTALACIONES INDUSTRIALES
 - 4.4.1 Instalaciones Industriales Subterráneas
 - 4.4.2 Instalaciones Industriales al Aire

- 4.5 GENERALIDADES Y REGLAS PARA LA DISPOSICIÓN DE LAS INSTALACIONES
 - 4.5.1 Instalación Provisional
 - 4.5.2 Instalación en Bandejas para Cables
 - 4.5.3 Instalaciones a la Vista sobre Aisladores

- 4.5.4 Instalaciones Ocultas sobre Aisladores
 - 4.5.5 Instalaciones de Cables con Aislante mineral y Cubierta Metálica, Tipo MI o similar
 - 4.5.6 Cable con Cubierta Metálica, Tipo AC o similar
 - 4.5.7 Cable con Cubierta Metálica, Tipo MC o similar
 - 4.5.8 Instalación de Cables con Cubierta no Metálica, Tipos NM y NMC o similares
 - 4.5.9 Instalación de Cables con Pantalla y Cubierta no Metálica, Tipo SNM o similar
 - 4.5.10 Instalación de Cables para Alimentadores Subterráneos y Circuitos Derivados, Tipo NYY
 - 4.5.11 Instalación de Cables de Fuerza y Control en Bandejas para Cables, Tipo TC o similares
 - 4.5.12 Extensiones no Metálicas
 - 4.5.13 Instalación en Extensiones bajo Yeso
 - 4.5.14 Tubo Metálico Intermedio
 - 4.5.15 Tubo Metálico Pesado
 - 4.5.16 Tubo Rígido No Metálico
 - 4.5.17 Tubo Metálico Liviano
 - 4.5.18 Tubo Metálico Pesado Flexible
 - 4.5.19 Tubo Metálico Pesado Flexible Hermético a los Líquidos
 - 4.5.20 Canalizaciones de Superficie
 - 4.5.21 Conjunto de Salidas Múltiples
 - 4.5.22 Canalizaciones Bajo el Piso
 - 4.5.23 Canalizaciones en Pisos Metálicos Celulares
 - 4.5.24 Canalizaciones en Pisos Celulares de Concreto
 - 4.5.25 Canalizaciones Metálicas con Tapa (Wireways)
 - 4.5.26 Instalación de Cables Planos Tipo FC
 - 4.5.27 Canalizaciones de Barras Colectoras (Busways)
 - 4.5.28 Canalizaciones Prealambradas (Cable bus)
- 4.6 CAJAS DE SALIDA, DE INTERRUPTOR, DE EMPALME Y ACCESORIOS
- 4.6.1 Alcances y Generalidades
 - 4.6.2 Instalación
 - 4.6.3 Requisitos de Fabricación
 - 4.6.4 Cajas de Paso y de Empalme Usadas en Sistemas de Tensión Nominal Mayor de 660 V
- 4.7 GABINETES Y CAJAS DE DDESCONEXIÓN
- 4.7.1 Alcances
 - 4.7.2 Instalación
 - 4.7.3 Requisitos de Fabricación
- 4.8 CANALES AUXILIARES
- 4.8.1 Usos
 - 4.8.2 Extensiones más allá del Equipo
 - 4.8.3 Soportes
 - 4.8.4 Tapas
 - 4.8.5 Número de Conductores
 - 4.8.6 Capacidad de Corriente de los Conductores
 - 4.8.7 Separación de las Partes Activas Desnudas
 - 4.8.8 Empalmes y Derivaciones
 - 4.8.9 Fabricación e Instalación
- 4.9 INTERRUPTORES
- 4.9.1 Instalación
 - 4.9.2 Requisitos de Fabricación

- 4.10 CUADROS Y TABLEROS ELÉCTRICOS
 - 4.10.1 Generalidades
 - 4.10.2 Cuadros Eléctricos
 - 4.10.3 Tableros
 - 4.10.4 Requisitos de Fabricación

CAPÍTULO 5 INSTALACIÓN DE ARTEFACTOS ELÉCTRICOS

- 5.1 ARTEFACTOS ELÉCTRICOS
 - 5.1.1 Generalidades
 - 5.1.2 Requisitos de los Circuitos Derivados
 - 5.1.3 Instalación de Artefactos
 - 5.1.4 Control y Protección de los Artefactos
 - 5.1.5 Indicaciones que deben Llevar los Artefactos
- 5.2 MOTORES ELÉCTRICOS
 - 5.2.1 Consideraciones Generales
 - 5.2.3 Protección de los Motores en Marcha y Circuitos Derivados contra Sobrecargas o Fallas en el Arranque
 - 5.2.4 Protección del Circuito Derivado del Motor contra Cortocircuitos y Fallas a Tierra
 - 5.2.5 Protección del Alimentador del Motor contra Cortocircuitos y Fallas a Tierra
 - 5.2.6 Circuito de Control de Motores
 - 5.2.7 Control de Motores
 - 5.2.8 Medios de Desconexión
 - 5.2.9 Tensiones Nominales Mayores de 600 V
 - 5.2.10 Protección de las Partes Activas para Todas las Tensiones
 - 5.2.11 Puesta a Tierra
- 5.3 GENERADORES
 - 5.3.1 Ubicación
 - 5.3.2 Marcación
 - 5.3.3 Protección contra Sobrecorriente
 - 5.3.4 Capacidad de Corriente de los Conductores
 - 5.3.5 Protección de las Partes Activas
 - 5.3.6 Resguardos para Operadores
 - 5.3.7 Boquillas
- 5.4 TRANSFORMADORES Y BÓVEDAS DE TRANSFORMACIÓN
 - 5.4.1 Alcance
 - 5.4.2 Generalidades
 - 5.4.3 Protección contra Sobrecorriente
 - 5.4.4 Autotransformadores de Puesta a Tierra
 - 5.4.5 Interconexiones de Secundarios
 - 5.4.6 Funcionamiento en Paralelo
 - 5.4.7 Marcación
 - 5.4.8 Disposiciones Especificas Aplicables a los Diferentes Tipos de Transformadores
 - 5.4.9 Bóvedas para Transformadores

- 5.5 BATERÍAS DE ACUMULADORES
 - 5.5.1 Alcance
 - 5.5.2 Conductores Aparatos Alimentados por Baterías
 - 5.5.3 Puesta a Tierra
 - 5.5.4 Aislamiento de Baterías de Tensión no Mayor de 250 V
 - 5.5.5 Aislamiento de Baterías de Tensión Mayor de 250 V
 - 5.5.6 Bastidores y Bandejas
 - 5.5.7 Locales para baterías
 - 5.5.8 Medios de Ventilación

- 5.6 CONDENSADORES
 - 5.6.1 Alcance
 - 5.6.2 Cubierta y Resguardo
 - 5.6.3 Tensiones Nominales Menores de 660 V
 - 5.6.4 Tensiones Nominales Mayores de 600 V
 - 5.6.5 Transformadores Usados con Condensadores

- 5.7 RESISTENCIAS Y REACTORES
 - 5.7.1 Tensiones Nominales de 600 v ó menos
 - 5.7.2 Tensiones Nominales Mayores de 600 V

- 5.8 APARATOS DE ALUMBRADO, PORTALÁMPARAS, LÁMPARAS, TOMACORRIENTES Y ROSETAS
 - 5.8.1 Alcance
 - 5.8.2 Partes Activas
 - 5.8.3 Ubicación de los Aparatos
 - 5.8.4 Disposiciones para Cajas de Salida y Tapas Ornamentales y Similares
 - 5.8.5 Conexión de Aparatos de Alumbrado de Descarga
 - 5.8.6 Soportes de Aparatos de Alumbrado
 - 5.8.7 Puesta a Tierra
 - 5.8.8 Alambrado de Aparatos de Alumbrado
 - 5.8.9 Fabricación de Aparatos de Alumbrado
 - 5.8.10 Instalación de Portalámparas
 - 5.8.11 Fabricación de Portalámparas
 - 5.8.12 Lámparas y Equipos Auxiliares
 - 5.8.13 Tomacorrientes, Conectores de Cordón y Enchufes
 - 5.8.14 Rosetas
 - 5.8.15 Disposiciones Especiales para los aparatos de Superficie o Empotrados
 - 5.8.16 Fabricación de los Aparatos de Superficie o Empotrados
 - 5.8.17 Disposiciones Especiales para los Sistemas de Alumbrado por Descarga de 1000 V o menos
 - 5.8.18 Disposiciones Especiales para los Sistemas de Alumbrado por Descarga de más de 1000 V

- 5.9 EQUIPOS ELÉCTRICOS ESPECIALES
 - 5.9.1 Anuncios Luminosos y Alumbrado de Realce
 - 5.9.2 Grúas y Elevadores de Carga
 - 5.9.3 Ascensores, Montacargas, Escaleras Mecánicas y Pasillos Móviles
 - 5.9.4 Soldadores Eléctricos
 - 5.9.5 Registro de Sonido y Equipos Similares
 - 5.9.6 Sistemas de Procesamiento de Datos
 - 5.9.7 Órganos Eléctricos
 - 5.9.8 Equipos de Rayos X

- 5.9.9 Equipos de Calentamiento por Inducción y por Pérdidas en el Dieléctrico
 - 5.9.10 Máquinas Herramientas para Trabajar Metales
 - 5.9.11 Máquinas de Riego Impulsadas o Controladas Eléctricamente
 - 5.9.12 Piscinas, Fuentes e Instalaciones similares
 - 5.9.13 Celdas Electrolíticas.
- 5.10 EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACIÓN
- 5.10.1 Generalidad
 - 5.10.2 Medios de Desconexión
 - 5.10.3 Protección de los Circuitos Derivados contra Cortocircuitos y Fallas a Tierra
 - 5.10.4 Conductores de los Circuitos Derivados
 - 5.10.5 Controles para Moto-Compresores
 - 5.10.6 Protección contra Sobrecargas de los Moto-Compresores y de los Circuitos Derivados
 - 5.10.7 Disposiciones para Acondicionadores de Aire para Habitaciones
- 5.11 EQUIPOS ELÉCTRICOS FIJOS DE CALEFACCIÓN DE AMBIENTE
- 5.11.1 Generalidades
 - 5.11.2 Instalación
 - 5.11.3 Control y Protección de los Equipos Eléctricos Fijos de Calefacción de Ambientes
 - 5.11.4 Marcación de los Equipos de Calefacción
 - 5.11.5 Calentadores de Ducto
 - 5.11.6 Calderas del Tipo con Resistencia
 - 5.11.7 Calderas del Tipo de Electrodo

CAPÍTULO 6

INSTALACIÓN EN EMPLAZAMIENTOS ESPECIALES

- 6.1 LUGARES PELIGROSOS
- 6.1.1 Alcance
 - 6.1.2 Consideraciones Generales
 - 6.1.3 Precauciones especiales
 - 6.1.4 Lugares Específicos
 - 6.1.5 Lugares Clase I
 - 6.1.6 Lugares Clase II
 - 6.1.7 Lugares Clase III
- 6.2 LUGARES CLASE I
- 6.2.1 Generalidades
 - 6.2.2 Transformadores y Condensadores
 - 6.2.3 Medidores, Instrumentos y Relés
 - 6.2.4 Métodos de Instalación
 - 6.2.5 Sellado y Drenaje
 - 6.2.6 Interruptores, Disyuntores, Controles de Motor y Fusibles
 - 6.2.7 Transformadores y Resistencia de Control
 - 6.2.8 Motores y Generadores
 - 6.2.9 Aparatos de Alumbrado
 - 6.2.10 Equipos de Utilización, Fijos y Portátiles
 - 6.2.11 Cordonos. Clase I, Divisiones 1 y 2
 - 6.2.12 Tomacorrientes y Enchufes. Clase I, Divisiones 1 y 2
 - 6.2.13 Aislante de los Conductores, Clase I, Divisiones 1 y 2

- 6.2.14 Sistemas de Señalización, alarma, Control Remoto y Comunicación
- 6.2.15 Partes Activas. Clase I, Divisiones 1 y 2
- 6.2.16 Puestas a Tierra. Clase I, Divisiones 1 y 2
- 6.3 LUGARES CLASE II
 - 6.3.1 Consideraciones Generales
 - 6.3.2 Transformadores y Condensadores
 - 6.3.3 Protección contra Sobrecorrientes Transitorias. Clase II, Divisiones 1 y 2
 - 6.3.4 Métodos de Instalación
 - 6.3.5 Sellado. Clase II, Divisiones 1 y 2
 - 6.3.6 Interruptores, Disyuntores, Controles de Motor y Fusibles
 - 6.3.7 Transformadores y resistencias de Control
 - 6.3.8 Motores y Generadores
 - 6.3.9 Tubería de Ventilación
 - 6.3.10 Equipos de Utilización
 - 6.3.11 Aparatos de Alumbrado
 - 6.3.12 Cordones, Clase II, División 1 y 2
 - 6.3.13 Tomacorrientes y Enchufes
 - 6.3.14 Sistemas de Señalización, Alarma, Control Remoto y Comunicación y Medidores, Instrumentos y Relés
 - 6.3.15 Partes Activas. Clase II, Divisiones 1 y 2
 - 6.3.16 Puesta a Tierra. Clase II, Divisiones 1 y 2
- 6.4 LUGARES CLASE III
 - 6.4.1 Generalidades
 - 6.4.2 Transformadores y Condensadores en Lugares Clase III. Divisiones 1 y 2
 - 6.4.3 Métodos de Instalación
 - 6.4.4 Interruptores, Disyuntores, Controles de Motor y Fusibles. Clase III, Divisiones 1 y 2
 - 6.4.5 Transformadores y Resistencias de Control. Clase III, Divisiones 1 y 2
 - 6.4.6 Motores y Generadores
 - 6.4.7 Tuberías de Ventilación. Clase III, Divisiones 1 y 2
 - 6.4.8 Equipos de Utilización. Clase III, Divisiones 1 y 2
 - 6.4.9 Aparatos de Alumbrado. Clase III, Divisiones 1 y 2
 - 6.4.10 Cordones. Clase III, Divisiones 1 y 2
 - 6.4.11 Tomacorriente y Enchufes. Clase III, Divisiones 1 y 2
 - 6.4.12 Sistemas de Señalización, Alarma, Control Remoto y de Intercomunicación por Altavoces. Clase III, División 1y2
 - 6.4.13 Grúas, Elevadores y Equipos Eléctricos Similares. Clase III, Divisiones 1 y 2
 - 6.4.14 Equipos de Carga de Acumuladores. Clase III, Divisiones 1 y 2
 - 6.4.15 Partes Activas. Clase III, Divisiones 1 y 2
 - 6.4.16 Puesta a Tierra. Clase III, Divisiones 1 y 2
- 6.5 GARAJES DE REPARACION Y ESTACIONAMIENTO
 - 6.5.1 Alcance
 - 6.5.2 Áreas Peligrosas (Clasificación efectuada de acuerdo a 6.1)
 - 6.5.3 Instalaciones y Equipos en Áreas Peligrosas
 - 6.5.4 Sellado
 - 6.5.5 Instalación en Espacios por encima de Áreas peligrosas
 - 6.5.6 Equipos por encima de Áreas peligrosas
 - 6.5.7 Equipos de Carga de Acumuladores
 - 6.5.8 Carga de Vehículos Eléctricos

- 6.6 HANGARES DE AVIACIÓN
 - 6.6.1 Alcance
 - 6.6.2 Clasificación de Lugares
 - 6.6.3 Instalaciones y Equipos en Lugares Peligrosos
 - 6.6.4 Instalación fuera de Lugares Peligrosos
 - 6.6.5 Equipos Fuera de Lugares Peligrosos
 - 6.6.6 Plataformas de Descarga o de Trabajo
 - 6.6.7 Sellado
 - 6.6.8 Sistemas Eléctricos de las Aeronaves
 - 6.6.9 Acumuladores de Aeronaves, Carga y Equipos
 - 6.6.10 Alimentación Externa de los Circuitos Eléctricos de las Aeronaves
 - 6.6.11 Equipos Móviles de Mantenimiento con Componentes Eléctricos
 - 6.6.12 Puesta a Tierra

- 6.7 SURTIDORES DE GASOLINA Y ESTACIONES DE SERVICIO
 - 6.7.1 Alcance
 - 6.7.2 Áreas Peligrosas
 - 6.7.3 Instalación y Equipos dentro de las Áreas Peligrosas
 - 6.7.4 Instalación y Equipos por Encima de las Áreas Peligrosas
 - 6.7.5 Medios de Desconexión de Circuitos
 - 6.7.6 Sellado
 - 6.7.7 Puesta a Tierra
 - 6.7.8 Instalación Eléctrica Subterránea

- 6.8 PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS INFLAMABLES
 - 6.8.1 Alcance
 - 6.8.2 Áreas Peligrosas
 - 6.8.3 Instalaciones y Equipos en Áreas Peligrosas
 - 6.8.4 Instalación y Equipos por encima de Áreas Peligrosas
 - 6.8.5 Instalación de Subterránea
 - 6.8.6 Sellado
 - 6.8.7 Distribución de Gasolina
 - 6.8.8 Puesta a Tierra

- 6.9 PROCESOS DE ACABADO
 - 6.9.1 Alcance
 - 6.9.2 Lugares peligrosos
 - 6.9.3 Instalación y Equipos en Áreas Peligrosas
 - 6.9.4 Equipos Electrostáticos Fijos
 - 6.9.5 Equipo Manual de Pulverización Electrostática
 - 6.9.6 Revestimiento con Polvos
 - 6.9.7 Instalación y Equipos por encima de Áreas Peligrosas
 - 6.9.8 Puesta a Tierra

- 6.10 INSTALACIONES DE ASISTENCIA MÉDICA
 - 6.10.1 Generalidades
 - 6.10.2 Sistemas de Alambrado
 - 6.10.3 Clínicas, Consultorios Médicos y Dentales, e Instalaciones Médicas de Atención Ambulatoria

 - 6.10.4 Sanatorios e Instalaciones Residenciales de Asistencia y Cuidado

- 6.10.5 Hospitales
- 6.10.6 Áreas de Cuidado de Pacientes
- 6.10.7 Locales de Anestesia por Inhalación
- 6.10.8 Comunicaciones, Sistemas de Señalización, Sistemas de Procesamiento de Datos, Sistemas de Señalización para la Protección contra Incendios, y Sistemas de Baja Tensión
- 6.10.9 Equipo Terapéutico de Alta frecuencia Diatérmica
- 6.10.10 Equipo de Rayos X

- 6.11 LOCALES DE REUNIONES PÚBLICAS
 - 6.11.1 Alcances
 - 6.11.2 Otros Capítulos Aplicables
 - 6.11.3 Métodos de Instalación

- 6.12 TEATROS Y LUGARES SIMILARES
 - 6.12.1 Generalidades
 - 6.12.2 Cuadros Eléctricos para Escenarios Fijos
 - 6.12.3 Equipos Fijos de Escenarios
 - 6.12.4 Cuadro Eléctrico Portátil sobre Escenarios
 - 6.12.5 Equipo Portátil de Escenario
 - 6.12.6 Camerinos
 - 6.12.7 Puesta a Tierra

- 6.13 ESTUDIOS DE CINE Y TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES
 - 6.13.1 Alcances
 - 6.13.2 Escenario o Estudio
 - 6.13.3 Lámparas en la Mesa de Visitas, Corte y Empalme
 - 6.13.4 Bóvedas para el Almacenamiento de Películas
 - 6.13.5 Subestaciones

- 6.14 PROYECTORES DE CINE
 - 6.14.1 Alcances
 - 6.14.2 Definiciones
 - 6.14.3 Equipos Proyectores del Tipo Profesional
 - 6.14.4 Proyectores del Tipo no Profesional

- 6.15 CONSTRUCCIONES PREFABRICADAS
 - 6.15.1 Alcances
 - 6.15.2 Definiciones
 - 6.15.3 Acometidas
 - 6.15.4 Métodos de Instalación
 - 6.15.5 Accesorios y Conectores
 - 6.15.6 Protección de los Conductores y de los Equipos

- 6.16 EMBARCADEROS Y ESTACIONAMIENTO DE EMBARCACIONES
 - 6.16.1 Alcances
 - 6.16.2 Otros Capítulos Aplicables
 - 6.16.3 Tomacorrientes
 - 6.16.4 Circuitos Derivados
 - 6.16.5 Alimentadores y Acometidas
 - 6.16.6 Métodos de Instalación
 - 6.16.7 Puesta a Tierra

- 6.16.8 Alambrado por Encima y por Debajo del Nivel del Agua
- 6.16.10 Sellado

CAPÍTULO 7

CONDICIONES ESPECIALES

- 7.1 SISTEMA DE EMERGENCIA
 - 7.1.1 Generalidades
 - 7.1.2 Suministro de Energía
 - 7.1.3 Circuitos de Emergencia para Alumbrado y Fuerza
 - 7.1.4 Control
 - 7.1.5 Protección contra Sobrecorriente

- 7.2 TENSIONES NOMINALES MAYORES DE 600 V
 - 7.2.1 Generalidades
 - 7.2.2 Disposiciones Generales para Equipos
 - 7.2.3 Disposiciones Especiales para Equipos
 - 7.2.4 Instalaciones Accesibles a Personas Calificadas
 - 7.2.5 Equipos Móviles y Portátiles
 - 7.2.6 Instalación en Túnel
 - 7.2.7 Calderas Tipo Electrodo

- 7.3 CIRCUITOS EQUIPOS QUE FUNCIONAN A MENOS DE 50 V
 - 7.3.1 Alcance
 - 7.3.2 Lugares Peligrosos
 - 7.3.3 Conductores
 - 7.3.4 Portalámparas
 - 7.3.5 Capacidad de los Tomacorrientes
 - 7.3.6 Tomacorrientes Necesarios
 - 7.3.7 Protección contra Sobrecorriente
 - 7.3.8 Baterías de Acumuladores
 - 7.3.9 Puesta a Tierra

- 7.4 CIRCUITOS CONTROL REMOTO, DE SEÑALIZACIÓN Y DE POTENCIA LIMITADA
 - 7.4.1 Generalidades
 - 7.4.2 Circuitos Clase I
 - 7.4.3 Circuitos Clase II y Clase III

- 7.5 SISTEMA DE GENERACIÓN DE FUERZA DE RESERVA
 - 7.5.1 Alcance
 - 7.5.2 Aprobación del Equipo
 - 7.5.3 Capacidad del Sistema
 - 7.5.4 Equipo de Control y de Transferencia
 - 7.5.5 Protección de los Sistemas
 - 7.5.6 Alambrado
 - 7.5.7 Sistemas de Generación de Fuerza de Reserva Requeridos legalmente

- 7.6 SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- 7.6.1 Generalidades
- 7.6.2 Circuitos de Señalización para Protección contra Incendio sin Limitación de Potencia
- 7.6.3 Circuitos de Señalización para Protección contra Incendio de Potencia Limitada

CAPÍTULO 8

SISTEMAS DE COMUNICACION

- 8.1 CIRCUITOS DE COMUNICACIONES
 - 8.1.1 Alcance
 - 8.1.2 Protección
 - 8.1.3 Conductores en el Exterior de una Edificación
 - 8.1.4 Circuitos Subterráneos que entran en las Edificaciones
 - 8.1.5 Puesta a Tierra
- 8.2 EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISIÓN
 - 8.2.1 Generalidades
 - 8.2.2 Sistemas de Antenas para Equipos Receptores
 - 8.2.3 Sistemas de Antenas para Estaciones Transmisoras y Receptoras de Aficionados
 - 8.2.4 Instalaciones Interiores para Estaciones Transitorias
- 8.3 ANTENAS DE TELEVISIÓN COMUNITARIA Y SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE RADIO
 - 8.3.1 Generalidades
 - 8.3.2 Puesta a Tierra de la Pantalla Conductora Externa de los Cables Coaxiales
 - 8.3.3 Instalación del Cable
 - 8.3.4 Circuitos Subterráneos
 - 8.3.5 Puesta a Tierra

CAPÍTULO 9

VERIFICACIONES Y PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- 9.1 OBJETO
- 9.2 PRUEBAS DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS
 - 9.2.1 Inspección
 - 9.2.2 Comprobación
 - 9.2.3 Medición
- 9.3 MEDIDA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO
 - 9.3.1 Resistencia Mínima de Aislamiento
 - 9.3.2 Pruebas a Efectuarse
- 9.4 MEDIDAS DEL AISLAMIENTO DEL PISO
 - 9.4.1 Resistencia Mínima del Aislamiento
 - 9.4.2 Pruebas a Efectuarse

ANEXOS

ANEXO I Equivalencia entre la Denominación de los Diámetros de los Tubos en PVC en milímetros y en pulgadas.

ANEXO II Equivalencia entre la Denominación de los Diámetros de los Tubos Metálicos Pesado y Liviano en milímetros y en pulgadas

PRÓLOGO

El presente Código Nacional de Electricidad ha sido formulado por la Dirección General de Electricidad, en cumplimiento de lo dispuesto por el Decreto Ley No. 19521 Normativo de Electricidad; el mismo que reemplaza al Código Eléctrico del Perú elaborado por la Asociación Electrotécnica Peruana en el año 1946.

El Código Nacional de Electricidad está conformado por lo Tomos siguientes:

TOMO I	PRESCRIPCIONES GENERALES
TOMO II	SISTEMA DE GENERACIÓN
TOMO III	SISTEMA DE TRANSMISIÓN
TOMO IV	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
TOMO V	SISTEMA DE UTILIZACIÓN

Complementariamente al Código se tienen Normas de Buena Práctica, Normas de Especificaciones de los diferentes materiales y equipos, así como Normas de Procedimientos para los procesos de electrificación de las habilitaciones urbanas, centros poblados y zonas rurales.

La Dirección General de Electricidad agradece la colaboración desinteresada de todas las instituciones y profesionales que han participado en la ejecución del presente Código.

Toda consulta relacionada con el mismo deberá dirigirse a la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas, Av. Las Artes No 260, Lima 41 - Perú.

CAPÍTULO 1

DEFINICIONES

En el presente capítulo se dan las definiciones de términos que son esenciales para el uso adecuado del presente Tomo, y que aparecen en dos o más partes del mismo. Las otras definiciones se encuentran en las partes donde se aplican.

El subcapítulo 1.1 contiene definiciones aplicables a todo el contenido del presente Tomo. El subcapítulo 1.2 contiene definiciones aplicables sólo a las partes que cubren específicamente Instalaciones y equipos que operan a tensiones nominales mayores de 600 V.

En el Tomo I, se han incluido Definiciones Generales que complementan a las que aquí se presentan.

1.1 DEFINICIONES GENERALES

ACCESIBLE.- (Aplicado a los métodos de instalación). Que se puede retirar o exponer sin dañar la estructura de la edificación o su acabado, o que no está permanentemente encerrado por la estructura o el acabado de la edificación (Véase "Oculto" y "Descubierto").

ACCESIBLE.- (Aplicado al equipo). Que está al alcance de personas, porque no está resguardado por puertas cerradas o por otros medios efectivos, ni está localizado en zonas elevadas. (Véase "Fácilmente accesible").

ACCESORIO.- Parte de una instalación tal como una tuerca, una boquilla, u otra parte cuya finalidad principal es realizar una función más mecánica que eléctrica.

ACEITE (en).- Cuando se aplica este término a un dispositivo que interrumpe un circuito eléctrico, indica que la interrupción se verifica dentro del aceite.

A LA VISTA DE.- Un equipo está "a la vista de" otro, si es visible desde el otro equipo, y está ubicado a una distancia no mayor de 15 m de él.

A PRUEBA DE:

Ignición de Polvo.- Véase el acápite 6.3.1.

Intemperie.- Construido o protegido de tal manera que cuando esté a la intemperie no interfiera su correcto funcionamiento. Un equipo a prueba de lluvia, hermético a la lluvia o al agua, puede cumplirlos requisitos de "A prueba de Intemperie", cuando la variación de las condiciones ambientales diferentes a la humedad, tales como nieve, hielo, polvo o temperaturas extremas no sean factores preponderantes.

Lluvia.- Construido, protegido o tratado de tal manera que la lluvia no interfiera su correcto funcionamiento.

Polvo.- Construido o protegido de tal manera que el polvo no interfiera su correcto funcionamiento.

ALAMBRE.- Es el producto de cualquier sección maciza, obtenido a partir del alambón por trefilación, laminación en frío o ambos procesos combinados, resultando un cuerpo de metal estirado generalmente de forma cilíndrica y de sección circular.

ALIMENTADOR.- Conductores de un circuito entre los bornes de salida del equipo de conexión o el cuadro eléctrico del generador de una planta aislada, y el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado,

ALIMENTADOR DE ALUMBRADO.- Alimentador que sirva principalmente a una carga de alumbrado.

ALIMENTADOR DE FUERZA.- Alimentador que sirve principalmente a una carga de fuerza.

ALMA (de un cable).- Hilo sólido o conjunto de hilos no aislados y cableados, que sirven normalmente para el transporte de la corriente eléctrica.

ALUMBRADO DE GUIRNALDAS.- Hilera de lámparas exteriores suspendidas entre dos puntos separados por una distancia mayor de 4.50 m.

ALUMBRADO DE REALCE.- Disposición de lámparas incandescentes o de descarga eléctrica para llamar la atención sobre ciertas características, tales como la forma de una edificación o la decoración de una ventana.

ANUNCIO LUMINOSO.- Artefacto fijo, estacionario o portátil que forma un conjunto iluminado eléctricamente, con palabras o símbolos destinados a dar información o a llamar la atención.

APARATO A PRUEBA DE EXPLOSIÓN.- Aparato encerrado en una caja capaz de resistir la explosión de un gas o vapor especificado que pueda ocurrir en su interior, y capaz de evitar la ignición de un gas o vapor especificado circundante a la caja por chispas o arcos o por explosión interior del gas o vapor, y el cual trabaja a una temperatura externa tal que la atmósfera inflamable circundante no se encenderá por ello.

APROBADO PARA EL USO.- Aprobado para un uso, ambiente o aplicación específicos, descrito en alguna prescripción particular del presente Tomo. La adecuación de los equipos o materiales para un uso, ambiente o aplicación específicos puede ser determinada por un laboratorio de pruebas, o por una entidad de normalización o inspección reconocida a nivel nacional o internacional, que esté comprometida con la evaluación de productos, como parte de sus programas de certificación y registro. (Véase "Certificado" y "Registrado").

ARMADURA (de un cable).- Protección metálica de un cable contra agentes mecánicos constituida por flejes o alambres de sección circular o rectangular, o por bandas o trenzadas colocadas axialmente sobre el cable.

ARMAZÓN.- Pieza o conjunto de piezas que sostienen los elementos de una máquina y forman su esqueleto.

ARTEFACTO.- Equipo de utilización estacionario, fijo o portátil generalmente de tipo no industrial, construido en tipos o tamaños normalizados y que se instala o conecta como una unidad (p.e.: licuadora, lavadora, acondicionador de aire, refrigeradora, etc).

Estacionario.- Artefacto que en uso normal no es fácilmente movible de un sitio a otro.

Fijo.- Artefacto que está asegurado o unido de alguna manera a un lugar determinado.

Portátil.- Artefacto que en uso normal puede fácilmente trasladarse de un sitio a otro.

BAJA TENSION.- Se denomina así a la tensión de utilización inferior a 1 kV.

BALASTO.- Dispositivo insertado entre la fuente de alimentación de una o más lámparas de descarga que, por medio de una inductancia, capacitancia o resistencia utilizadas separadamente o en combinación, sirve principalmente para limitar la corriente de la(s) lámpara(s) al valor requerido.

BARRA COLECTORA.- Es un conductor o grupo de conductores que se utiliza como una conexión común para dos o más circuitos.

BATERÍA DE ACUMULADORES.- Una batería está comprendida de uno o más elementos recargables de ácido-plomo, níquel-cadmio, u otros tipos electroquímicos recargables.

BATERÍA SELLADA- Es aquella que no está prevista para la adición de agua o electrolito, o no está prevista para una medida externa de la gravedad específica del electrolito.

CABLE.- Conductor de alma retorcida, trenzada o cableada con aislante y otras cubiertas o sin ellas (cable unipolar) o combinación de conductores aislados entre sí (cable multipolar).

CAJA DE DDESCONEXIÓN.- Cubierta diseñada para montaje adosado que tiene puertas abisagradas o tapas aseguradas directamente y telescópicamente a las paredes de la propia caja

CAPACIDAD DE CORRIENTE.- Es el valor de la corriente en Amperes que puede transportar un conductor a la tensión nominal bajo condiciones de operación preestablecidas.

CARGA CONTINUA- Carga cuya corriente máxima se espera que continúe durante tres horas o más.

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES.- Es un montaje de una o más secciones encerradas que tienen una barra de fuerza común y contiene principalmente unidades de control de motores.

CERTIFICADO.- Equipo o material que tiene un sello, símbolo u otra marca identificatoria de un laboratorio de pruebas, o de una entidad de normalización o inspección reconocida a nivel nacional o internacional, que esté comprometida con la evaluación de productos y que mantenga una inspección periódica de la producción de equipos o materiales certificados, y cuya certificación garantice el cumplimiento de las normas o pruebas reconocidas nacional o internacionalmente.

CIRCUITO DE CONTROL.- El circuito de control de un aparato o sistema de control, es el circuito que transporta las señales eléctricas que gobiernan el funcionamiento del control, pero no transportan la corriente del circuito de fuerza principal.

CIRCUITO DE FUERZA DE BAJA POTENCIA- Un circuito diferente a los de control remoto o señalización, pero que tiene su suministro de energía limitada de acuerdo con los requerimientos de los circuitos Clase II y Clase III Véase 7.4).

CIRCUITO DERIVADO.- Parte de un sistema de alambrado que está comprendido entre el último dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito y las salidas (para dispositivos térmicos Véase 3.5.1.7).

CIRCUITO DERIVADO INDIVIDUAL.- Circuito derivado que alimenta un sólo equipo de utilización.

CIRCUITO DERIVADO MULTICONDUCTOR.- Circuito que está formado por dos o más conductores activos que tienen una diferencia de potencial entre sí y un conductor neutro que tiene la misma diferencia de potencial con los conductores activos del circuito y el cual está conectado al conductor neutro del sistema.

CIRCUITO DERIVADO PARA ARTEFACTOS.- Circuito derivado que suministra energía a una o más salidas, para la conexión de artefactos; tales circuitos no tienen conectados permanentemente aparatos de alumbrado que no sean parte de un artefacto.

CIRCUITO DERIVADO PARA USOS GENERALES.- Circuito derivado que alimenta varias salidas para alumbrado y artefactos.

COCINA DE MOSTRADOR.- Artefacto de cocción diseñado para montaje empotrado o soportado sobre un mostrador, compuesto por una o más hornillas, alambrado interno y control incorporado o montado separadamente. (Véase "Horno Montado en Pared").

COLGANTE.- Accesorio que se suspende, ya sea por medio de un cordón que transporta la corriente o por otros medios.

CONDUCTOR.- Alambre o conjunto de alambres no aislados entre sí, destinados a conducir la corriente eléctrica. Puede ser desnudo, cubierto o aislado.

CONDUCTOR (de un cable).- Conjunto del alma y su envoltura aislante.

CONDUCTOR CUBIERTO (Protegido).- Conductor con cubierta no aislante, que lo protege contra la acción atmosférica.

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN.- Conductor usado para conectar las partes conductivas de los equipos, canalizaciones y otras cubiertas, entre sí y/o con el(los) electrodo(s) de puesta a tierra, o con el conductor neutro, en el tablero, en el equipo de conexión o en la fuente de un sistema derivado separadamente.

CONDUCTOR (DEL ELECTRODO) DE PUESTA A TIERRA.- Conductor usado para conectar el electrodo de puesta a tierra al conductor de protección y/o al conductor puesto a

tierra del circuito en el tablero, en el equipo de conexión o en la fuente de un sistema derivado separadamente.

CONDUCTOR DESNUDO.- Conductor sin ningún tipo de protección o aislamiento.

CONDUCTOR NEUTRO.- Conductor de un sistema polifásico de 4 conductores (p.e.: 380/220 V) o de un sistema monofásico de 3 conductores (p.e.: 440/220 V) que tiene un potencial simétrico con los otros conductores del sistema y es puesto a tierra intencionalmente.

CONDUCTOR PUESTO A TIERRA.- Conductor del sistema o circuito que es puesto a tierra intencionalmente. Puede ser el conductor neutro o un conductor de fase puesto a tierra.

CONDULET.- Una parte intercalada en un tubo o en un sistema de tubería, que a través de una(s) tapan(s) removible(s) da acceso al interior del sistema en una unión de dos o más secciones o a un punto terminal del mismo.

CONECTOR A PRESION (Sin soldadura).- Un accesorio para establecer una conexión entre dos o más conductores, o entre uno o más conductores y un terminal por medio de presión mecánica y sin el uso de soldadura.

CONTROL.- Dispositivo o grupo de dispositivos que sirven para gobernar de alguna manera predeterminada la energía eléctrica entregada a los aparatos a los cuales está conectado. (Véase también 5.2.7).

CORDON.- Conductor muy flexible de pequeña sección y longitud, aislado para asistir el uso, destinado para conectar artefactos portátiles, pequeñas herramientas o máquinas a los enchufes, o para el alambrado de los artefactos portátiles y de los aparatos colgantes.

CORRIENTE DE CARGA NOMINAL.- Véase la definición del párrafo 5.10.1.3 a).

CORRIENTE NOMINAL.- Valor eficaz de la corriente bajo condiciones nominales, al cual se refieren las características del equipo.

CORTACIRCUITO TÉRMICO.- Dispositivo de protección contra sobrecorriente, el cual contiene un elemento térmico además de un elemento fusible renovable sobre el cual actúa, abriendo este último el circuito. No está diseñado para interrumpir corrientes de cortocircuito.

CUADRO ELÉCTRICO.- Un gran panel, armazón o conjunto de paneles sobre el cual están montados, en la parte frontal o trasera o en ambas, interruptores, dispositivos de

protección contra sobrecorriente o de otro tipo, barras colectoras, y normalmente instrumentos. Es generalmente accesible por la parte posterior y también por la frontal y no está destinado para ser instalado dentro de gabinetes.

CUBIERTA.- Es la caja o envoltura de equipos, o el cerco o paredes que encierran una instalación para prevenir al personal de contactos accidentales con las partes energizadas, o para proteger al equipo de daños materiales.

DESCUBIERTO.- (Aplicado a los métodos de instalación).- Colocado encima de una superficie o fijado a ella, o colocado por detrás de paneles previstos para permitir el acceso Véase "Accesible-aplicado a los métodos de instalación').

DISYUNTOR.- (Interrupor Automático).- Un dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medios no automáticos y abrir el circuito automáticamente sin dañarse, bajo condiciones de sobrecorriente predeterminadas y cuando funciona dentro de su capacidad nominal.

Ajustable.- Término calificativo que indica que el disyuntor ajustable es ajustado para abrir el circuito a varios valores de corriente y/o tiempo, dentro de un rango predeterminado.

Ajuste.- El valor de corriente y/o tiempo, al cual el disyuntor ajustable es ajustado para abrir el circuito.

De disparo instantáneo.- Término calificativo que indica que no se introduce ningún retardo intencional en la apertura del disyuntor.

De tiempo inverso.- Término calificativo que indica que se ha introducido un retardo intencional en la apertura del disyuntor. Este retardo de tiempo decrece conforme la magnitud de la corriente se incrementa.

No ajustable.- Término calificativo que indica que el disyuntor no tiene ningún ajuste para alterar el valor de corriente al cual deberá abrir o el tiempo requerido para su operación.

DUCTO.- Pasaje formado bajo tierra o dentro de una pared destinado a recibir uno o más cables y/o conductores, que pueden ser pasados a través de él, o destinado a otro uso cuando se indique específicamente (p.e.: aire, gas, polvo, etc.).

EDIFICACIÓN.- Es una construcción independiente o separada de otra por paredes incombustibles.

ELECTRODO (DE PUESTA) A TIERRA.- Electrodo que se hincan en tierra para ser utilizado como terminal a tierra, tal como una barra de cobre, de acero recubierto con cobre, o tubos de fierro galvanizado.

ENCERRADO.- Envuelto por una caja, envoltura, acero, o paredes para evitar que una persona pueda ponerse accidentalmente en contacto con las partes activas.

EQUIPO.- Término general que incluye material, artefactos, dispositivos, accesorios, aparatos de alumbrado y todo lo que pueda ser usado como parte o tenga conexión con una instalación eléctrica.

EQUIPO DE CONEXION.- Equipo constituido por los dispositivos de control, maniobra, medición y/o protección y sus accesorios, localizado generalmente en una caja de conexión o de toma en el punto de entrada de los conductores de acometida a la edificación o al predio, y destinado a ser el control principal y el medio de desconexión del suministro.

EQUIPO DE UTILIZACIÓN.- Equipo que utiliza la energía eléctrica para usos mecánicos, químicos, de calefacción, de iluminación o usos similares.

FACILMENTE ACCESIBLE.- Capaz de ser alcanzado rápidamente para su funcionamiento, mantenimiento o inspección, sin necesidad de trepar o quitar obstáculos o hacer uso de escaleras portátiles, sillas, etc. (Véase "Accesible").

FACTOR DE SERVICIO.- Es el número que multiplicado por la potencia nominal da la potencia hasta la cual el motor puede ser sobrecargado en servicio continuo manteniendo la tensión y frecuencia a los valores especificados en la placa de características del motor.

FRENTE MUERTO.- Sin partes activas expuestas a una persona en el lado de maniobra del equipo.

GABINETE.- Cubierta diseñada para montaje adosado o empotrado y provisto de un armazón, rejilla o marco a los que se sujetan puertas abisagradas u otros tipos de puertas.

GARAJE.- Una edificación o parte de ella donde uno o más vehículos automotores que transportan LÍQUIDOS volátil inflamable como combustible, se guardan para uso, venta, depósito, alquiler, reparación, exhibición o demostración, y todas aquellas partes de una edificación que estén sobre o debajo del (los) piso (s) en la(s) cual(es) se guardan vehículos y que no están separadas por cortafuegos adecuados.

HERMÉTICO:

A la lluvia.- Construido y protegido de tal manera que el batido de la lluvia no debe dar como resultado la entrada de agua

Al agua.- Construido de tal manera que la humedad no entre en la cubierta.

Al polvo.- Construido de tal manera que el polvo no entre en la caja que lo encierra

HORNO MONTADO EN PARED.- Un horno doméstico para uso de cocción, diseñado para ser montado en una pared o cualquier otra superficie, consiste de uno o más elementos calefactores, y cuyo conjunto se completa con elementos de control incorporados o separados, además del alambrado interno (Véase "Cocina de Mostrador").

INTERRUPTORES:

De Uso General.- Interruptor destinado para usarlo en alimentadores y circuitos derivados. Su capacidad nominal está dada en Amperes y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal.

De Palanca de Uso General.- Interruptor de uso general construido de manera que pueda instalarse en caja empotradas o sobre tapas de cajas de salida, o utilizado de otra manera en conexión con sistemas de instalación reconocidos por el presente Tomo.

De Palanca de Uso General para AC.- Véase el párrafo 4.9.1.14 a).

De Palanca de Uso General para AC y DC.- Véase el párrafo 4.9.1.14 b).

De un Circuito de Motor.- Interruptor, cuya capacidad se expresa en HP, capaz de interrumpir la máxima corriente de sobrecarga que se puede presentar en un motor de igual número de HP nominales que el interruptor, a la tensión nominal.

INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA FUGAS A TIERRA.- Dispositivo cuya función es abrir el circuito cuando la corriente de fuga a tierra es mayor que un valor predeterminado, el cual a su vez, es menor que el requerido para hacer funcionar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.

LÁMPARA:

De Arco (arco eléctrico).- Lámparas en la cual la luz es emitida por un arco eléctrico o por los electrodos (p.e.: lámparas de arco con electrodo de carbón, o de arco de carbono de alta intensidad).

De descarga.- Lámpara en la cual la luz es producida por la descarga eléctrica de un gas, un vapor metálico o una mezcla de varios gases y vapores (p.e.: lámparas de vapor de mercurio, de sodio, fluorescentes).

Incandescente.- Lámpara en la cual la luz es producida por medio de un filamento calentado hasta la incandescencia por el paso de una corriente eléctrica

LÍQUIDOS INFLAMABLE VOLATIL.- Líquido inflamable que tenga un punto de encendido bajo los 38° C, o cuya temperatura esté encima del punto de encendido.

LUGARES PELIGROSOS.- Véase el capítulo 6.

MANIOBRABLE DESDE FUERA.- Capaz de ser accionado desde el exterior de la cubierta que lo contiene, sin exponer al operador a contactos con partes activas.

MEDIOS DE DDESCONEXIÓN.- Dispositivo o grupo de dispositivos u otros medios por los cuales los conductores de un circuito pueden ser desconectados de su fuente de suministro.

MOTO-COMPRESOR HERMÉTICO REFRIGERANTE.- Véase el inciso 5.10.1.1.

MOTOR DE PAR.- Motor que ejerce un momento de torsión contra alguna fuerza opositora, en el cual el rotor no gira continuamente, tal como un equipo para ajustar pernos.

MOTOR DE VELOCIDADES MULTIPLES- Es aquel que puede trabajar a cualquiera de varias velocidades determinadas, pero que una vez regulado para una velocidad, ésta permanece constante e independiente de la carga.

NIVEL DE AISLAMIENTO.- Conjunto de valores de tensión que caracterizan el aislamiento de un material o equipo, relativos a su aptitud para soportar los esfuerzos dieléctricos sin deterioro, falla, ni perforación.

NO AUTOMÁTICO.- Cuyo funcionamiento o acción requiere de la intervención personal para su control Véase "Automático", en Tomo I).

OCULTO.- Inaccesible debido a la estructura o al acabado de la edificación. Los conductores en canalizaciones ocultas son considerados ocultos, aunque se hacen accesibles al retirarlos de las canalizaciones.

PARARRAYOS.- Dispositivo de protección que limita las ondas de tensión en el equipo por medio de la descarga o el puenteo de las ondas de corriente; así mismo impide el flujo de corriente a tierra y es capaz de repetir estas funciones de acuerdo a sus especificaciones.

PARTES CONDUCTIVAS.- Partes conductivas de los equipos que no están destinadas a transportar corriente.

PERMISO ESPECIAL.- Autorización escrita de la Autoridad Competente encargada de hacer cumplir el Código.

PERSONA CALIFICADA.- Persona capacitada en la construcción y la operación de los equipos eléctricos y de los peligros implicados.

PORTALÁMPARAS.- Accesorio destinado a soportar mecánicamente una lámpara y conectarla eléctricamente al circuito.

PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN.- Distancia entre la superficie superior de un cable directamente enterrado, un tubo u otra canalización aprobada para el uso y el nivel del piso terminado.

PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE (Aplicada a conductores y equipos).- Destinada a abrir el circuito si la corriente alcanza un valor que pueda causar una temperatura excesiva o peligrosa en los conductores o en el aislamiento de éstos.

PROTECTOR TÉRMICO (Aplicado a motores).- Un dispositivo de protección que forma parte integral de un motor o de un moto-compresor y el cual, cuando está aplicado apropiadamente, protege al motor contra daños por sobrecalentamiento debido a sobrecargas o fallas en el arranque.

PROYECTOR PROFESIONAL.- Véase el inciso 6.14.2.1.

PROYECTOR NO PROFESIONAL.- Véase el inciso 6.14.2.2.

PUENTE DE UNIÓN.- Un conductor que asegure la conductividad eléctrica requerida entre dos o más partes metálicas que necesitan ser conectadas eléctricamente.

PUENTE DE UNIÓN DEL EQUIPO.- La conexión entre dos o más partes del conductor de protección.

PUENTE DE UNIÓN PRINCIPAL.- La conexión entre el conductor puesto a tierra y el de protección en el tablero o en el equipo de conexión.

PUENTEADO.- La unión permanente de las partes metálicas para formar un camino conductivo eléctricamente, que deberá garantizar la continuidad eléctrica y la capacidad para conducir con seguridad cualquier corriente probable que pueda producirse.

REGISTRADO.- Equipo o material comprendido dentro de un registro publicado por un laboratorio de pruebas, o por una entidad de normalización o inspección reconocida a nivel nacional o internacional, que esté comprometida con la evaluación de productos y que

mantenga una inspección periódica de producción de los equipos o materiales registrados, y cuyo registro indique que cumplen con las normas reconocidas a nivel nacional o internacional o que han sido probados y encontrados adecuados para el uso de una forma específica.

RESGUARDADO.- Cubierto, blindado, cercado, encerrado o protegido de alguna manera por medio de tapas adecuadas, cajas, barreras, rieles, pantalla, placas o plataformas para eliminar la posibilidad de un contacto peligroso o evitar la aproximación de personas u objetos al punto de peligro.

SALIDA- Punto en el sistema de alambrado donde se toma corriente para alimentar al equipo de utilización.

SALIDA PARA ALUMBRADO.- Salida destinada a la conexión directa de un portalámparas, un aparato de alumbrado o un cordón colgante que termina en un portalámparas.

SALIDA PARA TOMACORRIENTES.- Salida donde se instalan uno o más tomacorrientes.

SECCION NOMINAL.- Sección transversal del conductor en mm^2 que sirve para designarlo.

SERVICIO:

Continuo.- Tipo de servicio que exige el funcionamiento a una carga constante por tiempo indefinido.

Intermitente.- Tipo de servicio que exige el funcionamiento por períodos alternados: con carga y sin carga; con carga y parada, con carga, sin carga y parada

Nominal.- Servicio que debe cumplir una máquina o un aparato y para el cual ha sido diseñado.

Temporal.- Tipo de servicio que exige funcionamiento a una carga constante por un tiempo corto definido.

Variable.- Tipo de servicio que exige el funcionamiento a cargas e intervalos de tiempo que pueden estar ambos sujetos a amplias variaciones.

SISTEMA DE UTILIZACIÓN.- Conjunto de Instalaciones destinado a llevar energía eléctrica suministrada a cada usuario desde el punto de entrega hasta los diversos artefactos eléctricos en los que se produzca su transformación en otras formas de energía.

SOBRECARGA- Exceso de carga sobre el valor nominal de plena carga de un equipo o sobre la capacidad de corriente de un conductor, la cual cuando persiste por un tiempo suficientemente prolongado puede causar daño o sobrecalentamiento peligroso. No se incluyen cortocircuitos ni fallas a tierra (Véase "Sobrecorriente").

SOBRECORRIENTE.- Corriente anormal, mayor que la corriente de plena carga. Puede resultar por sobrecarga, cortocircuito o por fallas a tierra.

TABLERO.- Un panel o grupo de paneles diseñado para montarlos en forma de un único panel, incluyendo barras colectoras, dispositivos automáticos contra sobrecorrientes y con o sin interruptores para el control de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; diseñado para ser colocado dentro de un gabinete o caja de desconexión, adosados o empotrados en la pared o tabique y accesible sólo por su parte frontal (Véase "Cuadro Eléctrico").

TENSIÓN (de un Circuito).- Es el valor eficaz de la diferencia de potencial entre dos conductores cualesquiera del circuito referido.

TENSIÓN NOMINAL DE UNA BATERÍA.- Tensión calculada sobre la base de 2 V por elemento en las de tipo ácido-plomo y 1.2 V por elemento en las de tipo alcalino.

TERMICAMENTE PROTEGIDO (Aplicado a Motores).- La frase "Térmicamente protegido" que aparece en la placa de características de un motor o de un moto-compresor indica que dicho motor está provisto de un protector térmico.

TERMINAL.- Parte de un circuito o pieza de aparatos la cual está destinada para la recepción de conductores por medio de los cuales puede ser conectado eléctricamente a otro circuito o pieza de aparatos.

TOMACORRIENTE.- Dispositivo de contacto instalado en una salida para la conexión de un sólo enchufe.

VENTIADO.- Provisto de medios que permiten una circulación de aire suficiente para remover un exceso de calor, humos o vapores.

VIDRIERA.- Vitrina usada o diseñada para la exhibición de mercaderías o anunciar éstas, tanto si está total o parcialmente cerrada o enteramente abierta por la parte posterior y si tiene o no una plataforma elevada por encima del nivel del suelo de la calle.

VIVIENDA:

Unidad de Vivienda.- Unidad básica habitacional, compuesta de ambientes destinados a albergar a una familia, que reúna como mínimo áreas destinadas a estar, dormir, higiene,

cocinar, lavar, con servicios públicos domiciliarios y que cumpla las condiciones básicas de habitabilidad.

Vivienda Unifamiliar.- Una edificación que consiste solamente de una unidad de vivienda.

Vivienda Bifamiliar.- Una edificación que consiste de dos unidades de vivienda en diferentes niveles superpuestos con entradas independientes.

Vivienda Multifamiliar.- Una edificación que contiene tres o más unidades de vivienda.

1.2 TENSIÓN NOMINAL MAYOR DE 1 kV

MEDIA TENSIÓN.- Se denominará así a la tensión de utilización mayores a 1 kV.

CUADRO ELÉCTRICO DE MEDIA TENSION.- Un término general aplicable a un ensamblaje dentro de una cubierta metálica, de aparatos de maniobra principales y auxiliares para la operación, regulación, protección u otros controles de las Instalaciones eléctricas.

DISPOSITIVO DE DDESCONEXIÓN.- Dispositivo diseñado para abrir y/o cerrar uno o más circuitos eléctricos.

DISYUNTOR.- Dispositivo de desconexión, capaz de conectar, transportar e interrumpir corrientes bajo condiciones de carga normal y también conectar, transportar (por un tiempo definido) e interrumpir corrientes bajo condiciones anormales especificadas, tales como las de un cortocircuito.

INTERRUPTOR.- Interruptor capaz de conectar, transportar e interrumpir corrientes especificadas.

INTERRUPTOR EN ACEITE.- Interruptor que tiene contactos que operan en aceite.

MEDIOS DE DDESCONEXIÓN.- Dispositivo, grupo de dispositivos, u otros medios por los cuales los conductores de un circuito pueden ser desconectados de una fuente de alimentación.

SECCIONADOR.- Dispositivo de maniobra destinado a separar un circuito eléctrico de la fuente de energía en forma visible. No tiene capacidad de interrupción de corriente y está destinado a ser manipulado solamente después que el circuito ha sido abierto por algún otro medio;

SECCIONADOR FUSIBLE.- Seccionador con fusible incorporado, en el cual el fusible o portafusible forma el elemento móvil del mismo;

SECCIONADOR FUSIBLE EN ACEITE.- Seccionador fusible en el cual todo o parte del soporte fusible y su fusible-cinta o cuchilla desconectora están montados en aceite con completa inmersión de los contactos y la parte del fusible-cinta, de modo que la interrupción del arco formado por la apertura del fusible-cinta o por apertura de los contactos, ocurra en aceite;

EFFECTIVAMENTE PUESTO ATIERRA.- Conectado permanentemente a tierra a través de una conexión a tierra de impedancia suficientemente baja y que tenga una capacidad de corriente suficiente para que las corrientes de falla a tierra que pudiera ocurrir no ocasionen tensiones peligrosas para las personas.

FUSIBLE.- Dispositivo de protección contra sobrecorriente que, por la fusión del elemento fusible, abre el circuito en el cual está insertado cuando la corriente que lo atraviesa excede cierto valor en un tiempo determinado. Comprende todas las partes que forman una unidad capaz de desempeñar las funciones prescritas, pudiendo llegar a ser el dispositivo completo necesario para conectarlo en un circuito eléctrico.

Tipo expulsión.- Fusible en el cual la expulsión de los gases, llama o partículas metálicas producidos por su apertura, es controlada de modo que se expulsen en una o más direcciones predeterminadas.

De Potencia.- Fusible ventilado, no ventilado o de ventilación controlada, en el cual el arco es extinguido por su apertura a través de un material sólido, granular o LÍQUIDOS.

FUSIBLE CINTA.- Parte de un fusible, incluyendo el elemento fusible, la cual requiere reemplazarse después que el fusible ha operado y antes de que el fusible se ponga nuevamente en servicio.

CAPÍTULO 2

REQUISITOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Prescripciones Obligatorias

Las prescripciones obligatorias del presente Tomo, están caracterizadas por el uso de la palabra "deberá".

2.1.2 Aprobación

Los conductores y equipos requeridos o permitidos por el presente Tomo, deberán ser aceptables solamente cuando sean aprobados. Véase el acápite 2.1.3 y las definiciones de: "Aprobado", "Aprobado para el Uso", "Certificado" y "Registrado".

2.1.3 Inspección, Instalación y Uso de Equipos

2.1.3.1 Inspección

Al seleccionar un equipo, deberá evaluarse las siguientes consideraciones:

- a) Ser apropiado para la instalación y el uso de conformidad con las Disposiciones del presente Tomo, lo cual se puede verificar si es que el equipo está certificado o registrado.
- b) Resistencia mecánica y durabilidad, incluyendo para las partes destinadas a encerrar y proteger otros equipos, la adecuación de la protección así proporcionada.
- c) Los espacios para curvas y conexión de los conductores.
- d) El aislamiento eléctrico.
- e) Los efectos de aumento de temperatura bajo condiciones normales de uso y también bajo condiciones anormales que puedan producirse en servicio.
- f) Los efectos de arcos.

- g) La clasificación de acuerdo con el tipo, tamaño, tensión, capacidad de corriente y uso específico.
- h) Otros factores que favorezcan la protección de personas que utilicen o puedan entrar en contacto con los equipos.

2.1.3.2 Instalación y Uso

Un equipo certificado o registrado deberá ser usado o instalado de acuerdo con las instrucciones dadas en el certificado o el registro.

2.1.4 Tensiones

La tensión considerada en las partes del presente Tomo, deberá ser aquella a la cual operan los circuitos.

2.1.5 Conductores

Los conductores normalmente usados para transportar corriente, deberán ser de cobre a menos que se indique lo contrario. Cuando no se especifica el material del conductor, las secciones indicadas se refieren a conductores de cobre. En caso de que se utilicen otros materiales, deberán emplearse las secciones equivalentes.

2.1.6 Sección de los Conductores

El valor de la Sección dada en las Tablas y en el texto están expresadas en milímetros cuadrados y corresponden al valor de la sección nominal.

2.1.7 Integridad del Aislamiento

Todas las instalaciones deberán estar aisladas de manera que el sistema completo esté libre de cortocircuitos y de puestas a tierra distintas de las que se permiten en el presente Tomo.

2.1.8 Métodos de Instalación

En el presente Tomo se incluyen únicamente los métodos de instalación reconocidos como adecuados. Estos métodos pueden ser ejecutados en cualquier tipo de edificación, excepto cuando se disponga otra cosa en el presente Tomo.

2.1.9 Capacidad Nominal de Interrupción

Todo equipo destinado a interrumpir corriente para diferentes niveles de falla deberá tener una suficiente capacidad nominal de interrupción para la tensión del sistema y la máxima corriente de falla que pueda ocurrir en los terminales del equipo.

El equipo destinado a interrumpir corrientes diferentes a los niveles de falla, deberá tener una capacidad nominal de interrupción a la tensión del sistema, suficiente para la corriente que debe ser interrumpida.

2.1.10 Impedancia de Circuitos y otras Características

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, el componente de cortocircuito con capacidad disruptiva, y otras características del circuito que se debe proteger, deberán ser seleccionados y coordinados de manera que permitan a los dispositivos de protección, eliminar una falla sin que ocurra daños que se extiendan a los componentes eléctricos del circuito. Esta falla puede ocurrir entre dos o más conductores del circuito o entre cualquier conductor y el conductor de puesta a tierra o la canalización metálica que los contenga.

2.1.11 Agentes Perjudiciales

A menos que sean aprobados para el uso, los conductores y equipos no deberán estar instalados en locales húmedos o mojados; ni expuestos a gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes que tengan efectos deteriorantes en los conductores o equipos. Tampoco deberán estar expuestos a temperaturas excesivas. Véase el inciso 4.1.1.6.

Los equipos de control, los de utilización y las canalizaciones de barras colectoras, que estén aprobados sólo para uso en lugares secos, deberán estar protegidos contra daños permanentes causados por la intemperie, mientras dure la construcción de la edificación.

2.1.12 Ejecución Mecánica del Trabajo

Los equipos eléctricos deben ser instalados en forma limpia y de buen acabado.

2.1.13 Montaje y Ventilación de los Equipos

2.1.13.1 Montaje

Todo equipo eléctrico deberá asegurarse fijamente a la superficie donde esté montado. No deberá usarse tarugos de madera introducidos dentro de huecos en mampostería, concreto, enlucido o materiales similares.

2.1.13.2 Refrigeración

Los equipos eléctricos que dependen de la circulación natural del aire y de principios de convección para el enfriamiento de superficies expuestas, deberán instalarse de manera que la circulación del aire

ambiente sobre tales superficies no está restringida por paredes o por la presencia de otros equipos adyacentes que estén instalados. Todo equipo diseñado para ser montado en el piso, deberá estar provisto de un espacio libre entre la superficie superior y las superficies adyacentes para la disipación del aire caliente ascendente.

Los equipos provistos con aberturas de ventilación deben instalarse de manera que las paredes u otros obstáculos no impidan la libre circulación del aire a través del equipo.

2.1.14 Conexiones Eléctricas

Por motivo de características diferentes del cobre y el aluminio, los dispositivos tales como los terminales a presión o conectores de empalme a presión y terminales para conexión soldada, deberán ser instalados y usados adecuadamente. Los conductores de metales diferentes no deberán juntarse en un terminal o conector de empalme en donde el contacto físico ocurra entre dos conductores diferentes tales como cobre y aluminio, a menos que el dispositivo sea adecuado para el propósito y condiciones de uso. Cuando se utilicen materiales tales como soldadura, fundentes, inhibidores o compuestos, deberán ser adecuados para el uso y deberán ser de un tipo que no produzca daño a los conductores, instalación o equipos.

2.1.14.1 Terminales

La conexión de conductores a partes terminales deberá asegurar completamente una buena conexión sin dañar a los conductores, y deberá ser hecha por medio de conectores a presión (incluyendo los tipos de fijación con tornillo), terminales para conexión soldada, o empalmes a terminales flexibles. Cuando se trate de conductores de 4 mm² o menores, se permitirán conexiones por medio de tornillos de sujeción, o pernos y tuercas que tengan orejas dobladas hacia arriba.

Los terminales para más de un conductor y terminales usados para conectar conductores de aluminio deben ser aprobados para el uso.

2.1.14.2 Empalmes

Los conductores deberán empalmarse o unirse con dispositivos de empalme apropiados para el uso o con soldadura de bronce, soldadura de arco o soldadura blanda con un metal o aleación fusible. Los empalmes soldados deberán unirse primero de manera que aseguren antes de soldar una conexión firme, tanto mecánica como eléctricamente. Todos los empalmes, uniones y extremos libres de los

conductores deberán cubrirse con una aislación equivalente a la de los conductores o con un dispositivo aislante apropiado para el uso.

2.1.15 Espacio de Trabajo Alrededor de un Equipo Eléctrico, para una Tensión Nominal de 600 V o menos

Se deberá proveer y mantener suficiente acceso y espacio de trabajo alrededor de todo equipo eléctrico, con el objeto de permitir una rápida y segura manipulación y mantenimiento del equipo.

2.1.15.1 Espacios libres de trabajo

Con excepción de lo requerido o permitido en otras partes del presente Tomo, las dimensiones del espacio de trabajo en la dirección de acceso a las partes activas hasta 600 y que puedan necesitar inspección, ajuste, servicio o mantenimiento bajo tensión, no deberán ser menores que las indicadas en la Tabla 2-1, además de cumplir con las dimensiones indicadas en la Tabla 2-1, los espacios de trabajo no deberán tener un ancho menor de 0.90 m frente a los equipos eléctricos. Las distancias deberán medirse desde las partes activas si están descubiertas, o desde el frente de la cubierta o abertura de acceso cuando estén encerradas. Las paredes de concreto, ladrillo o barro deberán considerarse como puestas a tierra.

TABLA 2-I
ESPACIOS DE TRABAJO

Tensión a tierra V	Distancia libre mínima M			
0 a 150	Condición:	A	B	C
151 a 600		0.90	0.90	0.90
		0.90	1.05	1.20

Donde las condiciones son las siguientes:

- A. Partes activas en un lado y partes no activas o puestas a tierra en el otro lado del espacio trabajo o partes activas expuestas en ambos lados resguardados efectivamente con madera u otros materiales aislantes adecuados. Los conductores aislados o barras aisladas que trabajen con una tensión no mayor de 300V, no deberán considerarse partes activas.
- B. Patees activas expuestas en un lado y partes puesta a tierra en el otro lado.
- C. Patees activas expuestas a ambos lados del espacio de trabajo (no resguardadas como indica la condición A), con el operador en el medio.

Se dan las siguientes excepciones:

- a) No se necesita espacio de trabajo detrás de conjuntos tales como cuadros eléctricos de frente muerto, o centros de control de motores, cuando en la parte posterior de ellas no exista parte renovable o ajustable alguna, tal como fusibles o interruptores y cuando todas las conexiones sean accesibles desde otros lugares que no sean por detrás de ellos.
- b) Se permitirán espacios menores con permisos especiales, cuando se considere que la disposición particular de la instalación proporciona accesibilidad adecuada.

2.1.15.2 Espacios libres

El espacio de trabajo requerido no deberá usarse para almacenamiento. Cuando las partes activas normalmente encerradas sean expuestas para su inspección o servicio, el espacio de trabajo si está en un pasadizo en un espacio totalmente abierto, deberá ser resguardado convenientemente.

2.1.15.3 Acceso y entrada al espacio de trabajo

Se deberá proporcionar por lo menos un área suficiente de entrada que dé acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico. Los cuadros eléctricos y paneles de control que tengan más de 1.80 m de ancho y con una capacidad de corriente nominal superior a 1200 A, deberán tener una entrada no menor de 0.60 m de ancho por cada extremo, cuando sea factible.

2.1.15.4 Espacio de trabajo en el frente

En todos los casos donde existan partes activas normalmente expuestas en el frente de un cuadro eléctrico o centro de control de motores, el espacio de trabajo frente a cada equipo no deberá ser menor de 0.90 m.

2.1.15.5 Iluminación

Deberá proveerse iluminación para todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos de conexión, cuadros eléctricos, tableros o centros de control de motores instalados interiormente, de acuerdo a lo prescrito en la Norma DGE 017-M "Alumbrado de Interiores y Campos Deportivos".

2.1.15.6 Altura libre

La altura libre mínima de los espacios de trabajo alrededor de los equipos de conexión, cuadros eléctricos, tableros o centro de control de motores, deberá ser de 1.90 m, a excepción de los equipos de conexión o los tableros que no excedan los 200 Amperes ubicados dentro de unidades de vivienda.

Para tensiones mayores Véase el subcapítulo 7.2.

2.1.16 Resguardo de las Partes Activas (Hasta 600 V nominal)

- a) Con excepción de lo requerido o permitido en otras partes del presente Tomo, las partes activas de equipos eléctricos que trabajen a una tensión mayor de 50 W, deberán ser resguardadas contra contactos accidentales por medio de gabinetes aprobados u otras formas de cubiertas aprobadas o por cualquiera de los siguientes medios:
 - i) Por su ubicación en un local, bóveda o cubierta similar que sea accesible solamente a personal calificado.
 - ii) Por tabiques sólidos o pantallas permanentemente adecuados y dispuestos de manera que sólo el personal calificado tenga acceso al espacio desde donde se alcanzan las partes activas. Cualquier abertura en dichos tabiques o pantallas deberá estar ubicada y ser de tales dimensiones que las personas no tengan probabilidades de ponerse accidentalmente en contacto con las partes activas o de poner objetos conductores en contacto con ellas.
 - iii) Por su ubicación en un balcón o galería, plataforma elevada, dispuesta de manera que mantengan las partes activas fuera del alcance de las personas no calificadas.
 - iv) Por una elevación de 2.40 m o mayor sobre el piso u otra superficie de trabajo.
- b) En lugares donde el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños materiales, las cubiertas o resguardos deberán estar ordenadas y deberán ser de tal resistencia como para prevenir tales daños.
- c) Las entradas a locales y otros lugares resguardados que contengan partes activas expuestas, deberán tener avisos o letreros muy visibles que prohíban la entrada a personas no calificadas.

2.1.17 Partes que Producen Arcos

Las partes de equipos eléctricos que en funcionamiento normal producen arcos, chispas, llama o metal fundido, deberán estar encerradas o separadas y aisladas de todo material combustible.

2.1.18 Alumbrado y Fuerza desde los Conductores para Tranvías y Trenes

Los circuitos para alumbrado y fuerza no deberán conectarse a ningún sistema que contenga conductores de troles con retorno por tierra; a excepción de viviendas móviles, casas de fuerza o estaciones de pasajeros y de carga que funcionen en conexión con los trenes eléctricos.

2.1.19 Marcación

En todo equipo eléctrico debe indicarse el nombre del fabricante, la marca de fábrica, o cualquier otra marca descriptiva que permita la identificación de la empresa responsable del producto. Deberá proveerse también otras indicaciones especificando la tensión, intensidad de corriente, potencia y otros valores nominales que se requieran en el presente Tomo. La identificación deberá ser lo suficientemente resistente para soportar el efecto de las condiciones ambientales.

2.1.20 Identificación de los Medios de Desconexión

Cada medio de desconexión requerido por el presente Tomo para motores y artefactos, y cada acometida, punto de origen del alimentador o circuitos derivados, deberán estar claramente marcados, indicando su uso, a menos que esté ubicado o dispuesto de tal manera que el propósito sea evidente. La identificación deberá ser lo suficientemente resistente para soportar el efecto de las condiciones ambientales.

2.2 TENSIONES NOMINALES MAYORES DE 600V

2.2.1 Generalidades

Los conductores y equipos utilizados en circuitos de tensión nominal mayor de 600 V, deberán cumplir con los requisitos que sean aplicables de los acápites anteriores a este subcapítulo, y con los acápites que siguen que complementen o modifiquen los anteriores. En ningún caso deberá aplicarse las provisiones de este subcapítulo a los equipos ubicados en el lado de alimentación de los conductores de acometida.

2.2.2 Cubiertas para instalaciones Eléctricas.

Las instalaciones eléctricas en bóvedas, cuartos o armarios en áreas rodeadas por paredes, rejas o cercos, cuyo acceso esté controlado por una cerradura con llave a cualquier otro medio, deberán considerarse como accesibles sólo a personas calificadas. El tipo de cubierta usado en un caso determinado deberá ser diseñado y construido de acuerdo con la naturaleza y el grado de peligro de la instalación.

Las paredes, rejas o cercos de altura menor de 2.40 m no deberán ser considerados como medios que impidan el acceso a menos que estén provistos de otras características que proporcionen un grado de aislamiento equivalente al de una cerca de 2.40 m.

2.2.2.1 Instalaciones interiores

- a) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las Instalaciones eléctricas interiores que están al alcance de personas no calificadas, deberán ser hechas con equipos con encerramientos metálicos o deberán ser encerradas en bóvedas o en un área cuyo acceso esté controlado por cerradura con llave. Los cuadros eléctricos de alta tensión, subestaciones compactas, transformadores, cajas de paso, cejas de conexión y otros equipos asociados similares deberán ser marcados con signos apropiados de precaución. Las aberturas en transformadores secos ventilados o las aberturas similares en otros equipos, deberán ser diseñadas de manera que los objetos extraños que se introduzcan por estas aberturas sean desviados de las partes energizadas.
- b) En lugares accesibles solamente a personas calificadas. Las Instalaciones eléctricas interiores consideradas accesibles solamente a personal calificado de acuerdo con este acápite, deberán cumplir con 2.2.5 y lo especificado en 7.2.4.2 y 7.2.4.3.

2.2.2.2 Instalaciones exteriores

- a) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las Instalaciones eléctricas exteriores accesibles a personas no calificadas, deberán cumplir con 3.4.
- b) En lugares accesibles sólo a personas calificadas. Las Instalaciones eléctricas exteriores que tengan partes activas expuestas deberán ser accesible sólo a personas calificadas de acuerdo con lo indicado en a) anterior y deberán cumplir con 2.2.5 y/o especificado en 7.2.4.2 y 7.2.4.3.

2.2.2.3 Equipos con encerramientos metálicos accesibles a personas no calificadas

La ventilación o aberturas similares en equipos, deberán ser diseñadas de manera que los objetos extraños que se introduzcan por estas aberturas sean desviados de las partes energizadas. Cuando estén expuestos a daños mecánicos desde el tráfico vehicular, deberán estar provistas de resguardos adecuados. Los equipos con encerramientos metálicos ubicados en el exterior, y accesibles al público en general, deberán ser diseñados para que los pernos y tuercas expuestos no

puedan ser quitados fácilmente y puedan permitir el acceso a partes activas. Si están instalados de manera que la base de la cubierta esté a menos de 2.40 m por encima del piso, la puerta o la tapa deberá mantenerse cerrada con llave.

2.2.3 Espacio de Trabajo alrededor de Equipos

Se deberá proveer y mantener suficiente espacio alrededor de los equipos eléctricos para permitir una rápida y segura operación y mantenimiento de tales equipos. Donde las partes energizadas estén expuestas, el mínimo espacio de trabajo libre será no menor de 2 m de altura (medido verticalmente desde el piso o plataforma), o menor de 1 m de ancho (medido paralelamente al equipo). La distancia frente a los equipos eléctricos está especificado en 2.2.5.1. En todos los casos, el espacio de trabajo deberá ser adecuado para permitir por lo menos la apertura de puertas o paneles con bisagras en un ángulo de 90°.

2.2.4 Entrada y Acceso a Espacios de Trabajo

- a) Deberá ser provista por lo menos una entrada no menor de 0.60 m de ancho y 2 m de alto para proporcionar acceso al espacio de trabajo alrededor de un equipo eléctrico. En cuadros eléctricos y paneles de control con más de 1.25 m de ancho, deberá haber una entrada en cada extremo, cuando sea factible. Cuando las partes energizadas descubiertas a cualquier tensión, o partes energizadas aisladas con una tensión mayor de 600 V estén adyacentes a las entradas, deberán estar adecuadamente resguardadas.
- b) Se deberá proveer escaleras portátiles o escaleras en la misma obra, para proporcionar acceso en condiciones de seguridad al espacio de trabajo alrededor de los equipos eléctricos que se encuentren instalados en plataformas, balcones, pisos de mezzanine, áticos o en cuartos o espacios en el techo.

2.2.5 Espacios de Trabajo y Resguardos

2.2.5.1 Espacios de Trabajo

El espacio libre mínimo de trabajo frente a los equipos eléctricos tales como cuadros eléctricos, paneles de control, interruptores, disyuntores, control de motores, relés y equipos similares, deberá ser no menor a lo especificado en la Tabla 2-II, a menos que se indique otra cosa en el presente Tomo. Las distancias deberán medirse desde las partes activas si tales partes están descubiertas, o desde el frente de la cubierta o abertura, si es que están normalmente encerradas.

TABLA 2-II
DISTANCIA MÍNIMA PARA ESPACIOS DE TRABAJO FRENTE A EQUIPOS ELÉCTRICOS

Tensión Nominal a Tierra V	Condiciones (m)		
	A	B	C
601 - 2500	1.00	1.25	1.55
2501 - 9000	1.25	1.55	1.85
9001 - 25000	1.55	1.85	2.75
25001 - 75000	1.85	2.45	3.05
más de 75000	2.45	3.05	3.70

Donde las condiciones son las siguientes:

- A. Partes activas en un lado y partes no activas o puestas a tierra en otro lado del espacio de trabajo, o partes activas expuestas en ambos lados resguardadas efectivamente con materiales aislantes adecuados. Los conductores y barras aislados que trabajen con tensión menores de 300 V, no deberán considerarse como partes activas.
- B. Partes activas expuestas en un lado y partes puestas a tierra, en otro lado. las paredes de concreto, ladrillo o barro, deberán considerares como superficies puestas a tierra.
- C. Partes activas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no resguardadas como indica la condición A), con el operador en el medio.

No se requiere espacio de trabajo detrás del equipo tales como cuadros eléctricos de frente muerto o ensamblajes de control, cuando en la parte posterior de ellas exista partes renovables o ajustables (tales como fusibles o interruptores), y donde todas las conexiones sean accesibles desde otros lugares que no sean por detrás de ella. Cuando se requiera acceso posterior para trabajar con partes desenergizadas, deberá proveerse un espacio de trabajo mínimo de 76 cm medido horizontalmente.

2.2.5.2 Separación para equipos de baja tensión

Donde los interruptores, seccionadores, y otros equipos que trabajen con una tensión nominal de 600 V o menos están instalados en un cuarto o cubierta, en el cual existen partes activas o conductores expuestos que funcionan a una tensión nominal mayor de 600 V se deberán separar los equipos de alta tensión de los espacios ocupados por los equipos de baja tensión por medio de tabiques, cercos o rejillas.

Los interruptores u otros equipos que funcionan a una tensión nominal de 600 V o menos y que están relacionados exclusivamente con

equipos instalados dentro de una cubierta, cuarto o bóveda de alta tensión, pueden ser instalados en dichos espacios si son accesibles exclusivamente a personal calificado.

2.2.5.3 Cuartos y cubiertas provistos de cerradura

Las entradas a todas las Edificaciones, cuartos o cubiertas que contienen partes activas expuestas que funcionan a una tensión nominal mayor de 600 V deberán mantenerse cerradas con llave, excepto cuando tales entradas están bajo supervisión constante por personal calificado.

2.2.5.4 Iluminación

Se deberá proveer una adecuada iluminación en todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos eléctricos. Las salidas para alumbrado deberán estar dispuestas para que las personas que cambian lámparas o hacen reparaciones del sistema de alumbrado, no puedan estar expuestas a peligros con las partes activas u otros equipos. Los puntos de control deberán estar ubicados de manera que las personas al encender las lámparas no puedan entrar normalmente en contacto con cualquier parte activa o movable de los equipos.

2.2.5.5 Elevación de pares activas no resguardadas

Las partes activas no resguardadas que estén por encima del espacio de trabajo, deberán ser mantenidas a elevaciones no menores que las especificadas en la Tabla 2-III.

TABLA 2-III
ELEVACIÓN DE PARTES ACTIVAS NO RESGUARDADAS
POR ENCIMA DE LOS ESPACIOS DE TRABAJO

Tensión nominal entre fases V	Elevación m
601 - 7500	2.60
7501 - 35000	2.75
mayor de 35000	2.75 + 0.01 m por encima de 35 KV

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

3.1 CIRCUITOS DERIVADOS

3.1.1 Disposiciones Generales

3.1.1.1 Alcance

Las prescripciones del presente subcapítulo deberán aplicarse a los circuitos derivados que alimentan cargas de alumbrado o de artefactos o combinaciones de ambas,

Si se conectan motores o artefactos accionados por motores a cualquier circuito que alimenta cargas de alumbrado o de artefactos, deberán aplicarse entonces las Disposiciones del presente subcapítulo y las del subcapítulo 5.2. Si el circuito derivado alimenta solamente motores se aplicará el subcapítulo 5.2.

3.1.1.2 Clasificación

Los circuitos derivados reconocidos por el presente subcapítulo, deberán ser clasificados de acuerdo con la máxima capacidad nominal o de ajuste permitido del dispositivo de sobrecorriente. La clasificación para los circuitos que no sean circuitos derivados individuales deberá ser de: 10, 15, 20, 25, 35 y 45 A.

Cuando por cualquier razón se utilicen conductores de mayor capacidad de corriente, la capacidad nominal o de ajuste del dispositivo de sobrecorriente especificado determinará la clasificación del circuito.

3.1.1.3 Circuitos derivados multiconductores

Los circuitos derivados reconocidos por el presente subcapítulo pueden ser instalados como circuitos multiconductores. Los circuitos

derivados multiconductores deberán alimentar solamente cargas conectadas entre fase y neutro, a excepción de lo siguiente:

- i) Cuando los circuitos derivados multiconductores alimenten un sólo equipo de utilización,
- ii) Cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado interrumpa simultáneamente todos los conductores activos del circuito derivado multiconductor. Todos los conductores deben originarse desde el mismo tablero.

3.1.1.4 Código de colores para circuitos derivados

- a) Conductor neutro. El conductor neutro de un circuito derivado deberá ser identificado con un acabado exterior de color blanco. Cuando las condiciones de operación y mantenimiento aseguren que solamente personal calificado atenderá la instalación, los conductores neutros de cables multiconductores pueden ser identificados permanentemente en sus terminales en el momento de la instalación por una marca distintiva de color blanco o por otros medios igualmente efectivos.
- b) Conductores de protección y de puesta a tierra. El conductor de protección de un circuito derivado y el conductor de puesta a tierra, si no son desnudos, deberán estar identificados con un acabado exterior de color amarillo.
- c) Conductores activos. Los conductores activos deberán ser de colores distintos al blanco o amarillo, como por ej.: negro, azul y rojo.

3.1.1.5 Tensiones máximas

- a) Tensión a tierra. Los circuitos derivados que alimenten a portalámparas, artefactos de alumbrado o tomacorrientes clasificados hasta 15 A, no deberán exceder de 250 V a tierra, excepto lo siguiente:
 - i) En establecimientos industriales, donde la tensión no deberá exceder de 300 V a tierra, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:
 - Las condiciones de operación y mantenimiento aseguren que solamente personal calificado atenderá los artefactos de alumbrado.
 - Los circuitos derivados alimentan solamente artefactos de alumbrado con portalámparas aprobadas para esta condición.
 - Los artefactos de alumbrado están montados a no menos de 2.50 m sobre el piso.

- Los artefactos de alumbrado no están provistos de interruptores que sean parte integrante de ellos mismos.
 - ii) En aplicaciones de calefacción industrial infrarroja, como está indicado en 5.1.3.8 c).
 - iii) En Instalaciones de ferrocarril, como se describe en 2.1.18.
- b) Tensión entre conductores.
 - i) La tensión no deberá exceder de 250 V entre conductores en los circuitos derivados que alimenten portalámparas de casquillo roscado, tomacorrientes o artefactos en unidades de vivienda, habitaciones de huéspedes de hoteles, moteles y lugares similares.
 - ii) La tensión no deberá exceder de 250 V entre conductores en los circuitos derivados que alimenten uno o más portalámparas de casquillo roscado de tamaño medio en otros lugares distintos a los especificados en i) anterior.

3.1.1.6 Tomacorrientes y conectores

- a) Tipos de puesta a tierra. En circuitos derivados de 10, 15 y 20 A, para cocina, lavandería, baños, garajes y exteriores, se deberá instalar tomacorrientes del tipo de puesta a tierra. Estos tomacorrientes deberán ser instalados solamente en circuitos de tensión y corriente para los cuales han sido diseñados, con excepción de lo indicado en las Tablas 3-I y 3-II.
- b) Deben ser puestos a tierra. Los tomacorrientes y conectores de cordón provistos de contacto a tierra, deberán tener dicho contacto efectivamente puesto a tierra, a excepción de los tomacorrientes instalados en generadores portátiles montados sobre vehículos indicados en 3.6.3.4.
- c) Métodos de puesta a tierra. Los contactos de puesta a tierra de los tomacorrientes y conectores de cordón deberán ser puestos a tierra por medio del conductor de protección del circuito que alimenta el tomacorriente o conector de cordón.

Los circuitos derivados o su canalización, deberá incluir o proveer un conductor de protección, al cual deberán conectarse los contactos de puesta a tierra de los tomacorrientes o conectores de cordón. En 3.6.10.1 b) se describen medios de puesta a tierra aceptables.

Para extensiones de circuitos derivados existentes Véase 3.6.7.1.
- d) Reemplazo de tomacorrientes. Cuando se reemplacen tomacorrientes sin contacto a tierra, si es posible disponer de una toma de tierra, deberán colocarse tomacorrientes del tipo de puesta

- a tierra, instalándose de acuerdo con lo indicado en el inciso c) anterior.
- e) Equipo conectado con cordón y enchufe. La instalación de tomacorrientes del tipo de puesta a tierra no deberá ser interpretado como que todos los equipos conectados con cordón y enchufe sean del tipo con conexión a tierra. Para los equipos conectados con cordón y enchufe que son puestos a tierra, Véase lo indicado en 3.6.6.4.
 - f) Tipos no intercambiables. Los tomacorrientes conectados en circuitos que tienen diferentes tensiones, diferentes frecuencias, o diferentes tipos de corriente (continua o alterna) deberán ser diseñados para que los enchufes utilizados en estos circuitos no sean intercambiables.

3.1.1.7 Protección contra fugas a tierra

Para la protección de las personas, todos los tomacorrientes de 220 V, 10, 15 y 20 A deben estar controlados por un interruptor de fuga a tierra en lugares tales como:

- a) Viviendas. Los tomacorrientes instalados en baños, garajes y al exterior.
- b) Lugares donde se realizan obras de construcción. Los tomacorrientes que no forman parte de la instalación eléctrica permanente del edificio o estructura.

3.1.1.8 Circuitos derivados desde autotransformadores

Los circuitos derivados no deberán alimentarse por autotransformadores, excepto cuando el sistema alimentado tenga un conductor neutro que esté conectado eléctricamente al conductor neutro del sistema alimentador del autotransformador.

3.1.1.9 Conductores activos derivados desde sistemas puestos a tierra

Los circuitos de corriente continua de dos conductores y los circuitos de corriente alterna de dos o más conductores activos pueden ser derivados desde los conductores activos de los circuitos que tengan un conductor neutro. Los dispositivos de interrupción en cada circuito que se derive, deberán tener un polo en cada conductor activo. Todos los polos de los dispositivos de interrupción multipolares deberán accionarse manualmente y en forma conjunta, cuando tales dispositivos de maniobra sirvan también como medios de desconexión, como se indica en 5.1.4.1 b) para un artefacto; 5.11.3.2 para un equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente; 5.2.7.5 para control de motores; y 5.2.8.2 para un motor.

3.1.2 Requisitos Específicos

3.1.2.1 Capacidad de corriente y sección mínima de los conductores

- a) Los conductores de un circuito derivado deberán tener una capacidad de corriente no menor que la capacidad nominal del circuito y no menor que la carga máxima a ser alimentada.

Los conductores de los circuitos derivados deberán ser dimensionados para que la caída de tensión no sea mayor del 2.5%, para cargas de fuerza, calefacción y alumbrado, o combinación de tales cargas y donde la caída de tensión total máxima en alimentadores y circuitos derivados hasta el punto de utilización más alejado no exceda del 4%.

La capacidad de corriente de los conductores se da en las Tablas 4-V y 4-VI.

- b) Cocinas de uso doméstico de cocción. Los conductores de los circuitos derivados que alimenten cocinas de uso doméstico, hornos empotrados, cocinas de mostrador y cualquier otro artefacto de cocción de uso doméstico, deberán tener una capacidad de corriente no menor que la capacidad nominal del circuito y no menor que la carga máxima a ser alimentada.

Las secciones mínimas de los conductores para circuitos de cocinas eléctricas de 9 kW o mayores no deberán ser menores que las siguientes:

- Para circuitos monofásicos de 220 V: 10 mm².
- Para circuitos trifásicos de 3 conductores de 220 V: 4 mm².
- Para circuitos trifásicos de 4 conductores de 380(220 V): 2.5 mm².

Se exceptúan:

- i) El conductor neutro de un circuito derivado de 3 conductores que alimente una cocina eléctrica de uso doméstico, un horno empotrado, o una cocina de mostrador, que puede tener una sección menor que los conductores activos, cuando la demanda máxima de una cocina de capacidad nominal de 9 kW o mayor haya sido calculada de acuerdo a la columna A de la Tabla 3-VI, pero deberá tener una capacidad no menor del 70% de la capacidad de corriente de los conductores activos y su sección no deberá ser menor que 2.5 mm².
- ii) Los conductores de derivación que alimentan cocinas eléctricas de uso doméstico, hornos empotrados, o cocinas de mostrador, conectados a un circuito derivado de 45 A, deben tener una

capacidad no menor de 20 A y deben ser adecuados para la carga a alimentar. La longitud de las derivaciones no deberá ser mayor que la necesaria para servir al artefacto.

- c) Otras cargas. Los conductores de los circuitos derivados que alimenten cargas diferentes de artefactos de cocción indicados en el párrafo b) anterior, deberán tener una capacidad de corriente suficiente para las cargas alimentadas y no deberán ser menores de 1.5 mm^2 excepto lo siguiente:
- i) Los conductores de derivación para tales cargas deberán tener una sección nominal no menor de 1.5 mm^2 para circuitos de capacidad nominal hasta de 25 A y no menor de 2.5 mm^2 para circuitos de capacidad nominal de 35 ó 45 A y sólo cuando estos conductores de derivación alimentan cualquiera de las cargas siguientes:
- Los portalámparas, aparatos de alumbrado o salidas individuales con derivaciones de longitud no mayores de 50 cm.
 - Los aparatos que tengan conductores de derivación, como se indica en 5.8.15.4.
 - Las lámparas infrarrojas para artefactos de calefacción industrial.
- ii) Los cordones y conductores para aparatos se regirán por lo dispuesto en 3.5.1.4.

3.1.2.2 Protección contra sobrecorriente

Los conductores de los circuitos derivados y equipos deberán ser protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente que tengan una capacidad nominal o de ajuste tal que:

- i) No sobrepase lo especificado en 3.5.1.3 para conductores y 3.5.1.2 para equipos.
- ii) Cumpla con lo especificado en 3.1.2.3 para los dispositivos de salidas.

Se exceptúan los conductores de derivación, los conductores para aparatos y los cordones que cumplan con 3.1.2.1 c), los cuales deberán ser considerados como protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito.

3.1.2.3 Dispositivos de salidas

Los dispositivos de salida deberán tener una capacidad no menor que la carga que sirven y deberán cumplir con a) y b) a continuación:

- a) Portalámparas. Los portalámparas que se conecten a circuitos derivados de capacidad mayor de 20 A, deberán ser del tipo de servicio pesado.
- b) Tomacorrientes.
 - i) Un sólo tomacorriente instalado en un circuito derivado individual deberá tener una capacidad de corriente no menor que la del circuito derivado.
 - ii) Cuando dos o más tomacorrientes o salidas se conectan a un circuito derivado, un tomacorriente no deberá alimentar una carga total conectada con cordón y enchufe mayor que el máximo especificado en la Tabla 3-I.
 - iii) Cuando dos o más tomacorrientes o salidas se conectan a un circuito derivado, las capacidades nominales de los tomacorrientes deberán estar de acuerdo con los valores registrados en la Tabla 3-II.
 - iv) La capacidad de corriente de un tomacorriente para cocina se podrá basar en la Tabla 3-VI, con la demanda máxima correspondiente a una sola cocina.

3.1.2.4 Cargas máximas

La carga total no deberá sobrepasar la capacidad nominal del circuito derivado, ni las cargas máximas especificadas en a) hasta c). a continuación:

- a) Cargas accionadas por motor y cargas combinadas.
 - i) Cuando un circuito alimenta solamente cargas accionadas por motor se deberá aplicar el subcapítulo 5.2.
 - ii) Cuando un circuito alimenta solamente equipos de aire acondicionado, o de refrigeración, o ambas cosas se deberá aplicar el subcapítulo 5.10.
 - iii) Para circuitos que alimenten equipos de utilización que son accionados por motor que están fijos en un lugar y que tengan un motor mayor de 1/8 HP en combinación con otras cargas, el cálculo de la carga total deberá basarse en el 125% de la carga del motor de mayor potencia más la suma de las otras cargas.
- b) Cargas de alumbrado inductivas. Para circuitos que alimentan unidades de alumbrado con balastos, transformadores o autotransformadores, el cálculo de la carga deberá estar basada en el total de Amperes nominales de tales unidades y no en el total de watts de las lámparas.
- c) Otras cargas. Las cargas continuas, tales como el alumbrado de tiendas y cargas similares, no deberán exceder del 80% de la capacidad nominal del circuito derivado, excepto lo siguiente:

- i) Las cargas de motores que tienen factores de demanda calculados de acuerdo con el subcapítulo 5.2.

TABLA 3-I
CARGA MÁXIMA CONECTADA CON CORDÓN Y ENCHUFE A UN
TOMA CORRIENTE

Capacidad Nominal de Circuito (A)	Capacidad Nominal del Tomacorriente (A)	Carga Máxima (A)
10 ó 15	10	8
10 ó 20	15	12
20	20	16
25	25	20

TABLA 3-II
CAPACIDADES NOMINALES DE TOMACORRIENTES PARA DIFERENTES
CAPACIDADES DE LOS CIRCUITOS

Capacidad Nominal de Circuito (A)	Capacidad Nominal del Tomacorriente (A)
10	10
15	10 ó 15
20	10 ó 20
25	25
35	35
45	35 ó 45

- ii) Los circuitos cuyas capacidades han sido reducidas de acuerdo con 4.2.3. g).
- iii) Los circuitos alimentados por una unidad, con sus dispositivos de protección contra sobrecorriente incorporados, registrados para un funcionamiento continuo del 100% de su valor nominal.
- iv) Para las cargas de cocinas se puede aplicar los factores de demanda que se dan en la Tabla 3-VI, incluyendo la Nota 4.

3.1.2.5 Cargas permitidas

En ningún caso la carga deberá exceder la capacidad de corriente nominal del circuito derivado.

Los circuitos derivados individuales pueden alimentar cualquier carga que corresponda a su capacidad nominal. Los circuitos derivados que alimentan dos o más salidas deberán alimentar solamente las cargas que se especifican a continuación, desde a) hasta c), y resumidas en 3.1.2.6 y en la Tabla 3-III.

- a) Circuitos derivados de 10, 15 y 20 A. Se permite que un circuito derivado de 10, 15 ó 20 A alimente unidades de alumbrado, artefactos o una combinación de ambos. La carga nominal de cualquier artefacto conectado con cordón y enchufe no deberá exceder del 80% de la capacidad nominal en Amperes del circuito derivado. La carga nominal total de los artefactos fijos en un lugar no deberá exceder del 50% de la capacidad nominal en Amperes del circuito derivado, donde unidades de alumbrado o artefactos conectados con cordón y enchufe no fijados en un lugar, o ambos, son también alimentados.
- b) Circuitos derivados de 25 y 30 A. Se permite que un circuito derivado de 25 ó 30 A alimente unidades de alumbrado fijas con portalámparas de servicio pesado en lugares que no sean unidades de viviendas o artefactos situados en cualquier lugar. La carga nominal de cualquier artefacto conectado con cordón y enchufe no deberá exceder del 80% de la capacidad nominal en Amperes del circuito derivado.
- c) Circuitos derivados de 35 y 45 A. Se permite que un circuito derivado de 35 ó 45 A alimente unidades de alumbrado fijas con portalámparas de servicio pesado, o unidades de calefacción infrarrojas en lugares que no sean unidades de vivienda, o artefactos de cocción que son fijados en un lugar de cualquier local.

3.1.2.6 Resumen de los requisitos para Circuitos derivados

Los requisitos para circuitos que tengan dos o más salidas, que no sean los circuitos de tomacorrientes indicados en 3.3.2.2 b), y que específicamente fueron dispuestos para los casos indicados en incisos anteriores, están resumidos en la Tabla 3-III.

**TABLA 3-III
RESUMEN DE LOS REQUISITOS PARA CIRCUITOS DERIVADOS**

CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO (A)	10	15	20	25	35	45
CONDUCTORES: (Sección mínima mm²)						
- Del circuito derivado (*)	1.5	2.5	2.5	4	6	10
- De las Derivaciones	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	2.5
- De cordones y conductores para aparatos	Véase 3.5.1.4					
PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE (A)	10	15	20	25	35	45
DISPOSITIVO DE SALIDA:						
- Portalámparas permitidos	Cualquier Tipo			Servicio Pesado		
- Capacidad nominal del Tomacorriente (A) (**)	10	10 ó 15	15 ó 20	25	35	35 ó 45
CAPACIDAD MAXIMA (A)	10	15	20	25	35	45
CARGA PERMITIDA	Véase 3.1.2.5 a)			Véase 3.1.2.5 b)	Véase 3.1.2.5 c)	

(*) **Estas capacidades de corriente son para los conductores de cobre cuando no se requiere reducción de su capacidad. Véase las Tablas 4-V y 4-VI.**

(**) **Para la capacidad nominal de los tomacorrientes de los aparatos de alumbrado del tipo de descarga eléctrica conectados con cordón, Véase 5.8.5**

3.1.2.7 Salidas para tomacorrientes

Las salidas para tomacorrientes deberán instalarse conforme a a) y b) a continuación:

- a) General. En los lugares donde se usen cordones, excepto en los casos donde se permita específicamente que los cordones sean permanentemente conectados en cajas o accesorios aprobados para el uso.
- b) Unidad de Vivienda. En cada cocina, sala, comedor, vestíbulo, biblioteca, dormitorio, cuarto de recreo, o cualquier habitación similar, deberá instalarse por lo menos un tomacorriente cada 6 metros lineales o fracción mayor del perímetro bruto de la habitación, medido horizontalmente a lo largo de la pared en la línea del piso. Los tomacorrientes deberán espaciarse a iguales distancias, tanto como sea posible. Un espacio recomendable entre tomacorrientes, es de 4 metros lineales del perímetro.

En las cocinas y comedores deberá instalarse una salida para tomacorriente cada 1.20 m ó menos de longitud de mesa de trabajo o mostrador. Se recomienda un tomacorriente para el conjunto del refrigerador y congelador.

Los tomacorrientes del piso no deberán considerarse como parte del número de tomacorrientes requeridos, a menos que estén ubicados cerca de la pared.

En el cuarto de baño se deberá instalar por lo menos un tomacorriente de pared, adyacente al lavadero (Véase 3.1.1.7 a).

Para una vivienda unifamiliar se recomienda instalar por lo menos una salida para tomacorriente en el exterior.

Se deberá instalar al menos un tomacorriente en el sótano y garaje.

Los tomacorrientes en otras secciones de la vivienda, para artefactos especiales, tales como equipos de lavanderías, deberán instalarse a una distancia no mayor de 2.00 m de la ubicación prevista para el artefacto.

Se instalará por lo menos un tomacorriente en el cuarto de lavandería.

- c) Habitaciones de huéspedes. En las habitaciones de huéspedes en hoteles, moteles y lugares similares, deberán tener instalados las salidas para tomacorrientes de acuerdo con el párrafo anterior b), a menos que los tomacorrientes se ubiquen en sitios convenientes que dependen de la disposición del mobiliario permanente.
- d) Vidrieras. Se deberá instalar al menos una salida para tomacorriente directamente sobre la vidriera por cada 4 metros lineales o fracción mayor de vidriera medidos horizontalmente en su máxima anchura.

3.1.2.8 Salidas para alumbrado

- a) Unidad(es) de vivienda. Se deberá instalar al menos una salida de alumbrado controlada por un interruptor de pared en cada habitación, en pasadizos, escaleras y garajes anexos y en accesos exteriores. Se instalará al menos una salida de alumbrado en el desván, cuarto de servicio y sótano, solamente cuando estos lugares sean utilizados para almacenar o contener equipos que requieran servicio.

En habitaciones distintas a cocinas, en lugar de salidas de alumbrado se emitirá instalar uno o más tomacorrientes controlados por interruptores de pared.

- b) Habitaciones de huéspedes. Se deberá instalar al menos una salida de alumbrado controlado por un interruptor de pared, o un tomacorriente controlado por un interruptor de pared, en las habitaciones de huéspedes de hoteles, moteles o lugares similares.

3.2 ALIMENTADORES

3.2.1 Alcance

En el presente subcapítulo se cubre los requisitos de instalación, capacidades de corriente y secciones mínimas de los conductores alimentadores que suministran energía a las cargas de los circuitos derivados calculados de acuerdo con 3.3.

3.2.2 Capacidades de Corriente y Secciones Mínimas

Los conductores alimentadores deberán tener una capacidad de corriente no menor que la requerida para alimentar la carga calculada según 3.3.3.

Los conductores alimentadores nunca deberán servir una carga que en cualquier momento pueda sobrepasar su capacidad de corriente.

Las secciones mínimas de los conductores alimentadores deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Para circuitos específicos. Los conductores alimentadores deberán tener una sección nominal no menor de 2.5 mm^2 para los siguientes circuitos:
 - i) Un alimentador de dos conductores que alimente dos o más circuitos derivados de dos conductores.
 - ii) Un alimentador de tres conductores que alimente más de dos circuitos derivados de dos conductores.
 - iii) Un alimentador de tres conductores que alimente dos o más circuitos derivados de tres conductores.
- b) Si el alimentador lleva la corriente total que pasa por los conductores de acometida, deberá tener la misma sección que los conductores de la acometida cuando estos sean de 6 mm^2 o de menor sección.

3.2.3 Caídas de Tensión

Los conductores alimentadores deberán ser dimensionados para que la caída de tensión no sea mayor del 2.5%, para cargas de fuerza, calefacción y

alumbrado, o combinación de tales cargas y donde la caída de tensión total máxima en alimentadores y circuitos derivados hasta el punto de utilización más alejado no exceda del 4%.

3.2.4 Protección Contra Sobrecorriente

Los alimentadores deberán protegerse contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 3.5.1.

3.2.5 Alimentadores con Neutro Común

- a) Alimentadores con neutro común. Se puede emplear un neutro común para dos o tres conjuntos de alimentadores de tres conductores, o para dos conjuntos de alimentadores de cuatro conductores.
- b) Alimentadores en canalizaciones o cubiertas metálicas. Cuando se instalen en canalizaciones u otras cubiertas metálicas, los conductores de todos los alimentadores que tengan un neutro común deberán estar contenidos en la misma canalización u otra cubierta, como se especifica en 4.1.1.19.

3.2.6 Diagrama de Alimentadores

La Autoridad Competente encargada de hacer cumplir las Disposiciones del presente Tomo, deberá exigir un diagrama de alimentadores con detalles, éste deberá presentarse previamente a la instalación. Tal diagrama deberá indicar el área en metros cuadrados de la edificación servida por cada alimentador, la carga total conectada (antes de aplicar los factores de demanda), los factores de demanda usados, la carga calculada (después de aplicar los factores de demanda), y el tipo y sección de los conductores a ser utilizados.

3.2.7 Medios de Puesta a Tierra del Alimentador

Un alimentador deberá incluir un medio de puesta a tierra, si los circuitos derivados servidos por el alimentador están provistos de un conductor de protección.

3.2.8 Conductores Activo. Derivados desde Sistemas Puestos a Tierra

Los circuitos de corriente continua de dos conductores y los circuitos de corriente alterna de dos o más conductores se pueden derivar de los conductores activos de circuitos que tengan un conductor neutro. Los dispositivos de interrupción en cada circuito que se derive deberán tener un polo en cada conductor activo.

3.2.9 Protección de las Personas contra Fugas a Tierra

Los alimentadores que sirvan circuitos derivados para tomacorrientes de 10, 15 y 20 A podrán ser protegidos por un interruptor contra fugas a tierra aprobado para el uso, en vez de lo especificado en 3.1.1.7.

3.3 CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES

3.2.1 Alcance

En el presente subcapítulo se dan los requisitos para el cálculo de las cargas de los circuitos derivados y alimentadores, así como para determinar el número de circuitos derivados necesarios.

3.3.2 Cálculo de los Circuitos Derivados

3.3.2.1 Cálculo de las cargas

Las cargas de los circuitos derivados deberán ser calculados como se indica desde a) hasta d) a continuación:

- a) Cargas continuas. La carga continua alimentada por un circuito derivado no deberá exceder del 80% de la capacidad nominal del circuito, excepto lo siguiente:
 - i) Cuando a los conductores de los circuitos derivados se les aplica las reducciones de capacidad de corriente de acuerdo con 4.2.3. g).
 - ii) Cuando el conjunto, incluyendo los dispositivos de protección contra sobrecorriente, está registrado para un funcionamiento continuo del 100% de su capacidad nominal.

- b) Cargas de alumbrado para los tipos de locales indicados en la Tabla 3-IV. Para estos tipos de locales deberá aplicarse las cargas unitarias en watts por metro cuadrado especificadas en dicha Tabla, las cuales deberán constituir la carga de alumbrado mínima por cada metro cuadrado de piso. La superficie del piso deberá calcularse basándose en las dimensiones exteriores de la edificación, apartamento u otro local considerado.
Para la(s) unidad(es) de vivienda, el área del piso calculada no deberá incluir los porches descubiertos, garajes, ni los espacios descubiertos que no puedan ser utilizados en el futuro.
Las cargas unitarias indicadas en la Tabla 3-IV están basadas en condiciones de carga mínima y para un factor de potencia igual a 1, siendo posible que dichas cargas no proporcionen la capacidad suficiente para la instalación proyectada.

- c) Otras cargas para todos los tipos de locales. En todos los locales, para cada salida la carga mínima para tomacorrientes de uso general y salidas no utilizadas para la iluminación general, no deberá ser menor que las que se indican a continuación, estando éstas basadas en la tensión nominal de los circuitos derivados.

- i) Salida para un artefacto específico u otra carga, excepto para motores.....
Corriente nominal del artefacto o carga servida
- iii) Salida para carga de motores.....
Véase los incisos 5.2.2.1, 5.2.2.3 y el subcapítulo 5.10
- iv) Salida para portalámparas de servicio pesado 600 VA
- iv) Otras salidas. Excepto las salidas para tomacorrientes conectadas al circuito especificado en 3.3.2.2 b), y las salidas para la conexión de equipos conectados con cordón y enchufe como se estipula en 4.3.2.5180 VA por salida
Para salidas de tomacorrientes o tomacorrientes múltiples deberá considerarse una carga no menor de 180 voltamperes.
Se exceptuarán los siguientes casos:
- v) Conjunto de salidas múltiples. Cuando se utilicen conjuntos fijos de varias salidas, cada longitud de 1.50 m o fracción deberá considerarse como una salida de no menos de 0.75 A (para 220V). En locales donde se usen simultáneamente cierto número de artefactos, cada longitud de 0.30 m o fracción deberá considerarse como una salida de 0.75 A (para 220 como mínimo. Los requisitos de esta cláusula no deberán aplicarse a unidades de vivienda o habitaciones de huéspedes de hoteles o moteles.
- vi) Cocinas. La Tabla 3-VI debe considerarse como un método aceptable para el cálculo de la carga de los circuitos de cocinas eléctricas de uso doméstico
- vii) Vidrieras o escaparates. Puede calcularse una carga no menor de 600 watts por metro lineal de vidriera o escaparate, medido horizontalmente a lo largo de su base, en lugar de la carga especificada por salida.
- d) Cargas para ampliaciones de Instalaciones existentes.
 - i) Unidades de viviendas. Las cargas para ampliaciones de una unidad de vivienda existente o para una parte no alambrada anteriormente, cualquiera de las cuales exceda los 50 m², deberán ser calculadas de acuerdo con el párrafo b) anterior. Las cargas para nuevos circuitos o extensiones de circuitos en unidades de viviendas previamente alambradas deberán ser calculadas de acuerdo con los párrafos b) o c) anteriores.
 - ii) Otros locales que no sean unidades de vivienda. Las cargas para nuevos circuitos o extensiones de los mismos en otros locales que no sean unidades de viviendas, deberán ser calculadas de acuerdo con los párrafos b) o c) anteriores.

**TABLA 3-IV
CARGAS MÍNIMAS DE ALUMBRADO GENERAL**

Tipo de Local	Carga Unitaria W/m ²
Auditorios	10
Bancos	25
Barberías, peluquerías y salones de belleza	25
Asociaciones o casinos	18
Locales de depósito y almacenamiento	2.5
Edificaciones comerciales e industriales	20
Edificaciones para oficinas	25
Escuelas	25
Garajes comerciales	5
Hospitales	20
Hospedajes	13
Hoteles, moteles, incluyendo apartamentos sin cocina (*)	20
Iglesias	8
Unidad(es) de vivienda (*)	25
Restaurantes	18
Tiendas	25
Salas de audiencia	18
En cualquiera de locales mencionados con excepción de las viviendas unifamiliares y apartamentos individuales de viviendas multifamiliares, se aplicara lo siguiente:	
Espacios para almacenamiento	2.5
Recibos, corredores y roperos	5
Salas de reuniones y auditorios	10

(*) En viviendas unifamiliares, multifamiliares y habitaciones de huéspedes, de hoteles y moteles, todas las salidas de tomacorrientes de 20 A o menores (excepto aquellos para artefactos pequeños en viviendas, indicadas en 3.3.2.2 b) deberán ser considerados como salidas para iluminación general y no se requerirá incluir cargas adicionales para tales salidas.

3.3.2.2 Circuitos derivados requeridos

Se deberá proveer circuitos derivados para alumbrado y artefactos, incluyendo artefactos accionados por motor, para alimentar las cargas computadas de acuerdo con 3.3.2. Además, se deberá proveer circuitos derivados para las cargas específicas no cubiertas en 3.3.2, cuando así se requiera en otras partes del presente Tomo, y para artefactos de pequeña carga como se indica a continuación en el párrafo b).

a) Número de circuitos derivados. El número mínimo de circuitos derivados deberá determinarse a partir de la carga total calculada y de la capacidad nominal de los circuitos utilizados. En todas las Instalaciones el número de circuitos deberá ser suficiente para alimentar la carga servida. En ningún caso la carga de un circuito

deberá ser mayor que los valores máximos especificados en 3.1.2.4.

- b) Circuitos derivados para artefactos de pequeña carga en unidades de vivienda. Además de los circuitos derivados determinados de acuerdo con el párrafo a) anterior, se deberán disponer uno o más circuitos derivados de 10, 15 ó 20 A para todas las salidas de tomacorrientes especificados en 3.1.2.7 b) para artefactos pequeños, incluyendo los equipos de refrigeración, los de cocinas, lavanderías, despensas (reposterías), comedor y salas de estar de una unidad de vivienda.
- c) Carga proporcionalmente distribuida entre circuitos derivados. Cuando la carga se calcula en base a "watts" por metro cuadrado, la carga deberá ser distribuida, siempre que sea posible, proporcionalmente entre los circuitos derivados de acuerdo a sus capacidades.

3.3.3 Cálculo de Alimentadores

3.3.3.1 Generalidades

- a) Capacidades de corriente y cargas calculadas. Los conductores alimentadores deberán tener la suficiente capacidad de corriente para alimentar la carga servida. En ningún caso la carga calculada de un alimentador deberá ser menor que la suma de las cargas de los circuitos derivados, determinada según 3.3.2 y después de haberseles aplicado cualquier factor de demanda permitido en el presente acápite.
- b) Cargas continuas y no continuas. Cuando un alimentador abastece a cargas continuas, o a cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, la capacidad de corriente de los conductores alimentadores y la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no deberán ser menores que la suma de la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

Se exceptúa el caso del conjunto incluyendo los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los alimentadores, que esté registrado para un funcionamiento del 100% de su capacidad nominal. En este caso, la capacidad de corriente de los conductores alimentadores y la capacidad nominal de los dispositivos de protección

contra sobrecorriente no deberán ser menores que la suma de la carga continua, más la carga no continua.

3.3.3.2 Alumbrado general

Los factores de demanda indicados en la Tabla 3-V deberán aplicarse a la parte de la carga total de los circuitos derivados calculada para iluminación general.

**TABLA 3-V
FACTORES DE DEMANDA PARA ALIMENTADORES DE CARGAS DE
ALUMBRADO**

Tipo de Local	Partes de la carga a la cual se le aplica el factor	Factor de Demanda
Unidades de Viviendas	Primeros 2,000 W o menos	100 %
	Siguientes 118,000 W	35%
	Sobre 120,000 W	25%
Edificaciones para oficinas	20,000 W o menos	100%
	sobre 20,000 W	70%
Escuelas	15,000 W o menos	100%
	sobre 15,000 W	50%
* Hospitales	Primeros 50,000 W o menos	40%
	Sobre 50,000 W	20%
* Hoteles y moteles incluyendo apartamentos sin facilidades de cocina	Primeros 20,000 W o menos	50%
	Siguientes 80,000 W	40%
	Sobre 100,000 W	30%
Locales de depósito y almacenamiento	Primeros 12,500 W o menos	100%
	Sobre 12,500 W	50%
	
Todos los demás	Watt totales	100%

(*) Para alimentadores en áreas de hospitales y hoteles donde se considere que toda la carga de alumbrado puede ser utilizada al mismo tiempo; como en salas de operación, salas de baile, comedores, etc., se usará un factor de demanda del 100%.

3.3.3.3 Alumbrado de vidrieras

Para el alumbrado de vidrieras, deberá incluirse una carga no menor de 600 watt por metro lineal de vidriera, medido horizontalmente a lo largo de su base.

3.3.3.4 Carga para tomacorrientes en locales que no sean Unidades de Vivienda para las cargas de tomacorrientes calculadas con no más de 180 voltamperes por salida, de acuerdo con 3.3.2.1 c) iv), se permite el

uso de los factores de demanda para cargas de alumbrado de la Tabla 3-V.

3.3.3.5 Motores

Las cargas para motores deberán ser calculadas de acuerdo con 5.2.2.3, 5.2.2.4 y 5.2.2.5.

3.3.3.6 Equipos fijos de calefacción de ambiente

Las cargas de los equipos fijos de calefacción de ambiente, deberán ser calculadas al 100% de la carga total conectada; a menos que hayan equipos que funcionen bajo un ciclo de trabajo intermitente, o que todos los equipos no funcionen simultáneamente, en este caso la Autoridad Competente puede autorizar el uso de alimentadores que tengan una capacidad de corriente menor de 100%, siempre que tengan la capacidad de corriente suficiente para la carga así calculada.

3.3.3.7 Cargas de artefactos pequeños y de lavandería - Unidad(es) de Vivienda

a) Cargas para circuitos de artefactos pequeños. En cada unidad de vivienda, la carga del alimentador deberá ser calculada en 1,500 watt por cada circuito derivado de dos conductores para artefactos pequeños especificado en 3.3.2.2 b). Se considera a los artefactos pequeños alimentados por tomacorrientes de 10, 15 ó 20 A en circuitos derivados de 15 ó 20A instalados en la cocina, repostería, comedor, sala de estar y lavandería. Cuando la carga esté dividida por dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno de ellos deberá incluir no menos de 1,500 watts por cada circuito derivado de dos conductores para artefactos pequeños. Se permite que estas cargas se consideren como cargas de alumbrado general y estarán sujetas a los factores de demanda indicados en la Tabla 3-V.

3.3.3.8 Cargas para artefactos fijos - Unidad(es) de Vivienda

Se puede aplicar un factor de demanda de 75% a la carga indicada en la placa de característica de cuatro o más artefactos fijos servidos por el mismo alimentador, en una vivienda unifamiliar, bifamiliar o multifamiliar. Se exceptúan cocinas eléctricas, secadoras de ropa, equipos de calefacción de ambiente o los equipos de aire acondicionado, a los cuales no se les deberá aplicar este factor de demanda.

3.3.3.9 Cocinas eléctricas y otros artefactos de cocción - Unidad(es) de Vivienda

La demanda máxima del alimentador para cocinas eléctricas de uso doméstico, hornos empotrados, cocinas de mostrador y otros artefactos de cocción de uso doméstico mayores de 2 kW pueden ser calculados de acuerdo con la Tabla 3-VI.

Cuando dos o más cocinas monofásicas están servidas por un alimentador trifásico de cuatro conductores, la carga total deberá ser calculada sobre la base de una demanda correspondiente al doble del número máximo de cocinas conectadas entre dos fases cualesquiera.

3.3.3.10 Equipos de cocina en locales que no sean unidad(es) de vivienda

Se permite calcular la carga para equipos de cocina de uso comercial, lavadoras de platos, calentadores de agua y otros equipos de cocción de acuerdo con la Tabla 3-VII.

3.3.3.11 Cargas no simultáneas

Cuando sea improbable que dos cargas distintas trabajen simultáneamente, se permite omitir la más pequeña de las dos, al calcular la carga total del alimentador.

3.3.3.12 Carga del neutro del alimentador

La carga del neutro del alimentador deberá corresponder a la máxima carga de desequilibrio del sistema, o sea, la máxima carga conectada entre el neutro y cualquiera de los conductores activos.

Para un alimentador que suministre energía a cocinas eléctricas de uso doméstico, hornos empotrados y cocinas de mostrador, la máxima carga desequilibrada deberá ser considerada como el 70% de la carga de los conductores activos, determinada de acuerdo con la Tabla 3-VI.

Para sistemas de tres conductores de corriente continua o de corriente alterna, monofásica y para sistemas trifásicos de cuatro conductores, se puede aplicar además un factor de demanda del 70% a la parte de carga desequilibrada que exceda de 200 A.

No deberá aplicarse reducción de la capacidad de corriente del neutro para la parte de la carga que corresponda al alumbrado con lámparas de descarga eléctrica.

TABLA 3-VI
DEMANDAS MÁXIMAS PARA COCINAS ELÉCTRICAS DE USO DOMESTICO,
HORNOS EMPOTRADOS, COCINAS DE MOSTRADOR Y OTROS
ARTEFACTOS DE COCCIÓN DE USO DOMESTICO MAYORES DE 2 kW

Número de Artefactos	Demanda Máxima (Véase notas)	Factores de Demanda (Véase nota 3)	
	Columna "A" (No mayor de 12 kW) kW	Columna "B" (Menor de 4 kW) %	Columna "C" (4 kW hasta 9 kW) %
1	8	80	80
2	11	75	65
3	14	70	55
4	17	66	50
5	20	62	45
6	21	59	43
7	22	56	40
8	23	53	36
9	24	51	35
10	25	49	34
11	26	47	32
12	27	45	32
13	28	43	32
14	29	41	32
15	30	40	32
16	31	39	28
17	32	38	28
18	33	37	28
19	34	36	28
20	35	35	28
21	36	34	26
22	37	33	26
23	38	32	26
24	39	31	26
25	40	30	26
26 – 30	{ 15 más 1 kW por cada cocina }	30	24
31 – 40		30	22
41 – 50	{ 25 más 0.75 por cada cocina }	30	20
51 – 60		30	18
61 ó más		30	16

NOTAS DE LA TABLA 3-VI

Nota 1.- Se usará la columna A para todos los casos, a excepción de lo indicado en la Nota 3.

Nota 2.- Cocinas de 12 kW hasta 27 kW.

a) De capacidades nominales iguales. La demanda máxima de la columna "A" deberá ser incrementada en un 5% por cada kW adicional o fracción importante que sobrepase de 12 kW.

b) De capacidades nominales diferentes. Deberá calcularse una capacidad promedio sumando las capacidades nominales de todas las cocinas para obtener la carga total conectada (usando 12 kW para cada cocina de menos 12 kW nominales) y dividiendo por el número total de cocinas; entonces, la demanda máxima de la columna "A" deberá ser incrementada en un 5% por cada kW o fracción importante en que la capacidad media sobrepase de 12 kW.

Nota 3.- Cocinas de más de 2 kW hasta 9 kW. Será permitido que en lugar del método indicado por la columna "A", se sumen las capacidades nominales de las placas de características de todas las cocinas de más de 2 kW, pero no mayores de 9 kW, y se multiplique la suma por el factor de demanda especificado en la columna "B" ó "C" para el número dado de artefactos.

Nota 4.- Carga de circuitos derivados. Se permitirá calcular la carga de un circuito derivado para una cocina de acuerdo con la Tabla 3-VI. La carga de un circuito derivado para una cocina de mostrador o para un horno empotrado deberá ser la capacidad nominal indicada en la placa de características del artefacto.

La carga de un circuito derivado para una cocina de mostrador y no más de dos hornos empotrados, todos alimentadas por el mismo circuito derivado y ubicados en la misma habitación, deberá ser calculada sumando las capacidades nominales indicadas en las placas de características de los artefactos individuales y considerando este total como equivalente a una cocina.

TABLA 3-VII
FACTORES DE DEMANDA PARA ALIMENTADORES DE EQUIPO DE COCCIÓN ELÉCTRICOS COMERCIALES, INCLUYENDO LAVAPLATOS CON CALENTADOR, CALENTADORES DE AGUA Y OTROS EQUIPOS DE COCINA.

Número de Equipos	Factores de Demanda %
1 – 2	100
3	90
4	80
5	70
6 y más	65

3.4 CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES EXTERIORES

3.4.1 Alcance

El presente subcapítulo abarca las Instalaciones y equipos eléctricos para la alimentación de equipos de utilización ubicados o fijados en el exterior de las Edificaciones públicas e privadas, o que se tienden entre Edificaciones, estructuras o postes, a otras propiedades a las que se les suministre energía eléctrica.

3.4.2 Cálculos de las Cargas

- a) Circuitos derivados. La carga de los circuitos derivados exteriores deberá determinarse como está indicado en 3.3.2.
- b) Alimentadores. La carga de los alimentadores exteriores deberá determinarse de acuerdo como está indicado en 3.3.3.

3.4.3 Tipos de Conductores

Donde se encuentren a menos de 3 m de cualquier edificación o estructura, los conductores a la vista sobre aisladores deberán ser aislados o cubiertos.

Los conductores en cables o canalizaciones, excepto el cable tipo MI, deberán ser del tipo con aislante elastómero o termoplástico, y en lugares mojados, deberán cumplir con 4.2.1.7. Los conductores para el alumbrado de guirnaldas deberán ser del tipo con aislante elastómero o termoplástico.

3.4.4 Capacidad y Sección de los Conductores

3.4.4.1 Capacidad de los Conductores

La capacidad de corriente de los conductores de circuitos derivados y alimentadores exteriores, deberán estar de acuerdo con las Tablas 4-V y 4-VI, basadas en cargas determinadas de acuerdo con 3.3.2 y 3.3.3.

3.4.4.2 Sección mínima de los conductores

Los conductores aéreos no deberán ser menores que los indicados a continuación:

- a) Para tensiones de 600 °C o menos.
 - Para tramos hasta 15 m de longitud: 4 mm².
 - Para tramos más largos: 6 mm².
- b) Para tensiones mayores de 600 V.
 - Para conductores individuales a la vista: 10 mm².
 - Para cables: 6 mm².
- c) Alumbrado de guirnaldas. Los conductores aéreos para el alumbrado de guirnaldas no deberán ser menores de 2.5 mm², a menos que estén soportados por cables mensajeros.

3.4.5 Equipos de Alumbrado sobre Postes u Otras Estructuras

Para la alimentación de equipos de alumbrado instalados en postes o estructuras, los circuitos derivados deberán cumplir con el subcapítulo 3.1 y con 3.4.5 b).

- a) Neutro común. Se permitirá usar un circuito derivado multiconductor compuesto de un neutro y no más de 8 conductores activos. La capacidad de corriente del conductor neutro deberá ser menor que la suma calculada

de las corrientes de todos los conductores activos conectados a cualquier fase del circuito.

- b) Tensión a tierra. Los circuitos derivados que alimenten portalámparas o aparatos de alumbrado montados al exterior sobre una edificación, en poste, o sobre otra estructura, para el alumbrado de áreas residenciales, comerciales o industriales, no deberán exceder de 250 V a tierra
- c) Tensión entre conductores. La tensión no deberá exceder de 500 V entre conductores en los circuitos derivados que alimentan solamente balastos para lámparas de descarga eléctrica, montados en aparatos de alumbrado de instalación fija, cuando dichos aparatos estén montados de la manera siguiente:
 - i) A no menos de 7 m de altura en postes o estructura similares, para la iluminación de áreas exteriores tales como autopistas, calles, puentes, campos de deportes o parques de estacionamiento.
 - ii) A no menos de 5.50 m en otros lugares tales como túneles de autopistas o ferrocarriles.

3.4.6 Portalámparas Exteriores

Cuando los portalámparas exteriores son fijados como colgantes, las conexiones a los conductores del circuito deberán ser alternadas.

Las lámparas para el alumbrado exterior deberán ubicarse por debajo de los conductores activos, transformadores u otros equipos eléctricos, a menos que se prevean separaciones u otras protecciones de seguridad para el cambio de lámparas, o a menos que los equipos estén controlados mediante medios de desconexión que puedan bloquearse en la posición de abierta.

3.4.7 Desconexión

Los medios de desconexión de un circuito derivado y de un alimentador con fusibles deberán cumplir con 3.5.4.1.

3.4.8 Protección contra Sobrecorriente

La protección contra sobrecorriente deberá cumplir con 3.1.2.2 para los circuitos derivados y con 3.5.1 para alimentadores.

3.4.9 Instalaciones en Edificaciones

Las Instalaciones eléctricas exteriores sobre superficies de Edificaciones se pueden hacer para circuitos no mayores de 600 V, como Instalaciones a la vista sobre aisladores, como los cables multipolares aprobados para el uso, como el cable tipo MC, MI, en tubería metálica pesada e intermedia, en canalizaciones de barras, o en tuberías metálicas livianas.

Para circuitos mayores de 600 V, Véase el Tomo IV (4.4.4.4).

Los circuitos para anuncios luminosos y alumbrado de realce, deberán ser instalados de acuerdo con 5.9.1.

3.4.10 Soportes de Alumbrado de Guirnaldas

En tramos mayores de 12 m los conductores deberán soportarse mediante un cable mensajero, el cual deberá ser soportado por aisladores de tracción. Los conductores o cables mensajeros, no deberán fijarse a escapes de incendio, o a los sistemas de tuberías.

3.4.11 Separaciones entre Conductores a la Vista

3.4.11.1 Conductores de 600 V o menos

Los conductores de 600 V o menos deberán cumplir con las separaciones indicadas en la Tabla 3-VIII. Estos conductores deberán ser instalados sobre aisladores o soportes aislantes fijados a bastidores, soportes angulares, u otros medios aprobados.

**TABLA 3-VIII
DISTANCIA ENTRE SOPORTES Y SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES
DE INSTALACIONES A LA VISTA**

Tensión máxima (V)	Distancia máxima Entre soportes (m)	Separación mínima (cm)	
		Entre conductores	De la superficie
600	3	15	5
600	4	20	5
300	1.5	7.5	5
600*	1.5*	6.5*	2.5*

* Cuando no estén expuestos a la intemperie.

3.4.11.2 Conductores de más de 600 V

Los conductores de más de 600 V deberán cumplir con las separaciones prescritas en 7.2.4.

3.4.11.3 Separaciones de otros circuitos.

Los conductores a la vista deberán ser separados de conductores a la vista de otros circuitos o sistemas por distancias no menores de 10 cm.

3.4.11.4 Conductores sobre postes

Los conductores sobre postes deberán estar separados por distancias no menores de 30 cm, cuando no estén colocados sobre bastidores o soportes angulares.

Los conductores sobre postes deberán estar dispuestos para que haya un espacio horizontal para subir, no menor que lo siguiente:

- Conductores de fuerza, por debajo de conductores de comunicación 75 cm
- Conductores de fuerza solos, o colocados por encima de conductores de comunicación: 300V o menos 60 cm
- más de 300 V 75 cm
- Conductores de comunicación por debajo de conductores de fuerza. lo mismo que para conductores de fuerza ningún requisito.
- Conductores de comunicación solos lo mismo que para conductores de fuerza ningún requisito.

3.4.12 Altura Libre por Encima del Suelo

Los conductores a la vista de no más de 600 V deberán cumplir con las condiciones siguientes:

- 3.50 m por encima de gradas, aceras, o de cualquier plataforma o resalte, desde la cual pueden alcanzarse.
- 4.00 m por encima de vías residenciales y áreas comerciales, tales como zonas de estacionamiento y de conducción interior no sujetas al tráfico de camiones.
- 4.50 m por encima de áreas comerciales, zonas de estacionamiento, zonas agrícolas u otras áreas sujetas al tráfico de camiones.
- 5.50 m por encima de vías públicas, avenidas, carreteras y vías de tránsito en lugares no residenciales.

3.4.13 Separaciones a Edificaciones para Conductores que no excedan de 600 V

3.4.13.1 Separación sobre el techo

Los conductores a la vista deberán tener una separación no menos de 3.00 m del punto más elevado del techo sobre los cuales pasen, excepto los siguientes casos:

- i) Cuando la tensión entre conductores no exceda de 300 V y el techo tiene una pendiente tal que una persona no se pueda parar, deberá tener una separación no menor de 1.80 m.

- ii) Cuando la tensión entre conductores no exceda de 300 V, se permite una reducción no menor de 0.5 m., si se cumple lo siguiente:
- Los conductores pasen por encima del alero del techo en una longitud no mayor de 1.20 m; y
 - Los conductores terminen en una canalización que pasa a lo largo de techo, o en un soporte aprobado.

3.4.13.2 Separaciones horizontales

Los conductores a la vista no fijados a una edificación, deberán tener una separación horizontal mínima de 1.00 m.

3.4.13.3 Tramos finales

Los tramos finales de los alimentadores o circuitos derivados que llegan a una edificación al cual alimentan o desde el cual son alimentados, podrán fijarse a la edificación, pero deberán mantenerse a no menos de 1.00 m de ventanas, puertas, porches, escapes de incendio o lugares similares.

3.4.13.4 Espacio para escaleras de bomberos

Cuando las Edificaciones excedan a los tres pisos o 15 m de altura, las líneas aéreas se dispondrán donde sea posible, de modo que se deje un espacio libre (o zona) de por lo menos 1.80 m de ancho, ya sea adyacente a las Edificaciones, o que empiece a no más de 2.40 m de ellos, para facilitar la elevación de las escaleras para la extinción de incendios cuando sea necesario.

3.4.14 Canalizaciones sobre Superficies Exteriores de las Edificaciones

Las canalizaciones sobre superficies exteriores de las Edificaciones, deberán ser herméticas a la lluvia y con un drenaje adecuado.

3.4.15 Circuitos Subterráneos

Los circuitos subterráneos deberán cumplir con los requisitos de 4.1.1.5.

3.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

3.5.1 Generalidades

3.5.1.1 Alcance

En los acápites del 3.5.1 al 3.5.7 se dan las prescripciones de protección contra sobrecorriente para las tensiones de 600 V o menores, y en el acápite 3.5.8 para las tensiones mayores de 600 V.

3.5.1.2 Protección de equipos

Los equipos deberán ser protegidos contra la sobrecorriente de acuerdo a lo que se prescribe en sus respectivos subcapítulos.

3.5.1.3 Protección de conductores

Los conductores que no sean cordones ni conductores para aparatos deberán ser protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con sus capacidades de corriente especificados en las Tablas 4-V y 4-VI.

Se harán excepciones en los casos siguientes:

- a) Cuando la capacidad de corriente del conductor no corresponde con los Amperes nominales de un fusible o de un disyuntor sin ajuste de disparo de sobrecarga sobre su capacidad nominal (pero que pueda tener otros ajustes de capacidad o de disparo), se permite el valor nominal inmediato superior del dispositivo, sólo si esta capacidad no es mayor de los 800 A.
- b) Los conductores derivados según se permite en: 3.1.2.1 c); 3.5.2.2, excepciones b), c), e) y h); 4.5.27.9 y 4.5.27.10; y 5.2.4.
- c) Los conductores de circuitos de motores y de control de motores que estén protegidos de acuerdo con 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5 y 5.2.6. Los conductores de circuitos de artefactos accionados por motores protegidos de acuerdo con 5.1.2 y 5.1.4. Los conductores de circuitos de equipos de aire acondicionado y de refrigeración protegidos de acuerdo con 5.10.3 y 5.10.6.
- d) Cuando no estén en un mismo cable con los circuitos de comunicaciones, según está indicado en 7.4.1.4, los conductores del circuito de control remoto que no sean circuitos de control de motores, deberán ser considerados como protegidos por dispositivos de sobrecorriente con una capacidad nominal o de ajuste máximo de 300% de la capacidad de corriente de los conductores del control remoto.
- e) Los conductores conectados al secundario de un transformador monofásico de dos conductores deberán ser considerados como protegidos por un dispositivo de sobrecorriente aplicado en el lado primario del transformador, siempre que esta protección esté de acuerdo con el acápite 5.4.3 y que no sea mayor que el valor obtenido multiplicando la capacidad de corriente del conductor secundario por la relación de transformación de tensiones. Los

conductores del secundario de un transformador (que no sean de 2 conductores) no se consideran protegidos por la protección contra sobrecorriente en el lado primario.

- f) Los circuitos de condensadores que cumplan con el subcapítulo 5.6.
- g) Los circuitos de soldadoras que cumplan con 5.9.4.
- h) No se requerirá la protección de sobrecarga de los conductores cuando la interrupción del circuito ocasione un peligro, tal como un circuito magnético para el manipuleo de materiales. Deberá proveerse la protección contra cortocircuitos.

3.5.1.4 Protección de cordones y conductores para aparatos

Los cordones o conductores para aparatos de secciones 1.00 mm^2 ó 0.75 mm^2 y los cordones decorativos, deberán ser considerados como protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de 20 A.

Los cordones aprobados para el uso con artefactos específicos, deberán ser considerados como protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado del punto 3.1 cuando se cumpla lo siguiente:

Circuitos de 20 A, cordones de sección 0.75 mm^2 y mayores
Circuitos de 30 A, cordones de capacidad de 10 A y mayores.
Circuitos de 40 A, cordones de capacidad de 20 A y mayores.
Circuitos de 50 A, cordones de capacidad de 20 A y mayores.

Los conductores para aparatos deberán ser considerados como protegidos por el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado del punto 3.1, cuando se cumpla lo siguiente:

Circuitos de 20 A, 0.75 mm^2 y mayores
Circuitos de 30 A, 2.5 mm^2 y mayores
Circuitos de 40 A, 4 mm^2 y mayores
Circuitos de 50 A, 4 mm^2 y mayores.

3.5.1.5 Valores normalizados

Las capacidades de corriente normalizadas de fusibles y de disyuntores de tiempo inverso son: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500,

600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2500, 000, 4000, 5000 y 6000 A.

3.5.1.6 Fusibles o disyuntores en paralelo

No deberán conectarse en paralelo fusibles, disyuntores o combinaciones de ellos, excepto disyuntores e fusibles fabricados en paralelo y que hayan sido aprobados para el uso.

3.5.1.7 Dispositivos térmicos

Los cortacircuitos térmicos, relés térmicos y otros dispositivos que no han sido diseñados para abrir cortocircuitos, no deberán ser utilizados para la protección de conductores contra sobrecorriente debidas a cortocircuitos o fallas a tierra, pero el uso de tales dispositivos se permitirá para proteger los conductores de circuitos derivados de motores contra sobrecarga, si están protegidos, de acuerdo con 5.2.3.9.

3.5.1.8 Protección complementaria contra sobrecorriente

Cuando se utilice protección complementaria contra sobrecorriente para aparatos de alumbrado, artefactos y otros equipos, o para circuitos internos y partes de equipos, no deberá ser utilizada como un sustituto de los dispositivos de sobrecorriente de los circuitos derivados o en lugar de la protección de circuitos derivados especificados en 3.1. No se requerirá que el dispositivo de protección complementaria contra sobrecorriente sea fácilmente accesible.

3.5.1.9 Coordinación de sistemas eléctricos

En locales industriales, cuando se requiera una paralización ordenada para reducir peligros al personal y equipo, se permitirá un sistema de coordinación basada en las dos condiciones siguientes:

- Una protección coordinada de cortocircuito.
- Una indicación de sobrecarga basada en sistemas o dispositivos de alarma.

La coordinación se define como la localización apropiada de una condición de falla a fin de restringir las paradas del equipo afectado, llevada a cabo por la selección de dispositivos de protección selectiva de fallas. El sistema de alarma puede funcionar, dejando la acción correctiva o paralización ordenada de tal modo que se reduzca el peligro al personal y el deterioro del equipo.

3.5.2 Ubicación

3.5.2.1 Conductores activos

- a) Dispositivos de sobrecorriente necesarios. En cada conductor activo se deberá colocar en serie, un dispositivo de protección contra sobrecorriente. Una combinación de un transformador de corriente y relé de sobrecorriente deberá ser considerado equivalente a una unidad de disparo de sobrecorriente. Para circuitos de motores, Véase los acápites 5.2.3, 5.2.4, 5.2.6 y 5.2.9.
- b) Disyuntores como dispositivos de sobrecorriente. Los disyuntores deberán abrir todos los conductores activos del circuito.

Se aceptarán disyuntores de un polo como protección para cada conductor de circuito de dos conductores, no puestos a tierra; cada conductor en circuito de tres conductores de corriente continua o monofásico o para conductores activos de circuitos derivados de alumbrado o artefactos conectados a sistemas trifásicos de cuatro conductores o bifásicos de cinco conductores, supuesto que tales circuitos de alumbrado o artefactos estén alimentados desde un sistema que tenga un conductor neutro y que ningún conductor en tales circuitos funcione a tensiones mayores que las permitidas en 3.1.1.5

3.5.2.2 Ubicación en el circuito

Se deberá conectar un dispositivo de protección contra sobrecorriente donde el conductor a ser protegido recibe su alimentación, excepto:

- a) Donde el dispositivo de sobrecorriente protege al conductor de mayor sección, también protege a los conductores de menor sección, de acuerdo con las Tablas 4-V y 4-VI.
- b) Para conductores derivados de un alimentador o del secundario de un transformador, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:
 - i) La longitud de los conductores de derivación no exceden de 3 m.
 - ii) La capacidad de corriente de los conductores de derivación sea:
 - no menor que las cargas combinadas calculadas para los circuitos alimentados por los conductores de derivación, y

- no menor que el valor nominal del dispositivo alimentado por los conductores de derivación, o
 - no menor que el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente en los terminales de los conductores de derivación.
- iii) Los conductores de derivación que no se extiendan más allá del cuadro eléctrico, tablero o dispositivos de control que alimenten, y
- iv) Salvo en el punto de conexión al alimentador, los conductores de derivación están encerrados en una canalización, que se extienda de la derivación a la cubierta de un cuadro eléctrico, tablero o dispositivos de control, o de la parte posterior de un cuadro eléctrico. Véase el inciso 4.10.3.4 a) de tableros para circuitos derivados de alumbrado y artefactos.
- c) Para los conductores derivados de un alimentador, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:
- i) La longitud de los conductores de derivación no exceda de 7.5 m.
 - ii) La capacidad de corriente de los conductores de derivación no sea menor de 1/3 de la capacidad de los conductores del alimentador.
 - iii) Los conductores de derivación terminan en un disyuntor individual o en un juego de fusibles que limitarán la carga a la capacidad de corriente de dichos conductores. Este dispositivo de sobrecorriente individual puede alimentar cualquier número de dispositivos de sobrecorriente adicionales, situados en el lado de la carga.
 - iv) Los conductores de derivación estén adecuadamente protegidos de daños materiales.
- d) Cuando los conductores de acometida estén protegidos de acuerdo con 4.4.6.2 del Tomo IV.
- e) Las derivaciones a salidas individuales y los conductores de circuitos que alimentan una cocina eléctrica, deberán ser considerados protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado, cuando tales dispositivos estén de acuerdo con 3.1.2.1, 3.1.2.2 y 3.1.2.6.
- f) Los conductores de circuitos derivados para motores, cuando estén protegidos de acuerdo con 5.2.2.7 y 5.2.4.2.

- g) Para derivaciones de canalizaciones de barras cuando estén protegidas de acuerdo con 4.5.27.9 al 4.5.27.13.
- h) Las derivaciones del alimentador del transformador con primario más secundario de longitud no mayor de 7.5m cuando se cumplan íntegramente las condiciones siguientes:
 - i) Los conductores que alimenten al primario de un transformador tengan una capacidad de corriente de por lo menos $1/3$ de la capacidad de los conductores o de la protección contra sobrecorriente desde la cual son derivados, y
 - ii) Los conductores alimentados por el secundario del transformador tengan una capacidad de corriente que multiplicada por la relación de transformación de tensiones (secundario a primario), sea no menor de $1/3$ de la capacidad de corriente de los conductores o de la protección contra sobrecorriente de la cual se derivan los conductores primarios, y
 - iii) La longitud total de un conductor primario más un conductor secundario no exceda de 7.5 m excluyendo cualquier parte del conductor primario protegida para su capacidad de corriente; y
 - iv) Los conductores primarios y secundarios estén adecuadamente protegidos de daños materiales, y
 - v) Los conductores secundarios terminen en un único disyuntor o un juego de fusibles, los cuales limitarán la carga a lo permitido según las Tablas 4-V y 4-VI.

3.5.2.3 Conductor puesto a tierra

No deberá colocarse ningún dispositivo de sobrecorriente en serie con cualquier conductor que es intencionalmente puesto a tierra, excepto:

- a) Donde el dispositivo de sobrecorriente desconecte todos los conductores del circuito, incluyendo el conductor puesto a tierra, y que esté diseñado de manera que ningún polo pueda funcionar independientemente.
- b) Donde sea requerido por los incisos 5.2.3.5 y 5.2.3.6 para protección de motores en marcha (sobrecarga).

3.5.2.4 Cambio de la sección del conductor neutro.

Cuando se cambie la sección del conductor activo, podrá realizarse un cambio similar en la sección del conductor neutro.

3.5.2.5 Ubicación en los locales

- a) Los dispositivos de sobrecorriente deberán estar localizados en lugares fácilmente accesibles, excepto:
 - i) En Edificaciones multifamiliares en las cuales el servicio eléctrico y el mantenimiento estén a cargo de la administración de la edificación, y estén bajo la supervisión constante de dicha administración, los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida y del alimentador que alimente a más de una vivienda, pueden ser accesibles solamente al personal autorizado por la administración.
 - ii) Para la protección complementaria contra sobrecorriente como está indicado en 3.5.1.8.
- b) Los dispositivos de sobrecorriente no deberán estar ubicados donde estén expuestos a daños materiales, ni en la vecindad de materiales fácilmente inflamables.

3.5.3 Cubiertas

3.5.3.1 Generalidades

- a) Los dispositivos de sobrecorriente deberán estar encerrados en gabinetes o cajas de desconexión, a menos que ellos formen parte de un ensamblaje aprobado que produzca una protección equivalente, o a menos que se instalen en tableros o cuadros eléctricos ubicados en cuartos o encerramientos, libres de materiales fácilmente inflamables y de humedad, y accesibles sólo a personal calificado.
- b) Las palancas de maniobra de los disyuntores pueden ser accesibles desde afuera, sin que sea necesario abrir la puerta o sacar la tapa.

3.5.3.2 Locales húmedos o mojados

Las cubiertas protectoras de los dispositivos de sobrecorriente, en locales húmedos o mojados, deberán ser de un tipo aprobado para el uso y deberán montarse de modo que haya una separación mínima de 6 mm de aire entre la cubierta y la pared y otra superficie de soporte.

3.5.3.3 Posición de la cubierta

Las cubiertas para los dispositivos de sobrecorriente deberán montarse en posición vertical, salvo en casos especiales en los cuales esto no sea factible.

3.5.4 Desconexión y Resguardo

3.5.4.1 Medios de desconexión de fusibles y de cortacircuitos térmicos

Se deberán proveer medios de desconexión en el lado de la alimentación de todos los fusibles o cortacircuitos térmicos, en circuitos de más de 150 V a tierra y de fusibles de cartucho en circuitos de cualquier tensión, cuando sean accesibles a personal no calificado, de modo que cada circuito individual que contenga fusibles o cortacircuitos térmicos, pueda ser individualmente desconectado de la fuente de energía eléctrica, excepto:

- a) Donde se permita que los fusibles estén colocados en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida.
- b) Un medio de desconexión único puede utilizarse en el lado de la alimentación de más de un juego de fusibles, como se indica en 5.2.8.11 para motores que funcionan en grupos y en 5.11.3.4 para equipos fijos de calefacción de ambientes.

3.5.4.2 Partes de movimiento repentino o en las que se producen arcos

Deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Los disyuntores y los fusibles deberán ser blindados o situados de forma que el personal que los manipula no pueda quemarse ni sufrir daño alguno.
- b) Las palancas de los disyuntores y las partes similares que puedan moverse repentinamente y causar daños a personas en su cercanía, deberán ser resguardadas o aisladas.

3.5.5 Fusibles Roscados, Portafusibles y Adaptadores

3.5.5.1 Generalidades

- a) Tensión máxima. Los fusibles roscados y los Portafusibles no deberán ser usados en circuitos que excedan los 250 V entre conductores, excepto en circuitos alimentados por un sistema que tiene un neutro y ningún conductor opera a más de 250 V a tierra.
- b) Marcación. Cada fusible, portafusible y adaptador deberá estar marcado con su capacidad de corriente nominal.

- c) Configuración. Los fusibles roscados de 15 A y menores, deberán ser de tal configuración que puedan distinguirse de fusibles de mayor capacidad de corriente nominal.
- d) Partes no activas. Los fusibles roscados, sus Portafusibles y adaptadores no deberán tener partes activas expuestas una vez que estos han sido instalados.
- e) Roscado. La parte roscada del Portafusibles deberá estar conectada al lado de la carga del circuito.

3.5.5.2 Fusibles con rosca Edison

- a) Los fusibles con rosca Edison deberán clasificarse para no más de 250 V y de 0 a 30 A.
- b) Deberán ser usados sólo como reemplazo en Instalaciones existentes, donde no haya habido evidencias de alteraciones o de empleo de fusibles de capacidad sobredimensionada.

3.5.5.3 Portafusibles con rosca Edison

Deberán ser instalados Portafusibles con rosca Edison, los que son diseñados para aceptar fusibles tipo "S" mediante el uso de adaptadores aprobados para el uso.

3.5.5.4 Fusibles tipo "S"

Los fusibles tipo "S", deberán ser del tipo roscado y cumplirán con lo siguiente:

- a) Los fusibles tipo "S", deberán ser clasificados para no más de 250 V y a 15 A, 16 a 20 A y 21 a 30 A.
- b) Los fusibles clasificados en a) no deberán ser intercambiables con uno de menor capacidad de corriente y deberán ser diseñados de manera que sólo puedan utilizarse en portafusibles del tipo "S" o en portafusibles provistos de un adaptador tipo "S".

3.5.5.5 Fusibles, portafusibles y adaptadores tipo "S"

- a) Los adaptadores tipo "S" deberán ser instalados en portafusibles con rosca Edison.

- b) Los adaptadores y portafusibles tipo "S" deberán ser diseñados de manera que sólo se les pueda instalar un fusible del tipo "S".
- c) Los adaptadores tipo "S" no podrán ser retirados una vez que son instalados en el portafusible.
- d) Los fusibles, portafusibles y adaptadores tipo "S" deberán diseñarse de manera que su alteración o puentado resulte difícil.
- e) Los fusibles, portafusibles y adaptadores tipo "S" deberán ser normalizados de manera que sean intercambiables cualquiera sea el fabricante.

3.5.6 Portafusibles, y Fusibles de Cartucho

3.5.6.1 Generalidades

- a) Tensión máxima. Los fusibles y portafusibles del tipo de 300 V no deberán ser utilizados en circuitos de más de 300 V entre conductores, excepto en circuitos alimentados por un sistema con neutro y con ninguno de sus conductores a más de 300 V a tierra.
- b) Portafusibles. Los portafusibles de cartucho de 0 a 6,000 A no intercambiables deberán ser diseñados de manera que sea difícil colocar un fusible de cualquier clase dada, en un portafusible que está diseñado para una corriente menor o una tensión superior a los de la clase a que pertenezca. Los portafusibles para fusibles limitadores de corriente no deberán permitir la introducción de fusibles que no sean limitadores de corriente.
- c) Marcación. Los fusibles deberán identificarse diariamente por la impresión en el cartucho del fusible o por medio de una etiqueta fijada al cartucho, con los datos siguientes: capacidad de corriente en Amperes, tensión nominal, capacidad nominal de interrupción, limitación de corriente cuando sea aplicable, marca de fabrica.

La indicación de la capacidad nominal de interrupción puede omitirse en los fusibles que sean usados como protección complementaria.

3.5.6.2 Clasificación

Los fusibles y portafusibles de cartucho, deberán ser clasificados de la siguiente manera:

TABLA 3-IX

Tensión hasta 250 V A	Tensión hasta 300 V A	Tensión hasta 600 V A
0 – 30	0 – 30	0 – 30
31 – 60	31 – 60	31 – 60
61 – 100	61 – 100	61 – 100
101 – 200	101 – 200	101 – 200
201 – 400	201 – 400	201 – 400
401 – 600	401 – 600	401 – 600
601 – 800	601 – 800	601 – 800
801 – 1200	801 – 1200	801 – 1200
1201 – 1600	1201 – 1600	1201 – 1600
1601 – 2000	1601 – 2000	1601 – 2000
2001 – 2500	2001 – 2500	2001 – 2500
2501 – 3000	2501 – 3000	2501 – 3000
3001 – 4000	3001 – 4000	3001 – 4000
4001 – 5000	4001 – 5000	4001 – 5000
5001 – 6000	5001 – 6000	5001 – 6000

Se puede usar fusibles para tensiones menores o iguales que su nominal.

3.5.7 Disyuntores

3.5.7.1 Generalidades

- a) Los disyuntores de circuito deberán abrirse o cerrarse manualmente. El funcionamiento normal podrá hacerse por otros medios, tales como eléctricos o neumáticos siempre que también puedan accionarse manualmente.
- b) Los disyuntores deberán indicar claramente si están en la posición de abierto o cerrado. Cuando las manijas de accionamiento de los disyuntores colocados en cuadros eléctricos funcionen verticalmente en lugar de girar o funcionar horizontalmente, la posición superior de la manija deberá corresponder a la posición de cerrado.
- c) Los disyuntores deberán ser diseñados de modo que cualquier alteración de su calibración o del tiempo requerido para su funcionamiento, siempre que no se trate de ajustes previstos, requerirá desmontar la unidad o romper un sello.

3.5.7.2 Marcación

Los disyuntores deberán ser marcados con su capacidad nominal de una manera duradera y visible después de su instalación. Deberá

indicarse la capacidad nominal de interrupción cuando sea diferente de 5,000 A, a excepción de que se trate de protección complementaria.

3.5.8 Para Tensiones Nominales Mayores de 600 V

3.5.8.1 Alimentadores

Los alimentadores deberán tener un dispositivo de protección contra cortocircuito en cada conductor activo. El (los) dispositivo(s) de protección deberán ser capaces de detectar e interrumpir todas las magnitudes de corriente que puedan ocurrir en donde estén ubicados y que estén en exceso de su ajuste de disparo o punto de fusión. En ningún caso la capacidad nominal de un fusible deberá exceder de tres veces la capacidad de corriente del conductor. En ningún caso el mayor ajuste del elemento de disparo de un disyuntor deberá exceder de seis veces la capacidad de corriente del conductor.

El tiempo de operación del dispositivo de protección, la corriente de cortocircuito obtenida y el conductor utilizado necesitarán estar coordinados para prevenir daños o temperaturas peligrosas en los conductores o su aislamiento bajo las condiciones de cortocircuito.

3.5.8.2 Circuitos derivados

Los circuitos derivados deberán tener un dispositivo de protección contra cortocircuitos en cada conductor activo. El (los) dispositivo(s) de protección deberá ser capaz de detectar o interrumpir todas las magnitudes de corriente que puedan ocurrir en donde estén ubicados y que estén en exceso de su ajuste de disparo o punto de fusión.

3.6 PUESTA A TIERRA

3.6.1 Alcance

En el presente subcapítulo se dan las Disposiciones para la puesta a tierra y los puentes de unión de las Instalaciones eléctricas.

3.6.2 Generalidades

Los conductores de circuitos y sistemas son conectados a tierra con el fin de limitar las sobretensiones ocasionadas por rayos, descargas en líneas, o contactos no intencionales con líneas de tensiones mayores, y para estabilizar la tensión a tierra durante el funcionamiento normal. Los conductores de circuitos y sistemas son conectados sólidamente a tierra para facilitar el funcionamiento del dispositivo de protección contra sobrecorriente en caso de fallas a tierra.

Los materiales conductivos que alojen conductores o equipos eléctricos, o que formen parte de tales equipos, son puestos a tierra para limitar la tensión a tierra en estos materiales y facilitar el funcionamiento del dispositivo de protección contra sobrecorriente en caso de fallas a tierra.

3.6.3 Puesta a Tierra de Circuitos y Sistemas

3.6.3.1 Sistemas de corriente continua

- a) De dos conductores. Los sistemas de corriente continua de dos conductores deberán ser puestos a tierra.

Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- i) Un sistema equipado con un detector de fallas a tierra que alimente solamente a equipos industriales en áreas limitadas.
 - ii) Un sistema que funcione a no más de 50 V entre conductores.
 - iii) Un sistema que funcione a no más de 300 V entre conductores.
 - iv) Un sistema de corriente continua obtenido de un rectificador alimentado por un sistema de corriente alterna, que cumpla con lo indicado en 3.6.3.2.
 - v) Circuitos de corriente continua de señalización para protección contra incendio, de corriente máxima de 0.030A, como está especificado en 7.6.3.
- b) De tres conductores. El conductor neutro de los sistemas de corriente continua de tres conductores que alimenten Instalaciones eléctricas, deberá ser puesto a tierra.

3.6.3.2 Sistemas y circuitos de corriente alterna que deben ser puestos a tierra

Los sistemas y circuitos de corriente alterna deberán ser puestos a tierra en las condiciones indicadas en a), b), c) o d) a continuación. Los demás sistemas y circuitos pueden ser puestos a tierra.

- a) Circuitos de corriente alterna menores de 50 V. Deberán ser puestos a tierra en cualquiera de las condiciones siguientes:
- Cuando son alimentados por transformadores, si el transformador que los alimenta excede de 150 V a tierra.
 - Cuando son alimentados por transformadores, si el transformador que los alimenta no está conectado a tierra.
 - Cuando son instalados como conductores aéreos fuera de las Edificaciones.
- b) Sistemas de corriente alterna de 50 a 1,000 V. Deberán ser puestos a tierra en cualquiera de las condiciones siguientes:

- Cuando el sistema pueda ser puesto a tierra de tal manera que la tensión máxima a tierra de los conductores activos no supere los 250 V.
- Cuando la tensión nominal del sistema es 380/220 V, trifásico, 4 conductores y se usa el neutro como conductor del circuito.
- Cuando la tensión nominal del sistema es 440/220 V, trifásico, 4 conductores, en los cuales el punto medio de una fase se usa como un conductor del circuito.

Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- i) Los sistemas eléctricos usados exclusivamente para alimentar hornos eléctricos para fundición, refinado, templado y usos similares.
- ii) Los sistemas derivados separadamente, usados exclusivamente para rectificadores que alimenten solamente equipos industriales de velocidad ajustable.
- iii) Los sistemas derivados separadamente, alimentados por transformadores que tienen una tensión primaria menor de 1,000 V siempre que se cumpla todas las condiciones siguientes:
 - Si el sistema es usado exclusivamente para circuitos de control.
 - Las condiciones de operación y mantenimiento aseguren que solamente personal calificado atenderá la instalación.
 - Cuando se requiere la continuidad de la alimentación para el sistema de control.
 - Cuando sean instalados los detectores de fallas a tierra en los sistemas de control.
- iv) Los sistemas aislados como está permitido en 6.10.

El uso adecuado de los detectores de fallas a tierra en sistemas no puestos a tierra puede proporcionar una protección adicional.

- c) Sistemas de corriente alterna de 1,000 V y mayores. Deberán ser puestos a tierra cuando alimenten equipos portátiles. Cuando alimenten cargas distintas de equipos portátiles pueden ser puestos a tierra.
- d) Sistemas derivados separadamente. Un sistema de alambrado interior que esté alimentado por un generador, un transformador o los devanados de un convertidor, y que no tiene conexión eléctrica directa, incluyendo un conductor del circuito conectado

sólidamente a tierra, con los conductores de alimentación que provienen de otro sistema de suministro, si requiere ser puesto a tierra, según a) o b) antes mencionados, deberá ser puesto a tierra según lo prescrito en 3.6.4.6.

3.6.3.3 Circuitos que no deben ser puestos a tierra

Los circuitos indicados a continuación no deberán ser puestos a tierra:

- a) Circuitos que alimenten grúas eléctricas que funcionan por encima de fibras combustibles en lugares Clase III, como está indicado en 6.4.13.
- b) Circuitos indicados en 6.10.

3.6.3.4 Generadores portátiles y montados sobre vehículos

- a) Generadores portátiles. Bajo las siguientes condiciones, la armazón de un generador portátil no necesita ponerse a tierra y puede servir como electrodo a tierra para un sistema alimentado por el generador:
 - i) El generador alimenta solamente equipos montados en el generador y/o conectado por medio de cordón y enchufe a través de tomacorrientes montados sobre el generador, y
 - ii) Las partes conductivas de equipos y los terminales del conductor de protección de los tomacorrientes son puenteados con la armazón del generador.
- b) Generadores montados sobre vehículos. Se puede permitir que la armazón de un vehículo sirva como electrodo a tierra para un sistema alimentado por el generador que está ubicado sobre el vehículo, cuando se cumplan las condiciones siguientes:
 - i) La armazón del generador está puenteadada al armazón del vehículo, y
 - ii) El generador alimenta solamente equipos ubicados sobre el vehículo y/o conectados por medio de cordón y enchufe a través de tomacorrientes montados sobre el vehículo o el generador, y
 - iii) Las partes conductivas de equipos y los terminales del conductor de protección de los tomacorrientes son puenteados con la armazón del generador, y
 - iv) El sistema cumple con todas las demás Disposiciones del presente subcapítulo.

3.6.4 Ubicación de las Conexiones de los Sistemas de Puesta a Tierra

3.6.4.1 Corrientes no admisibles en los conductores de puesta a tierra

- a) Disposiciones para prevenir corrientes no admisibles. La puesta a tierra de sistemas eléctricos, conductores del circuito, pararrayos y partes conductivas deberá ser instalada y dispuesta de tal manera que no circulen corrientes no admisibles en los conductores de puesta a tierra o en el recorrido a tierra.
- b) Modificaciones para eliminar las corrientes no admisibles. Si el uso de conexiones de puesta a tierra múltiples resulta en un flujo de corriente no admisible, deberá hacerse una o más de las modificaciones siguientes:
 - i) Eliminar una o más de tales conexiones de puesta a tierra.
 - ii) Cambiar la ubicación de las conexiones de puesta a tierra.
 - iii) Interrumpir la continuidad del conductor o de la ruta conductora que une las conexiones de puesta a tierra.
 - iv) Tomar otra acción correctora adecuada que sea satisfactoria a la Autoridad Competente.
- c) Corrientes momentáneas admisibles. Las corrientes momentáneas que resulten de condiciones accidentales, tales como corrientes de fallas a tierra, que ocurren solamente cuando los conductores de puesta a tierra estén realizando las funciones de protección previstas, no deberán clasificarse como corrientes no admisibles a los propósitos especificados en a) y b) anteriores.

3.6.4.2 Puntos de conexión para los sistemas de corriente continua

Los sistemas de corriente continua que son puestos a tierra, deberán tener conexiones a tierra en una o más estaciones de suministro. No se harán conexiones a tierra en acometidas, así como tampoco en ningún punto de las Instalaciones interiores.

3.6.4.3 Conexiones de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

- a) Los sistemas de corriente alterna que son puestos a tierra en las Instalaciones interiores deberán tener un conductor de puesta a tierra conectado a un electrodo a tierra en cada acometida. Cuando los sistemas de suministros se inicien fuera de la edificación, deberán tener por lo menos una conexión adicional a tierra hecha a un electrodo a tierra en el lado secundario del transformador que alimenta el sistema, bien sea en el mismo transformador o en otra

parte. El conductor de puesta a tierra deberá ser conectado al sistema de corriente alterna en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida, en un punto accesible en el lado de la carga de la acometida, de preferencia dentro de la cubierta de los medios de desconexión de la acometida. Las conexiones de puesta a tierra no deberán ser hechas en el lado de la carga de los medios de desconexión de la acometida.

Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- i) Un conductor de puesta a tierra deberá ser conectado a cada sistema derivado separadamente como se indica en 3.6.4.6.
 - ii) En cada edificación deberá hacerse una conexión de puesta a tierra de acuerdo con 3.6.4.4.
 - iii) Para cocinas, cocinas de mostrador, hornos montados en paredes, secadoras de ropa y cajas de medidores, de acuerdo con 3.6.7.10.
- b) Conductor neutro instalado hasta el equipo de conexión. Cuando el sistema de corriente alterna de 1,000 V o menos esté conectado a tierra en cualquier punto, el conductor neutro deberá ser llevado hasta cada acometida. Este conductor deberá ser tendido con los conductores activos y su sección no deberá ser menor que la del conductor de puesta a tierra indicado en la Tabla 3-X, ni mayor que la de los conductores activos de la acometida

3.6.4.4 Dos o más Edificaciones servidas para una acometida

- a) Sistemas puestos a tierra. Cuando dos o más Edificaciones estén alimentadas desde un equipo de conexión por un sistema puesto a tierra, cada edificación deberá tener un electrodo a tierra, conectado al conductor neutro del circuito de corriente alterna en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la edificación.
- b) Sistemas no puestos a tierra Cuando dos o más Edificaciones estén alimentadas desde un equipo de conexión por un sistema no puesto a tierra, cada edificación deberá tener un electrodo a tierra conectado a la cubierta metálica de los medios de desconexión de la edificación.

Excepción para a) y b) anteriores. No será necesario un electrodo a tierra en una edificación separada alimentada por un alimentador o

por un circuito derivado si se tiende un conductor de protección junto con los conductores del circuito, para la puesta a tierra de los equipos que no transporten corriente, de los sistemas de tuberías metálicas o de la estructura metálica de una edificación y si se le conecta a los electrodos descritos en 3.6.9.1 y 3.6.9.2 que existen en la edificación.

3.6.4.5 Conductor que debe ser puesto a tierra en sistemas de corriente alterna

En sistemas de Instalaciones interiores de corriente alterna, el conductor que se debe poner a tierra, será:

- a) Sistemas monofásicos de dos conductores: el conductor puesto a tierra
- b) Sistemas monofásicos de 3 conductores: el conductor neutro.
- c) Sistemas polifásicos que tienen un conductor común a todas las fases: el conductor neutro.
- d) Sistemas polifásicos que tienen una fase a tierra: el conductor puesto a tierra:
- e) Sistemas polifásicos en los cuales se utiliza una fase como en b). el conductor neutro.

3.6.4.6 Puesta a tierra de los sistemas derivados separadamente de corriente alterna

Un sistema derivado separadamente que requiere ser puesto a tierra de acuerdo a 3.6.3.2, deberá ser puesto a tierra como se indica en a) hasta d) a continuación:

- a) Se usarán puentes de unión de la sección determinada de acuerdo a 3.6.8.7 c) para los conductores de fases derivados, para conectar el conductor de protección del sistema derivado al conductor neutro del circuito. Esta conexión deberá ser hecha en el lado de alimentación del sistema derivado separadamente y antes de cualquier medio de desconexión del sistema o dispositivo de sobrecorriente.
- b) Se usará un conductor de puesta a tierra de la sección determinada de acuerdo con 3.6.10.4 para los conductores de fase derivado, para conectar el conductor neutro del sistema derivado al electrodo a tierra, como está especificado en c) a continuación. Esta conexión deberá ser hecha en el lado de alimentación del sistema derivado separadamente y antes de cualquier medio de desconexión del sistema o dispositivo de sobrecorriente.

- c) El electrodo a tierra deberá estar lo más cerca posible y de preferencia en el mismo lugar que la conexión del conductor de puesta a tierra del sistema. El electrodo a tierra deberá ser:
 - i) La parte más cercana de una estructura metálica puesta a tierra efectivamente.
 - ii) La tubería metálica de agua más cercana puesta a tierra efectivamente.
 - iii) Otros electrodos de acuerdo con 3.6.9.1 y 3.6.9.2, cuando los electrodos indicados en i) o ii) anteriormente no estén disponibles.
- d) En los demás aspectos, los métodos de puesta a tierra deberán cumplir con los requisitos indicados en otras partes del presente Tomo.

3.6.5 Puesta a Tierra de las Cubiertas

Las canalizaciones metálicas para los conductores y el equipo de conexión deberán ser puestas a tierra.

Las canalizaciones metálicas para conductores que no sean de acometida deberán ser puestas a tierra

No necesitan ser puestas a tierra las cubiertas metálicas utilizadas para proteger conjuntos de cables contra daños materiales.

3.6.6 Puesta a Tierra de los Equipos

3.6.6.1 Equipo fijado en un lugar o conectado por métodos de instalación permanente (fijo)

Las partes conductivas expuestas de los equipos fijos que tengan probabilidad de estar energizadas, deberán ser puestas a tierra cuando existan cualesquiera de las condiciones especificadas de a) hasta e) a continuación:

- a) Cuando estén dentro de una distancia de 2.40 m. verticalmente o de 1.50 m. horizontalmente de la tierra, o de objetos metálicos puestos a tierra y expuestos al contacto de personas.
- b) Cuando estén ubicadas en lugares húmedos o mojados y no aislados.
- c) Cuando estén en contacto eléctrico con partes metálicas.
- d) Cuando estén en lugares clasificados como peligrosos, de acuerdo con 6.1 hasta 6.10.

- e) Cuando el equipo funcione con cualquiera de sus terminales a más de 150 V a tierra

Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- i) Las cubiertas de interruptores o disyuntores que no sean del equipo de conexión y que sólo sean accesibles a personas calificadas.
- ii) Las armazones metálicas de aparatos calentados eléctricamente, exceptuadas por permiso especial, que estén permanente y efectivamente aisladas de tierra.
- iii) Los tanques de transformadores instalados en postes de madera, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo.

3.6.6.2 Equipo fijado en un lugar o conectado por métodos de instalación permanente (fijo). Disposiciones específicas

Cualquiera que sea la tensión, las partes conductoras expuestas de las clases de equipos descritos de a) hasta k) a continuación, deberán ser puestas a tierra.

- a) Las estructuras y armazones de los cuadros eléctricos que soporten equipos de maniobra
- b) Las armazones de los generadores y motores, excepto cuando el generador esté eficazmente aislado de tierra y del motor que lo acciona
- c) armazones de motores, como está indicado en 5.2.11.1.
- d) Cubiertas para el control de motores, excepto las tapas al ras de interruptores de palanca.
- e) Equipos eléctricos para grúas y ascensores.
- f) Equipos eléctricos en garajes, teatros y estudios de cine, excepto los portalámparas colgantes alimentados por circuitos cuya tensión no sea mayor de 250 V a tierra.
- g) Anuncios luminosos y equipos anexos, excepto cuando estén aislados de tierra y de otros materiales conductores y accesible sólo a personas autorizadas.
- h) Equipos de proyección de cine.
- j) El equipo alimentado por circuitos de señalización y de control remoto de clases 1, 2 y 3, cuando en 3.6.3 especifique que estos circuitos requieren ser puestas a tierra.
- k) Aparatos de alumbrado, como se indica en 5.8.7.

3.6.6.3 Equipos no eléctricos

Deberán conectarse a tierra las partes conductoras de equipos no eléctricos indicados de a) hasta d) a continuación:

- a) armazones y carriles de grúas accionadas eléctricamente.

- b) armazones metálicas de carros elevadores accionados no eléctricamente a las cuales están sujetas los conductores eléctricos.
- c) Cables de transporte metálicos operados manualmente o cables de ascensores eléctricos.
- d) Cercas metálicas, tales como tabiques, rejas, etc., que rodean a equipos con tensiones superiores a 750 V entre conductores, exceptuando las subestaciones o bóvedas que están únicamente bajo el control de las empresas del servicio público de electricidad. Cuando extensas partes metálicas, dentro o sobre Edificaciones puedan estar energizadas y expuestas a contactos de personas, el unir las entre sí y ponerlas a tierra proporcionará una seguridad adicional.

3.6.6.4 Equipo conectado con cordón y enchufe

Deberán conectarse a tierra las partes conductivas expuestas que puedan estar energizadas de los equipos conectados con cordón y enchufe, en cualquiera de los casos de a) hasta d) a continuación:

- a) En lugares peligrosos (Véase 6.1 hasta 6.10).
- b) Si funcionan a más de 150 V a tierra, excepto los motores resguardados y las armazones metálicas de aparatos calentados eléctricamente y exceptuados por 5.1.3.9.
- c) En viviendas: refrigeradoras, congeladoras y equipos de aire acondicionado; lavadoras y secadoras de ropa, lavaplatos, bombas de sumidero y equipos eléctricos de acuarios; herramientas de mano accionadas por motores; artefactos accionados por motor de los tipos siguientes: podadores de arbustos, cortador de césped y limpiadores, lámparas portátiles de mano.

Excepción: las herramientas y artefactos registrados, protegidos por un sistema de aislamiento doble o su equivalente, no necesitarán ser puestos a tierra. Donde se empleen tales sistemas, los equipos deberán llevar marcas distintivas.

- d) En locales que no sean viviendas: Refrigeradoras, congeladoras y equipos de aire acondicionado; lavadoras y secadoras de ropa, lavaplatos, bombas de sumidero y equipos eléctricos de acuario; herramientas de mano accionadas por motores, artefactos accionados por motores de los tipos siguientes: podadores de arbustos, cortadores de Césped y limpiadores; artefactos conectados por cordón y enchufe usados en lugares húmedos o mojados, o por personas que estén en contacto con tierra o con pisos metálicos o que trabajen dentro de tanques metálicos o

calderas; herramientas que probablemente hayan de ser usadas en lugares mojados y conductivos; lámparas portátiles de mano.

Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- i) Las herramientas que probablemente hayan de ser utilizadas en lugares mojados y conductivos, no necesitarán ser puestos a tierra cuando estén alimentadas por un transformador de aislamiento con secundario no puesto a tierra de nomás de 50 V
- ii) Las herramientas portátiles y artefactos registrados, protegidos por un sistema aprobado de aislamiento doble o su equivalente, no necesitarán ser puestos a tierra. Donde se empleen tales sistemas, los equipos deberán llevar marcas distintivas.

Con referencia a c) y d), las herramientas portátiles o artefactos no provistos con aislamiento especial o protección de puesta a tierra, no están destinados a ser usados en lugares húmedos, mojados o conductivos.

3.6.6.5 Distancia a las barras de pararrayos

Las canalizaciones metálicas, cubiertas, armazones y otras partes conductoras de equipos eléctricos, deberán mantenerse a una distancia mínima de 1.80 m. de las barras conductoras de pararrayos o deberán tener puentes de conexión a estas barras.

3.6.7 Métodos de Puesta a Tierra

3.6.7.1 Conexión para el conductor de protección

La conexión para el conductor de protección deberá hacerse según lo indicado en 3.6.4.6 a), cuando se trate de un sistema derivado separadamente. La conexión para el conductor de protección deberá hacerse en el equipo de conexión y en el lado de alimentación de los medios de desconexión y como está indicado en a) o b) a continuación:

- a) Para sistemas puestos a tierra. La conexión deberá hacerse puentando el conductor de protección al conductor neutro del circuito y al conductor de puesta a tierra.
- b) Para sistemas no puestos a tierra. La conexión deberá hacerse puentando el conductor de protección al conductor de puesta a tierra.

Excepción para a) y b) anteriores: Para extensiones de circuitos derivados en Instalaciones existentes que no tengan un conductor de protección en el circuito derivado, el conductor de protección de un tomacorriente del tipo puesta a tierra, puede ser puesto a tierra conectándolo a la tubería metálica de agua más cercana del equipo.

3.6.7.2 Puesta a tierra efectiva

El trayecto a tierra desde circuitos, equipos y cubiertas conductoras deberá:

- a) Ser permanente y continuo.
- b) Tener suficiente capacidad para conducir con seguridad cualquier corriente de falla probable que pueda circular en él.
- c) Tener una impedancia lo suficientemente baja para limitar la tensión a tierra y facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección del circuito.

3.6.7.3 Trayectoria de la puesta a tierra hasta el electrodo

- a) Conductor de puesta a tierra. Deberá usarse un conductor de puesta a tierra para conectar los conductores de protección, la cubierta del equipo de conexión, y el conductor neutro cuando el sistema esté puesto a tierra, al electrodo.
- b) Puente de unión principal. Para un sistema puesto a tierra, deberá usarse un puente de unión principal sin empalme, para conectar el conductor de protección y la cubierta del equipo de conexión al conductor neutro del sistema, dentro de ésta o dentro de la canalización de los conductores de acometida.

El puente de unión principal deberá ser un conductor, una barra, un tornillo o un conductor similar adecuado.

3.6.7.4 Electrodo a tierra común

Donde un sistema de corriente alterna es conectado a un electrodo a tierra en una edificación, o cerca de él, como se especifica en 3.6.4.3 y 3.6.4.4, deberá utilizarse el mismo electrodo para poner a tierra las cubiertas de los conductores y el equipo que está dentro de la edificación o sobre él. Deberá considerarse como un sólo electrodo a dos o más electrodos que estén efectivamente unidos por un puente.

3.6.7.5 Tramos cortos de canalización

Si es necesario poner a tierra tramos aislados de canalizaciones metálicas o cables con armadura, deberán ser puestos a tierra de acuerdo con 3.6.7.6.

3.6.7.6 Equipo fijado en un lugar o conectado por métodos de Instalación permanente (fijo). Puesta a tierra.

Las partes conductivas de los equipos que necesiten ponerse a tierra, deberán ser conectadas a tierra por uno de los métodos indicados en a), b) o C) a continuación:

- a) Por cualquiera de los conductores de protección especificados en 3.6.10.1 b).
- b) Por un conductor de protección contenido en la misma canalización, cable o cordón o que estén colocados junto con los conductores del circuito de otra manera. Este conductor puede ser desnudo, aislado o cubierto. El conductor cubierto o aislado deberá tener un revestimiento de color amarillo.

Solamente para circuitos de corriente continua, el conductor de protección puede instalarse por separado de los conductores del circuito.

- c) Por permiso especial, se podrá utilizar otros medios para la puesta a tierra de equipos fijos.

Para el uso de cordones para equipos fijos, Véase lo indicado en 4.3.2.5

3.6.7.7 Equipos considerados como efectivamente puestos a tierra

Bajo las condiciones especificadas en a) y b) a continuación, las partes conductivas de los equipos deberán ser consideradas como efectivamente puestas a tierra.

- a) Equipos fijados firmemente a soportes metálicos puestos a tierra
Los equipos eléctricos fijados a estructuras o soportes metálicos y puestos a tierra por uno de los métodos indicados en 3.6.7.6. La estructura metálica de una edificación no deberá ser utilizada como el conductor de protección requerido para los equipos de corriente alterna.
- b) armazones de cabinas metálicas. Los armazones de las cabinas metálicas soportadas por cables metálicos de elevación, que se deslizan sobre poleas o tambores de máquinas elevadoras las cuales son puestas a tierra por uno de los métodos indicados en 3.6.7.6.

3.6.7.8 Equipos conectados por cordón y enchufe

Las partes conductivas de los equipos conectados por cordón y enchufe, que requieran ser puestas a tierra, deberán ser puestas a tierra por uno de los métodos indicados en a), b) o c) a continuación:

- a) Por medio de la canalización metálica del cordón que alimenta este equipo, si se utiliza un enchufe del tipo puesta a tierra provisto de un contacto fijo de puesta a tierra, para la conexión a tierra de la canalización metálica del cordón y si dicha canalización está fijada al enchufe de conexión y al equipo por medio de conectores aprobados para el uso.
- b) Por medio de un conductor de protección junto con los conductores de alimentación de un cable o cordón que termine apropiadamente en un enchufe del tipo puesta a tierra que tenga un contacto fijo de puesta a tierra. El conductor de protección en un cable puede no estar aislado; pero si está cubierto, esto deberá tener un revestimiento de color amarillo.
- c) Por medio de una barra o conductor flexible separado, aislado o desnudo, protegido de la forma más factible contra daños materiales, cuando forme parte de un equipo o por permiso especial.

3.6.7.9 armazones de cocinas y secadoras de ropa

Los armazones de cocinas eléctricas, hornos montados en pared, cocinas de mostrador, secadoras de ropa, y la caja de salida o de empalme, las cuales son parte del circuito que alimentan estos artefactos, deberán ser puestos a tierra de la manera especificada en 3.6.7.6 ó 3.6.7.8; o pueden ser puestos a tierra, conectándolos al conductor neutro del circuito, si se cumple todas las condiciones dadas a continuación:

- a) El circuito de alimentación es de 440/220 V, monofásico, 3 conductores; ó 380/220 V, trifásico, 4 conductores, conectado en estrella.
- b) La sección del conductor neutro no es menor de 4 mm².
- c) Los contactos de puesta a tierra de los tomacorrientes que son suministrados como parte de los equipos, están puenteados al equipo.

3.6.7.10 Uso del conductor neutro del circuito para la puesta a tierra del equipo

- a) Puesta a tierra del equipo en el lado de la alimentación. Se puede usar el conductor neutro del circuito para poner a tierra las partes conductivas de los equipos en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida, tales como cajas de conexión, canalizaciones de acometida, etc., y en el lado de alimentación de los medios de desconexión principal de las Edificaciones separadas y de sistemas derivados separadamente, como está indicado en 3.6.4.4 y 3.6.4.6 respectivamente.
- b) Puesta a tierra del equipo en el lado de la carga. No deberá usarse el conductor neutro del circuito para la puesta a tierra de las partes conductivas de los equipos en el lado de la carga do los medios de desconexión de la acometida o en el lado de la carga de los medios de desconexión de un sistema derivado separadamente o de dispositivos de sobrecorriente para un sistema derivado separadamente que no tenga medios principales de desconexión.

Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- i) Las armazones de cocinas, hornos montados en pared, cocinas de mostrador y secadoras de ropa, de acuerdo a 3.6.7.9.
- ii) Para Edificaciones separadas, como está permitido en 3.6.4.4.
- iii) Se permitirá poner a tierra las cajas de conexión, conectándolas al conductor neutro del circuito en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida, si no se instala en ésta una protección contra fallas a tierra, o si todas las cajas de conexión están ubicadas cerca de los medios de desconexión.
- iv) Por permiso especial como está indicado en 3.6.7.6 c).

3.6.7.11. Conexiones múltiples a un equipo

Cuando un equipo debe ser puesto a tierra y es alimentado por conexión separada a más de un circuito o sistema de alambrado interior puesto a tierra, se debe proveer un medio para la puesta a tierra para cada una de tales conexiones, como está especificado en 3.6.7.6 y 3.6.7.8.

3.6.8 Puentes de Unión

3.6.8.1 Generalidades

Se deberán proveer puentes de unión cuando sean necesarios para garantizar la continuidad eléctrica y la capacidad para conducir con seguridad cualquier corriente de falla probable que pueda producirse.

3.6.8.2 Puentes de unión en el equipo de conexión

Las partes conductivas de los equipos indicados en a), b) y c) a continuación, deberán ser efectivamente conectadas por puentes de unión.

- a) Las canalizaciones de acometida o bandejas para cables.
- b) Las cubiertas del equipo de conexión, que contengan los conductores de la acometida, incluyendo accesorios del medidor, cajas o similares, intercalados en la canalización de la acometida.
- c) Cualquier tubería que encierre un conductor de puesta a tierra.

3.6.8.3 Puentes de unión en los tomacorrientes del tipo de puesta a tierra

El puente de unión del equipo deberá ser usado para conectar el terminal de puesta a tierra de un tomacorriente de este tipo a una caja de salida puesta a tierra.

Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- i) Cuando la caja de salida es de superficie, el contacto metálico entre el soporte del dispositivo y la caja se puede usar para establecer el circuito de puesta a tierra.
- ii) Las cajas de piso diseñadas y registradas para proporcionar una continuidad a tierra satisfactoria entre la caja y el dispositivo.

3.6.8.4 Puentes de unión entre cubiertas

Deberán colocarse puentes de unión donde sea necesario en canalizaciones metálicas, armaduras de cables, cubiertas metálicas de cables, cubiertas de equipos, armazones, accesorios y otras partes conductivas que sirvan como conductores de puesta a tierra, cuando sea necesario asegurar en forma efectiva la continuidad eléctrica. Estos puentes de unión deberán tener capacidad para conducir con seguridad cualquier corriente de falla que pueda producirse en ellos. Toda pintura no conductiva, esmalte o recubrimiento similar, deberá quitarse en las roscas, puntos y superficies de contacto o bien se usarán medios de conexión diseñados de manera que hagan innecesario su retiro.

3.6.8.5 uniones libres en canalizaciones metálicas

Las juntas de expansión y las secciones telescópicas de canalizaciones deberán hacerse eléctricamente continuas por medio del puente de unión del equipo u otros medios aprobados para el uso.

3.6.8.6 Puentes de unión en lugares peligrosos

En los lugares peligrosos definidos en 6.1 cualquiera que sea la tensión, deberá asegurarse la continuidad eléctrica de las partes conductoras de los equipos.

3.6.8.7 Puente de unión del equipo y puente de unión principal

- a) Material. Los puentes de unión principal y del equipo deberán ser de cobre o de otro material resistente a la corrosión.
- b) Método de fijación. Los puentes de unión principal y del equipo deberán ser fijados de acuerdo con lo prescrito en 3.6.11.3 para circuitos y equipos, y en 3.6.11.5 para los electrodos a tierra.
- c) Sección del puente de unión del equipo en el lado de alimentación de la acometida y del puente de unión principal. El puente de unión no deberá ser menor que las secciones mostradas en la Tabla 3-X para los conductores de puesta a tierra. Cuando los conductores activos de la acometida sean mayores que las secciones dadas en la Tabla 3-X, el puente de unión deberá tener una sección no menor que el 12.5% de la sección del conductor activo mayor, excepto que cuando los conductores activos y el puente de unión sean de materiales diferentes, la sección mínima del puente de unión deberá estar basada en el uso supuesto de conductores activos del mismo material que el puente de unión y con una equivalente capacidad de corriente que los conductores activos instalados. Cuando los conductores de la acometida estén en paralelo en dos o más canalizaciones, la sección del puente de unión para cada canalización deberá estar basada en la sección de los conductores de acometida en cada una de las canalizaciones.
- d) Sección del puente de unión del equipo en el lado de la carga de la acometida. El puente de unión en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida no deberá ser menor que las secciones mostradas en la Tabla 3-XI para los conductores de protección.

- e) Instalación del puente de unión del equipo. Se puede instalar el puente de unión del equipo en el interior o exterior de una canalización o cubierta. Cuando es instalado en el exterior, la longitud del puente de unión del equipo no deberá exceder de 1.8 m. y deberá ser alineado con la canalización o cubierta

3.6.8.8 Puentes de unión en sistemas de tuberías

- a) Tubería metálica de agua. El sistema interno de tuberías metálicas de agua, deberá ser puentado a la cubierta del equipo de conexión, al conductor neutro en la acometida, al conductor de puesta a tierra, o a uno o varios electrodos a tierra utilizados. El puente de unión deberá ser dimensionado de acuerdo con la Tabla 3-X.
- b) Otras tuberías metálicas. El sistema interno de tuberías metálicas el cual puede estar energizado, deberá ser puentado a la cubierta del equipo de conexión, al conductor neutro en la acometida, al conductor de puesta a tierra, o a uno o varios electrodos a tierra utilizados. El puente de unión deberá ser dimensionado de acuerdo con la Tabla 3-XI usando la capacidad nominal del circuito que puede energizar a la tubería.

El conductor de protección para el circuito que puede energizar la tubería, podrá servir como el medio de puentado.

La conexión de puentes de unión entre las tuberías y los ductos metálicos de aire dentro de las Edificaciones proporcionará una seguridad adicional.

3.6.9 Sistemas de Electrodo a Tierra

3.6.9.1 Sistemas de electrodos a tierra

Si se dispone en cada edificación o construcción, de cada uno de los párrafos de a) hasta d) a continuación, deberán ser interconectados por puentes de unión para formar el sistema de electrodos a tierra. El puente de unión deberá ser dimensionado de acuerdo con 3.6.8.7 c) y conectado de la manera especificada en 3.6.11.5.

- a) La tubería metálica de agua en contacto directo con la tierra de no menos de 3 m de longitud, con una continuidad eléctrica en los puntos de conexión del conductor de puesta a tierra y los conductores puentados. La tubería metálica de agua deberá ser complementada

por un electrodo a tierra adicional, según se indica en 3.6.9.1 ó 3.6.9.2.

- b) La estructura metálica de la edificación, si es sólidamente puesta a tierra.
- c) Un electrodo embutido en una fundación o cimiento de concreto, por lo menos 5 cm de la base que está en contacto directo con la tierra. El electrodo consiste de una o más barras de acero rectangular o cilíndrico de por lo menos 6 m de longitud y no menos de 12.7 mm de diámetro, o consiste de un conductor de cobre desnudo de por lo menos 6 m de longitud y de una sección no menor de 25 mm².
- d) Un anillo de puesta a tierra que rodea a la edificación o construcción que está en contacto directo con la tierra a una profundidad no menor de 75 cm, consiste de un conductor de cobre desnudo de no menos de 6 m de longitud y de una sección no menor de 35 mm².

3.6.9.2 Electrodo artificiales y otros

Cuando no se dispone de electrodos como los descritos en 3.6.9.1, deberán usarse uno o más de los electrodos indicados en a) y b) a continuación. Los electrodos artificiales deberán introducirse, si es posible, hasta un nivel más bajo que el de la tierra permanentemente húmeda. Estos electrodos deberán estar libres de recubrimientos no conductivos, tales como pintura o esmalte. Cuando se usa más de un sistema de electrodos (incluyendo los usados para barras de pararrayos), cada electrodo de un sistema deberá estar a una distancia no menor de 1.8 m de cualquier electrodo de otro sistema.

Dos o más electrodos que son eficazmente puenteados serán considerados como un sólo electrodo.

- a) Electrodo de varillas y de tubos. Deberán tener una longitud no menor de 2 m, y deberá ser uno de los materiales siguientes e instalados de la manera siguiente:
 - i) Los electrodos de tubos metálicos para agua o Instalaciones eléctricas, de diámetro nominal no menor de 20 mm y que sean de hierro o de acero, deberán tener la superficie externa galvanizada o recubierta de otro metal para la protección contra la corrosión.
 - ii) Los electrodos de varillas de hierro o acero deberán ser de un diámetro nominal no menor de 13 mm. Las varillas de metal no

ferroso o sus equivalentes deberán ser registradas y deberán tener un diámetro no menor de 15 mm.

- iii) La profundidad mínima a la cual deben introducirse es de 2.5 m Si se encuentra roca a menos de 1.25 m de profundidad, el electrodo deberá enterrarse horizontalmente.
- b) Electrodo de placa. Los electrodos de placa deberán tener por lo menos 0.20 m² de superficie en contacto con la tierra. Los electrodos de hierro o de placas de acero deberán ser de un espesor mínimo de 6 mm y los de metales no ferrosos 1.5 mm.

3.6.9.3 Resistencia de electrodos artificiales

La resistencia a tierra de un electrodo prescrito en 3.6.9.1 ó 3.6.9.2 deberá ser a lo más de 25 Ohms. Cuando sea mayor, se deberá conectar dos o más electrodos en paralelo. Se recomienda que los electrodos sean probados periódicamente con el fin de determinar su resistencia.

3.6.9.4 Utilización de barras de pararrayos

Las barras de pararrayos, tubos, varillas u otros electrodos artificiales, utilizados para la puesta a tierra de pararrayos no deberán utilizarse como electrodos artificiales de puesta a tierra exigidos por 3.6.9.1 ó 3.6.9.2 para la puesta a tierra de las Instalaciones y equipos. Esta disposición no se debe interpretar como una prohibición de que se conecten juntos varios electrodos de diferentes sistemas (Véase 3.6.6.5, 8.1.5 h) y 8.3.5.1 h)).

La interconexión de todos los sistemas de electrodos a tierra separados, limitará las diferencias de potencial entre ellos y de las Instalaciones relacionadas.

3.6.10 Conductores de Protección

3.6.10.1 Material

El material para los conductores de puesta a tierra deberá ser como se especifica en a) y b) a continuación:

- a) Conductor de puesta a tierra. Deberá ser de cobre. El material seleccionado deberá ser resistente a cualquier condición de corrosión que exista en la instalación o deberá estar adecuadamente protegido contra la corrosión. El conductor deberá ser sólido o cableado, aislado, cubierto, o desnudo y deberá ser instalado en un sólo tramo, sin uniones ni empalmes, a excepción de las barras colectoras que si pueden ser unidas.

Si el material no es de cobre, la resistencia eléctrica por unidad de longitud de conductor no deberá exceder a la del conductor de cobre que se usaría en el caso dado. Igualmente su resistencia mecánica no deberá ser menor que la del conductor de cobre que se usaría en el caso dado.

- b) Tipos de conductores de protección. El conductor de protección instalado junto con los conductores del circuito, deberá ser uno o más, o una combinación de los siguientes:
- Un conductor de cobre u otro material resistente a la corrosión. Este conductor deberá ser sólido o cableado; aislado, cubierto o desnudo; y en la forma de un conductor o de una barra colectora de cualquier forma
 - Tubería metálica pesada, tubería metálica intermedia, tubo metálico liviano o tubería metálica pesada flexible aprobada para el uso.
 - Las armaduras y cubiertas metálicas de los cables.
 - Las bandejas para cables permitidas en 4.5.2.2 c) y 4.5.2.6.
 - Otras canalizaciones específicamente aprobadas para la puesta a tierra.

Deberá considerarse las siguientes excepciones:

- i) Los tubos metálicos pesados flexibles se pueden usar para la puesta a tierra, siempre que su longitud total de cualquier camino de retorno a tierra no exceda de 2 m, que los conductores del circuito contenidos en ellos estén protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de capacidad nominal de 20 A o menores, y que el tubo termine con accesorios aprobados para el uso.
 - ii) Los tubos metálicos pesados flexibles herméticos a los líquidos se pueden usar para la puesta a tierra, en los diámetros nominales de 35 mm y menores, si su longitud no excede de 2 m y si terminan con accesorios aprobados para el uso.
 - iii) Solamente para circuitos de corriente continua, el conductor de protección puede instalarse por separado de los conductores del circuito.
- c) Puestas a tierra adicionales. Se permitirá el uso de electrodos a tierra adicionales para aumentar la sección de los conductores de protección especificados en 3.6.10.1 b), pero la tierra no deberá usarse como único conductor de protección.

3.6.10.2 Instalación

Los conductores de protección deberán ser instalados como esté especificado en a) y b) a continuación:

- a) Conductor de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra o su cubierta deberá estar fijado firmemente a la superficie que lo soporta. Si el conductor tiene una sección mayor de 25 mm^2 deberá ser protegido si está sometido a fuertes daños materiales. Si el conductor tiene una sección de 16 mm^2 y está libre de daños materiales, puede ir a lo largo de la superficie de la edificación sin cubierta metálica o protección, si es engrapado rígidamente a la construcción; en cualquier otro caso y cuando sean de secciones menores de 16 mm^2 deberán estar en tubo metálico pesado, tubo metálico intermedio, tubo metálico liviano o armadura de cable.

Las cubiertas metálicas para los conductores de puesta a tierra deberán presentar una continuidad eléctrica desde el punto de fijación del gabinete o equipo hasta el electrodo a tierra y deberá asegurarse firmemente a la abrazadera o empalme especial al electrodo. Las cubiertas metálicas que no sean físicamente continuas desde el gabinete o equipo hasta el electrodo a tierra, deberá hacerse eléctricamente continua, conectando cada uno de sus extremos al conductor de puesta a tierra. Cuando se utilice tubo metálico intermedio, tubo metálico pesado, tubo metálico liviano como protección mecánica para el conductor de protección, la instalación deberá cumplir con los requisitos indicados en 4.5.14, 4.5.15 y 4.5.17, respectivamente.

- b) Conductor de protección. El conductor protección deberá ser instalado de la manera siguiente:
 - i) Cuando se trate de canalizaciones, bandeja para cables, armadura o cubierta de un cable o de un conductor dentro de una canalización o cable, deberá ser instalado de acuerdo con las prescripciones aplicables del presente Tomo, utilizando accesorios para empalmes y terminales adecuados.
 - ii) Cuando es un conductor de protección separado, de acuerdo con 3.1.1.6 o según permiso especial de acuerdo con 3.6.7.6 c), deberá ser instalado de acuerdo con a) anterior en lo que respecta a la protección contra daños materiales, excepto, los conductores de secciones menores de 16 mm^2 , los cuales no deberán ser

encerrados en una canalización o armadura cuando estén colocados en espacios huecos de paredes o tabiques o donde estén instalados de otra manera, pero siempre que no estén sometidos a ningún daño material.

3.6.10.3 Sección del conductor de protección en sistemas de corriente continua

La sección del conductor de protección de un sistema de corriente continua, deberá ser como está especificado en a), b) y c) a continuación:

- a) Cuando el sistema consiste de tres conductores balanceados, o de un devanado compensador con protección contra sobrecorriente como se indica en 5.3.3.4, la sección del conductor de protección no deberá ser menor que la del conductor neutro.
- b) Para sistemas diferentes a los indicados en a) anterior, la sección del conductor de protección no deberá ser menor que la del conductor mayor alimentado por el sistema.
- c) El conductor de protección no deberá ser menor de 10 mm^2 de cobre.

3.6.10.4 Sección del conductor de puesta a tierra en sistemas de corriente alterna

La sección del conductor de puesta a tierra en sistemas de corriente alterna no deberá ser menor que el indicado en la Tabla 3-X.

Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- i) En sistemas puestos a tierra. Cuando la parte del conductor de puesta a tierra, que es la única conexión entre el electrodo y el conductor neutro del sistema, esté conectada a electrodos artificiales como se indica en 3.6.9.2, no necesitará ser de sección mayor de 16 mm^2 de cobre o su equivalente en capacidad de corriente.
- ii) En sistemas no puestos a tierra. Cuando la parte del conductor de puesta a tierra, que es la única conexión entre el electrodo y el equipo de conexión, esté conectada a electrodos artificiales como se indica en 3.6.9.2, no necesitará ser de sección mayor de 16 mm^2 de cobre o su equivalente en capacidad de corriente.

TABLA 3-X
CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA PARA SISTEMAS DE CORRIENTE
ALTERNA

Sección nominal del conductor mayor de la acometida o su equivalente para conductores en paralelo (mm ²)	Sección nominal del conductor de puesta a tierra (cobre) (mm ²)
35 o menor sección	10
50	16
70	25
95 - 185	35
240 - 300	50
400 a 500	70
Más de 500	95

Nota.-Cuando no haya conductores de acometida, la sección del conductor de puesta a tierra deberá ser determinada por equivalencia con la mayor sección del conductor de acometida que sería necesaria para la carga a ser alimentada.

Véase el párrafo 3.6.4.3 b).

3.6.10.5 Sección de los conductores de protección

La sección de los conductores de protección, no deberá ser menor que el indicado en la Tabla 3-XI. Cuando los conductores estén en paralelo y en canalizaciones múltiples, como está permitido en 4.2.1.5 el conductor de protección cuando se use, deberá también estar en paralelo. La sección de éste deberá ser dimensionada en la base de la capacidad nominal de corriente de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que protegen a los conductores del circuito en la canalización y deberá estar de acuerdo con la Tabla 3-XI.

Cuando los conductores se dimensionen para compensar la caída de tensión, los conductores de protección cuando se requieran, deberán ser dimensionados proporcionalmente en sección. Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- i) El conductor de protección no menor de 0.75 mm² de cobre y no menor que los conductores del circuito, si forma parte integral de un cordón registrado, podrá usarse para los equipos conectados por cordón que deben ser puestos a tierra, cuando el equipo esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente de capacidad nominal no mayor de 20 A.

- ii) El conductor de protección no necesitará ser mayor que la sección de los conductores del circuito que alimentan el equipo.
- iii) Cuando una canalización o armadura del cable o cubierta es utilizada como conductor de protección, como está indicado en 3.6.7.6 a) y 3.6.10.1 b).

TABLA 3-XI
SECCIÓN MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado antes del equipo, tubería, etc.	Sección nominal del conductor de protección (cobre)
No mayor de (A)	(mm ²)
15	2
20	3
60	5
100	8
200	16
400	25
800	50
1000	70
1200	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

3.6.10.6 Alumbrado de realce

Las partes conductivas aisladas de circuitos de alumbrado de realce, pueden ser puenteadas entre sí por un conductor de 2.5 mm² protegido contra daños materiales, si se utiliza para puesta a tierra del grupo un conductor que cumpla con lo prescrito en 3.6.10.5.

3.6.10.7 Conductor de protección en canalización común

Se puede instalar un conductor de protección en la misma canalización o cubierta con otros conductores del sistema al cual está conectado.

3.6.10.8 Continuidad del conductor de protección

- a) Conexiones separables. Deberán instalarse conexiones separables, tales como las que se usan para equipos retirables, tomacorrientes y enchufes para la conexión y desconexión del conductor de protección a menos que los equipos con enchufes, tomacorrientes y conectores con cierre de seguridad no permitan los contactos de polos activos sin que esté conectada la puesta a tierra.
- b) Interruptores. No deberá colocarse ningún interruptor o disyuntor en el conductor de protección de una instalación eléctrica interior, salvo cuando desconecten todas las fuentes de energía

3.6.11 Conexiones del Conductor de Puesta a Tierra

3.6.11.1 A las canalizaciones o armaduras de cables

El punto de conexión del conductor de puesta a tierra a las canalizaciones metálicas interiores, armaduras de cable y similares, deberá estar tan cerca como sea posible a la fuente de suministro y deberá escogerse de modo que ninguna canalización o armadura de cable esté puesta a tierra por medio de un tramo de sección menor que el exigido en 3.6.10.5.

3.6.11.2 Al electrodo a tierra

La conexión del conductor de puesta a tierra a un electrodo a tierra deberá ser accesible y hacerse de una manera que asegure una puesta a tierra permanente y efectiva. Cuando sea necesario asegurar esta condición para un sistema metálico de tuberías que sea usado como electrodo a tierra, se deberá hacer un puente efectivo alrededor de todas las uniones y secciones y de cualquier equipo que sea susceptible de ser desconectado para reparaciones o reemplazos, a menos que la conexión a un electrodo a tierra embutido en concreto o enterrado no se requiera que sea accesible.

3.6.11.3 A conductores y equipos

Los conductores de puesta a tierra y los puentes de unión requeridos deberán ser asegurados por conectores a presión, abrazaderas u otros medios aprobados. Estos dispositivos de conexión o accesorios no deberán utilizar soldaduras blandas.

3.6.11.4 Continuidad y fijación del conductor de protección de los circuitos derivados, a las cajas

Cuando entren a una caja más de un conductor de protección de un circuito derivado, todos los conductores deberán tener un buen

contacto eléctrico entre sí y estar dispuestos de tal manera, que la desconexión de un tomacorriente, aparato u otro dispositivo alimentado desde la caja, no interfiera o interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

- a) Cajas metálicas. Deberá hacerse una conexión entre cada uno de los conductores de protección y la caja metálica por medio de un dispositivo de puesta a tierra aprobado.
- b) Cajas no metálicas. Deberá disponerse uno o varios conductores de protección que entren en una caja de salida no metálica, de manera que pueda efectuarse en esta caja, una conexión a cualquier accesorio o dispositivo que requiera ser puesto a tierra.

3.6.11.5 Conexión a los electrodos

El conductor de puesta a tierra deberá estar asegurado al accesorio de puesta a tierra por medio de terminales, conectores a presión, abrazaderas u otros medios adecuados. No deberán utilizarse conexiones que dependan de soldaduras blandas. Las abrazaderas de puesta a tierra deberán ser adecuadas para los materiales del electrodo y conductor de puesta a tierra.

No deberá conectarse por medio de una abrazadera única o accesorio, más de un conductor al electrodo a tierra, a menos que la abrazadera o accesorio esté aprobado para el uso.

Se deberá utilizar uno de los métodos indicados en a), b), c) y d) a continuación:

- a) Una abrazadera con perno de bronce, latón o de hierro fundido maleable.
- b) Un accesorio de tubería, vástago u otro dispositivo aprobado, roscado en la tubería o en el accesorio.
- c) Una abrazadera hecha de una tira de hoja metálica que tenga una base metálica rígida en contacto con el electrodo y una tira del mismo material y de dimensiones que no se encojan durante o después de la instalación.
- d) Otros medios aprobados substancialmente iguales.

3.6.11.6 Protección de la fijación

Las abrazaderas u otros accesorios de puesta a tierra deberán ser aprobados para uso general sin requerir protección o deberán ser protegidos contra daños materiales ordinarios como se indica en a) o b) a continuación:

- a) Colocándolas en lugares donde no sea probable que sufran daños.
- b) Encerrándolas en una cubierta de metal, madera u otro material de protección equivalente.

3.6.11.7 Superficies limpias

Los revestimientos no conductivos (tales como pintura, laca y esmalte) de los equipos a ser puestos a tierra deberán quitarse en las roscas y en otras superficies de contacto, con el fin de asegurar una buena conexión eléctrica.

3.6.12 Transformadores de Medida, Relés, etc.

3.6.12.1 Circuitos de transformadores de medida

Los circuitos secundarios de transformadores de medida deberán ser puestos a tierra si los devanados primarios están conectados a circuitos con tensión de 300 V o más a tierra, y si están montados en cuadros eléctricos, deberán ser puestos a tierra cualquiera que sea la tensión, excepto los circuitos en los cuales los devanados primarios están conectados a circuitos de 750 V o menos y no haya alambrado o partes activas expuestas o accesibles a personal no calificado.

3.6.12.2 Cajas de transformadores de medida

Las cajas o armazones de los transformadores de medida deberán ser puestas a tierra cuando sean accesibles a personal no calificado, excepto las cajas o armazones de transformadores de corriente, cuyos primarios no tengan más de 150 V a tierra y se utilicen exclusivamente para suministrar corriente a los aparatos de medición.

3.6.12.3 Cajas de aparatos de medición, medidores y relés que funcionan con tensión de 750 V o menor

Los aparatos de medición, medidores y relés que funcionen con devanados o partes sometidas a 750 V o menos, deberán ser puestos a tierra de la forma indicada en a), b) o c) a continuación:

- a) No instalados en cuadros eléctricos. Los aparatos de medición, medidores y relés no ubicados en cuadros eléctricos, que funcionen con devanados o partes sometidas a tensiones de 300 V o más a

tierra y sean accesibles a personal no calificado, deberán tener puestas a tierra las cajas y todas las partes metálicas expuestas.

- b) Cuadros eléctricos de frente muerto. Los aparatos de medición, medidores y relés (si están alimentados a través de transformadores de medida, o conectadas directamente en el circuito) ubicados en cuadros eléctricos que no tengan partes activas en el frente de los paneles, deberán tener las cajas puestas a tierra.
- c) Cuadros eléctricos de frente vivo. Los aparatos de medición, medidores y relés (si están alimentados a través de transformadores de medida, o conectados directamente en el circuito) ubicados en cuadros eléctricos que tengan partes activas expuestas en el frente de los paneles, no deberán tener sus cajas puestas a tierra. Deberá disponerse una alfombra de goma aislante u otro aislamiento adecuado en el piso para el operador, si la tensión a tierra excede de 150 V.

3.6.12.4 Cajas de aparatos de medición, medidores y relés que funcionen con tensiones superiores a 750 V.

Cuando los aparatos de medición, medidores y relés tengan partes conductoras con tensión superior a 750 V a tierra, deberán quedar colocadas a una altura conveniente o protegidas con tabiques adecuados, tapas aislantes o metálicas puestas a tierra, o protectores. Sus cajas no deberán conectarse a tierra, a menos que, en el caso de detectores de tierra electrostáticos, las partes internas del instrumento estén conectadas a ella y puestas a tierra, y el detector esté colocado a una altura conveniente.

3.6.12.5 Conductor de protección de aparatos de medición

El conductor de protección para circuitos secundarios de transformadores de medida y para cajas de aparatos de medición no deberá ser inferior a 2.5 mm^2 , de cobre o equivalente. Las cajas de transformadores de medida, los aparatos de mediciones, los medidores y los relés los cuales estén montados directamente sobre superficies metálicas de cubiertas puestas a tierra o paneles de cuadros eléctricos metálicos puestos a tierra, deberán considerarse como puestos a tierra y no necesitarán un conductor adicional de puesta a tierra.

3.6.13 Conexión de Pararrayos

3.6.13.1 En acometidas de tensión menor de 1000 V

Cuando se instale un pararrayos en una instalación de 1000 V o menos, los conductores de conexión deberán ser tan cortos y rectos como sea posible y de cobre no menor que 2.5 mm^2 o de un material equivalente

resistente a la corrosión. Se deberá evitar curvas especialmente agudas, siempre que sea posible. El conductor de puesta a tierra del pararrayos deberá ser conectado de una de las maneras siguientes:

- a) Al conductor neutro de la instalación.
- b) Al conductor de puesta a tierra de la instalación.
- c) Al electrodo a tierra de la instalación.
- d) Al terminal de puesta a tierra del equipo en el equipo de conexión.

3.6.13.2 En circuitos de 1000 V y mayores

El conductor de puesta a tierra de un pararrayos que protege un transformador que alimenta una red de distribución secundaria, puede ser interconectado como se indica en a), b) o c) a continuación:

- a) Por interconexión metálica. Se puede hacer una interconexión metálica al neutro del secundario, siempre que, además de la conexión directa de puesta a tierra en el pararrayos al conductor neutro de la red secundaria, forme parte de un sistema con neutro de múltiples puestas a tierra, en el cual el neutro primario tenga al menos tres conexiones a tierra por kilómetro de línea.
- b) A través de un explosor. Cuando el secundario no está puesto a tierra como se señala en el párrafo a) anterior, sino que lo está como se indica en 3.6.9.1 y 3.6.9.2, la interconexión, si se hace, deberá ser a través de un explosor que tenga una tensión de ruptura de por lo menos el doble de la tensión del circuito primario en 60 Hz, pero no necesariamente mayor de 10 kV, y haya por lo menos otra tierra en el conductor de puesta a tierra del secundario a una distancia no menor de 6 m del electrodo a tierra del pararrayos.
- c) Por permiso especial. La interconexión entre la tierra del pararrayos y el neutro secundario se puede hacer de manera diferente a lo indicado en a) y b) anteriores, con permiso especial.

3.6.14 Puesta a Tierra de Sistemas y Circuitos de 1000V y Mayores (Alta Tensión)

Donde los sistemas de alta tensión estén puestos a tierra, deberán cumplir con las Disposiciones aplicables anteriores del presente acápite y con los incisos siguientes.

3.6.14.1 Sistemas de neutro derivado

Un circuito de neutro derivado de un transformador de puesta a tierra puede usarse para la puesta a tierra de un circuito de alta tensión.

3.6.14.2 Sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra

- a) Conductor neutro. El neutro de un sistema con neutro sólidamente puesto a tierra deberá cumplir con lo siguiente:
 - i) El nivel de aislamiento mínimo para los conductores neutros sólidamente puestos a tierra deberá ser de 600V. Se permitirá el uso de conductores desnudos para el neutro de acometidas, de alimentadores directamente enterrados y de Instalaciones aéreas.
 - ii) El conductor de puesta a tierra del neutro puede ser un conductor desnudo, si está aislado de los conductores de fases y protegido contra daños materiales.
- b) Puestas a tierra múltiples. Se permite que el neutro de un sistema con neutro sólidamente puesto a tierra sea puesto a tierra en más de un punto para:
 - i) Acometidas.
 - ii) Partes de alimentadores directamente enterrados que tengan un conductor neutro de cobre desnudo.
 - iii) Instalaciones aéreas.

3.6.14.3 Sistemas con neutro puesto a tierra por medio de una impedancia

Los sistemas con neutro puesto a tierra por medio de una impedancia deberán cumplir con las Disposiciones de a) hasta d) a continuación:

- a) La impedancia de puesta a tierra deberá insertarse en el conductor de puesta a tierra entre el electrodo a tierra del sistema de distribución y el punto neutro del transformador de distribución o del generador.
- b) Cuando se usa el conductor neutro de un sistema con neutro puesto a tierra por medio de una impedancia, éste deberá ser puesto a tierra y estará completamente aislado con el mismo aislamiento que los conductores de fases.
- c) El neutro no deberá conectarse a tierra, excepto por medio de una impedancia de puesta a tierra del neutro.
- d) Los conductores de protección pueden ser desnudos y deberán conectarse a la barra de tierra y al conductor de puesta a tierra en el equipo de conexión y prolongarse hasta el neutro del sistema.

3.6.14.4 Puesta a tierra de sistemas que alimentan equipos portátiles

Los sistemas que alimentan equipos portátiles de alta tensión diferentes de las subestaciones instaladas para servicio provisional, deberán cumplir con a) hasta f) a continuación:

- a) Los equipos portátiles de alta tensión deberán alimentarse de un sistema que tenga su neutro puesto a tierra a través de una impedancia. Cuando se utiliza un sistema de alta tensión conectado

en delta para alimentar equipos portátiles, el sistema neutro deberá derivarse.

- b) Las partes metálicas conductivas expuestas de equipos portátiles deberán conectarse con un conductor de protección, al punto en el cual la impedancia de puesta a tierra del neutro está conectada a tierra
- c) No deberá sobrepasar de 100 V la tensión desarrollada entre la armazón del equipo portátil y tierra por la circulación de la corriente máxima de fallas a tierra.
- d) Se deberá proveer la detección de fallas a tierra y los relés necesarios para que se produzca la desconexión automática de cualquier componente de un sistema de alta tensión en el cual se ha producido una falla a tierra. La continuidad del conductor de protección deberá estar continuamente supervisada, de manera que se desconecte automáticamente el alimentador de alta tensión del equipo portátil al producirse una pérdida de la continuidad del conductor de protección.
- e) El electrodo a tierra al cual la impedancia de puesta a tierra del neutro del sistema está conectada, deberá estar aislado de un electrodo a tierra de otro equipo o sistema y separado de él en por lo menos 6 m y no deberá tener conexiones directas entre electrodos, tales como tubería enterrada, cercas, etc.
- f) Los cables de alta tensión de líneas para conexión móvil y sus conectores para la conexión del equipo portátil deberán ser de un tipo aprobado para el uso. Véase el acápite 4.3.2.

3.6.14.5 Puesta a tierra de equipos

Todas las partes conductivas de equipos fijos y portátiles, cercas, gabinetes, Edificaciones y estructuras de soporte, deberán conectarse a tierra, salvo que cuando estén aisladas de tierra y ubicadas de manera de impedir que cualquier persona pueda hacer contacto con tierra, y tocar tales partes metálicas, cuando el equipo está bajo tensión.

Los conductores de puesta a tierra que no sean parte integral de un cable, no deberán ser de sección menor a 16 mm².

3.6.15 Identificación de Terminales

La identificación de terminales a los cuales deberán conectarse un conductor neutro deberá ser substancialmente de color blanco. Los otros terminales deberán ser de un color diferente, fácilmente distinguible, a menos que las condiciones de operación y mantenimiento aseguren que solamente personal calificado atenderá la instalación, los terminales para los conductores neutros

pueden estar identificados permanentemente en el momento de la obra por una marca distintiva de color blanco u otros medios igualmente efectivos.

Todos los dispositivos que tengan terminales para conectarlos a los conductores de un circuito de varios conductores, deberán tener sus terminales debidamente marcados, excepto en los siguientes casos:

- a) Dispositivos monopolares a los cuales se conecta solamente un lado de la fase.
- b) Los terminales de tableros de circuitos derivados de alumbrado y artefactos.

Los tomacorrientes, enchufes polarizados y conectores de cordón polarizados, deberán tener el terminal previsto para conectar el conductor neutro (blanco) por un metal o recubrimiento de color blanco.

El terminal para la conexión del conductor de protección amarillo, deberá ser identificado por un tornillo, tuerca o conector de color amarillo, a excepción de los enchufes de dos conductores.

Los artefactos a ser conectados por métodos de instalación permanente o por enchufe y cordones instalados en la obra con tres o más conductores deberán tener marcado el terminal para el conductor neutro del circuito.

Ningún conductor neutro deberá ser fijado a cualquier terminal u otro conductor a fin de que la polaridad designada no sea invertida.

3.7 PARARRAYOS

3.7.1 Generalidades

El presente subcapítulo cubre los requisitos generales, los de ubicación y los métodos de instalación de pararrayos en líneas eléctricas.

3.7.2 Subestaciones Industriales

3.7.2.1 Dónde se exigen

Deberán instalarse pararrayos en las subestaciones industriales de aquellas localidades donde sean frecuentes las tormentas y donde no se haya previsto otra protección adecuada contra rayos. Para pararrayos en lugares peligrosos, Véase 6.1 a 6.10.

3.7.2.2 Número requerido

Deberá conectarse un pararrayos a cada conductor aéreo activo que entre o salga de la subestación. Cuando haya más de un circuito, puede instalarse un juego de pararrayos sobre las barras de la subestación, si se dispone de medios para proteger los circuitos que puedan quedar desconectados de las barras.

3.7.2.3 Dónde se deben conectar

Los pararrayos deberán ser conectados en el lado de la línea de todos los aparatos conectados en la subestación.

3.7.3 Otros Locales

Los pararrayos instalados para la protección de equipos de utilización deberán ser instalados tanto en el interior como en el exterior de las Edificaciones o en las cubiertas que contengan los equipos que se van a proteger. Los pararrayos deberán estar encerrados, a menos que queden inaccesibles a una altura conveniente a personas no calificadas. Si la tensión de funcionamiento del circuito es mayor que 750 V entre conductores, deberán ser inaccesibles a personas no calificadas.

Los dispositivos de protección secundarios contra el rayo pueden reducir el daño causado al alambrado y a los equipos. Véase el acápite 6.3.2

CAPÍTULO 4

MÉTODOS Y MATERIALES DE INSTALACIÓN

4.1 MÉTODOS DE INSTALACIÓN

4.1.1 Requisitos Generales

4.1.1.1 Alcance

Las prescripciones del presente subcapítulo se deberán aplicar a todas las Instalaciones, excepto para:

- a) Los circuitos de Clase I, Clase II y Clase III, previstos en 7.4.
- b) Los circuitos de señalización para la protección contra incendio, previsto en 7.6.
- c) Los sistemas de comunicación, previstos en 8.1.
- d) Los conductores que forman parte integral de equipos, tales como motores, controles, centros de control de motores y equipos de control ensamblados en fábrica.

4.1.1.2 Limitaciones de tensión

Los métodos de instalación especificados en el presente Capítulo, deberán usarse para tensiones no mayores de 600 V, a menos que se indique lo contrario en alguna parte de este Tomo.

4.1.1.3 Conductores de sistemas diferentes

- a) Los conductores de 600 V o menos, podrán ocupar una misma cubierta o canalización tanto si los circuitos individuales son de corriente alterna o continua, siempre que todos estén aislados para la tensión máxima que pueda tener cualquier conductor dentro de la cubierta o canalización.
- b) Los conductores de más de 600 V, no deberán ocupar una misma cubierta o canalización con conductores de 600 V o menos. Véase

4.1.2.2 para conductores de sistemas diferentes, mayores de 600 V. Deberá considerarse las siguientes excepciones:

- i) Los conductores secundarios para la alimentación de lámparas de descarga eléctrica de 1000 V o menos, si están instalados para la tensión secundaria en consideración, podrán ocupar la misma cubierta del aparato de alumbrado que los conductores del circuito derivado.
- ii) Los terminales primarios de balastos de lámparas de descarga eléctrica aislados para la tensión primaria del balasto, cuando están contenidos dentro de la cubierta individual del alumbrado, podrán ocupar la misma cubierta que los conductores del circuito derivado.
- iii) Los conductores de excitación, control, relés y de amperímetros usados en conexión con cualquier motor o arrancador individual, podrán ocupar la misma cubierta que los conductores del circuito del motor.

4.1.1.4 Protección contra daños materiales

Los conductores deberán estar adecuadamente protegidos, cuando estén sujetos a daños materiales.

- a) Cables a través de piezas estructurales de madera.
 - i) Orificios perforados. Cuando se realiza una instalación a la vista u oculta por el método de cables o de canalizaciones a través de orificios perforados en viga, travesaños o piezas estructurales similares de madera, los orificios deberán taladrarse aproximadamente en el centro del frente de la pieza. Los orificios en columnas de madera para Instalaciones con cables deberán perforarse de modo que el borde del orificio esté a no menos de 4 cm del borde más cercano de la columna o deberán protegerse contra clavos y tornillos por una placa o boquilla de acero de al menos 1.6 mm de espesor y de longitud y ancho adecuados para que cubran el área por donde los clavos o tornillos pudieran penetrar en el cable instalado.
 - ii) Ranuras en madera. Cuando no haya objeción por motivo de debilitamiento en la estructura de la edificación, en lugares a la vista u ocultos se permitirá que los cables se tiendan en ranuras de columnas, vigas, travesaños de madera u otras partes también de madera, si el cable está protegido en estos puntos contra clavos o tornillos, por placas de acero de al menos 1.6 mm de espesor, instalados antes de que se aplique el acabado de la edificación.

- b) Cables a través de piezas estructurales metálicas. Cuando se realiza una instalación a la vista u oculta por medio de cables con cubierta no metálica que pasan a través de estructuras metálicas por aberturas u orificios, cortados o perforados en fábrica o en la obra, los cables deberán protegerse por boquillas o anillos aprobados para el uso, sujetos firmemente en las aberturas u orificios. Cuando los clavos o tornillos pudieran penetrar en los cables, deberá usarse un manguito, placa o abrazadera de acero de espesor no menor de 1.6 mm para proteger los cables. Cuando las aberturas u orificios estén hechos de madera que no haya ningún borde metálico que pueda cortar o rasgar los cables, no se requieren las boquillas o anillos.

4.1.1.5 Instalaciones subterráneas

- a) Profundidad mínima. Los cables enterrados directamente, los tubos u otras canalizaciones aprobadas para el uso, deberán instalarse de manera que cumplan con las profundidades mínimas de la Tabla 4-I, a excepción de los siguientes:
 - i) Se permite reducir en 15 cm las profundidades mínimas para Instalaciones donde se coloque en la zanja una placa de concreto de espesor de 5 cm, o lo equivalente en protección material, por encima de la instalación subterránea.
 - ii) Los requerimientos de profundidad mínima no deberán aplicarse a tubos o canalizaciones que estén localizados debajo de una edificación o losa exterior de concreto de no menos de 10 cm. de espesor que se extienda a no menos de 15 cm. más allá de la instalación subterránea.
 - iii) En las áreas donde haya una intensa circulación de vehículos, tales como vías públicas, la profundidad mínima deberá ser de 60 cm.
 - iv) Se permite una profundidad de 30 cm para circuitos derivados de 300 V o menos provistos de protección contra sobrecorriente no mayor de 30 A, en viviendas.
 - v) Se permiten profundidades menores donde los cables o conductores suban, para su terminación o para ser empalmados o cuando deban ser accesibles por alguna otra razón.
 - vi) En las pistas de aeropuertos, incluyendo las áreas definidas como adyacentes, en las cuales esté prohibido el paso, se permitirá enterrar los cables a una profundidad no menor de 45 cm y sin el uso de canalizaciones, revestimientos de concreto u otros requisitos similares.

- vii) Las canalizaciones instaladas en roca sólida, podrán enterrarse a menores profundidades, cuando sean cubiertas por 5 cm o más de concreto sobre la instalación, y ésta esté extendida bajo la superficie de la roca.

TABLA 4-I
PROFUNDIDAD MÍNIMA DE INSTALACIÓN
Tensiones de 0 a 600 V

Tipo de Instalación	Profundidad mínima cm
Cables directamente enterrados	60
Tubos metálicos pesados y tubos metálicos intermedios	15
Tubos rígidos no metálicos aprobados para ser enterrados directamente, sin ser embutidos en concreto.....	45
Otras canalizaciones aprobadas*	45

* **NOTA-** Las canalizaciones aprobadas para ser enterradas solamente embutidas en concreto requerirán de una envoltura de concreto, de espesor no menor de 5 cm.

- b) Puesta a tierra. Las armaduras, cubiertas y tubos metálicos deberán estar efectivamente puestos a tierra en los terminales, y cumplirán los requisitos de 3.6.7.2.
- c) Cables subterráneos por debajo de Edificaciones. Los cables subterráneos instalados debajo de una edificación, deberán estar colocados en una canalización que se extienda más allá de las paredes exteriores de la edificación.
- d) Protección contra daños. Los conductores que salen de tierra, deberán estar colocados en cubiertas o canalizaciones aprobadas para el uso. Las canalizaciones instaladas en postes, deberán ser de tubo metálico pesado o lo equivalente. Las cubiertas o canalizaciones deberán prolongarse desde por debajo del nivel del suelo, hasta un punto ubicado a 2.40 m por encima de dicho nivel.

Los conductores que entren en una edificación deberán protegerse con una envoltura o canalización aprobada, desde por debajo del nivel del suelo, hasta el punto de entrada.

- e) Empalmes y derivaciones. Se podrá hacer empalmes o derivaciones en cables subterráneos colocados en zanjas, sin utilizar cajas de empalme. Los empalmes o derivaciones deberán hacerse por métodos y con materiales aprobados para el uso.
- f) Relleno. Los materiales de relleno que contienen piedras grandes, material de pavimento, escorias, sustancias grandes o angulares cortantes, o material corrosivo, no deberán colocarse en excavaciones en los cuales estos materiales pudieran dañar o corroer canalizaciones, cables u otras subestructuras o impedir la compactación del relleno.
- g) Sellado de canalizaciones. Las tuberías o canalizaciones por dentro de las cuales la humedad pudiera hacer contacto con partes activas bajo tensión, deberán sellarse o taponarse, en uno o ambos extremos.
- h) Boquillas. Deberá usarse una boquilla al final de un tubo que termine bajo tierra, donde los cables salen del tubo para continuar directamente enterrados. Se permitirá el uso de un sello que proporcione las características de protección material en lugar de una boquilla.
- i) Conductores individuales. Todos los conductores de un mismo circuito, incluyendo el conductor de protección cuando se requiera, deberán instalarse en una misma canalización o muy cerca unos de otros en una misma zanja.

4.1.1.6 Protección contra la corrosión

Las canalizaciones, armaduras de cables, cajas, envolturas de cables, gabinetes, curvas, uniones, accesorios, soportes y sus herrajes metálicos, deberán ser de materiales aprobados para el medio ambiente en el cual se van a instalar.

- a) Las canalizaciones, cajas, armaduras y cubiertas de cables, gabinetes, curvas, uniones, accesorios, soportes y sus herrajes de materiales que sean de hierro, deberán estar adecuadamente protegidos contra la corrosión en su interior y en su exterior

(excepto las roscas en las uniones) por una capa de material aprobado resistente a la corrosión, tal como zinc, cadmio o esmalte. En los casos que la protección contra la corrosión sea solamente por medio de esmalte, no deberá usarse en exteriores o en lugares mojados, tales como los descritos en c) de este inciso.

- b) Las canalizaciones, cajas, armaduras y cubiertas de cables, gabinetes, curvas, uniones, accesorios, soportes y sus herrajes, de materiales que sean de metal ferroso o no ferroso, podrán usarse en concreto, en contacto directo con la tierra, o en áreas sometidas a influencias corrosivas severas, cuando estén hechos de materiales que se juzguen apropiados para la condición, o cuando se provea una protección aprobada contra la corrosión.
- c) En partes de lechería, lavanderías, fábricas de conservas alimenticias y otros lugares mojados, y en lugares en donde las paredes se lavan frecuentemente, donde haya superficies de materiales absorbentes, tales como papel o madera húmedos, la instalación completa, incluyendo todas las cajas, accesorios, tubos y cables usados allí, deberá estar montada en forma tal que haya 7 mm como mínimo de separación entre sus componentes y la pared o la superficie que los soporte.

En general, los lugares en los cuales se manejen y almacenen productos químicos ácidos y alcalinos, pueden presentar tales condiciones corrosivas, particularmente cuando sean mojados o húmedos. Se pueden también presentar condiciones severas de corrosión en partes de plantas empacadoras de carne, tenerías, fábricas de goma de pegar, algunos establos, Instalaciones en la inmediata proximidad del mar, piscinas, áreas donde se utilicen productos químicos para deshielo; y sótanos o cuartos de almacenamiento para cueros crudos, material para embalar, fertilizantes, sal y productos químicos.

4.1.1.7 Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas

- a) Sellado. Cuando haya partes de un sistema de canalización interior expuestas a grandes diferencias de temperatura, como ocurre en las plantas y cámaras frigoríficas, deberán tomarse las debidas precauciones para impedir la circulación de aire de una sección caliente a una fría a través de la canalización.

- b) Juntas de expansión. Los tramos de canalización, sujetos a expansión y contracción térmica, deberán estar provistos de juntas de expansión para compensar dichos efectos

4.1.1.8 Puesta a tierra de cubiertas metálicas

Las canalizaciones, cajas, gabinetes, armaduras de cables y accesorios que sean metálicos, deberán ser puestos a tierra según lo indicado en 3.6.

4.1.1.9 Continuidad eléctrica de cubiertas y canalizaciones metálicas

Las canalizaciones metálicas, armaduras de cables y otras cubiertas metálicas para conductores, deberán estar metálicamente unidas de manera que formen un conductor eléctrico continuo y deberán estar conectadas a toda las cajas, accesorios y gabinetes para proporcionar una continuidad eléctrica efectiva. Las canalizaciones y conjuntos de cables deberán estar mecánicamente sujetos a las cajas, accesorios, gabinetes y otras envolturas, excepto lo provisto en 4.6.2.3 c) para cajas no metálicas.

4.1.1.10 Fijación

Las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, gabinetes y accesorios deberán fijarse firmemente en su lugar a menos que se disponga otra cosa en el Tomo para aplicaciones específicas. Véase 4.5.2 sobre bandejas para cables.

4.1.1.11 Continuidad mecánica de cables y canalizaciones

Las canalizaciones metálicas o no metálicas, armaduras y cubiertas de cables deberán ser continuas entre gabinetes, cajas, accesorios u otra cubiertas o salidas.

4.1.1.12 Continuidad mecánica y eléctrica de los conductores

- a) Los conductores deberán ser continuos entre las cajas de salida, dispositivos, etc., y no habrá empalmes o derivaciones dentro de la propia canalización, a excepción de los siguientes:
 - i) Lo permitido en 4.8.8. para canales auxiliares.
 - ii) Lo permitido en 4.5.25.5 c) para canalizaciones metálicas con tapa.
 - iii) Lo permitido en 4.1.1.14 a) para cajas o accesorios.
 - iv) Lo permitido en 4.5.20.1 h) para canales metálicos con tapa.
- b) En circuitos derivados multiconductores, la continuidad de un conductor puesto a tierra no deberá depender de las conexiones a

dispositivos, tales como portalámparas, tomacorrientes, etc., cuando el retiro de tales dispositivos interrumpa la continuidad.

4.1.1.13 Longitud disponible de conductores en las cajas de salida y de interruptores

En cada caja de salida y de interruptor deberá dejarse al menos 15 cm por conductor, disponibles para la conexión de dispositivos o equipos. Se exceptúa de ello, donde los conductores pasan sin uniones a través de cajas de salida o de interruptores, o cuando terminan en ellas.

4.1.1.14 Cajas o accesorios

- a) Cajas o accesorios. Deberá instalarse una caja o accesorios en cada punto de empalme, salida, interrupción de conductores, o punto de tensado para la conexión de tubos metálicos pesados, intermedios o livianos, canalizaciones de superficie u otras canalizaciones. No se requiere una caja o accesorio para empalme de conductores en canalizaciones de superficie, canales metálicos con tapa, colectores de ductos celulares metálicos en piso, conjunto de salidas múltiples, canales auxiliares, bandejas para cables y condulets que tengan una tapa retirable que sea accesible después de la instalación, y donde un aparato aprobado para el uso se utilice como canalización de acuerdo con 5.8.8.10.
- b) Cajas solamente. Deberá instalarse una caja en cada punto de empalme, salida, interrupción de conductores o punto de tensado para la conexión de cables tipo AC y MC, cables con aislante mineral y cubierta metálica, cables con cubierta no metálica u otros cables, en el punto de conexión entre tal sistema de cables y un sistema de canalización y en cada salida y punto de interrupción de Instalaciones ocultas sobre aisladores, a excepción de lo siguiente:
 - i) Donde se usen accesorios accesibles aprobados para hacer empalmes rectos en cables con aislante mineral y cubierta metálica.
 - ii) Cuando entran o salen cables de un tubo metálico o no metálico que se usa para soportar el cable o como protección contra daño material.
 - iii) Se permitirá que un dispositivo aprobado para el uso, con un brazo que lo sujeta en paredes o techos o estructuras de construcción, previsto para ser usado con cables con cubierta no metálica, sean utilizadas sin una caja individual.
 - iv) Según está permitido en 5.8.14.4 para rosetas.

4.1.1.15 Paso de una instalación en canalización o de un cable a una instalación a la vista u oculta

- a) Toda vez que se haga el paso de un tubo metálico, tubo no metálico, cable con cubierta no metálica, cable tipo AC, cable tipo MC, cable con aislante mineral y cubierta metálica o canalizaciones de superficie a conductores a la vista o a Instalaciones de tipo oculto sobre aisladores, deberá usarse una caja o accesorio terminal que tenga agujeros con sus correspondientes boquillas para cada conductor. El accesorio usado para este propósito no deberá contener empalmes o derivaciones y no deberá utilizarse en las salidas para aparatos.
- b) Se permitirá usar una boquilla en lugar de una caja o accesorio terminal en el extremo de un tubo no metálico o de un tubo metálico, cuando la canalización termina detrás de un cuadro eléctrico abierto (no encerrado) o en un equipo de control no encerrado u otro equipo similar. La boquilla deberá ser del tipo aislante, a menos que los conductores tengan cubierta de plomo.

4.1.1.16 Número y sección de los conductores en canalizaciones

El número y sección de los conductores en cualquier canalización no deberá ser mayor que el que permita la disipación de calor y la fácil instalación y retiro de los conductores, sin producir daños a los mismos o a su aislamiento.

4.1.1.17 Colocación de los conductores en las canalizaciones

- a) Se deberá instalar primero las canalizaciones, como un sistema completo de canalizaciones sin conductores, a excepción de las canalizaciones descubiertas que tengan tapa desmontable.
- b) Donde sea posible, los conductores no deberán ser instalados hasta que no se haya protegido físicamente de la intemperie el interior de la edificación y haya sido terminado todo trabajo mecánico que pueda dañar los conductores.
- c) Los accesorios para pasar conductores, no deberán instalarse hasta que el sistema de canalización esté colocado.
- d) No deberán usarse lubricantes o productos limpiadores que puedan producir efectos perjudiciales en el aislamiento de los conductores.

4.1.1.18 Soporte de los conductores en canalizaciones verticales

- a) Intervalos de espaciamento máximo. Los conductores en canalizaciones verticales deberán estar soportados. Un soporte deberá proveerse en la parte superior de la canalización vertical o tan cerca de ella como sea posible y, además un soporte para cada tramo adicional espaciado según lo especificado en la Tabla 4-II, a excepción de lo siguiente:
- i) Si la longitud total de la canalización vertical es menor del 25% de los espaciamentos especificados en la Tabla 4-II, no se requerirá ningún soporte.
 - ii) Los cables con armadura de flejes de acero deberán estar soportados en la parte superior del espacio vertical, con un soporte que aprisione la armadura de acero. Se dispondrá de un dispositivo de seguridad en la parte inferior de la elevación, para sostener el cable en caso de que éste resbale dentro del soporte que sujeta la armadura. Se permitirá soportes adicionales de tipo cuña para aliviar la tensión en los equipos terminales, causados por la expansión del cable por efecto de la carga.

TABLA 4-II
ESPACIAMIENTO MÁXIMO PARA SOPORTES DE CONDUCTORES

Secciones nominales mm ²	Conductor de cobre m
De 0.75 - 50	30
70 - 95	24
120 - 150	18
185 - 240	15
300 - 400	12
más de 400	10

- b) Método de soporte. Deberá usarse uno de los métodos de soporte siguientes:
- i) Por medio de dispositivos de mordaza o empleando cuñas aislantes introducidas en los extremos de los tubos. También será necesario sujetar los conductores con abrazadera cuando las mordazas aislantes no sean adecuadas para soportar el cable.

- ii) Insertando cajas provistas de tapas en los intervalos requeridos, en las cuales deberán instalarse soportes aislantes asegurados de manera que resistan el peso de los conductores fijados en ellos.
- iii) En cajas de empalme, desviando los conductores no menos de 90° y llevándolos horizontalmente a una distancia no menor del doble del diámetro del conductor, sujetando los conductores por dos o más soportes aislantes, y adicionalmente asegurando a ellos por lazos de alambre, si se desea. Cuando se use este método, los conductores deberán ser soportados a intervalos no mayores del 20% de los mencionados en la Tabla 4-II.
- iv) Por un método de igual eficacia.

4.1.1.19 Corrientes inducidas en las cubiertas metálicas o en canalizaciones metálicas.

Cuando se instalen conductores que lleven corriente alterna en cubiertas o canalizaciones metálicas, deberán ser dispuestos de tal manera que eviten el calentamiento por inducción de los metales que los rodean. Para dar cumplimiento a lo anterior todos los conductores activos, y cuando se usen, el neutro y los conductores de protección, deberán instalarse juntos, excepto lo permitido en la excepción de 3.6.7.1.

Cuando un sólo conductor del circuito pase a través de un metal con propiedades magnéticas, el efecto inductivo deberá ser minimizado por los medios siguientes:

- a) Cortando ranuras en el metal entre los orificios a través de los cuales pasen los conductores.
- b) Pasando todos los conductores del circuito a través de una pared aislante con espacio suficiente para alojar a los mismos.

En el caso de circuitos que alimenten alumbrado por descarga eléctrica o vacío, anuncios luminosos o aparatos de rayos X, las corrientes en los conductores son tan pequeñas que el efecto inductivo puede despreciarse, cuando dichos conductores se instalen en cubiertas metálicas o pasen a través de metal.

Como el aluminio es un material no magnético no habrá calentamiento debido a corrientes por histéresis, pero si habrá corriente inducida. Esta corriente no se considera de suficiente magnitud como para necesitar el agrupamiento de conductores o tratamientos espaciales cuando los conductores pasen a través de paredes de aluminio.

4.1.1.20 Prevención contra la propagación del fuego

Las Instalaciones eléctricas deberán ser hechas de modo que la posible propagación del fuego o productos de combustión a través de paredes, tabiques, techos y pisos resistentes al fuego o cortafuegos, espacios vacíos, ductos verticales, ductos de ventilación natural o de circulación forzada, no sea substancialmente incrementada.

4.1.1.21 Instalaciones en ductos, cámaras de aire y en otros espacios de circulación de aire

Las siguientes prescripciones se deberán aplicar a la instalación y usos de alambrado y equipo eléctrico en ductos, cámaras de aire y otros espacios en sistemas de circulación de aire.

- a) Ductos para eliminación de polvo, materias en suspensión o vapores. Ningún tipo de sistema de alambrado deberá ser instalado en ductos usados para transportar polvo, materias en suspensión o vapores inflamables, ni tampoco en cualquier ducto usado para la eliminación de vapores o ventilación de equipos de cocina de tipo comercial, o en cualquier chimenea que contenga sólo tales ductos.
- b) Ductos o cámaras usados para aire ambiental. Las Instalaciones con cable con aislante mineral y cubierta metálica, cable tipo MC que emplee cubierta metálica impermeable lisa o corrugada, tubo metálico liviano, tubo metálico pesado, o tubo metálico intermedio, pueden ser colocados en ductos o cámaras de aire que se usen para transportar aire ambiental. Los tubos metálicos flexibles y los tubos metálicos flexibles herméticos a líquidos serán permitidos en longitudes que no excedan 1.2 m para conectar físicamente equipos y dispositivos ajustables permitidos para su instalación en esos ductos y cámaras de aire. Los conectores utilizados con tubos metálicos flexibles, deberán cerrar efectivamente cualquier abertura en la conexión. Se permite instalar equipos y dispositivos en tales ductos o cámaras de aire, sólo si son necesarios para su acción directa sobre el aire contenido o para efectuar mediciones en él. Cuando se tenga instalados equipos o dispositivos y sea necesaria su iluminación para facilitar el mantenimiento y reparación, se deberán utilizar aparatos de alumbrado con empaquetaduras herméticas.
- c) Otros espacios usados como ductos o cámaras para aire ambiental.

Los espacios usados como ductos o cámaras para aire ambiental, no descritos en b) anterior, sólo pueden contener cables con aislante mineral y cubierta metálica, y cables tipo MC ó AC.

Otros tipos de cables y conductores deberán ser instalados en tubos metálicos liviano, pesado o intermedio, canalización de superficie metálica con tapas metálicas cuando sea accesible o tubo metálico flexible.

Los equipos eléctricos que son permitidos dentro de los espacios ocultos de una edificación, pueden instalarse en otros espacios usados para aire ambiental, siempre que los materiales de alambrado, incluyendo a los aparatos de alumbrado, sean adecuados para la temperatura ambiente a la cual serán sometidos.

Las prescripciones que anteceden no se aplicarán a:

- i) Sistemas de ventilación integral, específicamente aprobados para el uso.
- ii) Cuartos habitables o áreas de Edificaciones, cuyo principal propósito no es la circulación de aire.
- d) Sistema de procesamiento de datos. Las Instalaciones eléctricas que se usen para sistemas de procesamiento de datos que estén colocadas en áreas de circulación de aire situadas entre el piso y un entablado movable, deberán cumplir con lo prescrito en 5.9.6.

4.1.2 Requisito para Tensiones Nominales Mayores de 600 V

4.1.2.1 Tapas requeridas

Se deberán instalar tapas adecuadas en todas las cajas, accesorios y cubiertas similares, para prevenir contactos accidentales con las partes activas o daños materiales a las partes o al aislamiento.

4.1.2.2 Conductores de sistemas diferentes

Los conductores de sistemas de alta y baja tensión no deberán ocupar la misma canalización o cajas de paso o de empalme; salvo en motores, cuadros eléctricos de alta tensión, ensambles de control y equipos similares; y en buzones, si los conductores de baja tensión están separados de los de alta tensión.

4.1.2.3 Introducción de conductores en canalizaciones

Las canalizaciones, excepto las usadas para instalación descubierta y provista de tapas removibles, deberán ser instaladas primero como un sistema completo de canalización sin los conductores. Los accesorios para pasar conductores, no deberán instalarse hasta que el sistema de canalización esté ubicado. Se pueden usar compuestos aprobados para lubricar y facilitar la introducción de los conductores en las canalizaciones, pero no deberán usarse productos de limpieza o lubricantes que tengan efectos nocivos en las cubiertas de los conductores.

4.1.2.4 Radio de curvatura para conductores

Los conductores no deberán curvarse con un radio menor que 8 veces el diámetro exterior de los conductores sin pantalla ó 12 veces el diámetro de conductores con pantalla o cubierta de plomo, durante o después de su instalación.

4.1.2.5 Protección contra el calentamiento por inducción

Las canalizaciones metálicas y los conductores asociados deberán disponerse de modo de la canalización por inducción.

4.1.2.6 Puesta a tierra

Las Instalaciones y los equipos deberán ser puestos a tierra de acuerdo con 3.6.

4.2 CONDUCTORES PARA INSTALACIONES DE USO GENERAL

4.2.1 Generalidades

4.2.1.1 Alcance

El presente subcapítulo abarca las prescripciones generales para los conductores y sus designaciones, aislantes, marcaciones, capacidades nominales de corriente y usos. Estos requisitos no se deberán aplicar a los conductores que forman parte integral de equipos, tales como motores, controles de motores y equipos similares, o a conductores indicados especialmente en otras partes de este Tomo.

Para conductores flexibles y conductores para aparatos ver el subcapítulo 4.3.

4.2.1.2 Aislamiento de conductores

Los conductores deberán ser aislados, excepto donde el uso de conductores desnudos y cubiertos esté permitido específicamente en este Tomo. Para el aislamiento de conductores neutros de circuitos de alta tensión sólidamente puestos a tierra véase 3.6.14.2.,.

4.2.1.3 Tipo de conductores

Los conductores de sección nominal de 6 mm² y mayores, instalados en canalizaciones, serán de tipo cableado, con excepción de los utilizados como barras colectoras, en cables con aislante mineral y cubierta metálica, y los conductores para puentes de unión requeridos en 5.9.12.2 a) iv) y d) ii).

4.2.1.4 Secciones mínimas de los conductores

Los conductores tanto sólidos como cableados no deberán ser de secciones nominales inferiores a 1.5 mm² para cobre.

Exceptuase de este valor, a los conductores empleados en:

- Los cordones y conductores para aparatos permitidos en 4.3.
- Los motores de potencia menor que 1 HP permitidos en 5.2.2.1 b).
- Las grúas y elevadores permitidos en 5.9.2.3. d) ii).
- Los circuitos de control de operación y señalización de ascensores permitidos en 5.9.3.2. b).
- Los circuitos Clase I, Clase II, y Clase III permitidos en 7.4.2.6, 7.4.3.7 y 7.4.3.9.
- Los sistemas de señalización para protección contra incendio permitidos en 7.6.2.6, 7.6.3.6 y 7.6.3.9.

4.2.1.5 Conductores en paralelo

Cuando se utilicen circuitos con más de un conductor, por fase (en paralelo) incluyendo los conductores activos y el neutro, deberán cumplir con lo siguiente:

- Ser de secciones iguales o mayores a 50 mm².
- Tener la misma longitud y sección.
- Tener iguales terminales eléctricamente unidos para formar un conductor único.

Cuando se instalen en canalizaciones separadas, éstas deberán tener las mismas características físicas.

Se exceptúa de lo mencionado anteriormente, lo permitido en 5.9.3.2 b) i).

Cuando los conductores de protección son usados con conductores en paralelo, aquellos deberán cumplir con los requisitos de este inciso, con excepción de que su sección deberá determinarse de acuerdo con 3.6.10.5.

Cuando se utilicen conductores en paralelo, deberá tenerse en cuenta el espacio que ocupan en las cubiertas (véase los subcapítulos 4.6 y 4.7). Los factores de corrección dados en la Tabla 4-III y aplicables en la Tabla 4-V, deberán asimismo, aplicarse a los conductores instalados en paralelo en canalizaciones.

4.2.1.6 Conductores subterráneos

Los cables uni o multipolares para colocarlos directamente enterrados o en canalizaciones subterráneas, deberán ser de un tipo aprobado para el uso.

Cuando sea necesario prevenir a los conductores contra daños materiales debido a piedras, rocas o materiales similares, o debidos al tráfico vehicular, los cables o conductores enterrados directamente deberán tener una protección adicional tal como: arena, tubos adecuados u otros medios aprobados.

4.2.1.7 Lugares mojados

- a) Conductores aislados. los conductores aislados usados en lugares mojados deberán ser:
 - Con cubierta de plomo.
 - De los tipos RHW, TW, THW, THHW, THWN, XHHW.
 - De un tipo aprobado para el uso.
- b) Cables. Los cables uni o multipolares usados en lugares húmedos deberán ser de un tipo aprobado para el uso.

Estos cables no se colocarán directamente enterrados a menos que sean aprobados para el uso.

4.2.1.8 Condiciones corrosivas

Los conductores expuestos a aceites, grasa, vapores, humos, líquidos u otras sustancias que produzcan efectos perjudiciales sobre el conductor o su aislante deberán ser de un tipo aprobado para el uso.

4.2.1.9 Limitaciones de temperatura

Se deberán usar conductores en condiciones tales que su temperatura exceda la temperatura especificada para su tipo de aislante.

4.2.1.10 Identificación de conductores

- a) Conductores neutros. Los conductores aislados, destinados a ser usados como conductores neutros de circuitos, deberán tener un revestimiento de color blanco.
- b) Conductores de puesta a tierra y de protección. Se podrá usar conductores de puesta a tierra y de protección desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores cubiertos o aislados deberán tener un revestimiento de color amarillo.
- c) Conductores activos. Estos conductores, usados como conductores individuales en un cable multipolar, deberán tener un revestimiento que los distinga de los conductores neutros, de puesta a tierra o de protección. Deberán identificarse con colores distintos del blanco o amarillo, como por ejemplo: negro, azul y rojo.

4.2.1.11 Marcación

- a) Información requerida. Todos los conductores deberán estar marcados con la información siguiente, usando los métodos aplicables descritos en
 - i) La tensión máxima de operación para la cual el conductor ha sido probado o aprobado.
 - ii) La(s) letra(s) propia(s) correspondiente(s) al tipo de conductor.
 - iii) El nombre del fabricante, la marca de fábrica u otra marca distintiva mediante la cual el fabricante responsable del producto pueda ser fácilmente identificado.
 - iv) La sección nominal.
- b) Métodos de marcación. Los cables y conductores deberán marcarse por alguno de los siguientes métodos:
 - i) Marcación por pintado. Todos los cables y conductores podrán ser marcados por alto o bajo relieve, siempre y cuando se mantengan las características del aislante y no se disminuya el espesor mínimo del mismo.
 - ii) Marcación por relieve. Todos los cables y conductores, con excepción de los que tienen cubierta metálica, podrán ser marcados por alto o bajo relieve, siempre y cuando se

mantenga las características del aislante y no se disminuya el espesor mínimo del mismo.

- iii) Marcación por cinta. Los cables multipolares con cubierta metálica, podrán ser marcados por medio de una cinta continua en toda su longitud y colocada dentro del cable. Se exceptúa de este modo de marcación a los cables con aislante mineral y cubierta metálica, y cables tipo AC.
- iv) Marcación por etiqueta. Los métodos de marcación indicados en i), ii) y iii) deberán completarse con la marcación por medio de una etiqueta impresa, fijada sobre la bobina, rollo o embalaje. Los cables y conductores indicados a continuación podrán llevar solamente la marcación por etiqueta mencionada:
 - Cables con aislante mineral y cubierta metálica.
 - Conductores para cuadros eléctricos.
 - Cables unipolares con cubierta metálica.
 - Los conductores que tengan una cubierta exterior de asbesto.
 - Cable tipo AC.

4.2.2 Conductores de Tensión Nominal no Mayor de 600 V

4.2.2.1 Uso de los conductores

Los conductores aislados mencionados en la Tabla 4-IV pueden usarse con cualquier método de instalación indicado en el Capítulo 4, de acuerdo con lo especificado en dicha Tabla.

4.2.2.2 Fabricación de conductores

Los conductores aislados para uso de 600 V o menos, deberán cumplir con lo prescrito en la Tabla 4-IV.

4.2.3 Tablas de Conductores

- a) Capacidad de corriente. Las Tablas 4-V y 4-VI corresponden a las capacidades continuas máximas de corriente para conductores de cobre.
- b) Secciones. En las Tablas de conductores se designan a éstos por sus secciones nominales expresadas en mm^2 .
- c) Caída de tensión. Las capacidades de corriente permisibles en las Tablas 4-V y 4-VI, están basadas solamente en la temperatura y no tienen en cuenta la caída de tensión.
- d) Temperatura final del aislante. Los conductores se agruparán en cada caso según la clase de circuito, el método de instalación

utilizado o el número de conductores, de modo que no se sobrepase la temperatura límite del aislante.

- e) Protección contra sobrecorriente. Si las capacidades nominales o los ajustes de los dispositivos de sobrecorriente no corresponden a los permisibles para los conductores, podrá utilizarse la capacidad nominal o ajuste inmediato superior, excepto lo indicado en 3.5.1.3.
- f) Empleo de las Tablas.
- i) Instalaciones a la vista y de tipo oculto sobre aisladores. Se deberán emplear las capacidades de corriente de la Tabla 4-VI.
- ii) Para otros métodos de instalación. Se deberá emplear las capacidades de corriente de la Tabla 4-V a menos que este Tomo disponga otra cosa.
- g) Más de tres conductores en una canalización. Cuando el número de conductores en una canalización excede de tres, la capacidad de corriente permisible de cada conductor deberá reducirse según se indica en la Tabla 4-III.

Cuando los conductores unipolares se agrupan sin mantener la separación exigida y no están instalados en canalización, la capacidad de corriente de cada uno de los conductores deberá reducirse como lo indica la Tabla 4-III.

Se exceptúa el uso de la Tabla 4-III en los siguientes casos:

- i) Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes en una canalización común, según lo previsto en 4.1.1.3, los factores de corrección de capacidad dados arriba, deberán aplicarse solamente al número de conductores de fuerza y alumbrado.

TABLA 4-III
FACTORES DE CORRECCIÓN MAS DE 3 CONDUCTORES EN
CANALIZACIÓN

Número de conductores	Factores de corrección correspondiente a la Tabla 4 - V
4 a 6	0.80
7 a 24	0.70
25 a 42	0.60
43 ó más	0.50

- ii) Cuando se usen los factores de corrección de esta Tabla no deberán aplicarse los factores dados en 3.1.2.4 c), 8.3.2.1.a) y 3.3.3.1.b).
- iii) Para conductores instalados en bandejas se deberán aplicar los requisitos de 4.5.2.10.

- h) Conductor neutro
- i) Un conductor neutro que transporte solamente la corriente de desequilibrio de otros conductores, como en el caso de los circuitos normalmente equilibrados de tres o más conductores, no se tendrá en cuenta al determinar las capacidades de corriente según se dispone en 4.2.3 g).
- ii) En un circuito de tres conductores formado de dos conductores activos y el neutro de un sistema trifásico de cuatro conductores, conectados en estrella, el conductor neutro lleva aproximadamente la misma corriente de los otros conductores, y deberá ser tomada en cuenta al determinar las capacidades de corriente según 4.2.3. g).
- iii) En un circuito trifásico de cuatro conductores, conectados en estrella, donde la mayor parte de la carga consiste de alumbrado por descarga eléctrica, existen armónicos de corriente en el neutro y se deberá considerar el neutro como un conductor que transporta corriente.
- j) Conductor de protección. El conductor de protección no deberá ser tomado en cuenta al determinar las capacidades de corriente según 4.2.3. g).
- k) Conductores desnudos. Si se emplean conductores desnudos junto con conductores aislados, su capacidad de corriente permisible quedará limitada a la permitida para el conductor aislado de la misma sección.
- l) Cables con aislante mineral y cubierta metálica La limitación de temperatura sobre la cual se basan las capacidades de corriente de estos cables, se determina por los materiales aislantes usados en los sellos terminales. Los accesorios de terminación que usan materiales aislantes orgánicos no impregnados quedan limitados a un funcionamiento a 85 °C.
- m) Factor de corrección relativo a la temperatura ambiente. Si la temperatura ambiente es mayor de 30 °C, se deberá multiplicar las capacidades de corriente dadas en las Tablas 4-V y 4-VI por los factores de corrección de la Tabla 4-VII a fin de determinar la máxima corriente de carga permisible para los diferentes tipos de conductores.
- n) La Tabla 4-VIII da el número máximo de conductores en tubos.

**TABLA 4-IV
TIPOS DE CONDUCTORES Y SU USO**

Característica	Conductor tipo (o similar)	Temperatura a Máxima de Operación	Aislante	Cubierta Exterior	Utilización
Resistente al calor	RHH	90 °C	Elastómero resistente al calor	* cubierta no metálica, resistente a la humedad y retardante de la llama	Lugares secos
Resistente al calor y a la humedad	RHW	75 °C	Elastómero resistente al calor y a la humedad	* cubierta no metálica resistente a la humedad y retardante de la llama	Lugares mojados y secos para tensiones mayores de 2,000 V, el aislante será resistente al ozono.
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60 °C	Termoplástico resistente a la humedad y retardante de la llama.	Ninguna	Lugares mojados y secos
Termoplástico resistente al calor	TWT	60 °C	Termoplástico resistente a la humedad y retardante de la llama.	Cubierta termoplástica	Lugares mojados y secos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THHN	90 °C	Termoplástico resistente a la humedad y retardante de la llama.	Cubierta de nylon	Lugares secos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW	75 °C	Termoplástico resistente a la humedad y al calor, retardante de la llama.	Ninguna	Lugares mojados y secos.
	THW	90 °C			Usos Especiales dentro de aparatos de alumbrado de descarga eléctrica. Hasta 1,000 V o menos en circuito abierto. (Las secciones nominales de 1.5-6 mm ² , solamente como está permitido en 5.8.8.10).
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THHW	105°C	Termoplástico resistente a la humedad y al calor, retardante de la llama.	Ninguna	Lugares mojados y secos. Usos especiales dentro de aparatos de alumbrado de descarga eléctrica. Hasta 1,000 V o menos en circuito abierto; con temperatura ambiente máxima de 70°C. (Las secciones nominales de 1.5-6 mm ² , solamente como está permitido en 5.8.8.10).

- No se requiere cubierta exterior sobre los aislantes de elastómeros que hayan sido específicamente aprobados para el uso.

TABLA 4-IV (Continuación)

Característica	Conductor tipo (o similar)	Temperatura Máxima de Operación	Aislante	Cubierta Exterior	Utilización
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THWN	75°C	Termoplástico resistente a la humedad y al calor, retardante de la llama.	Cubierta de nylon	Lugares mojados y secos.
Polímero sintético reticulado resistente a la humedad y al calor	XHHW	75°C	Polímero sintético reticulado retardante de la llama	Ninguna	Lugares mojados
	XHHW	90°C			Lugares secos
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y al aceite.	MTW	60°C	Termoplástico retardante de la llama, resistente a la humedad, al calor y aceites.	Ninguna	Alambrado de máquinas herramientas en lugares mojados. (Véase 5.9.10).
	MTW	90°C		Cubierta de nylon	Alambrado de máquina herramientas en lugares secos. (Véase 5.9.10)
Politetrafluoretileno extruido.	TFE	250°C	Politetrafluoretileno extruido.	Ninguna	Lugares secos solamente. Sólo para terminales dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos o en Instalaciones a la vista (solamente níquel o níquel con revestimiento de cobre).
Termoplástico y asbesto	TA	90°C	Termoplástico y asbesto	Cubierta no metálica retardante de la llama	Alambrado de tableros y cuadros eléctricos solamente.
Termoplástico y tejido fibroso	TBS	90°C	Termoplástico	Cubierta no metálica retardante de la llama	Alambrado de tableros y cuadros eléctricos solamente.
Sintético y resistente al calor	SIS	90°C	Elastómero resistente al calor	Ninguna	Alambrado de tableros y cuadros eléctricos solamente.
Aislante mineral y cubierta metálica	MI	85°C 250°C	Oxido de magnesio	Cubierta de cobre	Lugares mojados y secos Para usos especiales
Silicón Asbesto	SA	90°C 125°C	Elastómero silicón	Cubierta de asbesto o vidrio	Lugares secos Para usos especiales
Fluorinano de etileno propileno	FEP	90°C 200°C	Fluorinano de etileno propileno	Ninguna	Lugares secos Para usos especiales
Fluorinano de etileno propileno	FEPB	90°C 200°C	Fluorinano de etileno propileno	Malla de vidrio o malla de asbesto	Lugares secos Para usos especiales
Asbesto	A	200°C	Asbesto	Cubierta sin trenzado de asbesto	Lugares secos únicamente. Sólo para terminales de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos. Hasta 300 V.
Asbesto	AA	200°C	Asbesto	Cubierta con trenzado de asbesto o vidrio	Lugares secos únicamente. Sólo para terminales de aparatos o en Instalaciones a la vista. Hasta 300 V.

TABLA 4-IV (Continuación)

Característica	Conductor tipo (o similar)	Temperatura a Máxima de Operación	Aislante	Cubierta Exterior	Utilización
Asbesto	AI	125°C	Asbesto impregnado	Cubierta sin trenzado de asbesto	Lugares secos únicamente. Sólo para terminales dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos. Hasta 300 V.
Asbesto	AIA	125°C	Asbesto impregnado	Cubierta con trenza de asbesto o vidrio	Lugares secos únicamente. Sólo para terminales dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos, o en Instalaciones a la vista
Poliétileno resistente a la intemperie	WP	75°C	-----	Poliétileno extruido resistente a la intemperie	Instalaciones a la intemperie sobre aisladores.

Nota de la Tabla IV .- Para cables con cubierta metálica véase 4.5.7.6 a). Para cables con cubierta no metálica, véase 4.5.8.3

TABLA 4-V
CAPACIDADES DE CORRIENTE PERMISIBLES EN AMPERES DE LOS
CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS

No más de tres conductores en cada tubo (basadas en una temperatura ambiente de 30° C, salvo nota ++)

Sección Nominal mm ²	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR							
	60°C	75°C	90°C	90°C	105°C	125°C	200°C	250°C
	Tipos TW, MTW	Tipos RHW, THW, THWN, XHHW	Tipo MI	Tipos TA, TBS, SA, SIS, MTW, +FEB, +FEPB, +RHH, +THHN, +XHHW, THW	Tipo THHW+	Tipos AI, AIA	Tipos A, AA, FEP, FEPB	Tipo TFE Solamente Níquel y Níquel recubierto de cobre
0.75	6	-	-	-	6	-	-	-
1.00	8	-	-	-	8	-	-	-
1.50	10	-	22	22+	10	-	-	-
2.50	18	20	27	27+	17	34	35	45
4	25	27	34	34+	25	44	46	62
6	35	38	42	42	33	55	58	79
10	46	50	60	60	46	75	80	110
16	62	75	78	78	62	97	110	135
25	80	95	100	100	80	125	140	165
35	100	120	125	125	100	155	175	200
50	125	145	150	150	125	190	215	240
70	150	180	190	190	150	240	265	290
95	180	215	225	225	180	290	320	345
120	210	245	260	260	210	330	360	390
150	240	285	300	300	240	380	-	-
185	275	320	330	330	275	430	-	-
240	320	375	400	400	320	500	-	-
300	355	420	455	455	355	570	-	-
400	430	490	530	530	430	680	-	-
500	490	580	595	595	490	780	-	-

Estas capacidades se refieren sólo a los conductores descritos en la Tabla 4-IV.

Para temperaturas ambientes de más de 30 °C, véase los factores de corrección de 4.2.3. m).

+ Las capacidades para los conductores de los tipos FEP, FEPB, RHH, THHN y XHHW de secciones nominales 1.5, 2.5 y 4 mm², serán las mismas que las indicadas para los conductores a 75 °C en esta Tabla.

++ Estas capacidades de corriente están basadas en una temperatura ambiente de 70 °C.

TABLA 4-VI
CAPACIDADES DE CORRIENTE PERMISIBLES EN AMPERES DE LOS
CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS

Conductor unipolar al aire o a la vista (Basadas en una temperatura ambiente de 30°C, salvo nota ++)

Sección Nominal mm ²	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR								
	60°C	75°C	75°C	85°C	90°C	105°C	125°C	200°C	250°C
	Tipos TW, MTW, TWT +++	Tipos RHW, THW, XHHW	Tipo WP	Tipos MI	Tipos TA, TBS, SA, SIS, MTW, +FEB, +FEPB, RHH, +THHN, +XHHW, THW	Tipo THHW++	Tipos AI, AIA	Tipos AI, AA, FEP, FEPB	Tipo TFE Solamente Níquel y Níquel recubierto de Cobre
0.75	9	-	-	23	23	9	-	-	-
1.00	11	-	-	24	24	11	-	-	-
1.50	16	-	-	27+	27	16	-	-	-
2.50	22	25	-	34+	34	22	43	49	67
4	32	37	-	46+	46	32	57	63	93
6	45	52	64	60	60	45	75	80	120
10	67	78	90	83	83	67	105	115	170
16	90	105	120	115	115	90	140	150	235
25	120	140	160	150	150	120	185	200	320
35	150	175	195	185	185	150	230	250	400
50	185	220	250	230	230	185	290	310	500
70	230	270	310	290	290	230	360	390	625
95	275	330	380	355	355	275	435	170	770
120	320	380	440	405	405	320	500	545	905
150	375	445	600	480	480	375	590	-	-
185	340	515	-	540	540	430	655	-	-
240	500	595	-	635	635	500	785	-	-
300	575	690	-	740	740	575	910	-	-
400	695	825	-	880	880	695	1090	-	-
500	790	950	-	1000	1000	790	1235	-	-

Estas capacidades se refieren sólo a los conductores descritos en la Tabla 4-VI.

Para temperaturas ambientes de más de 30 °C, véase los factores de corrección de 4.2.3. m).

+ Las capacidades para los conductores de los tipos FEP, FEPB, RHH, THHN, y XHHW de secciones nominales 1.5, 2.5 y 4 mm², serán las mismas que las indicadas para los conductores a 75 °C en esta Tabla.

++ Estas capacidades de corriente están basadas en una temperatura ambiente de 70 °C.

+++ Es de fabricación bipolar o tripolar.

TABLA 4-VII
FACTORES DE CORRECCIÓN
TEMPERATURAS AMBIENTES SUPERIORES A LOS 30° C

Temperatura Ambiente °C	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR						
	60°C	75°C	85°C	90°C	125°C	200°C	250°C
	Tipos TW, MTW	Tipos RHW, THW, THWN, XHHW	Tipo MI	Tipos TA, TBS, SA, SIS, MTW, FEB, FEPB, RHH, THHN, XHHW, THW	Tipo AI, AIA	Tipos AI, AA, FEP, FEPB	Tipo TFE
31 – 40	0.82	0.88	0.90	0.91	0.95	-	-
41 – 45	0.71	0.82	0.85	0.87	0.92	-	-
46 – 50	0.58	0.75	0.80	0.82	0.89	-	-
51 – 55	0.41	0.67	0.74	0.76	0.86	-	-
56 – 60	-	0.58	0.67	0.71	0.83	0.91	0.95
61 – 70	-	0.35	0.52	0.58	0.76	0.87	0.91
71 – 75	-	-	0.43	0.50	0.72	0.86	0.89
76 – 80	-	-	0.30	0.41	0.69	0.84	0.87
81 – 90	-	-	-	-	0.61	0.80	0.83
91 – 100	-	-	-	-	0.51	0.77	0.80
101 – 120	-	-	-	-	-	0.69	0.72
121 – 140	-	-	-	-	-	0.59	0.59
141 – 160	-	-	-	-	-	-	0.54
161 – 180	-	-	-	-	-	-	0.50
181 – 200	-	-	-	-	-	-	0.43
201 – 225	-	-	-	-	-	-	0.30

TABLA 4-VIII
NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES EN TUBOS METÁLICOS Y TUBOS
DE PVC DE DIÁMETROS NOMINALES
 (Basado en la Tabla 4-XXXIII)

Tipos de conductores	Diámetro mm (pulg) Sección mm ²	13	15	20	25	35	40	50	65	80	90	100	115	130	150
		(5/8) *	(1/2) **	(3/4) ***	(1)	(1 ¼)	(1/2)	(2)	(2 ½)	(3)	(3 ½)	(4)	(4 ½)	(5)	(6)
WTW, XHHW ó similares	1.5	7	9	16	27	47	64	105	150						
	2.5	5	7	13	21	37	51	84	120	185					
	4	4	5	10	16	28	39	64	91	141	190				
	6	1	2	4	7	13	18	30	43	67	90	115			
RHW y RHH (Sin cubierta externa), THHW, THW ó similares	1.5	4	6	10	17	30	41	67	96	148	199				
	2.5	4	5	8	14	25	34	56	80	123	166				
	4	3	4	7	11	20	28	46	66	101	136	175			
	6	1	1	3	6	10	14	24	34	52	70	90	113	142	
TW, THW, THHW, FEPB, RHW Y RHH (sin cubierta externa o similares)	10	1	1	3	5	9	12	20	29	45	60	78	91	123	
	16	1	1	1	4	7	9	15	22	34	45	58	73	92	133
	25	1	1	1	2	4	6	11	15	24	32	41	52	65	94
	35		1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	43	54	78
	50			1	1	2	3	5	8	12	17	22	27	34	50
	70			1	1	1	2	4	6	10	14	18	22	28	41
	95				1	1	1	3	5	7	10	13	17	21	31
	120				1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	24
	150				1	1	1	1	3	5	7	9	11	14	20
	185					1	1	1	3	4	6	8	10	13	18
	240					1	1	1	1	3	4	6	7	9	14
	300						1	1	1	3	4	5	6	7	11
400							1	1	1	3	4	5	6	9	
THWN, THHN, FEP, FEPB, XHHW ó similares	2.5	8	11	20	33	57	78	128	183						
	4	5	7	12	20	36	49	81	116	179					
	6	2	3	6	10	17	24	40	57	88	118	151			
	10		2	4	7	12	17	28	39	61	82	106			
	16		1	3	5	9	12	21	30	46	62	80	100	125	
	25		1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	67	84	122
	35		1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	54	67	97
	50			1	1	3	4	7	10	16	21	28	35	44	63
	70			1	1	2	3	5	8	12	17	21	27	34	49
	95				1	1	2	4	6	10	13	17	21	27	39
	120				1	1	1	3	5	7	10	13	16	21	30
	150				1	1	1	3	4	6	8	11	13	17	24
185					1	1	1	3	5	7	9	11	14	21	
240					1	1	1	2	4	5	7	9	11	16	
300					1	1	1	1	3	4	5	7	9	13	
400						1	1	1	2	3	4	5	7	10	
XHHW ó similar	16		1	3	4	8	11	18	26	41	55	71	89	112	162
	300					1	1	1	1	3	4	5	7	9	13
	400						1	1	1	2	3	4	5	7	10

* Sólo para tubo PVC - Clase liviana

** Para tubo de PVC - Clase liviana equivalente al de 15 mm (3/4)

Para tubo de PVC - Clase liviana equivalente al de 20 mm (1)

TABLA 4-VIII - (continuación)

Tipos de conductor es	Diámetro mm (pulg) Sección mm ²	13	15	20	25	35	40	50	65	80	90	100	115	130	150	
		(5/8) *	(1/2) **	(3/4) ***	(1)	(1 ¼)	(1/2)	(2)	(2 ½)	(3)	(3 ½)	(4)	(4 ½)	(5)	(6)	
RHW, RHH (con cubierta exterior) o similares	2.5	2	3	5	9	16	21	35	51	78	105	135				
	4		2	4	7	13	18	30	43	66	89	114	142			
	6		1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	78	98	141	
	16		1	1	2	4	6	9	13	21	28	36	46	58	83	
	25		1	1	1	3	4	7	10	16	22	29	36	45	66	
	35			1	1	3	4	6	9	14	19	24	30	38	56	
	50			1	1	1	2	4	6	9	13	17	21	26	38	
	70				1	1	1	3	5	8	10	13	17	21	31	
	95				1	1	1	3	4	6	8	11	14	18	25	
	120					1	1	1	3	5	7	9	11	14	20	
	150					1	1	1	3	4	5	7	9	11	17	
	185					1	1	1	1	3	5	6	8	10	14	
	240					1	1	1	1	3	4	5	6	8	12	
	300						1	1	1	2	3	4	5	6	9	
	400							1	1	1	2	3	4	5	7	

* Sólo para tubo PVC - Clase liviana

** Para tubo de PVC - Clase liviana equivalente al de 15 mm (3/4)

*** Para tubo de PVC - Clase liviana equivalente al de 20 mm (1)

TABLA 4-IX
CONDUCTORES FLEXIBLES

Nombre	Tipo	Temperatura Máxima de Operación	Número de Conductores	Aislante	Protección en cada Conductor	Cubierta Exterior	Utilización		
Cordón paralelo Decorativo	TP (véase nota b)	60° C	2	Elastómero	Ninguna	Elastómero	Conectado a un artefacto	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
	TPT (véase nota b)	60° C	2	Termoplástico	Ninguna	Termoplástico			
Cordón paralelo Decorativo con Cubierta	TS (véase nota b)	60° C	2	Elastómero	Ninguna	Elastómero	Conectado a un artefacto	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
	TST (véase nota b)	60° C	2	Termoplástico	Ninguna	Termoplástico			
Cordón resistente al calor con cubierta de asbesto	AFC	150° C	2 ó 3	Asbesto	Algodón o rayón	Ninguna	Colgante	Lugares secos	Trabajo no Pesado
	AFPD	150° C	2 ó 3	Impregnado	Ninguna	Algodón, rayón o asbesto saturado			
Cordón resistente al calor con cubierta de algodón	CFPD	150° C	2 ó 3	Algodón impregnado	Algodón o rayón	Ninguna	Colgante	Lugares secos	Trabajo no Pesado
					Algodón o rayón	Ninguna			
Cordón paralelo de Elastómero	SP-1 (véase nota e)	60° C	2 ó 3	Elastómero	Ninguna	Elastómero	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
	SP-2 (véase nota e)	60° C							
	SP-3 (véase nota e)	60° C							
Cordón paralelo o trenzado de plástico	SPT-1 (véase nota e)	60° C	2 ó 3	Termoplástico	Ninguna	Ninguna	Colgante o portátil	Lugares secos	Trabajo no pesado
	SPT-2 (véase nota e)								
Cordón paralelo de plástico	SPT-3 (véase nota e)	60° C	2 ó 3	Termoplástico	Ninguna	Termoplástico	Refrigeradores o acondicionadores de aire para cuartos	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
Cordón portátil Trenzado	PD	60° C	2 ó más	Elastómero	Algodón	Algodón o rayón	Colgante o portátil	Lugares secos	Trabajo no pesado

TABLA 4-IX (continuación)

Nombre	Tipo	Temperatura Máxima de Operación	Número de Conductores	Aislante	Protección en cada Conductor	Cubierta Exterior	Utilización		
Cordón para lámparas y electrodomés- ticos	SV (véase nota e)	60° C	2 ó 3	Elastómero	Ninguna	Elastómero	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Trabajo no Pesado
	SVO (véase nota e)					Elastómero resistente al aceite			
	SVT (véase nota e)			Termoplástico		Termoplástico			
	SVTO (véase nota e)					Termoplástico resistente al aceite			
Cordón para servicios no muy Pesados	SJ	60° C	2, 3 ó 4	Elastómero	Ninguna	Elastómero	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Trabajo no Pesado
	SJO					Elastómero resistente al aceite			
	SJT			Termoplástico ó Elastómero		Termoplástico			
	SJTO					Termoplástico resistente al aceite			
Cordón para servicios Pesados	S (véase nota e)	60° C	2 ó más	Elastómero	Ninguna	Elastómero	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Trabajo Extra Pesado
	SO					Elastómero resistente al aceite			
	ST			Termoplástico ó Elastómero		Termoplástico			
	STO					Termoplástico resistente al aceite			
Cordón para calentadores	HPD	90° C	2, 3 ó 4	Elastómero o Termoplástico con asbesto o todo neopreno	Ninguna	Algodón ó rayón	Calentado res portátiles	Lugares secos	Trabajo no Pesado
Cordón para calentadores	THZ	90° C	2 ó 3	Termoplástico	Ninguna	Algodón ó rayón	Calentado res portátiles	Lugares húmedos	Trabajo no Pesado
Cordón con cubierta de elastómero para calentadores	HSJ	60° C	2, 3 ó 4	Elastómero o Termoplástico con asbesto o todo neopreno	Ninguna	Algodón y Elastómero	Calentado res portátiles	Lugares húmedos	Trabajo Pesado

TABLA 4-IX (continuación)

Nombre	Tipo	Temperatura Máxima de Operación	Número de Conductores	Aislante	Protección en cada Conductor	Cubierta Exterior	Utilización		
Cordón con cubierta para calentadores	HSJO	60° C	2, 3 ó 4	Elastómero con asbesto	Ninguna	Algodón y compuesto resistente al aceite	Portátil	Lugares húmedos	Trabajo Pesado
	HS					Algodón y elastómero			Trabajo Pesado
	HSO			Elastómero					
Cordón paralelo para calentadores	HPN (véase nota e)	90° C	2 ó 3	Sintético reticulado	Ninguna	Sintética Reticulada	Portátil	Lugares húmedos	Trabajo no pesado
Cables para cocinas y secadoras	SRD	60° C	3 ó 4	Elastómero	Ninguna	Elastómero o Neopreno	Portátil	Lugares húmedos	Cocinas y secadoras
	SRDT			Termoplástico		Termoplástico			
Cables para Sistemas de Procesamiento de datos	DP	60° C	2 ó más	Termoplástico o Elastómero	Ninguna	Termoplástico o Elastómero	Sistemas de Procesamiento de datos	Lugares Secos	Circuitos de Fuerza y señalización
Cables Para Ascensores	E (véase nota d)	60° C	2 ó más	Elastómero	Algodón	Tres de algodón, la exterior retardante de la llama resistente a la humedad (véase nota f)	Control y alumbrado de Ascensores	Lugares no peligrosos	
	EO (véase nota d)					Una cubierta de algodón y una exterior de neopreno (véase nota f)			
	EN (véase nota d)				Chaqueta flexible de Nylon	Tres de algodón, la exterior retardante de la llama resistente a la humedad (véase nota f)			Lugares no peligrosos
						Una de algodón y una exterior de neopreno o termoplástico (véase nota f)			Lugares peligrosos
Cables Para Ascensores	ET (véase nota d)	60° C	2 ó más	Termoplástico	Rayón	Tres de algodón, la exterior retardante de la llama resistente a la humedad (véase nota f)	Control y alumbrado de ascensores	Lugares no peligrosos	
	ETLB (véase nota d)				Ninguna				
	ETP (véase nota d)			Termoplástico	Rayón	Termoplástico		Lugares peligrosos	
	ETT (véase nota d)			Termoplástico	Ninguna	Una capa de algodón y una exterior de termoplástico.			

NOTAS A LA TABLA 4-IX

- a) Los conductores individuales se trenzarán juntos, con excepción de los tipos SP-1, SP-2, SP-3 SPT-2, SPT-3, TP, TPT', SRD, (3 conductores), SRDT (3 conductores) y similares.
- b) Los cordones tipo TP, TPT, TS, TST y similares son adecuados para uso en longitudes no mayores de 2.40 m cuando estén unidos directamente o por medio de un tipo especial de enchufe, a un artefacto portátil cuya potencia sea de 50 W o menos y de tal naturaleza que sea esencial la extrema flexibilidad del cordón.
- c) Los cordones tipo S, SO, ST, STO y similares son apropiados para uso en escenarios de teatro, en garajes y en otras partes donde este Código permita el uso de cordones.
- d) Los cables tipo E, EO, ET, ETP, ETLB, ETT y similares podrán incorporar en su construcción conductores de 0.50 mm², constituidos como un par y cubiertos con un blindaje metálico adecuado para circuitos telefónicos y otros circuitos de audio o de comunicaciones de más altas frecuencias. El aislante de los conductores puede ser elastómero o termoplástico, de espesor especificado para los otros conductores del tipo particular del cable. El blindaje tendrá su propia cubierta protectora.
- e) Un tercer conductor en estos cables es para fines de puesta a tierra solamente.
- í) Las cintas de telas barnizadas o impregnadas de goma pueden sustituir a las protecciones interiores.

TABLA 4-X
CAPACIDAD DE CORRIENTE EN AMPERES DE LOS CONDUCTORES
FLEXIBLES (BASADA EN UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 30° C)

Sección Nominal (mm ²)	Elastómeros	Elastómeros		Tipos: HPD, HSJ, HSJO, HS, HSO, HPN ó similares	Algodón
	Tipos: TP, TS ó similares	Tipos: PD, E, EO, EN, S, SO, SRD, SJ, SJO, SV, SVO, SP ó similares			Tipo: CFPD*, o similares
	Termoplásticos	Termoplásticos			Asbesto
	Tipos: TPT, TST ó similares	Tipos: ET, ETT, ETLB, ETP, ST, STO, SRDT, SJT, SJTO, SVT, SVTO, STP ó similares			Tipos: AFC*, AFPD*, o similares
		A+	B+		
0.1 ^{xx}	0.5	-	-	-	-
0.75	-	7	10	10	-
1.00	-	9	12	13	5
1.5	-	12	15	16	7
2.5	-	17	20	25	12
4	-	23	26	32	20
6	-	28	33	-	25
10	-	40	45	-	-
16	-	50	60	-	-
25	-	70	80	-	-
35	-	80	95	-	-

- * **Estos tipos son usados casi exclusivamente en aparatos donde los cordones están expuestos a altas temperaturas y se les asigna la correspondiente capacidad en Amperes.**
- + **Las capacidades de corriente indicadas en la columna A se aplican a cordones con tres conductores activos.**
Las capacidades de corriente indicadas en la columna B se aplican a cordones de dos conductores y también a los multiconductores conectados a los artefactos, con sólo dos conductores activos.
- xx **Cordón decorativo.**

4.3 CONDUCTORES FLEXIBLES Y CONDUCTORES PARA APARATOS

4.3.1 Alcance

El presente subcapítulo cubre los requisitos generales y las aplicaciones de los conductores flexibles y conductores para aparatos.

4.3.2 Conductores Flexibles

4.3.2.1 Uso adecuado

Los conductores flexibles y los accesorios usados con ellos, deberán ser adecuados para las condiciones de uso y de ubicación.

4.3.2.2 Tipos

Los conductores flexibles deberán cumplir con lo especificado en la Tabla 4-IX. Los conductores flexibles de tipos distintos de los especificados en la Tabla 4-IX, deberán ser objeto de estudio y no deberán ser usados antes de su aprobación.

4.3.2.3 Capacidad de corriente de los conductores flexibles

La Tabla 4-X da las capacidades de corriente permisibles para conductores flexibles que no tengan más de tres conductores activos. Si el número de conductores activos en un conductor flexible es de cuatro a seis, la capacidad de corriente permisible de cada conductor activo deberá reducirse al 80% de los valores dados en la Tabla 4-X. No deberán considerarse como conductores activos al conductor de protección, ni al conductor neutro que transporta solamente la corriente de desequilibrio de los otros conductores, como es el caso de circuitos de tres o más conductores normalmente equilibrados.

Cuando un conductor se usa como conductor de protección y además como neutro que transporta solamente la corriente de desequilibrio de los otros conductores, como se indica en 3.6.7.9 para cocinas y secadoras de ropa, no se le considerará como conductor activo.

4.3.2.4 Marcación

Los conductores flexibles deberán marcarse por medio de un rótulo impreso fijado al carrete o a la caja. Este rótulo deberá contener la información exigida en 4.2.1.11.

4.3.2.5 Usos permitidos

- a) Los conductores flexibles podrán utilizarse solamente para:
- Conexiones colgantes
 - Alambrado de aparatos.
 - Conexiones de artefactos o lámparas portátiles.
 - Cables para ascensores.
 - Alambrado de grúas y elevadores.
 - Conexiones de equipos estacionarios a fin de facilitar su cambio frecuente.
 - Prevenir la transmisión de ruido o vibración.
 - Conexiones de artefactos fijos o estacionarios donde los medios de fijación y de conexión mecánica estén diseñados de manera de facilitar la desconexión para su mantenimiento y reparación.
 - Cables para sistemas de procesamiento de datos permitidos en 5.9.6.
- b) Cuando se use cordón para la conexión de artefactos, de lámparas portátiles, o de equipos estacionarios, deberá estar provisto de un enchufe y deberá ser energizado por un tomacorriente de tipo aprobado.

4.3.2.6 Prohibiciones

- Los conductores flexibles no deberán usarse:
- Como sustitutos del alambrado fijo de una estructura.
- A través de orificios en paredes, techos o pisos.
- A través de puertas, ventanas o aberturas similares.
- Cuando deban ir fijados a superficies de Edificaciones.
- Cuando deban ir ocultos dentro de paredes, techos o pisos de Edificaciones.

4.3.2.7 Empalmes

Los cordones deberán usarse solamente en longitudes continuas sin empalmes ni derivaciones cuando sean instalados inicialmente en las aplicaciones permitidas por 4.3.2.5 a). La reparación de los cordones de servicio pesado, de 2.5 mm² o secciones mayores, será permitida si los conductores están empalmados como se indica en 2.1.14.2, y si el empalme terminado mantiene su aislamiento, su flexibilidad y las características de uso del cordón que ha sido empalmado.

4.3.2.8 Tracción en uniones y terminales

Los cordones deberán ser conectados a los dispositivos y accesorios, de forma tal que la tracción mecánica no sea transmitida a uniones o tornillos terminales. Esto deberá realizarse por medio de un nudo en el cordón, por amarre con cinta, por un dispositivo especial diseñado para este uso o por otros medios aprobados que eviten que la tracción en el cordón se transmita directamente a las uniones o a los tornillos terminales.

4.3.2.9 Protección contra sobrecorriente

Los cordones no menores de 0.75 mm^2 de sección, y los cordones decorativos u otros cordones con características similares de menor sección aprobados para su utilización en artefactos específicos, se considerarán protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos de sobrecorriente descritos en 3.5.1.4.

4.3.2.10 Identificación de conductores

Los conductores flexibles deberán cumplir con los colores de identificación indicados en 4.2.1.10.

4.3.3 Conductores para Aparatos

4.3.3.1 Generalidades

Los conductores para aparatos deberán cumplir con las prescripciones del presente acápite y también con las de otros capítulos de este Tomo que les sean aplicables.

Para la aplicación a los aparatos de alumbrado, véase el subcapítulo 5.8.

4.3.3.2 Tipos aprobados

Los conductores para aparatos deberán ser de un tipo indicado en la Tabla 4-XI y deberán cumplir con los requisitos de esta Tabla. Todos los conductores para aparatos de la Tabla 4-XI son apropiados para 600 V, a menos que se especifique otra cosa.

El aislante termoplástico puede endurecerse a temperaturas inferiores a $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ y requiere usarse con cuidado en Instalaciones a tales temperaturas. Además puede deformarse a temperaturas normales cuando está sometido a presiones, por lo que se deberá tener cuidado durante su instalación y en los puntos de soporte.

4.3.3.3 Capacidad de corriente de los conductores para aparatos

La capacidad de corriente de los conductores para aparatos no deberá sobrepasar los valores que a continuación se indican:

TABLA 4-XII
CAPACIDAD DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES PARA APARATOS

Sección nominal (mm ²)	Capacidad de Corriente A
0.75	5
1.0	7
1.5	12

Ningún conductor deberá usarse en condiciones tales que su temperatura exceda la temperatura especificada en la Tabla 4-XI para su tipo de aislante.

4.3.3.4 Sección mínima

La sección de los conductores para aparatos no deberá ser menor de 0.75 mm².

4.3.3.5 Número de conductores en un tubo

El número de conductores para aparatos permitidos en un sólo tubo deberá estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 4-XIII.

4.3.3.6 Marcación

- a) Datos requeridos. Todos los conductores para aparatos deberán estar marcados con los datos especificados en 4.2.1.11.
- b) Métodos de marcación. Los conductores termoplásticos para aparatos deberán estar marcados de modo duradero en su superficie a intervalos no mayores de 60 cm.

Los demás conductores para aparatos deberán estar marcados por medio de un rótulo impreso fijado al carrete, rollo o caja.

4.3.3.7 Usos permitidos

Los conductores para aparatos se podrán usar:

- a) Para Instalaciones en aparatos de alumbrado y en equipos similares cuando están encerrados o protegidos, y no sometidos a curvas o torcidos durante su uso.

- b) Para conectar aparatos de alumbrado a los conductores del circuito derivado que los alimenta.

4.3.3.8 Prohibiciones

Los conductores para aparatos no deberán utilizarse como conductores de circuitos derivados, con excepción de lo permitido por 7.4.2.6 para circuitos Clase I.

4.3.3.9 Protección contra sobrecorriente

La protección contra sobrecorriente de los conductores para aparatos deberá ser como se especifica en 3.5.1.4.

**TABLA 4-XI
CONDUCTORES PARA APARATOS**

Características	Conductor tipo	Aislante	Cubierta Exterior	Temperatura Máxima de Operación	Utilización
Conductor con aislamiento de Elastómero resistente al calor, sólido o cableado de 7 hilos	RFH-1	Elastómero resistente al calor	Revestimiento no metálico	75° C	Alambrado de aparatos hasta 300V.
	RFH-2	Elastómero resistente al calor	Revestimiento no metálico	75° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6
Conductor con aislamiento de Elastómero resistente al calor, flexible.	FFH-1	Elastómero resistente al calor	Revestimiento no metálico	75° C	Alambrado de aparatos hasta 300V
	FFH-2	Elastómero resistente al calor	Revestimiento no metálico	75° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6
Conductor con aislamiento de termoplástico. Sólido o cableado	TF	Termoplástico	Ninguna	60° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6
Conductor con aislamiento de termoplástico. Cableado flexible.	TFF	Termoplástico	Ninguna	60° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6
Conductor con aislamiento de Termoplástico, resistente al calor, sólido o cableado.	TFN	Termoplástico	Con envoltura de nylon	90° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6
Conductor con aislamiento de Termoplástico, resistente al calor, flexible	TFFN	Termoplástico	Con envoltura de nylon	90° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6
Conductor con aislamiento de Termoplástico, resistente al calor, sólido o cableado.	THF	Termoplástico	Ninguna	105° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6
Conductor con aislamiento de Termoplástico, resistente al calor, flexible	THFF	Termoplástico	Ninguna	105° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6
Conductor aislado con silicón. Sólido o cableado de 7 hilos	SF-1	Goma Silicón	Revestimiento no metálico	200° C	Alambrado de aparatos hasta 300V
	SF-2	Goma Silicón	Revestimiento no metálico	200° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6

TABLA 4-XI (Continuación)

Características	Conductor tipo	Aislante	Cubierta Exterior	Temperatura Máxima de Operación	Utilización
Conductor aislado con silicón, flexible.	SFF-1	Goma Silicón	Revestimiento no metálico	150° C	Alambrado de aparatos hasta 300V.
	SFF-2	Goma Silicón	Revestimiento no metálico	150° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6
Conductor con aislamiento de etileno propileno fluorinano, Sólido o cableado de 7 hilos	PF	Etileno propileno fluorinano	Ninguna	200° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6
	PGF		Malla de vidrio		
Conductor con aislamiento de Etileno propileno fluorinano, flexible.	PFF	Etileno propileno fluorinano	Ninguna	150° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6
	PGFF		Malla de vidrio		
Conductor con aislamiento de politetrafluoretileno extruido. Sólido o cableado de 7 hilos	PTF	Politetrafluoretileno extruido	Ninguna	250° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6
Conductor con aislamiento de politetrafluoretileno extruido. Flexible.	PTFF	Politetrafluoretileno extruido	Ninguna	150° C	Alambrado de aparatos y lo permitido en 7.4.2.6 y 7.6.2.6

4.4 CABLES DE ENERGÍA EN INSTALACIONES INDUSTRIALES

4.4.1 Instalaciones Industriales Subterráneas

La instalación de cables bajo el suelo deberán cumplir con todo lo estipulado en los subcapítulos 2.3 y 4.3 del Tomo IV referente a Red Subterránea Primaria y Red Subterránea Secundaria respectivamente.

4.4.2 Instalaciones Industriales al Aire

4.4.2.1 Condiciones generales

Las condiciones generales de los materiales a utilizarse en los cables tendidos al aire, deberán cumplir con las normas respectivas y con lo indicado en el presente acápite.

4.4.2.2 Tensión nominal

Las tensiones nominales de los cables entre un conductor y la cubierta metálica o tierra (E_0) y entre conductores de distinta fase (E), es de E_0/E y son dadas en las Tablas 4-XIV siguientes.

TABLA 4-XIII
NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES PARA APARATOS EN TUBOS METÁLICOS Y TUBOS DE PVC DE
DIÁMETROS NOMINALES

(con 40% de espacio ocupado de acuerdo con la Tabla 4-XXXIII)

Diámetro Nominal mm (pulg)	13 (5/8)*			15 (1/2)*			20 (3/4)**			25 (1)			35 (1 ¼)			10 (1 ½)			50 (2)		
	0.7 5	1.0 0	1.5	0.7 5	1.0 0	1.5	0.7 5	1.0 0	1.5	0.7 5	1.0 0	1.5	0.7 5	1.0 0	1.5	0.7 5	1.0 0	1.5	0.7 5	1.0 0	1.5
PFT, PTFE, PGFF, PGF, PFF, PF	17	13	10	23	18	14	40	31	24	65	50	39	157	122	95	115	90	70	257	200	156
TFFN, TFN	14	11	-	19	15	-	34	26	-	55	43	--	132	104	-	97	76	-	216	169	-
SF – 1	12	-	-	16	-	-	29	-	-	47	-	-	114	-	-	83	-	-	186	-	-
SFF – 1, FFH – 1	11	-	-	15	-	-	26	-	-	43	-	-	104	-	-	76	-	-	169	-	-
TF	8	7	-	11	10	-	20	18	-	32	30	-	79	72	-	57	53	-	129	118	-
RFH – 1	8	-	-	11	-	-	20	-	-	32	-	-	79	-	-	57	-	-	126	-	-
TFF	8	7	-	11	10	-	20	17	-	32	27	-	77	66	-	56	49	-	126	109	-
SFF – 2	7	5	4	9	7	6	16	12	10	27	20	17	65	49	42	47	36	30	106	81	68
SF – 2	7	6	4	9	8	6	16	14	11	27	23	18	65	55	43	47	40	32	106	90	71
FFH – 2	7	5	-	9	7	-	15	12	-	25	19	-	60	46	-	44	34	-	99	75	-
RFH – 2	5	3	-	7	5	-	12	10	-	20	16	-	49	38	-	36	28	-	80	62	-

* Sólo para tubos de PVC – clase liviana

** Para tubos de PVC – clase liviana equivalente al de 15 mm. (3/4).

*** Para tubos de PVC – clase liviana equivalente al de 20 mm. (1).

TABLA 4-XIV A
TENSIONES NOMINALES DE LOS CONDUCTORES PARA CABLES CON
AISLAMIENTO DE PAPEL IMPREGNADO

Tensión Nominal E(kV)	Características de los Cables		Tensión Máxima admisible en servicio permanente (kV)
	Campo Radial	Campo no Radial	
	Tensión Nominal Eo (kV)	Tensión Nominal Eo/E (kV)	
1	0.6	0.6/1	1.2
3	2.3	2.3/3	3.6
6	3.6	6.6/6	7.2
10	6	6/10	12
10	6	8.7/10	12
15	8.7	8.7/15	17.5
15	8.7	12.15	17.5
20	12	-	24
20	15	-	24
30	18	-	36
30	26	-	36

TABLA 4-XIV B
TENSIONES NOMINALES DE LOS CONDUCTORES PARA CABLES CON
AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO (PVC)

Tensión Nominal E(kV)	Características de los Cables		Tensión Máxima admisible en servicio permanente (kV)
	Campo Radial	Campo no Radial	
	Tensión Nominal Eo (kV)	Tensión Nominal Eo/E (kV)	
1	0.6	0.6/1	1.2
3	2.3	2.3/3	3.6
6	3.6	3.6/6	7.2
10	6	-	12
15	8.7	-	17.5
20	12	-	24

TABLA 4-XIV C
TENSIONES NOMINALES DE LOS CONDUCTORES PARA CABLES CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO (POLIETILENO)

Tensión Nominal E(kV)	Características de los Cables		Tensión Máxima admisible en servicio permanente (kV)
	Campo Radial	Campo no Radial	
	Tensión Nominal Eo (kV)	Tensión Nominal Eo/E (kV)	
0.6	0.6	0.6	0.63
0.6 – 2	2	2	2.1
2 – 5	-	5	5.3
5 – 8	-	8	8.4
8 – 15	-	15	15.8
15 – 25	-	25	26.3
25 – 28	-	28	29.4
28 – 35	-	35	36.8

4.4.2.3 Almas

Ídem a 2.3.1.3 referente a Red Subterránea Primaria y a 4.3.1.3 referente a Red Subterránea Secundaria del Tomo IV

4.4.2.4 Aislamiento

El aislamiento deberá estar constituido a base de un material termoplástico o por cintas de papel impregnado de una materia aislante. Estos aislamientos deberán cumplir con las normas respectivas.

4.4.2.5 Cubiertas protectoras

Ídem a 2.3.1.5 referente a Red Subterránea Primaria y a 4.3.1.5 referente a Red Subterránea Secundaria del Tomo IV

4.4.2.6 Capacidad térmica de los cables

La temperatura máxima admisible en los conductores del cable, en régimen permanente, y en caso de cortocircuito, por un corto período de tiempo, están dadas en la Tabla 4-XV.

TABLA 4-XV
CAPACIDAD TÉRMICA DE LOS CONDUCTORES PARA CABLES CON AISLAMIENTO DE PAPEL Y TERMOPLÁSTICO

Tensión Nominal E(kV)	Tipo de Aislamiento	Temperatura del conductor (°C)	
		En Servicio Normal	En Cortocircuito
1	Papel	80	160
	PVC	80	160
	Polietileno	75	150
3 – 6	Papel	80	160
	PVC	70	160
	Polietileno	75	150
8 – 15	Papel	65	155
	PVC	65	155
	Polietileno	75	150
15 – 25	Papel	65	155
	PVC	60	150
	Polietileno	75	150
28 – 35	Papel	60	140
	Polietileno	75	150

4.4.2.7 Capacidad de corriente de los cables tendidos al aire libre

- a) La capacidad de corriente de los cables tendidos al aire libre ha sido establecida convencionalmente bajo condiciones normales de operación, las mismas que corresponden o se clasifican:
 - i) Según la clase de servicio. Para un período de operación continua de 10 horas como máximo predominantemente a plena carga; seguido de otro período de al menos la misma duración, con una carga máxima del 60% de la plena carga.
En caso de carga permanente y constante, los valores de capacidad de corriente indicados en las Tablas deberán reducirse en el factor de 0.75.
 - ii) Según la disposición de los cables. Un cable multipolar tendido por separado; tres cables unipolares separados o juntos en trébol.
 - iii) Según condiciones preestablecidas.

- Temperatura del aire ambiente: 30 °C.
 - Por aire libre se debe entender un medio tal que la transmisión del calor no sea perturbada y que el calentamiento de los cables no modifique sensiblemente la temperatura ambiente.
 - Se recomienda en lo posible proteger los cables de la radiación solar directa
- b) Las Tablas 4-XVI a 4-XXII proporcionan la capacidad de corriente de los cables tendidos al aire libre de acuerdo a las condiciones normales especificadas en el párrafo a) anterior.
- c) Cualquier otra condición (u otras condiciones) fuera de las especificadas en a), implicará regímenes de operación fuera de las condiciones normales, por lo que los valores de capacidad de corriente dados, deberán ser afectados de los factores de corrección siguientes según sea el caso:
- i) Factor de corrección relativo a la temperatura del aire ambiente; este factor está dado por la Tabla 4-XXIII en función de la temperatura del aire ambiente y del tipo de cable considerado.
 - ii) Factor de corrección relativo a la proximidad de otros cables tendidos sobre bandejas aereadas o no; este factor está dado por la Tabla 4-XXIV en función del número de cables o de sistemas de cables unipolares y del tipo de tendido considerado.

4.4.2.8 Capacidad de corriente de los cables tendidos en cunetas y canaletas

- a) Cunetas enterradas y llenadas de arena. Estas cunetas presentan condiciones de transmisión de calor idénticas a aquella de los cables subterráneos (ver 2.3.1.7 del Tomo IV).
Luego las capacidades de corriente de los cables para este caso deberán ser las mismas que para los cables subterráneos.
- b) Cunetas cerradas y no rellenas de arena. Estas cunetas deberán ser cerradas con la ayuda de placas metálicas o de concreto armado al ras del suelo; sus dimensiones transversales mínimas serán de 40 x 40 cm.
- i) La capacidad de corriente de los cables tendidos en cunetas y no rellenas de arena han sido establecidos bajo las mismas condiciones que las especificadas en 4.4.2.7 a) para cables tendidos al aire libre.
 - ii) Los valores de las capacidades de corriente admisibles de los cables deberán obtenerse multiplicando las intensidades de las

Tablas 4-XVI a 4-XXII por el factor de corrección dado en la Tabla 4-XXV.

- iii) Cualquier otra condición (u otras condiciones) fuera de las especificadas en la cláusula i) anterior, implicarán regímenes de operación fuera de las condiciones normales, por lo que los valores de la capacidad de corriente dados, deberán ser afectados de los factores de corrección siguientes, según sea el caso:
- Factor de corrección relativo a la temperatura del aire; este factor de corrección está dado por la Tabla 4-XXIII, en función de la temperatura del aire ambiente y del tipo de cable considerado.
 - Factor de corrección relativo a la proximidad de otros cables; este factor de corrección está dado por la Tabla 4-XXVI, en función del número de cables multipolares o de sistemas de cables unipolares.
- c) Cunetas semiabiertas. Estas cunetas deberán ser cerradas con la ayuda de una malla metálica colocada sobre por lo menos 1/3 de su superficie; las dimensiones transversales mínimas serán de 40 x 40 cm.
Este tipo de instalación deberá además cumplir con 4.4.2.8 b) referente a cunetas cerradas y no rellenas de arena.
- d) Tendido en canaletas cerradas o abiertas. Las canaletas son pequeñas cunetas tendidas al aire libre, ellas pueden ser cerradas o abiertas.

El tendido de cables en canaletas deberá cumplir con 4.4.2.8 b) dados para cunetas cerradas y no rellenas de arena.

4.4.2.9 Capacidad de corriente en casos de cortocircuito

La capacidad de corriente máxima que pueden soportar los cables en caso de cortocircuito se dan en las Tablas 4-XXVII, 4-XXVIII y 4-XXIX.

TABLA 4-XVI
CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA UN CABLE MULTIPOLAR O UN
SISTEMA DE CABLES UNIPOLARES CON AISLAMIENTO
TERMOPLÁSTICO, TENDIDOS Y FUNCIONANDO AL AIRE LIBRE

Por ejemplo: NYY, NYSY

Temperatura ambiente: 30° C

Temperatura Admisible en el Conductor: 70° C



Sección Nominal	0.6/1 kV			
	1 Conductor		2 conductores (Bipolar)	3 y 4 conductores (Tripolar) (Tetrapolar)
	Corriente alterna Cable sin armadura			
	Plano	Triángulo (triplex)		
				
mm ²	A	A	A	A
1.5	24	19.5	19.5	17.5
2.5	32	26	26	24
4	43	35	35	32
6	54	46	46	41
10	74	63	63	57
16	98	85	85	76
25	130	112	112	101
35	161	138	138	125
50	196	168	168	151
70	250	213	213	192
95	306	258	258	232
120	356	299	299	269
150	408	344	344	309
185	470	392	392	353
240	562	461	461	415
300	646	523	-	460
400	778	626	-	533
500	895	713	-	-

TABLA 4-XVII
CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA UN CABLE MULTIPOLAR CON
 AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO, TENDIDOS Y FUNCIONANDO
 AL AIRE LIBRE

Por ejemplo: NYSY, NYY
 Temperatura ambiente: 30° C



Sección Nominal	3.6/6 kV	6/10 kV
	Tres conductores	Tres conductores
mm ²	A	A
6	48	-
10	65	63
16	86	83
25	105	114
35	131	138
50	157	165
70	197	204
95	241	247
120	277	284
150	316	322
185	362	367
240	427	430
300	487	490
400	565	574

TABLA 4-XVIII
CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA UN SISTEMA DE CABLES UNIPOLARES
CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO DISPUESTO HORIZONTALMENTE,
TENDIDOS Y FUNCIONANDO AL AIRE LIBRE

Por ejemplo : NYSY, NYY
 Temperatura Ambiente: 30° C



Sección nominal	3.6/6 kV	6/10 kV	12/20 kV	18/30 kV
mm ²	A	A	A	A
25	143	140	110	96
35	174	170	135	115
50	210	205	165	140
70	263	256	205	175
95	321	311	250	210
120	370	359	290	245
150	413	401	330	275
185	472	457	380	315
240	553	536	445	370
300	625	607	510	420
400	711	690	590	480
500	-	-	670	540

TABLA 4-XIX
CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA UN SISTEMA DE CABLES UNIPOLARES
CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO DISPUESTO EN TRIÁNGULO,
TENDIDOS Y FUNCIONANDO AL AIRE LIBRE

Por ejemplo: NYSY, NY Y
 Temperatura Ambiente: 30° C



Sección nominal	3.6/6 kV	6/10 kV	12/20 kV	18/30 kV
mm²	A	A	A	A
16	94	89	-	-
25	122	120	105	91
35	147	145	130	110
50	178	174	155	130
70	222	217	195	165
95	271	264	238	200
120	312	304	275	230
150	354	343	315	260
185	406	393	360	300
240	480	464	420	350
300	547	528	480	400
400	643	619	560	460
500	-	-	640	520

TABLA 4-XX
CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA UN CABLE MULTIPOLAR O UN
SISTEMA DE CABLES UNIPOLARES, CON AISLAMIENTO DE PAPEL,
TENDIDOS Y FUNCIONANDO AL AIRE LIBRE

Por ejemplo: NKY
 Temperatura Ambiente: 30° C

Sección Nominal Mm ²	3.6/10 kV				3.6/6 kV	6/10 kV	8.7/10 kV	8.7/15 kV	12/20 kV	18/30 kV	
	1 Conductor		2 conductores (bipolar)	3 y 4 conductores (tripolar) (tetrapolar)	3 conductores (tripolar)	3 conductores (tripolar)	3 conductores (tripolar)	3 conductores (tripolar)	3 conductores (tripolar)	3 conductores (tripolar)	3 conductores (tripolar)
	Corriente alterna Cable sin armadura										
	Plano	triángulo	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1.5	-	-	26	23	-	-	-	-	-	-	
2.5	-	-	34	30	-	-	-	-	-	-	
4	-	-	45	40	-	-	-	-	-	-	
6	-	-	56	52	51	-	-	-	-	-	
10	-	-	77	67	63	60	-	-	-	-	
16	-	-	100	90	85	82	-	-	-	-	
25	167	138	135	120	115	99	99	99	82	-	
35	203	168	165	160	142	120	120	120	97	-	
50	246	203	200	185	169	144	144	144	120	116	
70	310	255	250	235	212	181	180	180	150	142	
95	378	312	300	280	259	221	220	220	176	169	
120	439	364	350	330	301	254	255	255	202	191	
150	500	415	400	375	344	290	290	290	232	221	
185	575	479	460	430	394	332	335	335	262	248	
240	678	570	540	510	465	389	400	400	304	285	
300	772	654	615	590	527	442	465	465	-	-	
400	912	783	720	680	608	509	535	535	-	-	
500	1023	893	-	-	-	-	-	-	-	-	

TABLA 4-XXI
CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA UN SISTEMA DE CABLES UNIPOLARES
CON AISLAMIENTO DE PAPEL DISPUESTOS EN HORIZONTAL, TENDIDOS
Y FUNCIONANDO AL AIRE LIBRE



Por ejemplo: NKY

Sección nominal	3.6/6 kV	6/10 kV	8.7/15 ó 12/20 kV	18/30 kV
mm ²	A	A	A	A
50	242	216	199	182
70	305	272	249	228
95	373	332	304	277
120	432	385	351	318
150	492	438	398	361
185	565	502	456	413
240	669	593	536	484
300	763	675	608	548
400	900	793	714	640
500	1016	893	799	716

TABLA 4-XXII
CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA UN SISTEMA DE CABLES UNIPOLARES
CON AISLAMIENTO DE PAPEL DISPUESTOS EN TRIÁNGULO, TENDIDOS Y
FUNCIONANDO AL AIRE LIBRE



Por ejemplo: NKY

Sección nominal	3.6/6 kV	6/10 kV	8.7/15 ó 12/20 kV	18/30 kV
mm ²	A	A	A	A
50	204	184	185	162
70	257	231	218	203
95	315	282	266	246
120	364	327	308	284
150	417	373	350	323
185	479	430	401	370
240	570	510	476	437
300	654	584	543	499
400	781	696	645	591
500	892	791	733	670

TABLA 4-XXIII
FACTORES DE CORRELACIÓN RELATIVOS A LA TEMPERATURA DEL
AIRE LIBRE

Tipo de cable	Temperatura ambiente en °C	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Con aislamiento Termoplástico	Cables de 0.6/1 kV	1.22	1.17	1.12	1.06	1	0.93	0.87	0.79	0.71
Con aislamiento de papel impregnado	Cables de 0.6/1, 3.6/6 kV	1.18	1.14	1.09	1.05	1	0.95	0.90	0.84	0.78
	Cables de 6/10, 8.7/10, 8.7/15, 12/20 y 18/30 kV	1.25	1.20	1.13	1.07	1	0.93	0.85	0.76	0.66

TABLA 4-XXIV
FACTORES DE CORRECCIÓN RELATIVOS A LA PROXIMIDAD DE OTROS CABLES TENDIDOS AL AIRE,
PARA CABLES CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO Y PARA CABLES CON AISLAMIENTO DE PAPEL
IMPREGNADO

Por ejemplo: NYY, NKY, NYSY












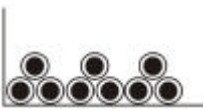
Número de cables multipolares o de sistemas de cables unipolares	1	2	3	4	5	6	8	10
a) Tendidos en bandejas aéreas -Cables multipolares no juntos 	1	0.98	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91
-Sistemas de cables unipolares dispuestos en planos y no Juntos 	1	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91
-Sistemas de cables unipolares dispuestos en trébol y no juntos 	1	0.98	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91
Cables multipolares juntos 	0.95	0.84	0.80	0.78	0.76	0.75	0.74	0.72
Sistemas de cables unipolares dispuestos en plano y juntos 	0.80	0.75	0.75	0.71	0.71	0.70	0.68	0.67
Sistemas de cables unipolares dispuestos en triángulo y juntos 	0.80	0.76	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67


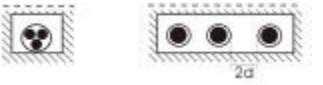


TABLA 4-XXIV (Continuación)

Número de cables multipolares o de sistemas de cables unipolares	1	2	3	4	5	6	8	10
b) Tendidos en bandejas no aéreas Cables multipolares no juntos 	0.95	0.90	0.88	0.87	0.86	0.85	0.84	0.83
Sistemas de cables unipolares dispuestos en plano y no juntos 	0.92	0.89	0.88	0.84	0.84	0.83	0.82	0.80
Sistema de cables unipolares dispuestos en plano y no juntos 	0.95	0.90	0.88	0.85	0.84	0.83	0.82	0.80
Cables multipolares Juntos 	0.95	0.84	0.80	0.78	0.76	0.75	0.74	0.72
Sistema de cables unipolares dispuestos en plano y juntos 	0.80	0.75	0.73	0.71	0.71	0.70	0.68	0.67
Sistemas de cables unipolares dispuestos en trébol y juntos 	0.83	0.76	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67

d = diámetro exterior del cable

Estos factores de corrección son igualmente válidos para un número de cables multipolares o un sistema de cables unipolares, tendidos en bandejas superpuestas y espaciados entre ellos de una distancia no menor de 30 cm.

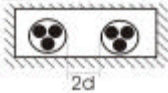
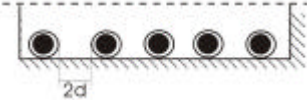

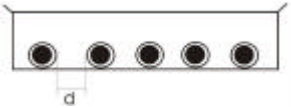
TABLA 4-XXV
FACTORES DE CORRECCIÓN RELATIVOS AL TENDIDO EN CUENTAS Y
CANALETAS PARA
CABLES CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO Y PARA CABLES CON
 AISLAMIENTO DE PAPEL IMPREGNADO AMBOS HASTA 8.7/15 kV.

	Cable Multipolar	Sistema de cables Unipolares
<p>1. cuneta de uso cerrado sin arena</p> 	0.90	0.81
<p>2. Cuneta de uso semi abierto</p> 	0.95	0.86
<p>3. Cuneta cerrada</p> 	0.90	0.81
<p>4. Canaleta abierta</p> 	0.98	0.91

d = diámetro exterior del cable

NOTA: Para un cable tripolar (o un sistema de tres cables monopolares), de tensión 12/20 y 18/30 kV tendido en cuneta se le aplicará un factor de corrección de 0.93.

TABLA 4-XXVI
FACTORES DE CORRECCIÓN RELATIVOS A LA PROXIMIDAD DE OTROS
CABLES TENDIDOS EN CUNETAS Y CANALETAS PARA CABLES CON
CABLES CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO Y PARA CABLES CON
 AISLAMIENTO DE PAPEL IMPREGNADO AMBOS HASTA 8.7/15 kV.

Número de Cables o de sistemas	Cables multipolares					Sistemas de cables multipolares		
	1	2	4	5	6	2	3	4
1. cuneta de uso cerrado sin arena 	0.94	0.90	0.88	0.86	0.85	0.94	0.91	0.89
2. C 	0.95	0.91	0.89	0.87	0.86	0.95	0.92	0.90
3. C 	0.94	0.90	0.88	0.85	0.85	0.94	0.91	0.89
4. C 	0.97	0.93	0.91	0.89	0.88	0.95	0.93	0.91

d = diámetro exterior del cable

NOTA: Para un cable tripolar (o un sistema de tres cables monopoles) de tensión 12/20 y 18/30 kV tendido en cuneta y en proximidad de otros cables se tendrá en cuenta los siguientes factores de corrección:

- dos a cuatro cables.....0.87
- seis cables.....0.80

TABLA 4-XXVII
CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN KA
CABLES NYY y NKY 0.6/1 kV
(Cable inicialmente cargado)

Sección mm ²	Tiempo de apertura del dispositivo de protección en seg.				
	0.1	0.2	0.5	1	2
1.5	0.51	0.36	0.23	0.16	0.11
2.5	0.85	0.60	0.38	0.27	0.19
4	1.4	0.96	.61	0.43	0.30
6	2.0	1.4	.91	0.65	0.46
10	3.4	2.4	1.5	1.1	0.76
16	6.6	3.9	2.4	1.7	1.2
25	8.5	6.0	3.8	2.7	1.9
35	12	8.4	5.3	3.8	2.7
50	17	12	7.6	5.4	3.8
70	24	17	11	7.5	5.3
95	32	23	14	10	7.2
120	41	29	18	13	9.1
150	51	36	23	16	11
185	63	45	28	20	14
240	82	58	37	26	18
300	102	72	46	32	23
400	136	96	61	43	30
500	170	120	76	54	38

TABLA 4-XXVIII
CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN kA
CABLE KYK 8.7/10 O 8.7/15 kV
(Cable inicialmente cargado)

Sección mm ²	Tiempo de apertura del dispositivo de protección en seg.				
	0.1	0.2	0.5	1	2
16	5.9	4.2	2.6	1.8	1.3
25	9.2	6.5	4.1	2.9	2.0
35	13	9.1	5.7	4.1	2.9
50	18	13	8.2	5.8	4.1
70	26	18	11	8.1	5.7
95	35	25	16	11	7.8
120	44	31	20	14	9.8
150	55	39	25	17	12
185	68	48	30	21	15
240	88	62	39	28	20
300	110	78	49	35	25
400	147	104	66	46	33
500	183	130	82	58	41

TABLA 4-XXIX
CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN kA
CABLE NYSY 8.7/10 ó 8.7/15 kV
(Cable inicialmente cargado)

Sección mm ²	Tiempo de apertura del dispositivo de protección en seg.				
	0.1	0.2	0.5	1	2
16	5.5	3.9	2.4	1.7	1.2
25	8.6	6.1	3.9	2.7	1.9
35	12	8.6	5.4	3.8	2.7
50	17	12	7.7	5.5	3.9
70	24	17	11	7.6	5.4
95	33	23	15	10	7.3
120	41	29	19	13	9.3
150	52	37	23	16	12
185	64	45	28	20	14
240	83	59	37	26	18
300	104	73	46	33	23
400	138	98	62	44	31
500	173	122	77	55	39

4.5 GENERALIDADES Y REGLAS PARA LA DISPOSICIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.5.1 Instalación Provisional

4.5.1.1 Tensiones nominales de 600 V o menos

Las Disposiciones del presente acápite deberán aplicarse a aquellas Instalaciones nuevas o ampliaciones de alambrado provisional para fuerza eléctrica y alumbrado, destinadas a funcionar durante un tiempo limitado, al término del cual deberán ser suprimidas o reemplazadas por Instalaciones definitivas.

Las Instalaciones provisionales pueden ser una medida correspondiente a la brevedad del uso, por lo que podrán ser de clase inferior a las que se requiere para Instalaciones permanentes, pero deberán sin embargo garantizar la seguridad de personas y de cosas.

Todas las Instalaciones provisionales deberán cumplir con excepción de lo modificado en este subcapítulo, las Disposiciones sobre Instalaciones permanentes indicadas en este Tomo, y la Norma DGE 001 - P, referente a "Suministros Provisionales de Energía Eléctrica".

Las Instalaciones provisionales podrán ser otorgadas de tres clases:

- a) Instalaciones provisionales temporales. Cuando son otorgadas para fines específicos y con una duración hasta de seis (6) meses, como obras de construcción, remodelación o demolición de Edificaciones, estructuras de maquinarias, alumbrado decorativo de navidad, carnavales, ferias, circos y propósitos similares y también para trabajos experimentales o de promoción.

Las Instalaciones que con frecuencia son desmontadas y luego nuevamente montadas (tales como equipamiento eléctrico de puestos ambulantes de ventas, torneos, grúas de obras civiles, etc.) deberán estar constituidas de un material particularmente apropiado a estos montajes y desmontajes repetidos.

En estos casos las Instalaciones podrán ser establecidos como definitivas cuando no agrave notablemente la dificultad del montaje y desmontaje.

- b) Instalaciones provisionales de uso colectivo. Cuando son otorgadas para dos o más familias en Pueblos Jóvenes o áreas similares, por un período de un año. El número máximo de familias será de 200 y

éstas deberán contar con el proyecto de electrificación aprobado por la Empresa de Servicio Público de Electricidad.

- c) Instalaciones provisionales individuales. Cuando se otorga a un usuario que no cuenta con el proyecto de electrificación aprobado, se otorgarán hasta un 10% del total de lotes agrupados en urbanizaciones, asociaciones o Pueblos Jóvenes, por un lapso de un año.
- d) Generalidades
 - i) Acometidas. Las acometidas deberán instalarse de acuerdo con el subcapítulo 4.4 del Tomo IV.
 - ii) Alimentadores. Los alimentadores deberán ser protegidos según lo especificado en el subcapítulo 3.2 y provendrán de un centro de distribución aprobado. Cuando no estén sometidos a daños materiales podrán tenderse como conductores a la vista sobre aisladores los cuales no deben estar espaciados más de tres metros.
 - iii) Circuitos derivados. Todos los circuitos derivados deberán provenir de tableros aprobados. Todos los conductores deberán estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente, de valor nominal igual a su capacidad de corriente. Cuando se coloquen como conductores a la vista, deberán ser sujetados cada tres metros a la altura del techo. No deberá colocarse ningún conductor sobre el piso. Todo circuito derivado que alimente tomacorrientes o artefactos fijos, deberá tener un conductor de protección separado, cuando está tendido a la vista.
 - iv) Tomacorrientes. Todos los tomacorrientes deberán ser del tipo de puesta a tierra. A menos que estén instalados en una canalización totalmente metálica, todos los circuitos derivados deberán tener un conductor de protección y todos los tomacorrientes deberán estar conectados a dicho conductor de protección.
 - v) Tierra con retorno. No deberá usarse para el alambrado de circuitos provisionales conductores desnudos como retorno, ni tampoco la tierra.
 - vi) Medios de desconexión. Se deberán instalar interruptores de desconexión o conectores enchufables, para poder desconectar todos los conductores activos de cada circuito provisional.
 - vii) Protección de lámparas. Todas las lámparas para alumbrado general deberán estar protegidas contra contactos accidentales o rotura. Esta protección será obtenida por elevación a por lo menos 2.15 m. por encima del nivel normal de trabajo o mediante aparatos de alumbrado adecuados o portalámparas con resguardo.

- viii) Empalmes. En lugares de construcción, no será necesaria instalar una caja para empalmes o conexiones, cuando se utilicen cordones multiconductores o conductores a la vista (véase los incisos, 2.1.14.2 y 4.3.2.7).
Deberá usarse una caja dondequiera que se pase de conductores a la vista a un sistema de canalizaciones.
- ix) Conductores flexibles. Los conductores flexibles deberán protegerse contra cualquier daño accidental. Cuando pasen a través de cualquier punto de presión, se deberá proveer protección a fin de evitar su deterioro.
- x) Puesta a tierra. Todas las puestas a tierra deberán cumplir con lo indicado en el subcapítulo 3.6.
- xi) Renovación permitida. A la expiración del período permitido para el cual la instalación provisional fue autorizada, podrán prorrogarse a solicitud del interesado y de acuerdo a la Norma DGE 001 - P, con excepción de las Instalaciones destinadas a actividades productivas, las que continuarán con servicio hasta la electrificación total de la zona.

4.5.1.2 Tensiones nominales mayores de 600 V

- a) Usos permitidos. Se permitirán Instalaciones provisionales de tensiones mayores de 600 V durante períodos de construcciones, pruebas, experimentos o emergencias.
Se permitirán Instalaciones y equipos de tipo menos exigente, que el requerido para Instalaciones permanentes, pero deberán sin embargo garantizar la seguridad de personas y de cosas.
- b) Resguardo. Se deberá proveer cercas y barreras adecuadas u otros medios eficaces, para impedir el acceso a estas Instalaciones provisionales de personas que no sean autorizadas o calificadas.
- c) Retiro de Instalaciones provisionales. Se deberá retirar las Instalaciones provisionales inmediatamente después de terminadas las obras de construcción o del propósito para el cual fueron instaladas.
- c) Puesta a tierra de los equipos. Los equipos deberán ponerse a tierra de acuerdo con lo especificado en el subcapítulo 3.6.

4.5.2. Instalación en bandejas para Cables

4.5.2.1 Alcance

Unidad o conjunto de unidades o tramos con sus accesorios adecuados, fabricado de metal u otros materiales no combustibles que forman una estructura rígida para el soporte de cables y conductores. Las bandejas para cables incluyen los tipos de escaleras, de canales ventilados o no ventilados de fondo sólido y otras estructuras similares.

No es el propósito del presente acápite exigir que los cables y conductores se instalen en sistemas de bandejas para cables, ni el de reconocer el uso de las bandejas para cables como método general de instalación de todos los conductores descritos en el subcapítulo 4.2.

4.5.2.2 Usos permitidos

- a) Los siguientes cables se podrán instalar en bandejas para cables, con las condiciones descritas en el acápite señalado para cada uno.
 - Cables con aislante mineral y cubierta metálica (4.5.5)
 - Cables con cubierta metálica tipo AC (4.5.6)
 - Cables con cubierta metálica tipo MC(4.5.7)
 - Cables con cubierta no metálica (4.5.8)
 - Cables con pantalla y cubierta no metálica (5.4.9)
 - Cables para alimentadores subterráneos y circuitos derivados (4.5.10)
 - Cables de fuerza y de control para bandejas (4.5.11)
 - Otros cables multipolares montados en fábricas para control, señalización o fuerza y que estén específicamente aprobados para ser instalados en bandejas para cables y
 - Cualquier conductor contenido en tubo u otra canalización aprobada.

- b) En locales industriales, sólo cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado en i) y ii) a continuación, en bandejas para cables del tipo escalera o de canal ventilado.
 - i) Cables y conductores unipolares. Deberán ser de 120mm^2 o mayores; y de tipos RHH, RHW, con aislamiento de termoplástico o THW u otros que estén específicamente aprobados para su instalación en bandejas para cables. Cuando estén expuestos a los rayos directos del sol, los cables deberán ser resistentes a la luz solar.
 - ii) Cables multipolares. Cuando los cables con aislamiento de termoplástico estén expuesto a los rayos directos del sol, deberán ser resistentes a la luz solar.

- c) Se permitirá utilizar las partes metálicas de las bandejas para cables, según se define en la Tabla 4-XXX, como conductor de protección, únicamente en establecimientos comerciales e industriales, donde un mantenimiento y supervisión continuos aseguren que sólo personas calificadas atenderán la instalación de bandejas para cables.
- d) Las bandejas para cables en lugares peligrosos, deberán contener solamente los tipos de cables permitidos en 6.2.4, 6.34 y 6.4.3.

4.5.2.3 Prohibiciones

Las bandejas para cables no deberán utilizarse en pozos de ascensores o donde estén sujetos a severos daños materiales.

4.5.2.4 Requisitos de fabricación

Las bandejas para cables deberán estar aprobadas para el uso y deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Deberán tener una resistencia y rigidez adecuadas para proporcionar un soporte adecuado a los cables y conductores de la instalación.
- b) No deberán presentar bordes cortantes, rebabas o saliente que puedan dañar el aislamiento o la cubierta de los cables.
- c) Si son de metal, deberán ser adecuadamente protegidas contra la corrosión o deberán hacerse de material resistente a la corrosión.
- d) Deberán tener paredes laterales o elementos estructurales equivalentes.
- e) Deberán incluir accesorios u otros medios adecuados para cambios de dirección y de altura.

4.5.2.5 Instalación de bandejas.

- a) Las bandejas para cables deberán instalarse como un conjunto completo. La continuidad eléctrica del conjunto de bandejas y sus soportes para cables no deberá afectarse por las curvas o modificaciones hechas en la obra.
- b) Cada tramo de bandeja para cables deberá completarse antes de la instalación de los cables.
- c) Se deberá proveer soportes para evitar tensiones mecánicas sobre los cables cuando los mismos entren a otra canalización o cubierta desde el conjunto de bandejas para cable.
- d) En las porciones de tramos donde se requiere una protección adicional, deberán usarse tapas no combustibles o envolturas que proporcionen la protección requerida.
- e) Los cables y conductores multipolares de 600 V o menos pueden ser instalados en la misma bandeja para cables.

- f) Los cables mayores de 600 V no deberán ser instalados en la misma bandeja con cables y conductores de 600 V o menos deberán considerarse las siguientes excepciones:
 - i) Cuando estén separados por barreras fijas sólidas y no combustibles.
 - ii) Cuando sean cables de tipo MC o similar.
- g) Las bandejas para cables puede extenderse transversalmente a través de tabiques y paredes, o verticalmente a través de plataformas y pisos en lugares mojados o secos, donde las Instalaciones completas con los cables y conductores instalados estén hechas de acuerdo con los requisitos de 4.1.1.20.
- h) Las bandejas para cables deberán estar expuestas y ser accesibles, excepto lo permitido por 4.5.2.5 g)
- i) Deberá proveerse y mantenerse un espacio suficiente, cerca de las bandejas para cables, con el fin de permitir un acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables y conductores.

4.5.2.6 Puesta a tierra

- a) Las bandejas metálicas para cables que soporten conductores eléctricos deberán ser puestas a tierra como está requerido para las cubiertas de conductores en 3.6.
- b) Donde se utilicen bandejas de aluminio a cero como conductores de protección, se deberá cumplir con todas las Disposiciones siguientes:
 - i) Las secciones de bandejas para cables y sus accesorios deberán estar aprobadas para el uso.
 - ii) La sección mínima transversal de la bandeja para cables deberá estar de acuerdo con los requisitos de la Tabla 4-XXX.
- iii) Todos los tramos de bandejas para cables y sus accesorios llevar marcas legibles y duraderas que indiquen la sección recta del metal en las bandejas para cables del tipo canal o en las bandejas fabricadas de una sola pieza y la sección recta total de las paredes de ambos lados para bandejas del tipo escalera o canal ventilado.
 - iv) Los tramos de bandejas para cables, los accesorios y canalizaciones conectadas , deberán puentearse de acuerdo con 3.6.8.4, utilizando conectores mecánicos con pernos aprobados para el uso o puentes de unión de sección calculada e instalados de acuerdo con 3.6.8.7.

4.5.2.7 Instalación de Cables

- a) Los empalmes de cables y conductores realizadas según métodos aprobados, podrán estar ubicados dentro de bandejas para cables, siempre que sean accesibles y no sobresalgan por las paredes de las bandejas.

- b) En tramos no horizontales, los cables y conductores deberán fijarse de manera segura a los elementos transversales de las bandejas.
- c) No deberá requerirse una caja cuando los cables o conductores son instalados en tubos con boquillas utilizada como soportes o protección contra daños materiales.

Tabla 4XXX
SUPERFICIE METÁLICA REQUERIDA EN LAS BANDEJAS PARA
CABLES UTILIZADAS
COMO CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente más grande que protege cualquier circuito en la bandeja para cables A	Sección transversal mínima de metal* (cm ²)	
	Bandejas de acero	Bandeja de aluminio
0 - 60	1.30	1.30
61 - 100	2.60	1.30
101 - 200	4.50	1.30
201 - 400	6.50	2.60
401 - 600	9.70**	2.60
601 - 1000	-	3.90
1001 - 1200	-	6.50
1201 - 1600	-	9.70
1601 - 2000	-	12.90**

* La sección transversal total de ambas paredes laterales para bandejas del tipo escalera o canal ventilado; o la sección transversal mínima del metal de bandejas para cables del tipo canal no ventilado o fabricadas de una sola pieza.

**Las bandejas de acero no deberán ser usadas como conductores de protección para circuitos protegidos a más de 600 A. Las bandejas de aluminio no deberán usarse como conductores de protección, para circuitos protegidos a más de 2000 A.

- d) Cuando cables unipolares incluyendo los conductores de fase o neutro de un circuito son conectados en paralelo como está permitido en 4.2.1.5. los conductores deberán ser instalados en grupos compuestos de no más de un conductor por fase o neutro, para impedir un desequilibrio de corriente en los conductores en paralelo, debido a la reactancia inductiva.

Los cables y conductores unipolares deberán fijarse de manera segura en grupos de circuitos para impedir movimientos excesivos debidos a fuerza magnética en caso de corrientes de falla, excepto cuando los cables y conductores unipolares se trenzan juntos, tal como en los cables tríplex.

4.5.2.8 Números de cables multipolares de 2000 V o menos en bandejas para cables.

El número de cables multipolares de 2000V o menos, permitido en una sola bandeja para cables no deberá exceder los requisitos del presente inciso.

- a) Cuando las bandejas del tipo escalera o canal ventilado contienen cables multipolares de fuerza o de alumbrado, o cualquier combinación de cables multipolares de fuerza, alumbrado, control y señalización, el número máximo de cables deberá cumplir con lo indicado a continuación:
 - i) Cuando todos los cables son de sección de 120 mm^2 o mayores, la suma de los diámetros de los cables no deberá sobrepasar el ancho de la bandeja y los cables deberán ser instalados en una sola capa.
 - ii) Cuando todos los cables son de sección menor de 120 mm^2 o mayores, la suma de las secciones rectas de todos los cables no deberá sobrepasar el valor máximo de ocupación indicado en la columna 1 de la Tabla 4-XXXI, para el ancho adecuado de bandeja para cables.
 - iii) Cuando se instalen cables de 120 mm^2 o mayores de una misma bandeja con cables de secciones menores de 120 mm^2 la suma de las secciones rectas de todos los cables menores de 120 mm^2 no deberá sobrepasar el valor máximo de ocupación que resulte de cálculo de la columna 2 de la Tabla 4-XXX, para el ancho adecuado de bandejas para cables. Los cables de secciones de 120 mm^2 y mayores deberán ser instalados en una sola capa y no se colocarán otros cables sobre ellos.
- b) Cuando la bandeja del tipo escalera o canal ventilado tenga una profundidad interior utilizable de 15cm. o menos, y contiene solamente cables multipolares de control y/o señalización, la suma de las secciones rectas de todos los cables en cualquier punto no deberá sobrepasar el 50% de la sección recta interior de la bandeja para cables. Para calcular la sección recta de cualquier bandeja para cables deberá usarse una profundidad de 15cm. Aún cuando dicha profundidad real sea mayor de 15cm.
- c) Cuando las bandejas para cables del tipo de fondo sólido contengan cables multipolares de fuerza o alumbrado, o una combinación de cables de fuerza, alumbrado, control y señalización, el número máximo de cables deberá cumplir con lo indicado a continuación:
 - i) Cuando todos los cables son de sección de 120 mm^2 o mayores, la suma de los diámetros de todos los cables no deberá sobrepasar el 90% del ancho de la bandeja y los cables deberán ser instalados en una sola capa.

- ii) Cuando todos los cables son de sección menor de 120 mm^2 , la suma de las secciones rectas de todos los cables no deberá sobrepasar el valor máximo de ocupación indicado en la columna 3 de la Tabla 4-XXX, para el ancho adecuado de bandeja para cables.
 - iii) Cuando se instalen cables de 120 mm^2 o mayores en una misma bandeja con cables de secciones menores de 12 mm^2 la suma de las secciones rectas de todos los cables menores de 120 mm^2 no deberá sobrepasar el valor máximo de ocupación que resulte del cálculo de la columna 4 de la Tabla 4-XXX. Para el ancho adecuado de bandeja para cables. Los cables de 120 mm^2 y mayores deberán ser instalados en una sola capa y no se colocarán otros cables sobre ellos.
- d) Cuando una bandeja para cables del tipo de fondo sólido, tenga una profundidad interior utilizable de 15 cm. o menos, y contiene solamente cables multipolares de control y/o señalización, la suma de las secciones rectas de todos los cables en cualquier punto no deberá sobrepasar el 40% de la sección recta interior de la bandeja para cables. Para calcular la sección recta de cualquier bandeja para cables deberá usarse una profundidad de 15cm. aún cuando dicha profundidad real sea mayor de 15cm
- e) Cuando una bandeja del tipo canal ventilado contenga cables multipolares de cualquier tipo, la sección recta combinada de todos los cables no deberá sobrepasar de 8.40 cm^2 en bandejas con ancho de canal de 7.5 cm ó 16 cm^2 en bandejas con ancho de canal de 10 cm., excepto cuando se instale solamente un cable multipolar en una bandeja del tipo canal ventilado, en cuyo caso la sección recta del cable no deberá sobrepasar de 15 cm^2 en bandejas con ancho de canal de 7.5 cm. ó 29 cm^2 en bandejas con ancho de canal de 10cm.

4.5.2.9 Número de cables y conductores unipolares, de 2000V ó menos en bandejas para cables.

El número de cables y conductores unipolares permitidos en una sola bandeja para cables no deberá exceder los requisitos del presente inciso. Los conductores unipolares o las agrupaciones de conductores deberán ser uniformemente distribuidos a lo ancho de la bandeja.

- a) Cuando las bandejas del tipo escalera o canal ventilado contienen cables y conductores unipolares, el número máximo de estos, deberá cumplir con lo indicado a continuación:
 - i) Cuando todos los cables son de secciones de 500 mm^2 . O mayores, la suma de los diámetros de todos los cables unipolares no deberá sobrepasar el ancho de la bandeja.
 - ii) Cuando todos los cables son de secciones menores de 500 mm^2 . O mayores, la suma de las secciones rectas de todos los cables

unipolares no deberá sobrepasar el valor máximo de ocupación indicado en la columna 1 de la Tabla 4-XXX, para el ancho adecuado de bandeja para cables.

iii) Cuando se instalen en una misma bandeja cables de 500mm^2 la suma de las secciones rectas de todos los cables de sección menor de 500 mm^2 no deberá sobrepasar el valor máximo de ocupación que resulte del cálculo de la columna 2 de la Tabla 4-XXX , para el ancho adecuado de bandeja para cables.

b) Cuando una bandeja del tipo canal ventilado contenga cables unipolares con ancho de canal de 10cm. la suma de los diámetros de todos los cables unipolares no deberá sobrepasar el ancho interior de la bandeja.

Tabla 4-XXXI
OCUPACIÓN MÁXIMA EN SECCIÓN TRANSVERSAL PARA CABLE MULTIPOLARES EN BANDEJAS PARA CABLES DE TIPO ESCALERA, CANAL VENTILADO O DE FONDO SÓLIDO – PARA CABLES DE 2000 V O MENOS

Ancho interior de la bandeja cm	Ocupación máxima en cm^2 para cables multipolares			
	Bandejas tipo escalera o canal ventilado párrafo 4.5.2.8 a)		Bandejas tipo escalera o canal sólido párrafo 4.5.2.8 c)	
	Col. 1- aplicable solamente para la cláusula 4.5.2.8 a) ii) cm^2	Col. 2* - aplicable solamente para la cláusula 4.5.2.8 a) iii) cm^2	Col. 3 - aplicable solamente para la cláusula 4.5.2.8 c) ii) cm^2	Col. 4* - aplicable solamente para la cláusula 4.5.2.8 c) iii) cm^2
15	45	$45 - (3Sd)^{**}$	35	$35 - Sd^{**}$
30	90	$90 - (3Sd)$	70	$70 - Sd$
45	135	$135 - (3Sd)$	105	$105 - Sd$
60	180	$180 - (3Sd)$	142	$142 - Sd$
75	225	$225 - (3Sd)$	177	$177 - Sd$
90	270	$270 - (3Sd)$	213	$213 - Sd$

* Las ocupaciones máximas de las columnas 2 y 4 deberán calcularse según la fórmula indicada. Por ejemplo, la ocupación máxima en cm^2 para una bandeja de 15cm. de ancho, en la columna 2 deberá ser 45 menos ($3xSd$),

** El término Sd de las columnas 2 y 4 es igual a la suma de los diámetros, en cm, de todos los cables multipolares de 120 mm^2 y mayores , que estén en una misma bandeja con cables de secciones menores.

Tabla 4-XXXII
OCUPACIÓN MÁXIMA EN SECCIÓN TRANSVERSAL PARA CABLES Y
CONDUCTORES UNIPOLARES EN BANDEJAS PARA CABLES DE TIPO
ESCALERA O CANAL VENTILADO – PARA CABLES DE 2000 V O
MENOS

Ancho interior de la bandeja cm	Ocupación máxima en cm ² para cables y conductores unipolares en bandejas tipo escalera o canal ventilado	
	Col. 1- aplicable solamente al párrafo 4.5.2.9 a) ii) cm ²	Col. 2* - aplicable solamente al párrafo 4.5.2.9 a) iii) cm ²
15	42	42 – (2.8 Sd)**
30	84	84 – (2.8 Sd)
45	125	125 – (2.8 Sd)
60	167	167 – (2.8 Sd)
75	210	210 – (2.8 Sd)
90	250	250 – (2.8 Sd)

* La ocupación máxima de la columna 2 deberá calcularse según la fórmula indicada, Por ejemplo, la ocupación máxima en cm², para una bandeja de 15 cm. de ancho en la columna 2 deberá ser 42 menos (2.8xSd).

** El término Sd de la columna 2 es igual a la suma de los diámetros, en cm. de todos los cables unipolares de 500 mm². y mayores, que estén en una misma bandeja del tipo escalera o canal ventilado con cables de secciones menores.

4.5.2.10. Capacidad de corrientes de cables de 2000 V o menos, en bandeja para cables.

Los factores de corrección que estén de acuerdo con 4.2.3 g) no se aplicarán a las capacidades de corriente de cables en bandejas para cables.

- a) Cables multipolares. Las capacidades de corriente de los cables multipolares de 2000 V o menos, instalados de acuerdo a los requisitos indicados en 4.5.2.8 deberán cumplir con las capacidades de corriente indicadas en la Tabla 4-V; se exceptúa las bandejas para cables que estén completamente cubiertas en longitud mayores de 1.80m. con tapas sólidas sin ventilación, en las cuales se permitirá solamente el 95 % de las capacidades de corriente indicadas en la Tabla 4-V para cables multipolares.
- b) Cables y conductores unipolares. La capacidad de corriente de los cables unipolares o de conductores trenzados (triplex, cuádruplex, etc) de 2000 V o menos deberá cumplir con lo indicado a continuación:
 - i) Cuando los cables unipolares de 300 mm² y mayores se instalen de acuerdo con los requisitos de 4.5.2.9 en bandejas

para cables sin tapa, las capacidades de corriente no deberán sobrepasar el 75% de las capacidades de corrientes indicadas en la Tabla 4-VI. Cuando las bandejas para cables estén completamente cubiertas con longitudes mayores de 1.80 m. con tapas sólidas sin ventilación, las capacidades de corriente para cables de 300 mm². Y mayores no deberá sobrepasar el 70% de la capacidades de corriente indicadas en la Tabla 4-VI.

ii) Cuando los cables unipolares de 120mm² hasta 240 mm²,. Se instalen de acuerdo con los requisitos de 4.5.2.9 en bandejas para cables sin tapa, las capacidades de corriente no deberán sobrepasar el 65 % de la capacidades de corriente indicadas en la Tabla 4-VI. Cuando las bandejas para cables estén completamente cubiertas con longitudes mayores de 1.80 con tapas sólidas sin ventilación, las capacidades de corriente para cables de 120 mm² hasta 240 mm² no deberá sobrepasar el 60% de las capacidades de corriente indicadas en la Tabla 4-VI.

iii) Cuando los cables unipolares se instalen en una sola capa en bandejas para cables sin tapa, con una separación mantenida no menor del diámetro de un cable entre conductores individuales, la capacidad de corriente de cables de 120 mm² y mayores no deberá sobrepasar las capacidades de corriente indicadas en la Tabla 4-VI.

4.5.2.11 Número de Cables de 2001 V o mayores, en bandejas para cables.

El número de cables permitido en una sola bandeja no deberá exceder los requisitos del presente inciso.

La suma de los diámetros de los cables multipolares y conductores unipolares no deberá sobrepasar el ancho de la bandeja, y estos deberán ser instalados en una sola capa. Cuando los cables o conductores aislados unipolares son trenzados o en circuitos agrupadas juntos, la suma de los diámetros de los conductores unipolares no deberá sobrepasar el ancho de la bandeja y estos grupos deberán ser instalados en un arreglo de una sola capa.

4.5.2.12 Capacidad de corriente de cables de 2001 V o mayores en bandejas para cables.

La capacidad de corriente del cable de 2001 V o mayores instalados de acuerdo a los requisitos indicados en 4.5.2.11, no deberá exceder los requisitos del presente inciso.

a) Cables multipolares de 2001 V o mayores. Para las capacidades de corriente de los cables multipolares podrán adoptarse las capacidades garantizadas por los fabricantes.

- b) Cables y conductores unipolares de 2001 V o mayores. Las capacidades de corriente de los cables, o conductores aislados trenzados deberán cumplir con lo indicado a continuación:
 - i) Las capacidades de corriente para cables y conductores unipolares de secciones de 120 mm^2 . En bandejas para cables sin tapa, no deberá sobrepasar el 75 % de las capacidades de corriente indicadas en las Tablas 4-XVIII y 4-XIX. Cuando las bandejas para cables estén cubiertas en longitudes mayores de 1.80 con tapas sólidas sin ventilación, las capacidades de corriente para secciones de 120 mm^2 . Y mayores no deberá sobrepasar el 70% de las capacidades de corriente indicadas en las Tablas 4-XVIII y 4-XIX.
 - ii) Cuando los cables unipolares se instalen en una sola capa en bandejas para cables sin tapa, con una separación mantenida no menor del diámetro de un cable entre conductores individuales, la capacidad de corriente de cables de 120 mm^2 y mayores no deberá sobrepasar las capacidades de corriente indicadas en las Tablas 4-XVIII y 4-XIX.

4.5.3. Instalaciones a la Vista sobre Aisladores

4.5.3.1. Definición

Método de instalación al descubierto que emplea abrazaderas, aisladores, tubos pesados, liviano o flexible, para la protección y soporte de conductores aislados ya sea en el interior o en el exterior de Edificaciones pero no ocultas por la estructura.

4.5.3.2 Otros acápite aplicables

Las Instalaciones a la vista sobre aisladores deberán cumplir con el presente acápite y también con las Disposiciones aplicables de otros acápite del presente Tomo, especialmente con los subcapítulos 3.4 y 4.1.

4.5.3.3 Usos permitidos

Pueden utilizarse en sistemas con tensión nominal de 600 V o menos en locales industriales, en granjas en el interior o en el exterior en locales secos o mojados, donde estén sometidas a vapores corrosivos, y para acometidas.

4.5.3.4. Instalación de conductores

- a) Tipo. Deberán ser del tipo especificado en 4.2
- b) Capacidad de corriente. Las capacidades de corriente deberán cumplir con la Tabla 4-VI y con los párrafos de 4.2.3 aplicables a dicha Tabla.

- c) Soporte de conductores. Los conductores deberán estar rígidamente soportados sobre materiales aislantes no combustibles ni absorbentes y no deberán hacer contacto con cualquier objeto. Los soportes deberán ser instalados como se indica a continuación.
- i) Dentro de una distancia de 15 cm. desde un empalme o derivación.
 - ii) Dentro de una distancia de 30 cm. de una conexión terminal a una roseta , portalámpara o tomacorriente.
 - iii) En intervalos no mayores de 1.40 m. y a distancias menores, cuando sea necesario proporcionar un mayor soporte donde puedan haber deterioros.
 - iv) Los soportes para conductores de 6 mm^2 . O mayores instalados a través de espacios, abiertos, pueden tener distancia no mayor de 4.50 m. si están dotados de separadores aislantes no combustibles ni absorbentes, colocados a distancias no mayores de 1.40 m para mantener una separación de por lo menos 6cm entre conductores.
 - v) Donde nos sea probable que haya deterioros en Edificaciones con pisos de tabloncillos gruesos sobre vigas grandes de madera, se permitirá usar conductores de 6 mm^2 y mayores soportados en cada travesados de madera sobre aisladores aprobados, manteniendo una separación de 15 cm. Entre conductores.
 - vi) En locales industriales sólo cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado atenderá la instalación, se podrá instalar conductores de secciones de 120 mm^2 . Y mayores a través de espacios abiertos cuando estén soportados a intervalos no mayores de 9 m.
- d) Montaje de los soportes de conductores cuando usen clavos para la fijación de aisladores, estos no deberán ser de longitud menor de 7cm. cuando se utilicen tornillos para la fijación de aisladores o tornillos o clavos para montar abrazaderas estos deberán tener una longitud lo suficientemente grande para penetrar la madera hasta una profundidad por lo menos igual a la mitad de la altura de aislador. Con los clavos deberán emplearse arandelas amortiguadoras.
- e) Conductores de amarre. Los conductores de 6 mm^2 . o mayores soportados por aisladores sólidos deberán estar firmemente atados a ellos por conductores de amarre que tengan un aislamiento equivalente al de los conductores atados.
- f) Tubo no metálico liviano flexible. En lugares secos donde no estén expuestos a fuertes daños materiales, se permitirá que cada conductor puede instalarse separadamente en tubo no metálico

liviano flexible. El tubo deberá ser de longitud continua no mayor de 4.50 m y asegurado a la superficie por grapas en intervalos no mayores de 1.40 m.

- g) Pasos a través de paredes, piso, elementos de madera. Las Instalaciones a la vista deberán estar separadas del contacto con paredes pisos, elementos de madera o tabiques a través de ellos cuales pasan, por medio de tubos o boquillas de materiales aislante, no combustible ni absorbente. Cuando la boquilla es más corta que el agujero, deberá insertarse en el agujero un manguito a prueba de agua de material no inductivo, con una boquilla aislante en cada extremo, para mantener a los conductores fuera de contacto con el borde del manguito. Cada conductor deberá estar en un tubo o manguito individual.
- h) Separación de tuberías conductores expuestos . Los conductores a la vista deberán estar separados en por lo menos 5 cm. de tubos de metal, u otros materiales conductores, y de conductores expuestos de Instalaciones de alumbrado, fuerza o señalización o deberán fijarse firmemente con esta separación por un material de conductor, adicional al aislamiento de los conductores. Cuando se usa un tubo aislante deberá estar asegurado en los terminales. Donde sea factible los conductores deberán pasara por encima, en vez de por debajo, de cualquier tubería que pueda presentar fugas o acumulación de humedad.
- i) Entrada a lugares sujetos a mojaduras, humedad o vapores corrosivos. Los conductores que entran o salen de lugares sujetos a mojaduras, humedad o vapores corrosivos deberán tener curvas de goteo y pasarán inclinadas en sentido ascendente desde fuera de la edificación, o desde lugares expuestos a mojaduras, humedad o vapores corrosivos a través de tubos aislantes no combustibles ni absorbentes.
- j) Protección de daños materiales . Los conductores dentro de los 2.10 desde el piso, deberán ser considerados expuestos a daños materiales. Cuando los conductores a la vista cruzan vigas de techo y columnas y estén expuestos a daños materiales deberán ser protegidos por uno de los métodos siguientes:
 - i) Por listones laterales de por lo menos 2.2 cm. de espesor y de una altura por lo menos igual a la de los aisladores, situados en cada lado de la instalación y próximos a ella.
 - ii) Por una Tabla de soporte resistente, de un espesor mínimo de 1.3 cm. colocada detrás de los conductores con protecciones laterales. La Tabla de fondo deberá sobresalir por lo menos 2.5 cm. de los conductores pero no más de 5 cm. y las protecciones

- laterales deberán ser por lo menos de 5 cm. de altura y 2.2cm. de espesor.
- iii) Por medio de una caja hecha como se indica en los párrafos anteriores y suministrada con una tapa que esté por lo menos 2.5cm. separado de los conductores interiores. Cuando se protegen conductores verticales tendidos sobre paredes laterales, la caja deberá estar cerrada por la parte de arriba y serán taladrados los orificios para que pasen los conductores a través de ellos.
 - iv) Mediante tubo metálico pesado, intermedio o liviano, en cuyo caso deberán aplicarse los requisitos de 4.5.1.4. 4.5.15 ó 4.5.17. También pueden instalarse en cualquier tubería metálica en cuyo caso los conductores deberán ser instalados dentro de un tubo liviano flexible del tipo aprobado que sea continuo. Los conductores que pasen a través de cubiertas de metal deberán ser agrupadas en forma tal que el flujo resultante de las corrientes en los conductores sea aproximadamente nulo.
- l) Desvanes y espacios bajo techo. Los conductores en desvanes y espacios bajo techo sin acabados, deberán cumplir con lo indicado en i) o ii) a continuación.
- i) Lugares accesibles por escaleras fijas o portátiles. Los conductores deberán ser instalados a lo largo de vigas, travesaños o columnas y a través de agujeros hechos en estos elementos. Cuando pasen por estos agujeros, deberán estar a una altura no menos de 2.10 m. del piso y deberán ser protegidos por Tablas de soporte que sobresalgan por lo menos 2.5 cm. a ambos lados de los conductores, las cuales deberán asegurarse firmemente. Las Tablas de soporte y listones no deberán ser requeridos cuando los conductores son instalados a lo largo de vigas , travesaños o columnas.
 - ii) Lugares no accesibles por escaleras fijas o portátiles. Los conductores deberán ser instalados a lo largo de vigas, travesaños o columnas y a través de agujeros hechos en estos elementos, excepto las Edificaciones terminadas antes de efectuar las Instalaciones eléctricas, y que en ningún punto tengan alturas de techo menores de 1.00 m.
 - iii) Lugares no accesibles por escaleras fijas o portátiles. Los conductores deberán ser instalados a lo largo de vigas travesaños o columnas y a través de agujeros hechos en estos elementos, excepto las Edificaciones terminadas antes de efectuar las Instalaciones eléctricas, y que en ningún punto tengan alturas de techo menores de 1.00 m.

4.5.3.5. Interruptores

Los interruptores de palanca de montaje tipo superficie deberán ser instalados de acuerdo con 4.9.1.10 a) y no requerirán cajas. Los interruptores de otros tipos deberán ser instalados de acuerdo con 4.9.1.4.

4.5.4. Instalaciones Ocultas sobre Aisladores.

4.5.4.1 Definición

Método de instalación que emplea aisladores, tubo pesado o tubo no metálico liviano flexible, para la protección y soporte de conductores aislados ocultos en espacios huecos de paredes y techos de Edificaciones.

4.5.4.2 Otros Acápites aplicables.

Las Instalaciones ocultas sobre aisladores, deberán cumplir con el presente acápite y también con las Disposiciones aplicables de otros acápites del presente Tomo. Especialmente con el subcapítulo 4.1.

4.5.4.3 Usos permitidos

Este método de instalación puede ser utilizado solamente para extensiones de Instalaciones existentes y en otros lugares con permiso especial en las condiciones siguientes.

- a) En espacios huecos de paredes y techos
- b) En desvanes y espacios bajo techo, como aparece indicado en 4.5.4.5.h).

4.5.4.4. Prohibiciones

Este método de instalación no deberá utilizarse en garajes comerciales, teatros y lugares similares estudios de cine, o lugares peligrosos.

4.5.4.5. Instalación de conductores

- a) Tipo. Los conductores deberán ser uno de los tipos especificados en 4.2.
- b) Capacidades de corriente. Las capacidades de corriente deberán cumplir con la Tabla 4-VI y con los párrafos 4.2.3 aplicables a dicha Tabla.
- c) Soportes de conductores. Los conductores deberán estar rígidamente soportados sobre materiales aislantes no combustibles ni absorbentes y no deberán hacer contacto con ningún objeto. Los soportes deberán ser instalados como se indica a continuación:
 - i) Dentro de una distancia de 15 cm. de cada lado de un empalme o derivación; y

- ii) A intervalos no mayores de 1.40 m.
Cuando no sea factible proveer soportes en lugares secos, se permitirá colocar los conductores en espacios huecos si cada conductor está individualmente dentro del tubo no metálico liviano flexible. El tubo deberá ser de longitud continua entre soportes, entre cajas o entre un soporte y una caja.
- d) Conductores de amarre. Cuando se usen aisladores sólidos, los conductores deberán estar firmemente atados a ellos por conductores de amarre que tengan un aislante equivalente al de los conductores atados.
- e) Separaciones entre conductores. Cuando sea factibles los conductores deberán tenderse individualmente en vigas, travesaños o columnas deberá mantenerse una separación no menor de 7.5 cm. entre conductores y no menor de 2.5 cm. entre cada conductor y la superficie sobre la cual pasa.
Cuando el espacio es demasiado reducido para proporcionar las separaciones mínimas indicadas anteriormente, tales como en medidores, tableros, cajas de salida y puntos de interruptores, los conductores deberán colocarse individualmente dentro del tubo no metálico liviano flexible, el cual deberá ser de longitud continua entre el último soporte o caja y el punto terminal.
- f) Pasos a través de paredes, piso, elementos de madera, etc. Los conductores deberán cumplir con 4.5.3.5.g) cuando pasen por agujeros en elementos estructurados. Cuando pasen a través de vigas de madera en tabiques, los conductores deberán ser protegidos con tubos aislantes no combustibles ni absorbentes que se extiendan 7.5 cm. más allá del elemento de madera.
- g) Separación de tuberías conductores expuestos, etc. Los conductores deberán cumplir con 4.5.3.4 h) para las separaciones de otros conductores, tuberías expuestas, etc.
- h) Desvanes y espacios bajo techo. Los conductores en desvanes y espacios bajo techo sin acabados deberán cumplir con lo indicado en i) o ii) a continuación:
 - i) Lugares accesibles por escaleras fijas o portátiles. Los conductores deberán ser instalados a lo largo de vigas, travezaños o columnas y a través de agujeros hechos en estos elementos. Cuando pasen por estos agujeros deberán estar a una altura no menor de 2.10 del piso y deberán ser protegidos por Tablas de soporte que sobresalgan por lo menos 2.5 cm. a ambos lados de conductores, las cuales deberán asegurarse firmemente. Las Tablas de soporte y los listones no deberán ser

requeridos cuando los conductores, son instalados a lo largo de vigas, travesaños o columnas.

- ii) Lugares no accesibles por escaleras fijas o portátiles. Los conductores deberán ser instalados a lo largo de vigas, travesaños o columnas y a través de agujeros hechos en estos elementos, excepto las Edificaciones terminadas antes de efectuar las Instalaciones eléctricas y que en ningún punto tengan alturas de techo menores de 1m.

4.5.4.6 Empalmes

Los empalmes deberán ser soldados, a menos que se utilicen dispositivos de empalme aprobados. No deberá utilizarse empalmes del tipo de tensión mecánica.

4.5.4.7. Cajas

las cajas de salida deberán cumplir con 4.6.

4.5.4.8. Interruptores

Los interruptores deberán cumplir con 4.91.4. y 4.9.1.10b.

4.5.5. Instalación de cables con Aislante Mineral y Cubierta Metálica, Tipo MI o Similar.

4.5.5.1 Definición

Cable hecho en fábrica de uno o más conductores aislados con un aislamiento refractante altamente comprimidos, estando éste a su vez en una cubierta metálica de cobre hermética a los líquidos y a los gases.

4.5.5.2 Otros acápites aplicables.

Los cables de tipo MI o similares deberán cumplir con el presente acápite y también con las Disposiciones aplicables de otros acápites del presente Tomo, especialmente con el subcapítulo 4.1.

4.5.5.3. Uso permitidos

- Los cables tipo MI o similares se pueden utilizar como se indica a continuación:
- En acometidas, alimentadores y circuitos derivados
- En lugares secos, mojados o constantemente húmedos.
- En interiores o exteriores
- En Instalaciones a la vista u ocultas
- Empotrados en yeso, concreto, relleno u otra mampostería, sea que esté encima o debajo del nivel del terreno.
- En lugares peligrosos
- Donde estén expuestos a aceite o gasolina

- Donde estén expuestos a condiciones corrosivas que no deterioren su cubierta.
- En tramos subterráneos, si están adecuadamente protegidos contra daños materiales y condiciones corrosivas.

4.5.5.4 Prohibiciones.

Los cables MI o similares no deberán usarse donde estén expuestos a condiciones corrosivas dañinas, excepto cuando estén protegidos por materiales adecuados para dichas condiciones.

4.5.5.5. Instalación

- a) Lugares mojados cuando estén instalados en lugares mojados, los cables de tipo MI o similares deberán cumplir con 4.1.1.6c)
- b) A través de vigas columnas o travesaños. Los cables tipo MI o similares deberán cumplir con 4.1.1.4. cuando se instalen a través de vigas, columnas, travesaños o piezas de madera similares.
- c) Soporte. Los cables tipo MI similares deberán estar soportados firmemente en intervalos no mayores de 1.80 m. con bridas, grapas, abrazaderas o accesorios similares, diseñados e instalados de manera que no dañen los cables, excepto cuando el cable tenga que instalarse jalándose.
- d) Curvas todas las curvas deberán hacerse de manera que los cables no se dañen. Los radios internos de las curvas no deberán ser menores de 5 veces del diámetro del cable.
- e) Accesorios. Cuando los cables tipo MI o similares se conecten a cajas gabinetes u otros equipos, los accesorios deberán cumplir con lo indicado en 4.1.1.19 para evitar calentamientos por inducción.
- f) Sellado de terminales. Deberán sellarse todos los terminales de cable tipo MI o similar inmediatamente después de poner los conductores al descubrimiento, para impedir la entrada de humedad en el mineral aislante. Los conductores que se extiendan más allá de la cubierta, deberán aislarse con un tipo de material aislante aprobado.

4.5.5.6 Requisitos de fabricación

- a) Conductores. Los conductores deberán ser de cobre sólido y sus secciones rectas corresponderán a las secciones normales indicadas en 4.2.
- b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores deberá ser un mineral refractante altamente comprimido, dentro del cual los conductores tendrán la separación adecuada.

- c) Cubierta exterior. La cubierta exterior deberá ser de cobre y de construcción continua, para así proveer protección mecánica, sellada contra la humedad y ofrecer un camino adecuado a los fines de puestas a tierra.

4.5.6. Cable con Cubierta Metálica, tipo AC o similar

4.5.6.1 Definición

Cable hecho en fabrica como un conjunto de conductores aislados dentro de una cubierta metálica flexible.

4.5.6.2 Otros acápites aplicables.

Los cables tipo AC o similares deberán cumplir con el presente acápite y también con las Disposiciones aplicables de otros acápites del presente tomo, especialmente con el subcapítulo 4.1.

4.5.6.3 Usos permitidos

A menos que se especifique otra cosa en alguna parte del presente Tomo y cuando no esté sujeto a daños materiales el cable tipo AC o similar se puede instalar en circuitos derivados y alimentadores, tanto en Instalaciones a la vista como ocultas.

El cable tipo AC o similar se puede usar en lugares secos, extensiones bajo yeso según está prevista en 4.5.13 y empotrado en el acabado de yeso sobre ladrillo u otra mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados. Este cable puede ir o fijarse en los espacios huecos de los bloques de mampostería o paredes de arcilla. Cuando dichas paredes estén expuestas o sujetas a humedad excesiva o estén por debajo del nivel del suelo, deberá usarse el cable tipo AC con cubierta de plomo. Este cable deberá tener conductores con cubierta de plomo si se usa en lugares expuestos a la intemperie o a una continua humedad, para tramos subterráneos en canalizaciones y empotrados en mampostería, concreto o relleno en Edificaciones en curso de construcción o cuando estén expuestos a aceite u otras condiciones que tengan un efecto deteriorante sobre el aislamiento.

4.5.6.4 Prohibiciones

- El cable tipo AC o similar no deberá ser usado cuando esté expresamente prohibido en el presente Tomo, incluyendo:
- En teatros y locales similares, excepto lo señalado en 6.11
- En estudios de cine.
- En cualquier lugar peligroso
- Donde estén sujetos a vapores o humos corrosivos
- En grúas o elevadores de cargas, excepto lo previsto en 5.9.2.3 a) iii).
- En cuartos de baterías de acumuladores

- En pozos de ascensores o sobre elevadores, excepto lo previsto en 5.9.3.3.
- En garajes comerciales donde lo prohíbe el subcapítulo 6.5 se exceptúa lo indicado en 6.2.4.2. e)

El cable tipo AC con cubierta de plomo no deberá usarse directamente enterrado.

4.5.6.5. Fabricación

- a) El cable tipo AC o similar deberá ser un cable aprobado con una cubierta metálica aceptable. Los conductores aislados deberán cumplir con lo indicado en 4.5.6.5 b).

Los cables tipo AC o similares son cables para circuitos derivados y alimentadores, con cubierta de cinta metálica flexible. Los cables del tipo AC o similares excepto el tipo AC con cubierta de plomo deberán tener una cinta interna del puenteado de cobre, en íntimo contacto con la cubierta en toda su longitud.

- b) Conductores. Los conductores aislados deberán ser de algunos de los tipos indicados en la Tabla 4-IV, Además, los conductores deberán tener una cubierta exterior fibrosa resistente a la humedad y retardante de la llama. Para el tipo AC con cubierta termoplástica, el revestimiento resistente a la humedad deberá ser requerido solamente para los conductores individuales.
- c) Deberán aplicarse las Disposiciones de 4.2.1.11 para el marcado del cable tipo AC o similar.

4.5.6.6. Instalación

- a) Soportes. El Cable tipo AC o similar deberá estar soportado firmemente con bridas grapas, abrazaderas o accesorios similares, diseñados e instalados de manera que no dañen el cable, a distancia no mayores de 1.40m y a distancias menores de 0.30m. desde cada caja de salida o accesorio.

Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- i) Cuando el cable tenga que instalarse jalándose
 - ii) En longitudes no mayores de 0.60m. de los terminales donde la flexibilidad es necesaria.
- b) Instalación a la vista. Los tendidos de cable a la vista deberán hacerse en la superficie de las paredes o en listones excepto:
 - i) En longitudes no mayores de 0.60m.. de los terminales donde la flexibilidad es necesaria.
 - ii) En la parte inferior de las vigas en sótanos, donde están soportados en cada viga y ubicados de manera que no estén sujetos a daños materiales.

- c) A través de viga, columnas, y travesaños. El cable tipo AC o similar deberá cumplir con 4.1.1.4 cuando se instalen a través de vigas , columnas, travesaños o piezas de madera similares.
- d) En desvanes accesibles los cables tipo AC o similares en desvanes o espacios bajo techo accesibles deberán ser instalados como está especificado en i) y ii) a continuación:
 - i) Cuando se tienden en techos sobre las vigas o a una distancia no mayor de 2.10m del piso o del tope de las vigas, el cable deberá ser protegido por medio de listones resistentes de una altura por lo menos igual al diámetro del cable. Cuando este espacio no es accesible por escalera la protección solamente deberá ser requerida para distancias dentro de 1.80 m del punto mas próximo a la trampa de entrada del desván.
 - ii) Cuando se tienden a lo largo de las columnas, vigas, o travesaños, no deberá requerirse protección de listones ni de Tablas.
- e) Curvas. Todas las curvas deberán hacerse de manera que el cable no se dañe y el radio interior de cualquier curva no deberá ser menor que cinco veces el diámetro del cable tipo AC o similar.
- f) Cajas y accesorios. En todos los puntos en que termine la cubierta del cable tipo AC o similar deberá ser provisto un accesorio que proteja a los conductores de la abrasión a menos que las cajas o accesorios de salida sean de un diseño tal que den protección equivalente y además, deberá proveerse una boquilla aislante o su protección equivalente aprobada entre los conductores y la cubierta. El conector o grapa que se emplea para fijar el cable a las cajas de salida o gabinetes, deberá ser un diseño tal que la boquilla aislante o su equivalente sea visible por inspección. Esta boquilla no deberá requerirse con cables con cubierta de plomo que sean instalados de manera que la cubierta de plomo sea visible por inspección. Donde se haga el cambio del cable tipo AC o similar a otros métodos de instalación de cable o canalización deberá instalarse una caja en los puntos de empalme, según lo requiere 4.1.1.14.

4.5.7. Cable con Cubierta Metálica tipo MC o Similar.

4.5.7.1. Definición

Cable hecho en fábrica de uno o más conductores aislados, cubiertos por una cinta metálica entrelazada o por un tubo liso o corrugado.

4.5.7.2 Otros Acápites aplicables.

Los cables con cubierta metálica deberán cumplir con el presente acápite y también con las Disposiciones aplicables de otros acápite del presente tomo, especialmente, con el subcapítulo 4.1.

Los cables tipo MC o similares se permiten para tensiones mayores de 600 V. Véase el inciso 4.1.1.2.

4.5.7.3 Usos permitidos

A menos que se especifique otra cosa en el presente tomo y cuando no esté sujeto a daños materiales, los cables tipo MC o similares se pueden utilizar como se indica a continuación.

- a) Para acometidas, alimentadores y circuitos derivados
- b) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización.
- c) En interiores o exteriores
- d) En Instalaciones a la vista u ocultas
- e) Directamente enterrado
- f) En bandejas para cables.
- g) En cualquier canalización aprobada
- h) En tramos a la vista de cables.
- i) Como cable aéreo sobre un mensajero
- j) En lugares peligrosos como está permitido en 6.2.6.3 y 6.4
- k) En lugares secos y
- l) En lugares mojados cuando se cumplan cualquiera de las condiciones siguientes.
- m) La cubierta metálica es impermeable a la humedad
- n) por debajo de la cubierta metálica exterior hay una cubierta de plomo o de un material impermeable a la humedad.
- o) Los conductores aislados bajo la cubierta metálica estén aprobados para el uso en lugares mojados.

Se exceptúa lo indicado en 6.2.4.2e),

Para la protección contra la corrosión véase 4.1.16

4.5.7.4. Prohibiciones

Los cables tipo MC o similares no deberán ser usados donde estén sometidos a condiciones corrosivas dañinas, tales como directamente enterrados en concreto, o cuando estén sujetos a rellenos de escoria, cloruros concentrados, álcalis cáusticos o vapores de cloro o ácidos clorhídricos, a menos que la cubierta metálica o el material que la protege sean adecuados para dichas condiciones.

4.5.7.5. Instalación

- a) Instalación. El cable tipo MC o similar deberá ser instalado de acuerdo con los subcapítulos 4.1,7.2 y 7.4.
 - i) El cable tipo MC o similar deberá ser soportado y asegurado a distancias no mayores de 1.80m.

- ii) El cable tipo MC o similar instalado en bandejas para cables deberá cumplir con 4.5.2.
 - iii) Los cables enterrados directamente deberán cumplir con 4.1.1.5 ó 7.2.1.2.
 - iv) El cable tipo MC o similar instalado en el exterior de Edificaciones o como cable aéreo deberá cumplir con 3.4.
- b) Radios de curvaturas. Todas las curvas deberán hacerse de manera que el cable no se dañe y el radio interior de cualquier curva no deberá ser menor que lo indicado a continuación.
- i) Cubierta lisa
 - Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, para cables no mayores de 19mm. De diámetro.
 - Doce veces el diámetro exterior de la cubierta metálica para cables mayores de 19 mm pero no mayores de 38 mm. De diámetro.
 - Quince veces el diámetro exterior de la cubierta metálica para cables mayores de 38 mm. de diámetro.
 - ii) Cubierta corrugada o cubierta tipo entrelazada. Siete veces el diámetro exterior de la cubierta metálica.
 - iii) conductores apantallados. Dos veces el diámetro del cable.
- c) Accesorios. Cuando el cable tipo MC o similar se conecte a cajas gabinetes u otros equipos, los accesorios deberán ser del tipo aprobado para el uso y para las condiciones de servicios. Cuando los cables unipolares entre en cajas metálicas ferrosas o gabinetes, la instalación deberá cumplir con lo indicado en 4.1.1.19 para evitar calentamientos por inducción.

4.5.7.6. Requisitos de fabricación

- a) Los conductores. Los conductores deberán ser de cobre, sólido o cableado, la sección mínima no deberá ser menor de 0.75mm^2 .
- b) Aislamiento los conductores aislados deberán cumplir con i) o ii) a continuación:
 - i) tensiones nominales de 600V. Los conductores aislados de las secciones de 0.75 mm^2 . y 1.00 mm^2 . Deberán ser de uno de los tipos indicados en la Tabla 4-XI con una temperatura máxima de operación no menor de $90\text{ }^\circ\text{C}$ y como está permitido en 7.4.2.6 conductores de 1.50 mm^2 . Y mayores deberán ser de uno de los tipos indicados en la Tabla 4-IV o de un tipo específicamente aprobado para el uso.
 - ii) Tensiones nominales mayores de 600 V. Los conductores aislados deberán ser de uno de los tipos específicamente aprobados para el uso.

- c) cubierta metálica. La cubierta metálica deberá ser de uno de los tipos siguientes: cubierta metálica lisa, cubierta metálica corrugada y soldada, cubierta de cinta metálica entrelazada. La cubierta metálica deberá ser continua y bien ajustada. Se permitirá protección complementaria en forma de una cubierta exterior de material resistente a la corrosión, y deberá ser requerida cuando tal protección sea necesaria. La cubierta no deberá ser usada como conductor activo. Para la protección contra la corrosión véase 4.1.1.6.
- d) Puesta a tierra. El cable tipo MC o similar deberá proporcionar un camino adecuado para la puesta a tierra, como se indica en 3.6.
- e) Marcación. Deberán aplicarse las Disposiciones de 4.2.1.11.

4.5.8. Instalación de Cables con Cubierta no Metálica, Tipos NM y NMC o similares.

4.5.8.1 Definición

Cable hecho en fábrica de dos o más conductores aislados dentro de una cubierta de material no metálico resistente a la humedad y retardante de la llama.

4.5.8.2 Otros acápites aplicables.

Los cables con cubierta no metálica deberán cumplir con el presente acápite y además con las Disposiciones aplicables de otros acápites del presente Tomo. Especialmente con el subcapítulo 4.1.

4.5.8.3 Fabricación

El cable con cubierta no metálica deberá ser del tipo aprobado NM o NMC o similares de secciones de 1.5 mm^2 a 35 mm^2 de conductores de cobre. Además de los conductores, el cable puede tener un conductor aislado o desnudo de sección aprobada y destinada solamente a fines de puesta a tierra.

Los conductores de los cables tipos NM y NMC o similares deberán ser de uno de los tipos indicados en la Tabla 4-IV adecuados para circuitos derivados o aprobados para el uso. Las capacidades de corrientes de los cables tipos NM y NMC o similares deberán ser la de los conductores para 60°C indicadas en la Tabla 4-V

- a) tipo NM la cubierta exterior deberá ser retardante de la llama y resistente a la humedad.

- b) Tipo NMC la cubierta exterior deberá ser retardante de la llama, resistente a la humedad como a la formación de hongos y a la corrosión.
- c) Además de las Disposiciones de 4.2.1.11 el cable deberá tener marcas distintivas sobre toda su longitud externa, especificando el tipo de cable.

4.5.8.4. Usos permitidos o prohibiciones.

Los cables de tipos NM y NMC o similares podrán usarse en viviendas unifamiliares y bifamiliares o multifamiliares y otras Edificaciones que no sobrepasen de tres pisos por encima del nivel del tercero. Para el propósito del presente acápite el primer piso de una edificación deberá ser aquel piso destinado para la habitación humana, el cual está al nivel o encima del nivel del piso terminado de la línea exterior de pared de 50% o más de su perímetro.

- a) Tipo NM . Este tipo de cable con cubierta no metálica puede usarse en Instalaciones tanto a la vista como ocultas en lugares normalmente seco. Puede ser instalado o colocado en espacios huecos dentro de bloques de mampostería o paredes de arcilla donde tales paredes no estén expuestas o sujetas a humedad excesiva empotradas en mampostería concreto, adobe relleno o yeso, ni se tenderán en ranuras hechas en mampostería concreto o adobe y cubiertas con yeso adobe o acabados similares.
- b) Tipo NMC Los cuales tipo NMC o similares pueden instalarse tanto a la vista como ocultos en lugares secos, mojados, húmedos o corrosivos y dentro o fuera de paredes de bloques de mampostería o arcilla.
- c) Prohibiciones para los cables tipos NM y NMC los cables NM y NMC o similares ser utilizados en los siguientes casos:
 - Como cables de acometida
 - En garajes comerciales
 - En teatros y locales similares, excepto lo señalado en 6.11
 - En estudio de cine
 - En cuartos de baterías de acumuladores.
 - En pozos de ascensores
 - En cualquier lugar peligroso
 - Empotrados en vaciados de cemento, concreto o agregadosSe exceptúa lo indicado en 6.2.4.2.e)

4.5.8.5. Instalación

- a) Soportes. Los cables con cubierta no metálica deberán estar soportados firmemente con bridas grapas, abrazaderas o accesorios

similares diseñados e instalados de manera que no dañen los cables. Los cables deberán sujetarse a distancias no mayores de 1.35 m y dentro de una distancia de 30 cm. de cualquier gabinete, caja o accesorio. Se considerarán las siguientes excepciones.

- i) Para Instalaciones ocultas en Edificaciones o paneles terminados para Edificaciones prefabricadas donde tales soportes no se pueden utilizar se podrá permitir jalar los cables entre los puntos de acceso.
 - ii) Se permitirá la utilización de dispositivos de alambrado aprobados para el uso sin caja de salida separada que tengan incorporados en una abrazadera integral para el cable, donde el cable esté sujeto a distancias no mayores de 1.35 m. y dentro de 30cm. del hueco de acceso al dispositivo de la pared y en estos puntos se dejará disponible una vuelta de 30 cm. ininterrumpida de cable, o un pedazo de 15 cm. del terminal del cable, dentro de la pared permitir el reemplazo.
- b) Instalaciones a la vista. En Instalaciones a la vista los cables se instalarán como se especifica en i) y ii) a continuación con excepción de lo indicado en 4.5.8.5.d) y 4.5.8.5e).
- i) Sobre las superficies los cables deberán seguir las superficies de la edificación o Tablas de soportes y estar siempre en contacto con ellas.
 - ii) Protección contra daños materiales. Los cables deberán protegerse contra daños materiales cuando sea necesario por medio de tubos, listones protectores u otros medios, cuando atraviesen un piso deberán estar dentro de tubo metálico pesado, intermedio o tuberías metálicas que se prolongarán por lo menos 15 cm. por encima del piso.
- c) A través de vigas columnas y travesaños. Los cables deberán cumplir con 4.1.1.4 cuando se instalen a través de vigas columnas, travesaños o elementos similares.
- d) Sótanos sin acabados. Sin el recorrido del cable forma ángulo con las vigas se puede fijar directamente a la cara inferior de ellas, siempre que el cable no tenga menos de dos conductores de 16cm.^2 o tres conductores de 10 mm^2 . Los cables de secciones menores deberán pasar por orificios practicados en las vigas o sobre Tablas de soporte. Cuando los cables estén paralelos a las vigas deberán fijarse en los lados o en la cara inferior de ella, cualquiera que sea su sección.
- e) Desvanes accesibles. Los cables en desvanes accesibles o espacios libres de techo, también deberán cumplir con 4.5.6.6d).

- f) Curvas. Las curvas deberán hacerse en el cable de tal forma, y este se manipulará de modo que no se dañe su cubierta protectora y que el radio de curvatura interno sea menor de 5 veces el diámetro del cable.

4.5.8.6 Dispositivos de material aislante

Interruptores, salidas y dispositivos de derivación de material aislante se pueden utilizar sin cajas de Instalaciones de cable a la vistas, así como en Instalaciones ocultas para un nuevo alambrado en Edificaciones existentes donde el cable es jalado y quede oculto. Los orificios de tales dispositivos deberán ajustarse a la cubierta exterior del cable y el dispositivo cubrirá la parte del cable que haya quedado sin cubierta.

Cuando las conexiones a los conductores se hacen con terminales provistos de tornillos, deberán haber tantos terminales con tornillos como conductores, excepto cuando los cables se sujetan dentro de una estructura y los terminales son de un tipo aprobado para conductores multipolares.

4.5.8.7 Cajas de material aislante

Se pueden utilizar cajas de material aislante de tipo aprobado como se indica en 4.6.1.3.

4.5.9 Instalación de Cables con Pantalla y Cubierta no Metálica, Tipo SNM o Similar

4.5.9.1. Definición

Cable hecho en fábrica de dos o más conductores aislados en una cubierta extruida resistente a la humedad y de material no metálico resistente de la llama, recubierta ésta a su vez por una cinta metálica en espiral o traslapada y una pantalla conductora y por encima una envoltura de material extruido no metálico resistente a la humedad a la llama al aceite a la corrosión, a los hongos y a la luz solar.

4.5.9.2 Otros acápite aplicables.

Los cables tipo SNM o similares deberán cumplir con el presente acápite y con las Disposiciones aplicables de otras partes tales como 4.1. 4.5.2. 6.2. y 6.3.

4.5.9.3 Usos permitidos

Los cables tipo SNM o similares deberán ser utilizados solamente en las condiciones indicadas a continuación:

- Cuando las temperaturas de operación no excedan de las temperaturas nominales indicadas expresamente en el cable.
- En bandeja para canales o en canalizaciones

- En lugares clasificados como peligrosos donde lo permiten los subcapítulos 6.1. a 6.9.

4.5.9.4 Instalación

- a) Curvas. Las curvas en el cable tipo SNM o similar deberán hacerse de manera que no se dañe el cable o su cubierta. El radio interno de ella curva no deberá ser menor de cinco veces el diámetro del cable.
- b) Manejo. El cable tipo SNM o similar deberá ser manipulado de modo que no se dañe el cable ni su cubierta.
- c) El accesorio los accesorios de conexión de cables tipo SNM o similar a envolturas o equipos deberán estar aprobados para el uso.
- d) Puentes de unión. La pantalla del conductor deberá puentearse a la armazón o cubierta del equipo de utilización y a la barra de tierra o conexión en el punto de alimentación. El puente deberá hacerse utilizando accesorios (4.5.9.4c) u otros métodos de puentado aprobados por el presente Tomo (6.2.16.2).

4.5.9.5 Fabricación

- a) Los conductores del cable tipo SNM o similares deberán ser del tipo TFN, TFFN, THHN, o THHN, THWN, o similares en secciones de 0.75mm^2 . a 35mm^2 . De cobre . La cinta metálica traslapada deberá ser colocada helicoidalmente con un paso largo. Los conductores apantallados deberán tener su sección deberán tener su sección recta total de un valor tal, que cumpla con los requisitos de 3.6. y que no sea menor que la del conductor más grande del cable . La cubierta exterior deberá ser resistente al agua, aceite, la llama, la corrosión, los hongos y la luz solar, y adecuada para la instalación en bandejas para cables.
- b) El cable tipo SNM o similar deberá tener marcas distintivas en su superficie externa y en toda su longitud que indiquen su tipo y su temperatura máxima de operación. Deberá cumplir con las Disposiciones de 4.2.1.11. Cada uno de los conductores deberá ser numerado para permitir su identificación entre los demás con marcas permanentes impresas en lados opuestos cada 15cm. de longitud con el fin de facilitar la lectura la leyenda se imprimirá invirtiendo alternativamente la escritura.

4.5.10 Instalación de Cables para alimentadores Subterráneos y Circuitos Derivados Tipo NYY

4.5.10.1 Descripción y marcación

- a) Descripción. Los cables para alimentadores subterráneos y circuitos derivados deberán ser del tipo NYY de las secciones 1.5. mm² a 120 mm². Adicionalmente a las almas aisladas, el cable podrá tener un alma desnuda o aislada de sección aprobada, con el único propósito de la puesta a tierra del equipo. La cubierta exterior deberá ser retardante de la llama, resistente a la humedad a los hongos y adecuada para ser directamente enterrada.
- b) Marcación. Además de las Disposiciones de 4.2.1.11 el cable deberá tener marcas distintivas sobre la cubierta en toda su longitud, especificando el tipo de cable.

4.5.10.2 Otros Acápites aplicables.

Además de las Disposiciones del presente acápite las Instalaciones de cables para alimentadores subterráneos y circuitos derivados (tipo NNY) deberán cumplir con las demás Disposiciones aplicables del presente Tomo. Especialmente con 4.1.

4.5.10.3 Usos

- a) Usos permitidos
 - i) Los cables para alimentadores subterráneos y circuitos derivados tipo NYY pueden ser utilizados en tramos subterráneos incluso directamente enterrados, como cables de alimentadores o circuitos derivados cuando tenga la protección contra sobrecorriente adecuada a la capacidad de corriente nominal como lo requiere 4.5.10.4.
 - ii) Cuando se instalen cables unipolares, todos los cables del circuito alimentador o del circuito derivado, incluyendo el conductor neutro, si lo hay, deberán tenderse juntos en la misma zanja o canalización.
 - iii) Para requisitos de instalación subterráneas véase 4.1.1.5.
 - iv) El cable tipo NYY se puede utilizar para Instalaciones interiores en lugares mojados secos, usando los métodos de Instalaciones reconocidos en el presente Tomo.
- b) Prohibiciones los cables tipo NYY o similares no deberán usarse en los casos siguientes.
 - i) En cuartos de baterías de acumulaciones
 - ii) En pozos de ascensores
 - iii) En cualquier lugar peligroso

- iv) Empotrados en cemento concreto o agregados.
- v) Expuestos directamente a los rayos a menos que sean de tipo aprobado para el uso.

4.5.10.4 Protección contra sobrecorriente.

Se proveerá protección contra sobrecorriente de acuerdo a las Disposiciones de 3.5.1.3.

4.5.11 Instalación de Cables de Fuerza y control en bandejas para Cables Tipos TC o Similares.

4.5.11.1 Definición.

Cable hecho en fábrica de dos o más conductores aislados provistos o no de conductor de puestas a tierra desnudo o cubierto todos los cuales están dentro de una cubierta no metálica, aprobado para instalarse en bandejas en canalizaciones o soportado por un cable mensajero.

4.5.11.2 Otros acápites aplicables.

Además de las Disposiciones del presente acápite las Instalaciones de los cables tipo TC o similares para bandejas deberán cumplir con las demás Disposiciones aplicables del presente Tomo. Especialmente con 4.1. y 4.5.2.

4.5.11.3 Fabricación.

- a) Los conductores aislados de cables tipo TC o similares para bandejas deberán ser de 0.75 mm^2 . A 500 mm^2 . De cobre. Los conductores aislados de secciones de 1.5 mm. y mayores deberán ser de uno de los tipos indicados en la Tabla 4-IV adecuados para circuitos derivados y alimentadores o aprobados para el uso. Los conductores aislados de secciones de 0.75 mm^2 . y 1.00 mm^2 . deberán cumplir con los requisitos de 7.4.2.6. La cubierta exterior deberá ser retardante de la llama, la humedad y a los agentes corrosivos.
- b) El cable deberá estar marcado de acuerdo con 4.2.1.11.

4.5.11.4 Usos permitidos

El uso de los cables tipo TC o similares para bandejas deberá limitarse e establecimientos industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado atenderá la instalación. Pueden ser utilizados.

- a) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización.
- b) En bandejas para cables, o canalizaciones, o cuando estén soportados por un cable mensajero en lugares exteriores.
- c) En bandejas para cables en lugares peligrosos como está permitido en 4.5.2 y 6.2.
- d) Como está permitido en 7.4. para circuitos Clase I.

4.5.11.5 Prohibiciones

Los cables tipo TC similares para bandejas no deberán ser:

- a) Instalados donde estén sujetos a daños materiales
- b) Instalados a la vista soportados por ménsulas o abrazaderas.
- c) Usados donde estén expuestos directamente a los rayos solares a menos que estén aprobados para el uso
- d) Enterrados directamente, a menos que estén aprobados para el uso.

4.5.11.6 Capacidad de corriente.

Las capacidades de corriente de los conductores de cable tipo TC o similares para bandejas deberán determinarse de acuerdo con la Tabla 4-X y 4.5.2.10.

4.5.12 Extensiones No Metálicas

4.5.12.1 Definición.

Es un conjunto de dos conductores aislados de una cubierta no metálica o una cubierta termoplástica extruida. La clasificación incluye tanto las extensiones de superficies de las paredes o techos y el cable tipo aéreos que contiene un cable mensajero como soporte que forma parte integral del conjunto del cable.

4.5.12.2 Otros acápites aplicables

Además de las Disposiciones del presente acápite las extensiones no metálicas deberán ser instaladas de acuerdo con las Disposiciones del presente Tomo.

4.5.12.3 Usos permitidos

Las extensiones no metálicas se podrán usar sólo cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- a) La extensión es desde una salida existente de un circuito derivado de 10, 15 ó 20 A, que cumpla con los requisitos de 3.1.
- b) Las extensiones son instaladas en tramos descubiertos y en lugares secos.
- c) Para extensiones no metálicas de superficie, cuando las Edificaciones estén exclusivamente destinadas para el uso residencial o para oficinas.
- d) Alternativa de c), en el caso de cable aéreo, cuando la edificación esté destinada a industrias y la naturaleza de éstas requiera medios muy flexibles para la conexión del equipo.

4.5.12.4 Prohibiciones

Las extensiones no metálicas no deberán ser utilizadas:

- a) Como cable aéreo para sustituir uno de los métodos generales de instalación especificados en el presente Tomo. b) En sótanos sin acabado o desvanes, ni en espacios entre cielo raso y techo.
- b) Cuando la tensión exceda de 250 V entre conductores.
- c) Donde puedan estar expuestos a vapores corrosivos.
- d) Cuando deban atravesar pisos o tabiques o tengan que terminar fuera del local donde se originaron.

4.5.12.5 Empalmes y derivaciones

Las extensiones deberán ser de longitud continua intacta, sin empalmes y sin conductores descubiertos entre accesorios. Las derivaciones se pueden hacer cuando se usen accesorios aprobados que cubran completamente las conexiones de las derivaciones.

Cuando se emplee cable aéreo, sus conectores de derivación deberán tener medios adecuados para la identificación de polos.

4.5.12.6 Accesorios

Cada tramo deberá terminar en un accesorio que cubra el extremo del cable. Todos los accesorios y dispositivos deberán ser del tipo aprobado para el uso.

4.5.12.7 Instalación

Las extensiones no metálicas deberán ser instaladas como se especifica en a) y b) a continuación:

- a) Extensiones no metálicas de superficie.
 - i) De una salida existente pueden salir una o más extensiones en cualquier dirección, siempre que no sea en el piso, ni a una distancia menor de 5 cm del piso.
 - ii) Las extensiones no metálicas de superficie deberán fijarse por medios aprobados, a distancias no mayores de 20 cm, excepto cuando la conexión a la salida existente está hecha por medio de un enchufe, en cuyo caso el primer soporte se puede instalar a 30 cm o menos del enchufe.
Habrá por lo menos un soporte entre cada dos salidas adyacentes alimentadas. Una extensión deberá fijarse sólo sobre madera o friso, y no deberá estar en contacto con ninguna pieza de metal u otro material conductor, excepto, las tapas metálicas sobre los tomacorrientes.
 - iii) Una curva que reduzca la separación normal entre los conductores, deberá estar cubierta con una tapa para proteger el conjunto contra daños materiales.

b) Cable aéreo

- i) El cable aéreo deberá estar soportado por su cable mensajero, firmemente unidos en cada extremo con abrazaderas y tensores aprobados. Deberán colocarse soportes intermedios a distancias no mayores de 6 m. La tensión del cable deberá ser regulada para eliminar flechas excesivas. El cable deberá tener una separación no menor de 5 cm de los miembros de una estructura de acero u otro material conductor.
- ii) El cable aéreo deberá tener una altura no menor de 3 m sobre el piso en áreas accesibles al tráfico peatonal, y no menor de 4.2 m sobre el piso en áreas accesibles al tráfico vehicular .
- iii) El cable suspendido sobre bancos de trabajo, no accesible a tráfico peatonal, deberá tener una altura no menor de 2.4 m sobre el piso.
- iv) Los cables aéreos pueden usarse como un medio para soportar aparatos de alumbrado, cuando la carga total soportada para el cable mensajero no exceda su carga máxima permisible.
- v) El cable mensajero, cuando esté instalado de acuerdo con las Disposiciones aplicables del sub capítulo 3.6 y cuando esté debidamente identificado como conductor de protección, puede usarse para la puesta a tierra de equipos. El cable mensajero no deberá ser usado como conductor de un circuito derivado.

4.5.12.8 Marcación

Las extensiones no metálicas deberán ser marcadas de acuerdo con 2.1.19.

4.5.13 Instalación de Extensiones Bajo Yeso**4.5.13.1 Uso .**

Las extensiones bajo yeso, instaladas en la forma permitida por el presente acápite, se pueden utilizar solamente para extensiones de un circuito derivado existente en una edificación de construcción resistente al fuego.

4.5.13.2 Instalación

- a) Deberán tenderse en tubo pesado o flexible, cable con cubierta metálica flexible tipo AC, tubo metálico intermedio, tubo metálico liviano, cable tipo MI o canalizaciones metálicas aprobadas para el uso. Deberán usarse secciones normalizadas de tubos, cables y canalizaciones, excepto para el caso de un sólo conductor donde se utilizará solamente tubo que tenga un diámetro interior no menor de 8 mm cable tipo AC o cable tipo MI de un sólo conductor .

- b) Una extensión bajo yeso deberá ser colocada en la superficie de la mampostería u otro material y se recubrirá en el acabado de yeso de techos o paredes. Los métodos de instalación de la canalización o cable para tales extensiones , deberán estar de acuerdo con lo especificado en otras partes del presente Tomo para el tipo de material usado.
- c) Ninguna extensión se prolongará más allá del piso sobre el cual se origina, a menos que se instale en tubo: metálico pesado, intermedio o liviano, cable tipo AC o cable MI, de secciones normalizadas.
- d) Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deberán cumplir con las Disposiciones de 4.6.1.

4.5.14 Tubo Metálico Intermedio

4.5.14.1 Definición

Canalización metálica de sección transversal circular con uniones integrales o asociadas, conectores y accesorios aprobados para la instalación de conductores eléctricos.

4.5.14.2 Otros acápites aplicables

Las Instalaciones de tubo metálico intermedio deberán cumplir con las Disposiciones del subcapítulo 4.1.

4.5.14.3 Usos permitidos.

- a) Se permitirá el uso de tubo metálico intermedio en todas las condiciones atmosféricas y para cualquier tipo de edificación. Donde sea factible, deberá evitarse el contacto de metales distintos en cualquier parte del sistema, para 1 eliminar la posibilidad de la corrosión galvánica, excepto las cubiertas y accesorios de aluminio que puedan ser utilizados 1 con tubo metálico intermedio de acero.
- b) El tubo metálico intermedio, codos, uniones y accesorios pueden ser instalados en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas sometidas a influencias corrosivas severas, cuando estén protegidos contra la corrosión y se juzguen apropiados para la condición. Véase el inciso 4.1.1.6 para la protección contra la corrosión.
- c) El tubo metálico intermedio puede ser instalado dentro o por debajo de rellenos de escorias donde esté sujeto a la humedad permanente, cuando esté protegido por todas sus superficies por una capa de concreto sin escorias de espesor no menor de 5 cm, cuando esté instalado a no menos de 45 cm por debajo del relleno; o cuando esté protegido contra la corrosión y se juzgue apropiado

para la condición. Véase el inciso 4.1.1.6 para la protección contra la corrosión.

4.5.14.4 Instalación

- a) Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o protegidos contra ella por materiales aprobados para el uso. Véase el inciso 4.1.1.6 para la protección contra la corrosión.
- b) Tamaños
 - i) Mínimo. No deberá utilizarse tubo de diámetro nominal menor de 15 mm.
 - ii) Máximo. No deberá utilizarse tubo de diámetro nominal mayor de 100 mm.
- c) Número de conductores en un tubo. El número de conductores permitido en un tubo no deberá exceder los porcentajes de ocupación indicados en la Tabla 4-XXXIII, utilizando las áreas de los tubos dadas en la Tabla 4-XXXIV.
- d) Escariado y roscado. Todos los extremos del tubo deberán ser escariados para eliminar los bordes agudos. Cuando el tubo es roscado en la obra, deberá usarse un dado de roscar con cera adecuada.
- e) uniones y conectores.
 - i) Las uniones y los conectores no roscados usados con tubo metálico intermedio deberán ser herméticos. Cuando vayan a ser empotrados en mampostería o concreto, deberán ser del tipo hermético al concreto y cuando se instalen en lugares mojados, deberán ser del tipo hermético a la lluvia.
 - ii) No deberán usarse roscas corridas en los tubos para la conexión en las uniones.
- f) Curvas
 - i) Las curvas deberán hacerse de manera que el tubo no se dañe y el diámetro interior no se reduzca apreciablemente. Los radios internos de las curvas hechas en obra no deberán ser menores que los indicados en la Tabla 4-XXXVI.
 - ii) Las curvas en el tubo metálico intermedio que alojen conductores sin cubierta de plomo, hechas en obra con una máquina de doblar de una sola operación dada para el uso, los radios de las curvas no deberán ser menores que los indicados en la Tabla 4-XXXVII.
 - iii) Un tramo de tubo entre, salida y accesorio, o salida y accesorio, no deberá contener más del equivalente de 4 curvas de 90° (3 yendo las curvas inmediatas a la salida o accesorio).

- g) Soportes.
 - i) El tubo metálico intermedio deberá ser instalado como un sistema completo como está previsto en 4.1 y deberá estar firmemente asegurado a no más el 90 cm de cada caja de salida, de empalme, gabinete o accesorio.;
 - ii) El tubo metálico intermedio deberá estar soportado por lo menos cada 3 m.

- h) Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deberán hacerse solamente en cajas de empalme, de salida o condulets. Los conductores, incluyendo los empalmes y derivaciones, no deberán llenar un condulet en más del 75 % de su sección recta en cualquier punto. Los empalmes y derivaciones deberán hacerse por métodos aprobados.

- j) Boquillas. Cuando el tubo entre en una caja o accesorio, deberá proveerse de una boquilla para proteger el conductor de la abrasión en la cubierta de los conductores, a menos que el diseño de la caja o el accesorio sea tal que proporcione una protección equivalente. Véase 4.7.2.5 c) para protección de los conductores en las boquillas.

- k) Cajas y accesorios. Deberán cumplir con las Disposiciones de 4.6.1.

4.5.14.5 Requisitos de fabricación

El tubo metálico intermedio se empacará en longitudes normalizadas de 3 m incluyendo su unión. Se deberá suministrar una unión con cada longitud normalizada. Para aplicaciones o usos específicos se pueden empacar longitudes menores o mayores de 3 m con o sin uniones.

Tabla 4-XXXIII
PORCENTAJES DE LA SECCIÓN RECTA DE LOS TUBOS, QUE
PUEDEN SER OCUPADOS POR CONDUCTORES

Número de conductores	1	2	3	4	Más de 4
Conductores de todos tipos, excepto los que tienen una cubierta de plomo. (Alambrado nuevo o realambrado)	53	31	40	40	40
Conductores con cubiertas de plomo	55	30	40	38	35

- Nota 1.** Véase la Tabla 4-VIII para el número de conductores de una misma sección en tubos de 13 mm a 150 mm.
- Nota 2.** Para conductores de sección nominal mayor de 400 mm² o para combinaciones de conductores en diferentes secciones, úsese la Tabla 4-XXXIV .
- Nota 3.** Cuando en el cálculo del número de conductores de una misma sección se obtiene un decimal, deberá usarse el número entero inmediato superior cuando dicho decimal es 0.8 o mayor.
- Nota 4.** Un cable multipolar de 2 o más conductores deberá considerarse como un cable unipolar para el cálculo de los porcentajes de la sección recta de los tubos que pueden ser ocupados por conductores. Para cables que tengan una sección recta elíptica, el cálculo del área de la sección recta deberá estar basada usando el diámetro mayor de la elipse como el diámetro de un círculo.

4.5.15 Tubo Metálico Pesado

4.5.15.1 Usos permitidos

El tubo metálico pesado podrá ser utilizado en todas las condiciones atmosféricas y para cualquier tipo de edificación, siempre que se cumpla lo siguiente:

- a) Las canalizaciones y accesorios ferrosos que estén protegidos contra la corrosión solamente con esmalte, podrán ser utilizados únicamente en interiores y en locales no sometidos a influencias corrosivas severas.
- b) Donde sea factible, deberá evitarse el contacto de metales distintos en cualquier parte del sistema, para eliminar la posibilidad de la corrosión galvánica, excepto las cubiertas y accesorios de aluminio que pueden ser utilizados con tubo metálico pesado de acero.
- c) Los tubos, codos, uniones y accesorios de metal ferroso o no ferroso, pueden ser instalados en concreto, en contacto directo con

la tierra o en áreas sometidas a influencias corrosivas severas, cuando estén protegidos contra la corrosión y se juzguen apropiados para la condición. Véase el inciso 4.1.1.6 para la protección contra la corrosión.

4.5.15.2 Otros acápites aplicables.

Las Instalaciones de tubo metálico pesado deberán cumplir con las Disposiciones del sub capítulo 4.1.

Tabla 4-XXXIV
AREAS DE LOS TUBOS PARA LAS COMBINACIONES DE CONDUCTORES
PERMITIDOS POR LA TABLA – XXXIII

Diámetro nominal	Diámetro interior	Area – mm ²								
		Total 100%	Sin cubierta de plomo			Con cubierta de plomo				
			2 Cond. 31%	Más de 2 cond. 40%	1 cond. 53%	1 cond. 55%	2 cond. 30%	3 cond. 40%	4 cond. 38%	Más de 4 cond. 35%
13	13.7	147	43	59	78	81	44	59	56	51
15	15.8	194	60	78	103	107	58	78	74	68
20	20.9	342	106	137	181	188	103	137	130	120
25	26.6	555	172	222	294	305	167	222	211	194
35	35.1	968	300	387	513	532	290	387	368	339
40	40.9	1316	408	526	697	724	395	526	500	461
50	52.5	2168	672	867	1149	1192	650	867	824	759
65	62.7	3090	958	1236	1638	1700	927	1236	1174	1082
80	77.9	4761	1475	1904	2523	2619	1428	1904	1809	1666
90	90.1	6387	1980	2555	3385	3513	1916	2555	2427	2235
100	102.3	8206	2544	3282	4349	4513	2462	3282	3118	2872
115	114.3	10261	3181	4104	5438	5697	3078	4104	3899	3591
130	128.2	12261	4000	5161	6839	7097	3871	5161	4903	4516
150	154.0	18639	5778	7456	9879	10251	5592	7456	7083	6524

4.5.15.3 Instalación

- a) Rellenos de escorias. El tubo no deberá ser instalado dentro o por debajo de rellenos de escorias donde esté sujeto a humedad permanente, excepto en los siguientes casos:
 - i) Cuando sea de un material resistente a la corrosión adecuado para el uso.
 - ii) Cuando esté protegido por todas sus superficies por una capa de concreto sin escorias de espesor no menor de 5 cm.

- iii) Cuando se instale a una profundidad de por lo menos 45 cm por debajo del relleno.
- b) Lugares mojados. Todos los soportes, tornillos, pernos, abrazaderas, etc., deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o protegidos contra ella por materiales aprobados para el uso. Véase 4.1.1.6 para la protección contra la corrosión.
- c) Diámetro mínimo. No deberá utilizarse tubo de diámetro nominal menor de 15 mm.
Se exceptúa las extensiones bajo yeso, como está permitido en 4.5.13.2 a) y para contener los terminales de motores como está permitido en 5.2.11.4 b).
- d) Número de conductores en un tubo. El número de conductores permitido en un tubo no deberá exceder los porcentajes de ocupación indicados en la Tabla 4-XXXIII. En la Tabla 4-XXXV se dan las dimensiones nominales del tubo metálico pesado.
- e) Escariado y roscado
 - i) Todos los extremos del tubo deberán ser escariados para eliminar los bordes agudos.
 - ii) Cuando el tubo es roscado en la obra, deberá usarse un dado de roscar de una conicidad de 9 mm por 30 cm con cera adecuada.
- f) Boquillas. Cuando el tubo entre en una caja o accesorio, deberá proveerse de una boquilla para proteger el conductor de la abrasión en la cubierta de los conductores, a menos que el diseño de la caja o el accesorio sea tal que proporcione una protección equivalente. Véase el inciso 4.7.2.5 c) para protección de los conductores en las boquillas.
- g) uniones y conectores
 - i) Las uniones y los conectores no roscados usados con tubo metálico pesado deberán ser herméticos. Cuando vayan a ser empotrados en mampostería o concreto, deberán ser del tipo hermético al concreto y cuando se instalen en lugares mojados, deberán ser del tipo hermético a la lluvia.
 - ii) No deberán usarse roscas corridas en los tubos para la conexión en las uniones.
- h) Curvas
 - i) Las curvas deberán hacerse de manera que el tubo no se dañe y el diámetro interior no se reduzca apreciablemente. Los radios internos de las curvas hechas en obra no deberán ser menores que los indicados en la Tabla 4-XXXVI.

Tabla 4-XXXV
DIMENSIONES NOMINALES DE LOS TUBOS METÁLICOS
(mm)

Diámetro Nominal (*)	Tubo metálico pesado			Tubo metálico liviano		
	Diámetro interior	Espesor	Diámetro exterior	Diámetro interior	Espesor	Diámetro exterior
15	15.8	2.75	21.3	15.8	1.07	17.9
20	20.9	2.9	26.7	21.0	1.25	23.5
25	26.6	3.4	33.4	26.7	1.45	29.6
35	35.0	3.6	42.2	35.1	1.65	38.4
40	40.9	3.65	48.2	40.9	1.65	44.2
50	52.5	3.9	60.3	52.5	1.65	55.8
65	62.7	5.15	73	69.4	1.83	73.1
80	77.9	5.5	88.9	85.4	1.83	89.1
90	90.1	5.75	101.6	-	-	-
100	102.3	6.0	114.3	110	2.11	114.2
115	114.4	6.3	127	-	-	-
130	128.2	6.55	141.3	-	-	-
150	154	7.15	168.3	-	-	-

(*) Para las dimensiones nominales en "pulgadas", véase el Anexo II al final del Tomo.

TABLA 4-XXXVI
RADIOS DE LAS CURVAS DE LOS TUBOS

Diámetro nominal del tubo (*) (mm)	Conductores sin cubierta de plomo (cm)	Conductores con cubierta de plomo (cm)
15	10	15
20	13	20
25	15	28
35	20	36
40	25.5	41
50	30.5	53.5
65	38	63.5
80	46	79
90	53.5	91.5
100	61	102
115	69	114
130	76	127
150	92	155

(*) Para las dimensiones nominales en "pulgadas", véase el Anexo II al final del Tomo.

- ii) Los radios de las curvas en el tubo metálico pesado que alojen conductores sin cubierta de plomo, hechas en obra con una máquina de doblar de una sola operación, diseñada para el uso, no deberán ser menores que los indicados en la Tabla 4-XXXVII.
- iii) Un tramo de tubo entre salida y salida, accesorio y accesorio, o salida y accesorio, no deberá contener más del equivalente de 4 curvas de 90° (360° en total), incluyendo las curvas inmediatas a la salida o accesorio.

Tabla 4-XXXVII
RADIOS DE LAS CURVAS DE LOS TUBOS

Diámetro nominal del tubo (*) (mm)	Radio mínimo en el centro del tubo(cm)
15	10
20	11.5
25	15
35	18.5
40	21
50	24
65	27
80	33
90	38
100	41
115	51
130	61
150	76

(*) Para las dimensiones nominales en "pulgadas", véase el Anexo II al final del Tomo.

j) Soportes

- i) El tubo metálico pesado deberá ser instalado como un sistema completo como está previsto en 4.1, y deberá estar firmemente asegurado a no más de 90 cm de cada caja de salida, de empalme, gabinete o accesorio.
- ii) El tubo metálico pesado deberá estar soportado por 10 menos cada 3 m.
- iii) Cuando se tengan uniones roscadas, se permitirá soportar los tramos rectos de acuerdo con lo dispuesto en la Tabla 4-XXVIII, siempre que tales medios de soportes impidan la transmisión de esfuerzos a los extremos, cuando el tubo sea desviado entre soportes.

Tabla 4-XXXVIII
ESPACIAMIENTO MÁXIMO ENTRE SOPORTES
PARA EL TUBO METÁLICO PESADO

Diámetro nominal del tubo (*) (mm)	Máxima separación entre soportes (m)
15 - 20	3
25	3.7
35 - 40	4.3
50 - 65	4.9
80 y mayores	6

(*) Para las dimensiones en "pulgadas", véase el Anexo II al final del Tomo.

iv) La distancia entre soportes puede ser incrementadas a 6 m para tubos verticales a la vista desde máquinas herramientas y similares, siempre que las uniones de tubos sean roscados, y estén soportados firmemente arriba y abajo de la línea vertical y no hayan otros medios de soportes intermedios posibles.

k) Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deberán hacerse solamente en cajas de empalme, de salida o condulets. Los conductores, incluyendo los empalmes y derivaciones, no deberán llenar un condulet en más de 175% de su sección recta en cualquier punto. Los empalmes y derivaciones deberán hacerse por métodos aprobados.

1) Cajas y accesorios. Deberán cumplir con las Disposiciones de 4.6.1.

4.5.15.4 Requisitos de fabricación

a) El tubo metálico pesado se empacará en longitudes normalizadas de 3 m, incluyendo su unión. Se deberá suministrar una unión con cada longitud normalizada. Cada extremo deberá ser roscado y escariado. Para aplicaciones o usos específicos se pueden empacar longitudes menores o mayores de 3 m con o sin uniones.

b) Los condulets deberán tener una sección recta de por lo menos el doble del tubo mayor al cual estén conectados.

4.5.16 Tubo Rígido No Metálico

4.5.16.1 Tubo rígido de policloruro de vinilo (PVC)

Las prescripciones del presente inciso deberán aplicarse a la tubería rígida de PVC y sus accesorios, los cuales deberán ser resistentes a la humedad ya los ambientes químicos, retardantes de la llama, resistentes al impacto, al aplastamiento ya las deformaciones provocadas por el calor en las condiciones normales de servicio y además deberán ser resistentes a las bajas temperaturas.

- a) Clase pesada. Los tubos rígidos de PVC en la clase pesada están clasificadas de acuerdo a su diámetro nominal y se fabrican de acuerdo a las dimensiones dadas en la siguiente Tabla:

**TABLA 4-XXXIX
DIMENSIONES DE LOS TUBOS RÍGIDOS DE PVC CLASE
PESADA (mm)**

Diámetro Nominal *	Diámetro Interior	Diámetro Exterior
15	16.6	21.0
20	21.9	26.5
25	28.2	33.0
35	37.0	42.0
40	43.0	48.0
50	54.4	60.0
65	66.0	73.0
80	80.9	88.5
100	106.0	114.0

Para las dimensiones nominales en "pulgadas", véase el Anexo I al final del Tomo.

i) Usos permitidos

Cuando la tensión nominal es de 600 voltios o menos, los tubos rígidos de PVC de la clase pesada y sus accesorios aprobados para el uso son aceptados para instalaciones a la vista, ocultas o empotradas, sobre y debajo de tierra, de acuerdo con lo permitido a continuación:

- En paredes, muros, pisos y techos.
- En lugares sujetos a condiciones atmosféricas corrosivas, como los descritos en 4.1.1.6, y cuando estén sujetos a la acción química para la cual los materiales hayan sido específicamente aprobados.
- En relleno de escorias.
- En partes de lecherías, lavanderías, fábricas de conservas alimenticias u otros lugares mojados y en lugares en donde se

lavan frecuentemente las paredes, el sistema completo de tuberías, cajas y accesorios, deberá instalarse y equiparse de manera que impida la entrada de agua y sin admitir tramos en "U". Todos los soportes, pernos, grapas y tornillos, etc., deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o protegidos contra ella.

Cuando la tensión es mayor de 600 voltios, los tubos rígidos de PVC deberán estar embutidos en concreto de un espesor no menor de 5 cm. Para Instalaciones subterráneos véase el inciso 4.1.1.5 y el párrafo 7.2.1.2 b).

- ii) Prohibiciones. Los tubos rígidos de PVC no deberán usarse:
- En lugares peligrosos comprendidos en 6.1 salvo aprobación especial de la autoridad encargada de hacer Cumplir este código
 - Para soportar aparatos u otros equipos
 - Cuando este expuesto a la acción del sol, a menos que estén aprobados para el uso.
 - donde estén expuestos a daños materiales a menos que estén aprobados para el uso.
 - Cuando las condiciones normales sean tales que alguna parte del tubo esté sujeta a temperatura ambientales mayores que aquellas para las cuales están aprobadas.
 - Con conductores cuyas limitaciones de temperatura del aislante sean mayores que aquellas aprobadas para el tubo.
- b) Clase liviana. Los tubos rígidos de PVC en la clase liviana clasificada de acuerdo a su diámetro nominal y se fabrican de acuerdo a las dimensiones dadas en la siguiente Tabla.

TABLA 4-XL
DIMENSIONES DE LOS TUBOS RÍGIDOS DE PVC CLASE
LIVIANA (mm)

Diámetro Nominal *	Diámetro Interior	Diámetro Exterior
13	13.7	15.9
15	16.7	19.1
20	22.8	25.4

*** Para las dimensiones nominales en pulgadas véase el Anexo I al final del Tomo.**

- i) Usos permitidos los tubos rígidos de PVC de la clase liviana, podrán usarse sólo en Instalaciones a la vista oculta o empotradas, en unidades de vivienda. El tubo de 13 mm. Sólo se permitirá en unidades de vivienda tipo económico.
 - ii) Prohibición. Queda expresamente prohibida cualquier otro uso de los tubos rígidos de PVC de la clase liviana
- c) Instalación
- i) Escariado. Todos los extremos del tubo deberán escariarse y fuera para eliminar bordes agudos.
 - ii) uniones . El tubo rígido de PVC incluyendo codos y curvas, no deberá ser roscado y las uniones entre tubos o entre tubos y uniones deberán hacerse de una manera aceptable con cemento soluble. Queda expresamente prohibido el uso del tubo rígido de PVC sin el empleo de un dispositivo apropiado para su unión a las cajas que deberán ser por ejemplo del tipo a presión, para evitar el daño por abrasión a la cubierta de los conductores.
 - iii) soportes
Los tubos rígidos de PVC deberán adecuadamente soportados considerando los espaciamientos máximos entre soportes dados en la Tabla 4-XLI. Además deberán estar soportados a no más de 0.6m. para la clase liviana y 0.9 m. para la clase pesada de cada caja, gabinete u otra terminación del tubo.

TABLA 4-XLI
ESPACIAMIENTO MÁXIMO ENTRE SOPORTES PARA TUBOS
RÍGIDOS DE PVC

Clase	Diámetro Nominal mm	Espaciamiento máximo entre soportes m
liviana	13 - 20	0.6
Pesada	15 - 25	0.9
	35 - 50	1.5
	65 - 80	1.8
	100	2.1

Cuando se instalen tubos de distintos diámetros nominales formando un grupo, los soportes del grupo de tubos deberán estar dispuesto con el espaciamiento dado para el tubo de menor diámetro, según el punto anterior.

- iv) Juntas de expansión. Donde se requieran, deberá utilizarse juntas de expansión en la tubería rígida de PVC para compensar las dilataciones y contracciones térmicas.
 - v) Tamaño mínimo. No deberá utilizarse tubo rígido de PVC de diámetro nominal menor de 13 mm en la clase liviana y 15 mm en la clase pesada.
 - vi) Número de conductores. El número de conductores permitido en un tubo deberá estar de acuerdo con los porcentajes indicados en la Tabla 4-XXXI1. Véase la Tabla 4-VIII.
 - vii) Curvas. Un tramo de tubería entre caja y caja, entre accesorio y accesorio, entre caja y accesorio, no deberá contener más del equivalente de cuatro ángulos rectos (3600 en total) incluyendo las curvas inmediatas a la caja o accesorio. Las curvas deberán hacerse de manera que el tubo no se dañe y el diámetro interior no sea apreciablemente reducido. Las curvas hechas en la obra deberán hacerse sólo con equipo de hacer curvas, especialmente aprobado para este uso; no deberá usarse un dispositivo de llama para aplicar calor directamente al tubo rígido de PVC. El radio interno de las curvas no deberá ser menor que el indicado en la Tabla 4-XXXVI.
 - viii) Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deberán hacerse únicamente en cajas de empalme, de salida o condulet. Los conductores, incluyendo los empalmes y derivaciones no deberán ocupar en ningún punto de un condulet más del 75% de su sección recta. Las uniones y derivaciones deben hacerse por métodos aprobados.
- d) Características generales. Deberán cumplir con lo prescrito en las Normas ITINTEC Nros. 399.006 sobre requisitos y 399.007 sobre métodos de ensayo.

4.5.16.2 Tubo no metálico pesado de fibra-bituminizada y de asbesto-cemento

- a) Usos permitidos. El tubo no metálico pesado y sus accesorios aprobados para el uso pueden ser usados:
 - i) Cuando la tensión es de 600 V o menos:
 - En paredes, pisos y techos.
 - En lugares sometidos a influencias corrosivas severas según se indica en 4.1.1.6 y donde estén sujetos a la acción química para la cual los materiales son específicamente aprobados.
 - En rellenos de escorias.
 - En partes de lecherías, lavanderías, fábricas de conservas alimenticias u otros lugares mojados y en lugares donde se lavan frecuentemente las paredes, el sistema completo de tuberías, cajas y accesorios, deberá instalarse y equiparse de manera que impida la entrada de agua. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o protegidos contra ella.

- En Instalaciones a la vista, donde no estén sometidos a daños materiales si son aprobados para el uso.
 - En lugares secos y húmedos no prohibidos por 4.5.16.2 b).
 - ii) Cuando la tensión es mayor de 600 V, el tubo no metálico pesado deberá estar embutido en concreto de un espesor no menor de 5 cm.
 - iii) Para Instalaciones subterráneas, véase el inciso 4.1.1.5 y el párrafo 7.2.1.2 b).
- b) Prohibiciones. El tubo no metálico pesado, no deberá usarse:
- i) En lugares peligrosos, excepto lo indicado en 6.7.8 y 6.8.5; y lugares Clase I, División 2 como está permitido en 6.2.4.2 e).
 - ii) Para soportar aparatos u otros equipos.
 - iii) Donde estén sometidos a daños materiales, a menos que estén aprobados para el uso.
 - iv) Donde estén expuestos a temperaturas ambientes mayores que aquellas para la cual está aprobada.
 - v) Para conductores cuyas limitaciones de temperatura del aislante sean mayores que aquellas aprobadas para el tubo.
- c) Otros acápites aplicables. Las Instalaciones de tubo no metálico pesado de fibra-bituminizada y de asbesto- cemento, deberán cumplir con las Disposiciones del subcapítulo 4.1. Cuando se requiera la puesta a tierra del equipo, según el subcapítulo 3.6, deberá instalarse dentro del tubo un conductor de protección separado.
- d) Instalación. El tubo no metálico pesado de fibra-bituminizada y de asbesto-cemento deberá ser instalado según se especifica a continuación:
- i) Todos los extremos del tubo deberán escariarse dentro y fuera para eliminar los bordes agudos.
 - ii) El tubo, incluyendo codos y curvas, no deberán ser roscados pero deberán ser usados con adaptadores y uniones aprobados.
 - iii) Toda unión entre el tubo y acoplamientos, accesorios y cajas deberán hacerse por un método y con herramientas especificadas para el uso.
 - iv) El tubo deberá ser asegurado mecánicamente para prevenir la pérdida de su alineamiento durante la construcción.
 - v) Las Instalaciones de estos tubos deberán estar adecuadamente soportados como se señala en la Tabla 4-XLI. Además deberán estar soportados a no más de 0.90 m de cada caja, gabinete u otra terminación de la tubería.
 - vi) No deberá utilizarse tubo no metálico pesado de diámetro nominal menor de 15 mm.
 - vii) Las curvas deberán hacerse como se indica en 4.5.16.1 c) vii).

- viii) Los empalmes y derivaciones deberán hacerse únicamente en cajas de empalme, de salida o condulets. Los conductores, incluyendo los empalmes y derivaciones, no deberán llenar un condulet en más del 75% de su sección en cualquier punto. Los empalmes y derivaciones deberán hacerse por métodos aprobados.
 - ix) El número de conductores permitidos en un tubo no metálico pesado de fibra-bituminizada y de asbesto- cemento no deberá exceder los porcentajes de ocupación indicados en la Tabla 4-XXXI11.
 - x) La longitud máxima de los tramos entre buzón y buzón o entre caja y caja no deberá ser mayor de lo siguiente:
 - Tramos rectos: 100 metros
 - Tramos con 1 curva 90° o equivalente: 60 metros
 - Tramos con 2 curvas 90° o equivalente: 45 metros
 - Tramos con 3 curvas 90° o equivalente: 30 metros
 - Tramos con 4 curvas 90° o equivalente: 15 metrosCuando se trate de cable con cubierta emplomada o con otra envoltura metálica no se permitirán tramos con más de dos curvas de 90°.
 - xi) Las cajas y accesorios deberán cumplir con las Disposiciones de 4.6.1.
- e) Requisitos de fabricación.
- i) El tubo no metálico pesado deberá tener una marca permanentemente clara y durable, por lo menos cada 3 m, como se indica en 2.1.19. El tipo de material deberá estar también incluido en la marca, a menos que sea identificable a la vista. Cuando el tubo está destinado para uso no subterráneo, estas marcas deberán ser lo suficientemente durables para permanecer legibles hasta que el material esté instalado.
 - ii) Los condulets deberán tener una sección recta de por lo menos el doble del tubo mayor al cual estén conectados.

4.5.17 Tubo Metálico Liviano

4.5.17.1 Usos permitidos

El tubo metálico liviano puede utilizarse en Instalaciones tanto a la vista como ocultas.

4.5.17.2 Prohibiciones

El tubo metálico liviano no deberá utilizarse:

- a) Donde esté sometido a severos daños materiales, durante su instalación o después de ella.
- b) Cuando esté protegido contra la corrosión con la simple aplicación de capa de esmalte al tubo.

- c) En concreto o relleno con escorias donde esté sujeto a humedad permanente, aménos que esté protegido por todas sus superficies por una capa de concreto sin escorias de un espesor no menor de 5 cm, o aménos que el tubo esté por debajo del relleno unos 45 cm. Donde sea factible, deberá evitarse el contacto de metales distintos en cualquier parte del sistema, para eliminar la posibilidad de la corrosión galvánica, excepto las cubiertas y accesorios de aluminio que pueden i ser utilizados con tubo metálico liviano de acero.

Los tubos, codos, uniones y accesorios de metal ferroso o no ferroso podrán ser instalados en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas sometidas a influencias corrosivas severas, cuando estén protegidos contra la corrosión y. se juzguen apropiados para la condición. Véase el inciso 4.1.1.6 para la protección contra la corrosión.

4.5.17.3 Otros acápites aplicables

Las Instalaciones de tubo metálico liviano deberán cumplir con las Disposiciones del subcapítulo 4.1.

4.5.17.4 Instalación

- a) Lugares mojados. Todos los soportes, tornillos, pernos, abrazaderas, etc., deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o protegidos contra ella por metales aprobados para el uso. Véase el inciso 4.1.1.6 para la protección contra la corrosión.
- b) Tamaños.
 - i) Mínimo. No deberá utilizarse tubo de diámetro nominal menor de 15 mm, salvo lo permitido específicamente en algún otro acápite.
Se exceptúa las extensiones bajo yeso como está permitido en 4.5.13.2 a) y para contener terminales de motores como está permitido en 5.2.11.4 b).
 - ii) Máximo. El diámetro nominal máximo del tubo deberá ser de 100 mm.
- c) Número de conductores en un tubo. El número de conductores permitido en un tubo no deberá exceder los porcentajes de ocupación indicados en la Tabla 4-XXXIII. En la Tabla 4-XXXV se dan las dimensiones nominales del, tubo metálico liviano.
- d) Roscas. El tubo metálico liviano no deberá ser roscado. Cuando se utilicen uniones integrales, tales uniones pueden ser fabricadas roscadas.

- e) Uniones y conectores. Las uniones y conectores usados con tubos deberán hacerse con hermeticidad. Se emplearán accesorios aprobados para este propósito y estos deberán ser:
 - Del tipo hermético al concreto cuando estén embutidos en concreto o mampostería.
 - Del tipo aprueba de lluvia cuando son instalados en lugares mojados.

- f) Curvas
 - i) Las curvas en el tubo metálico liviano deberán hacerse de manera de no dañar los tubos y su diámetro interior no se reduzca apreciablemente. Los radios internos de las curvas hechas en obra, no deberán ser menores que los indicados en la Tabla 4-XXXVI a excepción de lo indicado en ii) a continuación.
 - ii) Para curvas hechas en obras con una máquina de doblar diseñada para el uso, los radios de las curvas no deberán ser menores que los indicados en la Tabla 4-XXXVII.
 - iii) Un tramo de tubo entre salida y salida, accesorio y accesorio, o salida y accesorio, no deberá contener más del equivalente de cuatro curvas de 90° (360° en total), incluyendo las curvas inmediatas a la salida o accesorio.

- g) Escariado. Todos los extremos de los tubos deberán ser escariados para eliminar los bordes agudos.

- h) Soportes. El tubo metálico liviano deberá ser instalado como un sistema completo como está previsto en 4.1, y deberá fijarse firmemente a no más de 90 cm de cada caja de salida, de empalme, gabinete o accesorio, y el espaciamiento entre soportes deberá ser de por lo menos 3 m.

- j) Cajas y accesorios. Deberán cumplir con las Disposiciones de 4.6.1.

- k) Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deberán hacerse solamente en cajas de empalme, de salida o condulets. Los conductores, incluyendo los empalmes y derivaciones, no deberán llenar un condulet en más del 75% de su sección recta en cualquier punto. Los empalmes y derivaciones deberán hacerse por métodos aprobados.

4.5.17.5 Requisitos de fabricación

- a) Los tubos, codos y las curvas para ser instalados con los tubos, deberán tener una sección recta circular. Los condulets deberán tener una sección recta de por lo menos el doble del tubo mayor al cual están conectados.

- b) Los tubos deberán tener un acabado o tratamiento de las superficies externas que permita a lo largo del tiempo y por un método aprobado, una fácil diferenciación del tubo metálico pesado, después de la instalación.
- c) Cuando los tubos se unan con conectores de rosca, el conector deberá ser diseñado de manera que impida la curvatura del tubo en cualquier parte de la rosca.

4.5.18 Tubo Metálico Pesado Flexible

4.5.18.1 Otros acápites aplicables

Las Instalaciones de tubo metálico pesado flexible, deberán cumplir con las Disposiciones de 4.1, 4.5.6 y 4.5.1.5.

4.5.18.2 Prohibiciones

El tubo metálico pesado flexible no deberá utilizarse en:

- a) Lugares mojados, a menos que los conductores tengan una cubierta de plomo o de otro tipo aprobado para estas condiciones.
- b) Pozos de ascensores que no sean los previstos en 5.9.3.3. a).
- c) Cuartos de baterías de acumuladores.
- d) Lugares peligrosos distintos de los permitidos en 6.2.4.2.
- e) Donde los conductores con cubierta de elastómero estén expuestos al aceite, gasolina u otros materiales que tengan un efecto deteriorante sobre el elastómero.
- f) Enterrados o empotrados en vaciados de concreto o agregados.

4.5.18.3 Instalación

- a) Soportes. El tubo metálico pesado flexible deberá estar fijado por medios aprobados a distancias no mayores de 1.35 m ya no más de 30 cm de cada caja de salida o accesorio, a excepción de lo siguiente:
 - i) Cuando el tubo metálico pesado flexible es jalado.
 - ii) En longitudes no mayores de 90 cm de los terminales, donde la flexibilidad es necesaria.
 - iii) En longitudes no mayores de 1.80 m desde una conexión terminal de un aparato, para conexiones derivadas de aparatos de alumbrado como está indicado en 5.8.15.4 c).
- b) Curvas en Instalaciones ocultas. Un tramo de tubo en canalizaciones ocultas, entre salida y salida, accesorio y accesorio, o salida y accesorio, no deberá contener más del equivalente de cuatro curvas de 90° (360° en total), incluyendo las curvas inmediatas a la salida o accesorio.
No deberá usarse conectores angulares para Instalaciones de canalizaciones ocultas.

Tabla 4-XLII
MÁXIMO NÚMERO DE CONDUCTORES AISLADOS EN UN TUBO
METÁLICO PESADO FLEXIBLE DE 13 mm²

Col. A Con accesorio de acoplamiento dentro del tubo

Col. B Con accesorio de acoplamiento

Sección Nominal mm ²	Tipos: RFH - 2 SF - 2		Tipos: TF, TW XHHW		Tipos: TFN, THHN, THWN		Tipos: FEP, FEPB, PF, PGF	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0.75	-	3	3	7	4	8	5	8
1.00	-	2	2	4	3	7	4	8
1.5	-	-	-	4	3	7	3	7
2.5	-	-	-	3	-	4	-	4
4	-	-	-	-	-	2	-	3

* adicionalmente, podrá instalarse un conductor de protección aislado de la misma sección.

c) Tamaño mínimo. No deberá utilizarse tubo de diámetro nominal menor de 15 mm, a excepción de lo siguiente:

- i) Las extensiones bajo yeso como está permitido en 4.5.13.2 a).
- ii) Para contener terminales de motores como está permitido en 5.2.11.4 b).
- iii) El tubo metálico pesado flexible de diámetro nominal de 13 mm podrá ser utilizado como parte de un montaje aprobado o para conexiones de aparatos de alumbrado, siempre que su longitud no exceda de 1.80 m.

4.5.18.4 Puesta a tierra

El tubo metálico pesado flexible puede utilizarse como un medio de puesta a tierra, cuando tanto el tubo como sus accesorios estén aprobados para el uso. Donde el puente de unión del equipo es requerido alrededor del tubo metálico pesado flexible, éste deberá ser instalado de acuerdo con 3.6.8.7.

Se permite que el tubo metálico pesado flexible pueda utilizarse como un medio de puesta a tierra, siempre que la longitud total de cualquier camino de retorno a tierra no exceda de 1.80 m; que el tubo termine con accesorios aprobados para el uso y los conductores del circuito contenidos en ellos estén protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de capacidad nominal de 20 A o menores.

4.5.19 Tubo Metálico Pesado Flexible Hermético a los Líquidos

4.5.19.1 Alcance

El presente acápite abarca el uso y los requisitos de instalación para el tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos.

4.5.19.2 Definición ,

Es una canalización de sección recta circular que tiene una cubierta exterior hermética a los líquidos, no metálica, resistente a los rayos solares encima de un núcleo metálico flexible con uniones asociadas, conectores, accesorios y aprobados para la instalación de conductores eléctricos.

4.5.19.3 Otros acápite aplicables

Las Instalaciones de tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos deberán cumplir con las Disposiciones de 4.1, 4.5.18, 6.2, 6.3 y 6.4.

4.5.19.4 Usos permitidos

El tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos puede usarse en Instalaciones tanto a la vista como ocultas:

- a) Cuando las condiciones de instalación, funcionamiento o mantenimiento, requieren flexibilidad o protección contra líquidos, vapores o sólidos.
- b) Como se permite en 6.2.4.2, 6.3.4 y 6.4.3 y en otros lugares peligrosos, si está específicamente aprobado.

4.5.19.5 Prohibiciones

El tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos no deberá utilizarse:

- a) Donde esté sometido a daños materiales.
- b) Cuando cualquier combinación de temperatura del conductor y/o temperatura ambiente, puedan originar una mayor temperatura de operación para la cual el material es aprobado.

4.5.19.6 Instalación

- a) Soportes. Donde se instale tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos como canalización fija, deberá estar sujetado a distancias no mayores de 1.35 m ya no más de 30 cm de cada caja de salida o accesorio, a excepción de lo siguiente:
 - i) Cuando el tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos es jalado.
 - ii) En longitudes no mayores de 0.90 m en terminales, donde sea necesaria la flexibilidad.

- b) Número de conductores.
- i) El número de conductores permitido en un tubo de diámetro nominal de 15 hasta 100 mm, no deberá exceder los porcentajes de ocupación indicados en la Tabla 4-XXXIII.
 - ii) El número de conductores permitido en un tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos de diámetro nominal de 13 mm, cuando es permitido por el presente Tomo, no deberá exceder lo permitido en la Tabla 4-XLII.
- c) Tamaños
- i) No deberá utilizarse tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos de diámetro nominal menor de 15 mm, a excepción del diámetro nominal de 13 mm como está permitido en 4.5.18.3 c).
 - ii) El diámetro nominal máximo del tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos, deberá ser de 100 mm.
- d) Curvas en Instalaciones ocultas. Un tramo de tubo en canalizaciones ocultas, entre salida y salida, accesorio y accesorio o salida y accesorio, no deberá contener más del equivalente de cuatro curvas de 90° (360° en total), incluyendo las curvas inmediatas a la salida o accesorio.
No deberá usarse conectores angulares para Instalaciones de canalizaciones ocultas.
- e) Accesorios. El tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos deberá ser utilizado solamente con accesorios terminales aprobados para el uso.

4.5.19.7 Puesta a tierra

El tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos puede utilizarse como conductor de protección, cuando tanto el tubo como sus accesorios estén aprobados para el uso. Donde el puente de unión del equipo es requerido alrededor del tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos, deberá ser instalado de acuerdo con 3.6.8.7

Se permite que el tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos pueda usarse como conductor de protección en diámetros nominales de 35 mm y menores, siempre que la longitud total de cualquier camino de retorno a tierra no exceda de 1.80 m y el tubo termine con accesorios aprobados para el uso.

4.5.20 Canalizaciones de Superficie

4.5.20.1 Canalizaciones metálicas de superficie

- a) Usos permitidos. Las canalizaciones de superficie pueden ser utilizadas en lugares secos.
- b) Prohibiciones. Las canalizaciones de superficie no deberán utilizarse:
 - i) Donde estén sometidas a severos daños materiales, amenos que estén aprobadas para el uso.
 - ii) Cuando la tensión entre conductores sea de 300 V o mayores, amenos que el metal tenga un espesor no menor de un milímetro.
 - iii) Donde estén sometidas a vapores corrosivos.
 - iv) En pozas de ascensores.
 - v) En cualquier lugar peligroso, excepto los lugares Clase I, División 2 como está permitido en 6.2.4.2 e).
 - vi) Ocultas, excepto las canalizaciones de superficie aprobadas para el uso, las cuales se pueden usar para extensiones bajo yeso, y lo permitido en 5.9.6.2 c) ii).
Véase la definición de "Descubierto" (aplicado a los métodos de instalación).
- c) Otros acápites aplicables. Las canalizaciones de superficie deberán cumplir con las Disposiciones aplicables de 4.1.
- d) Sección de los conductores. La sección de los conductores instalados en una canalización de superficie no deberá ser mayor que la sección para la cual la canalización está diseñada.
- e) Número de conductores en las canalizaciones. El número de conductores instalados en cualquier canalización no deberá ser mayor que el número para el cual la canalización está diseñada. Los factores de corrección que estén de acuerdo con 4.2.3 g) no deberán aplicarse a los conductores instalados en canalizaciones de superficie, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:
 - i) La sección recta de la canalización exceda de 25 cm^2 .
 - ii) Los conductores activos no excedan de 30 en número.
 - iii) La suma de las secciones rectas de todos los conductores contenidos no excedan del 20% de la sección recta interior de la canalización de superficie.
- f) Extensiones a través de paredes y pisos. Se pueden extender a través de pisos, paredes y muros secos longitudes continuas de canalizaciones metálicas de superficie.
Véase 4.5.21.5 para conjuntos de salidas múltiples.

- g) Canalizaciones combinadas. Donde se utilicen canalizaciones de superficie combinadas para circuitos de señalización, alumbrado y de fuerza, los diferentes sistemas deberán instalarse en compartimientos separados, identificados en el acabado interior con colores que contrasten fuertemente, y la misma posición relativa de los compartimientos , deberá ser mantenida en toda la edificación.
- h) Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se permitirán en canalizaciones de superficie que tengan una tapa removible que sea accesible después de su instalación. Los conductores, incluyendo empalmes y derivaciones, no deberán llenar la canalización en más del 75% de su sección recta en este punto. Los empalmes y derivaciones en canalizaciones metálicas de superficie sin tapa removible deberán hacerse solamente en cajas de empalme.

Todos los empalmes y derivaciones deberán hacerse por métodos aprobados. j) Fabricación. Las canalizaciones metálicas de superficie deberán ser de tal fabricación que se puedan distinguir de otras canalizaciones. Las canalizaciones y sus codos, uniones y los accesorios similares, deberán ser diseñados de manera que se puedan empalmar las secciones eléctrica y mecánicamente, quedando los conductores protegidos de la abrasión. Los orificios en el interior de la canalización para tornillos o pernos, deberán ser diseñados de tal forma que cuando estén colocados éstos, sus cabezas queden al ras de la superficie metálica.

Cuando se usen tapas y accesorios de materiales no metálicos en canalizaciones metálicas, deberán estar aprobadas para el uso.

4.5.20.2 Canalizaciones no metálicas de superficie

- a) Descripción. El presente inciso deberá aplicarse aun tipo de canalización no metálica de superficie y accesorios hechos con materiales no metálicos adecuados, que son resistentes a la humedad ya los ambientes químicos. Estos materiales deberán ser también retardantes de la llama, resistentes al impacto, al aplastamiento, a las deformaciones provocadas por el calor en las condiciones aprobables de servicio, y resistentes a los efectos de las bajas temperaturas.
- b) Usos permitidos. Las canalizaciones de superficie pueden ser utilizadas en lugares secos.

- c) Prohibiciones. Las canalizaciones de superficie no deberán utilizarse:
 - i) Donde estén ocultas. .
 - ii) Donde estén sometidas a severos daños materiales, amenos que estén aprobadas para el uso.
 - iii) Cuando la tensión entre conductores sea de 300 V o mayores.
 - iv) En pozos de ascensores.
 - v) En cualquier lugar peligroso, excepto los lugares Clase I, División 2 como está permitido en 6.2.4.2 e).
 - vi) Cuando estén sometidas a temperaturas ambiente que excedan de 50°C.
 - vii) Para conductores cuya temperatura del aislamiento exceda de 75°C.
- d) Otros acápite aplicables. Las canalizaciones de superficie deberán cumplir con las Disposiciones aplicables de 4.1.
- e) Sección de los conductores. La sección de los conductores instalados en una canalización de superficie no deberá ser mayor que la sección para la cual la canalización está diseñada.
- f) Número de conductores en las canalizaciones. El número de conductores instalados en cualquier canalización no deberá ser mayor que el número para la cual la canalización está diseñada.
- g) Canalizaciones combinadas. Donde se utilicen canalizaciones de superficies combinadas para circuitos de señalización, alumbrado y de fuerza, los diferentes sistemas deberán instalarse en compartimientos separados, identificados en el acabado interior con colores que contrasten fuertemente o por una leyenda impresa, y la misma posición relativa de los compartimientos deberá ser mantenida en toda la edificación.
- h) Fabricación. Las canalizaciones no metálicas de superficie deberán ser de tal fabricación que se pueden distinguir de otras canalizaciones. Las canalizaciones y sus codos, uniones y los accesorios similares, deberán ser diseñados de manera que se puedan empalmar las secciones mecánicamente, quedando los conductores protegidos de la abrasión. Los orificios en el interior de la canalización para tornillos o pernos, deberán ser diseñados de tal forma que cuando estén colocados estos, sus cabezas queden al ras de la superficie no metálica.

4.5.21 Conjunto de Salidas Múltiples

4.5.21.1 Definición

Es un tipo de canalización de montaje saliente o superficial, diseñado para contener conductores y tomacorrientes, ensamblados en obra o en fábrica.

4.5.21.2 Otros acápite aplicables

Las Instalaciones con conjunto de salidas múltiples deberán cumplir con las Disposiciones aplicables de 4.1.

4.5.21.3 Usos permitidos

Los conjuntos de salidas múltiples pueden ser utilizados en lugares secos.

4.5.21.4 Prohibiciones

Los conjuntos de salidas múltiples no deberán instalarse:

- a) Donde estén ocultos, excepto si la parte trasera y lateral del conjunto metálico de salidas múltiples pueden estar rodeadas por el acabado de la edificación y los conjuntos no metálicos de salidas múltiples se encuentren embutidos en el zócalo.
- b) Donde estén sometidos a severos daños materiales, a menos que estén aprobados para el uso.
- c) Cuando la tensión entre conductores sea de 300 V o mayores, a menos que estén hechos de metal que tenga un espesor no menor de un milímetro.
- d) Donde estén sometidos a vapores corrosivos.
- e) En pozos de ascensores.
- f) En cualquier lugar peligroso, excepto los lugares Clase I, División 2 como está permitido en 6.2.4.2. e)

4.5.21.5 Conjunto metálico de salidas múltiples a través de tabiques secos

El conjunto metálico de salidas múltiples puede extenderse a través de tabiques secos (no dentro de tabiques) siempre que se pueda retirar la tapa o cubierta en todas las partes expuestas y no se instale ninguna salida dentro de los tabiques.

4.5.22 Canalizaciones Bajo el Piso

4.5.22.1 Usos permitidos

Las canalizaciones bajo el piso pueden ser instaladas debajo de la superficie de concreto u otro material para piso o en Edificaciones de oficinas, donde queden aras de la superficie de concreto y se cubran con linóleo o una cubierta equivalente.

4.5.22.2 Prohibiciones

Las canalizaciones bajo el piso no deberán instalarse:

- i) Donde estén sometidas a vapores corrosivos.
- ii) En cualquier lugar peligroso, excepto los lugares Clase I, División 2 como está permitido en 6.2.4.2 e). Las canalizaciones metálicas, cajas de empalme y accesorios ferrosos o no ferrosos, no deberán ser instalados en concreto o en áreas sometidas a condiciones corrosivas severas, amenos que sean de un material que se juzgue adecuado, o a menos que tengan protección contra la corrosión para las condiciones de uso.

4.5.22.3 Otros acápites aplicables

Las Instalaciones de canalizaciones bajo el piso deberán cumplir con las Disposiciones aplicables de 4.1. ,

4.5.22.4 Cubiertas

Las cubiertas de las canalizaciones deberán cumplir con los párrafos indicados en a) hasta d) a continuación:

- a) Canalizaciones hasta de 10 cm de ancho. Las canalizaciones de tope plano y semicircular de un ancho máximo de 10 cm, deberán cubrirse de un espesor mínimo de 2 cm de concreto o de madera; excepto lo permitido en c) a continuación, para las canalizaciones de tope plano.
- b) Canalizaciones de un ancho mayor de 10 cm y no mayor de 20 cm. Las canalizaciones de tope plano mayores de 10 cm de ancho pero no mayores de 20 cm y con una separación mínima de 2.5 cm entre canalizaciones, deberán cubrirse con una capa de concreto de un espesor no menor de 2.5 cm. Las canalizaciones cuya separación sea menor de 2.5 cm deberán cubrirse con una capa de concreto de un espesor no menor de 4 cm. .
- c) Canalizaciones tipo zanja embutidas a ras del concreto. Este tipo de canalización con tapas removibles pueden ser colocadas a ras de la superficie del piso. Tales canalizaciones deberán ser diseñadas de manera que las tapas proporcionen una adecuada protección mecánica y una rigidez equivalente a las tapas de las cajas de empalme.
- d) Otras canalizaciones embutidas a ras del concreto. En Edificaciones de oficinas, pueden ser colocadas aras de la superficie del piso de concreto, las canalizaciones de ancho no mayor de 10 cm, siempre que estén cubiertas con linóleo de espesor no menor de 1.6 mm, o con una cubierta equivalente. Cuando más de una y no más de tres canalizaciones individuales

son instaladas al ras con el concreto, ellas deberán quedar continuas una de otra y unidas para formar un conjunto rígido.

4.5.22.5 Instalación

- a) Tendido de las canalizaciones en línea recta.
 - i) Las canalizaciones bajo el piso deberán ser instaladas en forma tal que su línea central coincida con una línea recta trazada entre los centros de las cajas de empalme sucesivas.
 - ii) Las canalizaciones deberán ser firmemente fijadas para impedir que pueda alterarse su alineación durante la construcción.
- b) Sección de los conductores. La sección de los conductores instalados en una canalización bajo el piso no deberá ser mayor que la sección para la cual la canalización está diseñada.
- c) Máximo número de conductores por canalización. El área total de las secciones rectas combinadas de todos los conductores o cables por canalización, no deberá exceder del 40% del área de la sección recta interior de la canalización.
- d) Empalmes y derivaciones. Los empalmes y las derivaciones deberán hacerse solamente en cajas de empalme.
Para efectos del presente inciso, el llamado alambrado de anillo (conductor continuo, no cortado, que se conecta a las salidas individuales) no deberá ser considerado como un empalme o una derivación.
- e) Salidas anuladas. Cuando una salida es anulada, no utilizada o retirada, los tramos de conductores que alimentan la salida deberán ser retirados de la canalización. No se permitirán en las canalizaciones empalmes o reconstitución del aislamiento en los conductores, tal como sería el caso en salidas anuladas en un alambrado de anillo.
- f) Marcas en los extremos. Una marca adecuada deberá ser instalada en, o cerca a cada extremo de la línea recta de canalizaciones, para localizar el último inserto.
- g) Terminales muertos. Los terminales muertos de las canalizaciones deberán ser tapados.
- h) Cajas de empalme
 - i) Las cajas de empalme deberán estar niveladas con el piso terminado y selladas para impedir la entrada de agua o concreto.

- ii) Las cajas de empalme utilizadas con canalizaciones metálicas, deberán ser de metal y eléctricamente continuas con las mismas.
- j) Insertos
- i) Los insertos deberán estar nivelados y sellados para impedir la entrada de agua o concreto.
 - ii) Los insertos utilizados con canalizaciones metálicas, deberán ser de metal y eléctricamente continuos con las canalizaciones.
 - iii) Los insertos en o sobre las canalizaciones de fibra, deberán asegurarse mecánicamente a la canalización antes que el piso esté terminado.
 - iv) Los insertos instalados en canalizaciones de fibra, deberán estar atornillados a la canalización después que el piso esté terminado.
 - v) Al cortar la pared de la canalización e insertar el conjunto, deberá evitarse que caigan en la canalización virutas u otros residuos, y las herramientas a ser usadas deberán estar diseñadas de tal manera que no puedan entrar en la canalización y deteriorar los conductores que estén allí colocados.
- k) Conexiones a gabinetes y salidas en paredes. Las conexiones entre canalizaciones y centros de distribución o tableros y salidas en paredes, deberán hacerse por medio de tubo metálico pesado flexible cuando no estén instaladas en concreto, o en tubo metálico pesado, intermedio, liviano o accesorios aprobados para el uso.

4.5.23 Canalizaciones en Pisos Metálicos Celulares

4.5.23.1 Definición

Para los fines del presente acápite, una "canalización en piso metálico celular" deberá ser definida como los espacios huecos en dichos pisos, unidos con accesorios adecuados, las cuales pueden ser aprobadas para contener conductores eléctricos. Una "célula" deberá ser definida como un simple espacio tubular encerrado en un tramo del piso metálico celular, siendo el eje de la célula paralela al eje del tramo del piso. Un "cabezal" deberá ser definido como una canalización transversal para conductores eléctricos, proporcionando acceso a células predeterminadas de un piso ; metálico celular, permitiendo así la instalación de conductores eléctricos desde un centro de distribución a las células.

4.5.23.2 Prohibiciones

Los conductores no deberán ser instalados en canalizaciones en pisos metálicos celulares:

- a) Donde estén sometidos a vapores corrosivos.
- b) En cualquier lugar peligroso, excepto los lugares Clase I, División 2 como está permitido en 6.2.4.2 e).
- c) En garajes comerciales, excepto para alimentar salidas de techo o en extensiones bajo el piso, pero no encima.

Ninguno de los conductores eléctricos deberán ser instalados en cualquier célula o cabezal que contenga tuberías de vapor, agua, aire, gas, aguas residuales o cualquier otro servicio que no sea el eléctrico.

4.5.23.3 Otros acápites aplicables .

Las Instalaciones de conductores en las canalizaciones en piso metálico celular deberán cumplir con las Disposiciones aplicables de 4.1.

4.5.23.4 Instalación

- a) Sección de los conductores. No deberá instalarse conductores de mayor sección que 50 mm^2 , salvo permiso especial.
- b) Máximo número de conductores por canalización. El área total de las secciones rectas combinadas de todos los conductores o cables por canalización, no deberá exceder del 40% del área de la sección recta interior de la célula o cabezal.
- c) Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deberán hacerse solamente en las cajas de acceso a los cabezales o en las cajas de empalme.
Para efectos del presente inciso, el llamado alambrado de anillo (conductor continuo, no cortado, que conecta a las salidas individuales) no deberá ser considerado como un empalme o una derivación.
- d) Salidas anuladas. Cuando una salida es anulada, no utilizada o retirada, los tramos de conductores que alimentan la salida deberán ser retirados de la canalización. No se permitirán en las canalizaciones empalmes o reconstitución del aislamiento en los conductores, tal como sería el caso en salidas anuladas en un alambrado de anillo.
- e) Marcas. Deberá instalarse un número conveniente de marcas para la futura ubicación de las células.
- f) Cajas de empalme.

- i) Las cajas de empalme deberán estar niveladas con el piso terminado y selladas para impedir la entrada de agua o concreto.
 - ii) Las cajas de empalme utilizadas con estas canalizaciones deberán ser de metal y eléctricamente continuas con las mismas.
- g) Insertos
- i) Los insertos deberán estar nivelados con el piso terminado y sellado para impedir la entrada de concreto.
 - ii) Los insertos deberán ser de metal y eléctricamente continuos con la canalización.
 - iii) Al cortar la pared de la célula e insertar el conjunto, deberá evitarse que caigan en la canalización virutas u otros residuos, y las herramientas a ser usadas, deberán ser diseñadas para que no puedan entrar en la célula y deterioren los conductores.
- h) Conexión a gabinetes y extensiones desde la célula. Las conexiones entre canalizaciones y centros de distribución o tableros y salidas en paredes, deberán hacerse por medio de tubo metálico pesado flexible cuando no estén instaladas en concreto, o en tubo metálico pesado, intermedio, liviano o accesorios aprobados para el uso.

4.5.23.5 Requisitos de fabricación

Las canalizaciones en pisos metálicos celulares deberán estar fabricados de forma que aseguren una adecuada continuidad eléctrica y mecánica del sistema completo. Constituirán una cubierta completa para los conductores. Las paredes interiores deberán estar libres de rebabas y bordes cortantes, y las superficies donde se tienden los conductores deberán ser lisas. Por donde pasen los conductores deberán ser colocadas boquilla o accesorios adecuados con los bordes redondeados.

4.5.24 Canalizaciones en Pisos Celulares de Concreto

4.5.24.1 Alcance

Para los fines del presente acápite, las "canalizaciones en pisos celulares de concreto prefabricados", deberán ser definidas como los espacios huecos en pisos construidos de losas de concreto celular prefabricadas, unidos con accesorios de metal adecuadamente diseñados para proporcionar acceso a las células del piso, de una manera apropiada. Una "célula" deberá ser definida como un simple espacio tubular encerrado en un piso hecho de losas de concreto celular prefabricadas, siendo la dirección de la célula paralela a la dirección de los tramos del piso. "Un cabezal" deberá ser definido como las canalizaciones metálicas transversales para conductores eléctricos,

proporcionando acceso a células predeterminadas de un piso celular de concreto prefabricado, permitiendo así la instalación de conductores eléctricos desde un centro de distribución a las células del piso.

4.5.24.2 Prohibiciones

Los conductores no deberán instalados en pisos celulares de concreto prefabricado:

- a) Donde estén sometidos a vapores corrosivos.
- b) En lugares peligrosos, excepto los lugares Clase I, División 2 como está permitido en 6.2.4.2 e),.
- c) En garajes comerciales, excepto para alimentar salidas de techo o en extensiones bajo el piso, pero no encima.

Ninguno de los conductores eléctricos deberán ser instalados en cualquier célula o cabezal que contenga tuberías de vapor, agua, aire, gas, aguas residuales o cualquier otro servicio que no sea el eléctrico.

4.5.24.3 Otros acápite aplicables

Las canalizaciones en pisos celulares de concreto prefabricado de tipo aprobado, deberán cumplir con las Disposiciones aplicables de 4.1.

4.5.24.4 Instalación

- a) Cabezal. El cabezal deberá ser instalado en línea recta, formando ángulos rectos con las células. El cabezal deberá estar mecánicamente asegurado a la parte superior del piso celular de concreto prefabricado. Los extremos de unión deberán ser tapados con accesorios metálicos de cierre y sellados para impedir la entrada del concreto. El cabezal deberá ser eléctricamente continuo a través de toda su longitud y estará eléctricamente unido a la cubierta del centro de distribución.
- b) Conexiones a gabinetes y otras cubiertas. Las conexiones desde el cabezal a los gabinetes y otras cubiertas deberán hacerse por medio de canalizaciones y accesorios metálicos aprobados para el uso.
- c) Cajas de empalme.
 - i) Las cajas de empalme deberán estar niveladas con el piso terminado y selladas para impedir la entrada de agua o concreto.
 - ii) Las cajas de empalme deberán ser de metal y estarán mecánica y eléctricamente continuas con los cabezales.
- d) Marcas. Deberá instalarse un número conveniente de marcas para la futura ubicación de las células.
- e) Insertos.

- i) Los insertos deberán estar nivelados y sellados para impedir la entrada de concreto.
 - ii) Los insertos deberán ser de metal y deberán colocarse con tomacorrientes del tipo de puesta a tierra.
 - iii) La toma de tierra del tomacorriente, deberá ser conectada a un conductor de protección unido efectivamente a una conexión de tierra efectiva prevista en el cabezal.
 - iv) Al cortar la pared de la célula para instalar los insertos o para otros fines (tales como aberturas de acceso entre los cabezal es y las células), deberá evitarse que caigan en la canalización virutas u otros residuos, y las herramientas a ser usadas, deberán estar diseñadas de tal manera que no puedan entrar en la célula y dañar los conductores.
- f) Sección de los conductores. No deberá instalarse conductores de mayor sección que 50 mm^2 , salvo permiso especial.
- g) Máximo número de conductores por canalización. El área total de las secciones rectas combinadas de todos los conductores o cables por canalización, no deberá exceder del 40% del área de la sección recta de la célula o cabezal.
- h) Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deberán hacerse solamente en las cajas de acceso a los cabezales o en las cajas de empalme.
Para efectos del presente inciso, el llamado alambrado de anillo (conductor continuo, no cortado, que conecta a las salidas individuales), no deberá ser considerado como un empalme o una derivación.
- j) Salidas anuladas. Cuando una salida es anulada, no utilizada o retirada, los tramos de conductores que alimentan la salida deberán ser retirados de la canalización. No se permitirán en las canalizaciones empalmes o reconstitución del aislamiento en los conductores, tal como sería el caso en salidas anuladas en un alambrado de anillo.

4.5.25 Canalizaciones Metálicas con Tapa (Wireways)

4.5.25.1 Definición

Son canalizaciones de sección recta, hechas de láminas metálicas con puertas abisagradas o removibles destinadas para contener y proteger los conductores y cables eléctricos, que son colocados después que el sistema de canalización ha sido totalmente Instalado.

4.5.25.2 Usos permitidos

Las canalizaciones metálicas con tapa, pueden usarse solamente para Instalaciones a la vista. Cuando son instaladas para uso exterior, deberán ser de construcción aprobada hermética a la lluvia.

4.5.25.3 Prohibiciones

Las canalizaciones metálicas con tapa no deberán ser instaladas:

- a) Donde estén sometidas a severos daños materiales o vapores corrosivos.
- b) En cualquier lugar peligroso, excepto los lugares Clase II, División 2 como está permitido en 6.3.4.2.

4.5.25.4 Otros acápites aplicables

Las Instalaciones de las canalizaciones metálicas con tapa deberán cumplir con las Disposiciones aplicables de 4.1.

4.5.25.5 Instalación

- a) Sección de los conductores. En ninguna canalización metálica con tapa deberá instalarse conductores de una sección mayor de aquella para la cual canalización ha sido diseñada.
- b) Número de conductores.
 - i) Las canalizaciones metálicas con tapa no deberán contener más de 30 conductores activos en cualquier sección de la canalización. La suma de las secciones rectas de todos los conductores y cables contenidos en cualquier sección de una canalización metálica con tapa, no deberá exceder del 20% de la sección recta interior de dicha canalización, excepto lo permitido en 5.9.3.4. b) para ascensores, montacargas, etc. Los factores de corrección especificados en 4.2.3 g) no deberán ser considerados aplicables a este caso.
 - ii) Deberán considerarse las siguientes excepciones:
 - Los conductores para circuitos de señalización o de control de arranque de motores, de tal manera que sólo sean usados durante el arranque del motor, no deberán ser considerados como conductores activos.
 - Cuando son aplicados los factores de corrección especificados en 4.2.3 g), no deberá limitarse el número de conductores activos, pero la suma de las secciones rectas de todos los conductores contenidos en cualquier sección de la canalización metálica con tapa, no deberá exceder del 20% de la sección recta interior de dicha canalización.
 - Para el caso de teatros y locales similares, como se permite en 6.12.1.4.

- c) Empalmes y derivaciones. Se permiten empalmes y derivaciones dentro de una canalización metálica con tapa, siempre que sean accesibles. Los conductores, incluyendo empalmes y derivaciones, no deberán llenar más del 75 % de la sección recta de la canalización en dicho punto.
- d) Soportes. Las canalizaciones metálicas con tapa deberán estar firmemente soportadas a distancias no mayores de 1.50 m, a menos que sean específicamente aprobadas para soportar mayores distancias, pero en ningún caso la distancia entre soportes deberá exceder de 3 m. Se exceptúa los tramos verticales de canalizaciones metálicas que deberán estar firmemente soportadas en distancias no mayores de 4.5 m y no deberá haber más de una unión entre soportes consecutivos. Los ramos adyacentes de canalizaciones metálicas deberán asegurarse entre sí, para proporcionar una unión rígida.
- e) Extensiones a través de paredes. Estas canalizaciones pueden atravesar paredes, siempre que se haga por tramos enteros.
- f) Terminales muertos. Los terminales muertos de las canalizaciones deberán ser tapados.
- g) Extensiones desde las canalizaciones metálicas con tapa. Estas deberán hacerse con tubo metálico pesado o tubo metálico pesado flexible, tubo metálico intermedio, tubo metálico liviano, canalizaciones metálicas de superficie o cable con cubierta metálica.

4.5.25.6 Marcación

Las canalizaciones metálicas con tapa deberán ser marcadas de modo que el nombre del fabricante o marca comercial sea visible después de su instalación.

4.5.26 Instalación de Cables Planos tipo FC

4.5.26.1 Definición

Conjunto de conductores paralelos formados integralmente con un tejido de material aislante, específicamente diseñado para ser instalado en las canalizaciones metálicas de superficie aprobadas para el uso.

4.5.26.2 Usos permitidos

Los cables planos deberán ser usados solamente en los siguientes casos:

- a) Como circuito derivado para alimentar dispositivos de derivación adecuados para alumbrado, artefactos pequeños y pequeñas cargas de fuerza.
- b) En Instalaciones a la vista.
- d) En lugares donde no estén sometidos a severos daños materiales

4.5.26.3 Prohibiciones

Los cables planos no deberán ser instalados:

- a) Cuando estén sometidos a vapores corrosivos, amenos que estén específicamente aprobados para el uso.
- b) En pozos de ascensores.
- c) En lugares peligrosos.
- d) En exteriores o en lugares húmedos o mojados, amenos que estén específicamente aprobados para el uso.

4.5.26.4 Otros acápite aplicables .

Además de las Disposiciones del presente acápite, las Instalaciones de los cables tipo FC, deberán cumplir con las demás Disposiciones aplicables del presente Tomo, especialmente con 3.1, 3.3, 3.6, 4.1, 4.2 y 4.5.20.

4.5.26.5 Instalación

- a) Generalidades. Los cables planos deberán ser instalados en la obra, solamente en canalizaciones metálicas de superficie aprobadas para el uso.
El sistema de canalización metálica de superficie deberá ser instalado como un sistema completo antes de que los cables planos sean introducidos dentro de las canalizaciones.
- b) Número de conductores. Los cables planos deberán consistir de 2, 3 ó 4 conductores.
- c) Sección de los conductores. Los cables planos deberán tener conductores de 4 mm² de cobre especialmente trenzados.
- d) Aislamiento de los conductores. El cable plano deberá estar fabricado de forma que tenga un aislamiento adecuado que cubra todos los conductores, y que esté hecho de uno de los materiales indicados en la Tabla 4-IV para el alambrado de circuitos derivados en general.
- e) Empalmes. Los empalmes deberán hacerse en cajas de empalme aprobadas, usando bloques terminales aprobados. ,
- f) Derivaciones. Las derivaciones deberán hacerse solamente entre cualquier conductor activo y el neutro por medio de dispositivos y

accesorios aprobados para el uso. Los dispositivos de derivación deberán ser de una capacidad nominal no menor de 10 A, o mayor de 300 V, y deberán tener un código de color de acuerdo con los requisitos de 4.5.26.8.

- g) Terminales muertos. Cada terminal muerto del cable plano deberá tener un dispositivo de tapa terminal aprobado para el uso. El accesorio terminal de la canalización metálica de superficie que los encierra deberá estar aprobado para el uso.
- h) Soportes para aparatos. Los soportes para aparatos instalados con los cables planos deberán estar aprobados para el uso.
- j) Accesorios. Los accesorios a ser instalados con los cables planos, deberán estar diseñados e instalados de manera que eviten daños materiales a los cables.
- k) Extensiones. Todas las extensiones desde cables planos deberán hacerse desde los bloques terminales encerrados en cajas de empalme e instalados en ambos extremos de tramos de cables planos. Todas las extensiones deberán hacerse según métodos de instalación aprobados para el uso.
- l) Soportes. Deberán estar soportados de por sí, debido a sus características de diseño especiales, dentro de las canalizaciones metálicas de superficie en las cuales su uso está específicamente aprobado. Las canalizaciones metálicas de superficie deberán estar soportadas como está indicado para la canalización específica a ser instalada.

Los soportes para aparatos instalados en los cables planos deberán estar aprobados para el uso.

4.5.26.6 Capacidad nominal

La capacidad nominal de los circuitos derivados no deberá exceder de 30 A.

4.5.26.7 Cubierta protectora

Cuando un cable plano es instalado a menos de 2.40 m. del piso, deberá estar protegido por una cubierta metálica aprobada para el uso.

4.5.26.8 Identificación

El conductor neutro deberá estar identificado en toda su longitud por medio de marcas distintivas y permanentes de color blanco.

Los bloques terminales aprobados para el uso deberán tener marcas distintivas y permanentes por código de colores o palabras. La sección del neutro deberá tener una marca blanca u otra identificación

adecuada. La próxima sección del bloque terminal deberá tener una marca negra u otra identificación adecuada. La siguiente tendrá marca roja u otra identificación adecuada y la sección exterior o final, opuesta a la sección del neutro del bloque terminal, deberá tener una marca azul u otra identificación adecuada.

4.5.26.9 Marcación

Los cables tipo FC deberán tener la temperatura nominal marcada de forma permanente en la superficie, a intervalos no mayores de 60 cm, adicionalmente a los requisitos de 4.2.1.11.

4.5.27 Canalizaciones de Barras Colectoras (Busways)

4.5.27.1 Alcance

El presente acápite cubre las canalizaciones de barras colectoras y accesorios asociados para alimentadores y circuitos derivados.

4.5.27.2 Definición

Para los fines del presente acápite, una canalización de barra colectora está considerada como una cubierta metálica puesta a tierra, la cual contiene conductores aislados o desnudos de cobre, así como barras, varillas o tubos, que son montados en fábrica.

4.5.27.3 Otros acápites aplicables

Las Instalaciones de canalizaciones de barras colectoras deberán cumplir con las Disposiciones aplicables de 4.1.

4.5.27.4 Uso permitidos

- a) Las canalizaciones de barras colectoras solamente se pueden utilizar en Instalaciones a la vista, excepto lo permitido en b) a continuación.
- b) Las canalizaciones de barras podrán instalarse detrás de los paneles, si se proveen medios de accesos y se cumplen todas las condiciones siguientes:
 - i) No deberán instalarse en las canalizaciones de barras, dispositivos de sobrecorriente distintos de los que se usan para aparatos individuales.
 - ii) El espacio que está detrás de los paneles no será usado para distribución de aire.
 - iii) Las canalizaciones de barras estén completamente cerradas, del tipo sin ventilación.
 - iv) Las canalizaciones de barras estén instaladas de manera que las uniones entre secciones y accesorios sean accesibles para el mantenimiento.

4.5.27.5 Prohibiciones

Las canalizaciones de barras no deberán ser instaladas:

- a) Donde estén sometidas a severos daños materiales o vapores corrosivos.
- b) En pozos de ascensores.
- c) En cualquier lugar peligroso, a menos que estén específicamente aprobados para tal uso (véase el inciso 6.2.4.2).
- e) En exteriores o en lugares húmedos o mojados, amenos de que esté específicamente aprobado para el uso.

4.5.27.6 Instalación

- a) Las canalizaciones de barras pueden pasar a través de paredes secas, si es que el tramo de la canalización que atraviesa la pared no tiene empalme.
- b) Las canalizaciones de barras pueden extenderse verticalmente a través de pisos secos si están totalmente cerradas (no ventiladas), cuando pasen a través del piso ya una distancia no menor de 1.80 m sobre el piso, de manera que tengan una adecuada protección contra daños materiales.
- c) Los terminales muertos de las canalizaciones de barras deberán ser tapados.
- d) Las canalizaciones de barras deberán estar firmemente soportadas a intervalos no mayores de 1.50 m, a menos que estén claramente marcadas e indicadas para soportarlas a intervalos mayores, pero éstas no sobrepasarán 3 m en el caso de instalación horizontal, y 5 m para instalación vertical.

4.5.27.7 Derivación desde las canalizaciones de barras

Las derivaciones que parten desde canalizaciones de barras deberán hacerse con canalizaciones de barras, tubo metálico pesado, tubo metálico intermedio, tubo metálico pesado flexible, tubo metálico liviano, canalización metálica de superficie, cable con cubierta metálica o con montaje adecuado de cordones aprobados para servicio pesado en equipos portátiles o para la conexión de equipo fijo con el fin de facilitar su intercambio.

4.5.27.8 Protección contra sobrecorriente

La protección contra sobrecorriente deberá estar de acuerdo con 4.5.27.9 a 4.5.27.13.

4.5.27.9 Capacidad nominal de protección contra sobrecorriente de los alimentadores

Cuando la capacidad de corriente nominal de las canalizaciones de barras no corresponda al valor normalizado del dispositivo de sobrecorriente, puede permitirse el valor nominal inmediato superior.

4.5.27.10 Reducción del tamaño de las barras

La protección contra sobrecorriente puede ser omitida en los puntos donde las canalizaciones de barras se reduzcan en tamaño, siempre que la canalización más pequeña:

- a) No se extienda más de 15 m.
- b) Tenga una capacidad de corriente, por lo menos igual a la tercera parte de la capacidad o ajuste del dispositivo de sobre corriente más cercano hacia el suministro.
- c) Esté libre de contacto con material combustible.

4.5.27.11 Circuitos derivados

Cuando las canalizaciones de barras se utilicen como alimentadores, los dispositivos o enchufes de conexión para la derivación de circuitos derivados desde las barras, deberán estar provistos de los dispositivos de sobre corriente requeridos para la protección de los circuitos derivados. El dispositivo de enchufe deberá consistir de un disyuntor o interruptor con fusibles accionables exteriormente. Cuando estos dispositivos están montados fuera del alcance y contengan medios de desconexión, deberán estar provistos de medios de accionamiento tales como cadenas o varas para accionarlos desde el piso.

Se exceptúa lo siguiente:

- a) Para aparatos de alumbrado fijos o semifijos, donde el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado forma parte del enchufe del cordón del aparato.
- b) En los casos de aparatos sin cordón, conectados directamente a las barras, donde el dispositivo de sobrecorriente está montado en el aparato.
- c) Lo permitido en 3.5.2.2 para derivaciones.

4.5.27.12 Capacidad nominal de la protección contra sobrecorriente de circuitos derivados

Una canalización de barras puede utilizarse como circuito derivado de cualquiera de los tipos descritos en 3.1. Cuando se usan así, la capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobre corriente de las barras, deberá determinarse por la capacidad en Amperes del circuito derivado y el circuito cumplirá en todos los aspectos con los requisitos de 3.1 aplicables a los circuitos derivados de esta capacidad.

4.5.27.13 Longitud de las canalizaciones de barras usadas como circuitos derivados

Las canalizaciones de barras utilizadas como circuitos derivados, las cuales están diseñadas para que las cargas puedan conectarse en cualquier punto, deberán ser limitadas a tal longitud que se prevea que en uso normal el circuito no sea sobrecargado.

4.5.27.14 Marcación

Las canalizaciones de barras deberán marcarse con la tensión y corriente nominales y con el nombre del fabricante, marca comercial u otro símbolo reconocido de identificación, de manera que sean visibles después de la instalación.

4.5.27.15 Requisitos para tensiones nominales mayores de 600 V

- a) Identificación. Cada longitud de canalización de barras deberá estar provista de una placa de características permanente en la cual figuren los datos siguientes:
 - i) Tensión nominal.
 - ii) Capacidad continua de corriente; si la canalización de barras es de ventilación forzada se indicarán ambas capacidades, la de ventilación forzada y la de ventilación natural, para el mismo aumento de temperatura.
 - iii) Frecuencia nominal.
 - iv) Tensión nominal no disruptiva al impulso.
 - v) Tensión nominal no disruptiva a la frecuencia de 60 Hz (seco).
 - vi) Corriente momentánea nominal.
 - vii) Nombre del fabricante o marca de fábrica.
- b) Puesta a tierra. Las canalizaciones de barras deberán ser puestas a tierra de acuerdo con 3.6.
- c) Estructura de soporte y adyacentes. Las canalizaciones deberán ser instaladas de manera que el aumento de temperatura por circulación de corrientes inducidas en cualquiera de las partes metálicas adyacentes, no constituya un peligro para el personal o un riesgo de incendio.
- d) Neutro. La barra del neutro, cuando sea necesaria, deberá ser dimensionada para transportar todas las corrientes de carga del neutro, incluyendo las corrientes armónicas, y deberán tener la capacidad instantánea y de cortocircuito adecuadas, compatible con los requisitos del sistema.
- e) Barreras y sellos. Los tramos de canalizaciones de barras que tengan secciones ubicadas tanto en el interior como en el exterior de las Edificaciones, deberán tener un sello contra el vapor en la pared de la edificación para impedir el intercambio de aire entre las secciones interiores y exteriores.
No se requiere un sello contra el vapor en las canalizaciones de barras de ventilación forzada. Deberán proveerse barras contra el fuego cuando las paredes, pisos y techos, se encuentren expuestos a éste.

- f) Drenaje. Deberán proveerse tapones y filtros de drenaje, o métodos similares, para permitir la salida de la humedad condensada en los puntos bajos del recorrido de las barras.
- g) Canalizaciones de barras con ventilación. Las canalizaciones de barras con ventilación deberán ser instaladas de acuerdo con 7.2.4, amenos que estén diseñadas de modo que los objetos extraños que se introduzcan por cualquier abertura sean desviadas fuera de las partes activas.
- h) Terminales y conexiones.
Cuando las canalizaciones de barras terminen en máquinas enfriadas por gas inflamable, deberán proveerse boquillas de salidas selladas o barras de deflexión u otros medios, para impedir la acumulación de gas inflamable dentro de las cubiertas de las barras.
Deberán proveerse conexiones flexibles o de expansión en tendidos largos y rectos, para permitir la dilatación o contracción producida por la temperatura, o donde las canalizaciones de barras atraviesen juntas de aislamiento de vibraciones de las Edificaciones.
Todos los dispositivos de terminación y de conexión de conductores deberán ser accesibles para su instalación, conexión y mantenimiento.
- j) Interruptores. Los dispositivos de interrupción o puentes de desconexión provistos en los tendidos de barras, deberán tener la misma capacidad momentánea de las barras. Los puentes de desconexión deberán llevar la indicación de no ser extraídos sino cuando la barra está sin tensión. Los dispositivos de interrupción no aptos para interrumpir cargas deberán estar enclavados para impedir el funcionamiento con carga y las tapas de los puentes de desconexión deberán estar enclavadas para impedir el acceso a las partes activas.
- k) Alambrado de baja tensión. Los dispositivos de control y el alambrado secundario, provistos como parte de una canalización de barras, deberán estar aislados por barreras retardantes de las llamas de todos los elementos del circuito primario, con la excepción de longitudes cortas de conductores, tales como los terminales de transformadores de medida.

4.5.28 Canalizaciones Prealambradas (Cablebús)

4.5.28.1 Definición

Es un montaje aprobado de conductores aislados, montados separadamente dentro de una estructura soporte de protección metálica,

ventilada y que incluye accesorios y terminales de conductores. El conjunto está diseñado para transportar corrientes de falla y soportar las fuerzas magnéticas de dichas corrientes. Las canalizaciones prealambradas se pueden usar con cualquier tensión o corriente para los cuales los conductores estén previstos.

Las canalizaciones prealambradas generalmente son ensambladas en el lugar de instalación, con los componentes suministrados o especificados por el fabricante para cada trabajo específico.

4.5.28.2 Usos permitidos

- a) Solamente se pueden usar en Instalaciones a la vista.
- b) Cuando se instalen en exteriores o en lugares corrosivos, húmedos o mojados, deberán estar específicamente aprobados para el uso.
- c) Pueden ser usados para circuitos derivados y alimentadores.
- d) La estructura de las canalizaciones prealambradas, cuando se interconecten en forma adecuada, pueden usarse como conductor de protección para circuitos derivados y alimentadores.

4.5.28.3 Prohibiciones

No deberán ser instalados en pozos de ascensores, ni en lugares peligrosos, a menos que estén específicamente aprobadas para tales usos.

4.5.28.4 Instalación

- a) Conductores.
 - i) Tipos de conductores. En las canalizaciones prealambradas, los conductores activos deberán tener un aislamiento de 75° C o mayor de un tipo aprobado, adecuado para las condiciones de uso de acuerdo con 4.2 y 7.2.
 - ii) Capacidad de corriente de los conductores. En las canalizaciones prealambradas, las capacidades de corriente de los conductores deberán estar de acuerdo con la Tabla 4-VI.
 - iii) Sección y número de conductores. La sección y el número de conductores deberán ser aquellos para los cuales la canalización prealambrada está diseñada, y en ningún caso menor de 50 mm².
- b) Soportes de conductores.
 - i) Los conductores aislados deberán estar soportados sobre bloques u otros medios de montaje diseñados para el uso.
 - ii) Los conductores individuales en una canalización prealambrada, deberán estar soportados a intervalos no mayores de 90 cm en los tramos horizontales y 45 cm para los tramos verticales.

- iii) La separación horizontal y vertical entre los conductores soportados, no deberán ser menores que el diámetro de un conductor en los puntos de soporte.
- c) Soportes y extensiones a través de paredes y pisos.
- i) Las canalizaciones prealambradas deberán estar firmemente soportados en intervalos que no excedan de 3.60 m. Cuando se requiera tramos mayores, la estructura deberá estar específicamente diseñada para la longitud requerida.
 - ii) Las canalizaciones prealambradas podrán usarse a través de tabiques o pared que no sean a prueba de fuego, siempre que los tramos dentro de la pared sean continuos, protegidos contra daños materiales y no ventilados.
 - iii) Excepto donde se requieran cortafuegos, se permite extender las canalizaciones prealambradas verticalmente a través de plataformas y pisos secos, siempre que la canalización esté totalmente encerrada en los puntos donde pasa a través del piso o plataforma y en una distancia de 1.80 m por encima de ellos.
 - iv) Excepto donde se requieran cortafuegos, se permite extender las canalizaciones prealambradas verticalmente a través de pisos y plataformas en lugares mojados, donde:
 - Existan locales u otros medios adecuados que impidan que el agua fluya a través del piso o plataforma abierta.
 - Las canalizaciones prealambradas estén totalmente encerradas en los puntos donde pasa a través del piso o plataforma y en una distancia de 1.80 m por encima de ellos.

4.5.28.5 Accesorios

Las canalizaciones prealambradas deberán estar equipadas con accesorios aprobados para:

- a) Cambios en la dirección vertical u horizontal del recorrido.
- b) Terminales muertos. .
- c) Terminaciones que estén dentro o sobre equipos o aparatos conectados, o en las cubiertas de tales equipos.
- d) Dar protección mecánica adicional donde se requiera, tales como resguardos donde estén expuestos a severos daños materiales.

4.5.28.6 Terminaciones de conductores

Para las conexiones de las canalizaciones prealambradas deberán usarse medios de terminación aprobados para el uso.

4.5.28.7 Puesta a tierra

- a) Las distintas secciones de las canalizaciones prealambradas deberán ser puenteadas eléctricamente, aprovechando las uniones

mecánicas inherentes al diseño o por aplicación de medios de puentes de unión.

- b) Véase 3.6.8.4 para el puenteo de las partes conductivas.
- c) Una instalación con canalizaciones prealumbradas deberá ser puesta a tierra de acuerdo con 3.6.5

4.5.28.8 Protección contra sobrecorriente

Cuando la capacidad de corriente permitida de los conductores de una canalización prealumbrada no corresponda al valor normalizado del dispositivo de sobrecorriente, puede permitirse el valor nominal inmediato superior.

4.5.28.9 Marcación

Cada extremo de la canalización prealumbrada, deberá ser marcada con el nombre del fabricante o marca comercial y con el diámetro máximo, número, tensión nominal y capacidad de corriente de los conductores a ser instalados. Las marcas deberán ser ubicadas de manera que sean visibles después de la instalación.

4.6 CAJAS DE SALIDA, DE INTERRUPTORES, DE EMPALME Y ACCESORIOS

4.6.1 Alcances y Generalidades

4.6.1.1 Alcances

El presente subcapítulo abarca la instalación y uso de cajas que contengan salidas, tomacorrientes, interruptores o dispositivos; cajas de empalme o de paso y condulets como está requerido en 4.1.1.14. Los accesorios indicados en 4.1.1.14 usados como cajas de salida, de empalme y de paso deberán cumplir con las Disposiciones del presente subcapítulo dependiendo de su uso.

Las Instalaciones en lugares peligrosos se deberán ajustar a las prescripciones de 6.1 a 6.10.

Para sistemas mayores de 600 volts nominal, véase 4.6.4.

4.6.1.2 Cajas redondas

Las cajas redondas no deberán usarse en donde las tuberías o conectores requieran el uso de tuercas y contratuercas para fijarse a los lados laterales de la caja.

4.6.1.3 Cajas no metálicas

Las cajas no metálicas no mayores de 1600 cm³ podrán utilizarse solamente con Instalaciones a la vista sobre aisladores, Instalaciones

ocultas sobre aisladores, cables con cubierta no metálica, y con tubería rígida no metálica.

Se prohíbe el uso de cajas no metálicas en Instalaciones empotradas en concreto, a menos de que sean aprobadas para el uso.

Las cajas no metálicas mayores de 1600 cm³ fabricadas con medios de unión entre toda canalización y entradas de cables, podrán utilizarse con canalizaciones metálicas y cables con cubierta metálica.

4.6.1.4 Cajas metálicas

Las cajas metálicas deberán ser puestas a tierra cuando se usen en Instalaciones ocultas, sobre aisladores o cables con cubierta no metálica, y montadas sobre o en contacto con techos metálicos o con mallas metálicas.

4.6.2 Instalación

4.6.2.1 Lugares húmedos o mojados

En lugares húmedos o mojados, las cajas y accesorios deberán ser colocados o equipados de tal manera que impidan la entrada o acumulación de humedad dentro de ellos. Las cajas y accesorios instalados en lugares mojados deberán ser aprobados para el uso. Para cajas instaladas en el piso, y para la protección contra la corrosión, véanse 4.6.2.13 b) y 4.1.1.6 respectivamente.

4.6.2.2 Número de conductores en cajas para interruptores, dispositivos y de empalme

Las cajas deberán ser de suficiente tamaño a fin de proveer un espacio libre para todos los conductores encerrados en ellas.

Las prescripciones de este acápite no deberán aplicarse a las cajas para terminales de motores. Véase 5.2.1.7.

Las cajas y condulets que tienen conductores de 25 mm² o mayores, deberán también cumplir con los requisitos de 4.6.2.14.

a) Cajas normalizadas. El número máximo de conductores, sin contar los conductores para aparatos permitidos en estas cajas, corresponderá a los dados en la Tabla 4-XL111. Véase 4.6.2.14 donde las cajas o condulets son usados como cajas de empalme o de paso.

i) La Tabla 4-XL111 deberá aplicarse cuando las cajas no contengan accesorios o dispositivos tales como accesorios de fijación para aparatos, casquillos, interruptores, o tomacorrientes, y cuando no existan conductores de protección que formen parte de la instalación. Si la caja contiene uno o más de estos accesorios, el número de conductores deberá ser uno menos de lo indicado en la Tabla; se deberá descontar

además un conductor por cada abrazadera que contenga uno o más dispositivos y también descontar adicionalmente un conductor por uno o más conductores de protección que entren en la caja. Un conductor que entra y sale sin interrupción de la caja se cuenta como un conductor, y lo mismo se hace con cada conductor que entra y termina en la misma. Los conductores que no tienen partes que salgan de la caja no se deberán contar. El volumen de una caja que contiene conductores deberá ser igual al volumen total de las partes ensambladas más el espacio proporcionado por las tapas cónicas, extensiones, etc., que se usen y cuyo volumen esté marcado en cm^3 .

- ii) Para combinar secciones de los conductores indicados en la Tabla 4-XLIII, se deberá aplicar el volumen por conductor según la Tabla 4-XLIV. Las secciones y el máximo número de conductores dados en la Tabla 4-XLIII, no deberán excederse.

Tabla 4-XLIII
MÁXIMO NÚMERO DE CONDUCTORES EN CAJAS METÁLICAS

Tipos y dimensiones en mm de las cajas	Volumen Mínimo cm^3	Sección Nominal en mm^2				
		1.5	2.5	4	6	10
100 x 30 redonda u octogonal	205	6	5	5	4	0
100 x 40 redonda u octogonal	254	7	6	6	5	0
100 x 55 redonda u octogonal	353	10	9	8	7	6
100 x 30 cuadrada	295	9	8	7	6	0
100 x 40 cuadrada	345	10	9	8	7	0
100 x 55 cuadrada	497	15	13	12	10	0
120 x 30 cuadrada	418	12	11	10	8	0
120 x 40 cuadrada	484	14	13	11	9	0
120 x 55 cuadrada	689	21	18	16	14	6*
75 x 50 x 30 dispositivo	123	3	3	3	2	0
75 x 50 x 50 dispositivo	164	5	4	4	3	0
75 x 50 x 56 dispositivo	172	5	4	4	3	0
75 x 50 x 65 dispositivo	205	6	5	5	4	0
75 x 50 x 70 dispositivo	230	7	6	5	4	0
75 x 50 x 90 dispositivo	295	9	8	7	6	0
100 x 55 x 40 dispositivo	169	5	4	4	3	0
100 x 55 x 50 dispositivo	213	6	5	5	4	0
100 x 55 x 55 dispositivo	238	7	6	5	4	0
95 x 50 x 65 cajas / gang en mampostería	230	7	6	5	4	0
95 x 50 x 90 cajas / gang en mampostería	345	10	9	8	7	0
Profundidad mínima de 44.5 mm con	221	6	6	5	4	0

tapa gang simple Profundidad mínima de 60 mm con tapa gang simple	295	9	8	7	6	3
tapa gang múltiple Profundidad mínima de 44.5 mm con tapa gang múltiple	295	9	8	7	6	0
Profundidad mínima de 60 mm con tapa gang múltiple	393	12	10	9	8	4

* no se usara como caja de paso Solamente.

- b) Otras cajas. Las cajas de 1600 cm³ o menores, distintas a las descritas en la Tabla 4-XLIII, los condulets que , tengan más de dos entradas para tuberías, y las cajas no metálicas deberán ser claramente marcados en forma durable y legible por el fabricante con su capacidad en cm³; y el número máximo de conductores permitidos deberá ser calculado usando el "volumen por conductor" indicado en la Tabla 4-XLIV y las deducciones indicadas en la cláusula 4.6.2.2 a) i). Las cajas descritas en la Tabla 4-XLIII que tengan una capacidad mayor que la indicada en dicha Tabla, pueden llevar marcada su capacidad en cm³ como está requerido en el inciso 4.6.2.2, y el número máximo de conductores permitidos deberá ser calculado usando el "volumen por conductor" dado en la Tabla 4-XLIV .

Tabla 4-XLIV
VOLUMEN REQUERIDO POR CONDUCTOR

Sección del conductor (mm ²)	Espacio por conductor necesario dentro de la caja (cm ³)
1.5	33
2.5	37
4	40
6	50
10	70
16	90

Cuando se instalen conductores de 16 mm², se deberá proveer un espacio mínimo para curvas de conductores requeridos en la Tabla 4-XLV.

- c) Condulets. Los condulets que contengan conductores de 16 mm² o menos deberán tener una sección transversal no menor que dos veces la sección transversal del tubo más grande al cual están conectados. El número máximo de conductores deberá ser el número máximo permitido para el tubo al cual están conectados de acuerdo a la Tabla 4- XXXIII. Los condulets que están provistos

para menos de 3 entradas de tuberías, no deberán contener empalmes, derivaciones o dispositivos amenos que ellos cumplan con las Disposiciones de 4.6.2.2 b) y estén soportados de una manera rígida y segura.

4.6.2.3 Entrada de conductores en cajas o accesorios

Los conductores que entren en cajas o accesorios deberán estar protegidos contra la abrasión y cumplirán con los siguientes párrafos:

- a) Aberturas. Las aberturas a través de las cuales entran los conductores, se deberán cerrar de manera adecuada.
- b) Cajas y accesorios metálicos. Cuando se utilicen cajas o accesorios metálicos en Instalaciones a la vista o Instalaciones ocultas sobre aisladores, los conductores deberán entrar a través de boquillas protectoras, o cuando se trate de lugares secos, a través de un tubo flexible desde el último soporte protector y firmemente fijado a la caja o accesorio.
Cuando se utilicen cables o canalizaciones con cajas o accesorios metálicos, éstos deberán sujetarse a dichas cajas o accesorios.
- c) Cajas no metálicas
Cuando se use una tubería flexible para encajar los conductores, esta tubería deberá extenderse desde el soporte protector más próximo hasta no menos de 6 mm al interior de la caja. Cuando se use un cable con cubierta no metálica, dicho cable, incluyendo su cubierta deberá extenderse a través de la abertura del agujero ciego hasta no menos de 6 mm al interior de la caja. No será necesario asegurar el cable ala caja cuando un cable con cubierta no metálica se use con cajas de un sólo gang y cuando este cable sea asegurado a una distancia de 20 cm de la misma, medida a lo largo de la cubierta, y cuando esta cubierta sea extendida hasta no menos de 6 mm al interior de la caja. En cualquier otro caso, los conductores y cables individuales deberán asegurarse a las cajas no metálicas.
- d) Conductores de 25 mm² de sección o mayores. La instalación deberá cumplir con 4.7.2.5 c).

4.6.2.4 Aberturas no usadas

Las aberturas no usadas en cajas o accesorios deberán cerrarse en forma eficaz para presentar una protección equivalente a la de la pared de la caja o accesorio. Los tapones o placas metálicas usadas con cajas o accesorios no metálicos, deberán estar retirados, por la menos 6 mm de la superficie exterior.

4.6.2.5 Cajas que contienen dispositivos montados a ras

Las cajas utilizadas para contener dispositivos montados a ras de la pared, deberán estar diseñadas de manera tal que los dispositivos queden completamente encerrados por el fondo y los lados, y que las cajas proporcionen un medio de soporte firme para ellos. Los tornillos destinados a sostener la caja no deberán ser utilizados para fijar el dispositivo contenido en ella.

4.6.2.6 Instalación en paredes o techos

En paredes o techos de concreto, ladrillo u otro material incombustible, las cajas o accesorios, deberán instalarse de modo que su borde frontal quede empotrado a no más de 6 mm de la superficie de la pared o techo terminado. En paredes o techos de madera u otro material combustible, las cajas de salida y sus accesorios deberán estar a ras con la superficie terminada o sobresaliente de ella.

4.6.2.7 Reparación de los enyesados

Excepto en paredes o techos de concreto u otro material incombustible, la superficie enyesada deberá repararse de manera que no queden huecos o grietas en los bordes de la caja o accesorio.

4.6.2.8 Extensión expuesta en la superficie

Para hacer una extensión expuesta en la superficie desde una salida existente de una instalación oculta, se deberá montar una caja o un anillo de extensión sobre la caja existente, con la cual quedará eléctrica y mecánicamente conectada.

4.6.2.9 Soportes

Las cajas deberán estar firmemente fijadas a la superficie sobre la cual sean montadas o empotradas en concreto o mampostería de manera rígida y segura. Excepto cuando se indique de otra manera en este párrafo, las cajas deberán estar soportadas por un elemento estructural del edificio, directamente o usando una abrazadera metálica. Si es de metal deberá ser resistente a la corrosión y tendrá un espesor no menor de 0.635 mm (24 MSG).

Cuando se instalen en paredes nuevas que no estén provistas de elementos estructurales o en paredes existentes en edificios habitados, las cajas de tamaño menor de 1600 cm³ se fijarán con anclajes o abrazaderas aprobadas especialmente para este propósito, de manera que proporcionen una instalación segura y rígida.

Las cajas y accesorios con entradas roscadas no mayor de 1600 cm³ que no contengan dispositivos o brazos de soporte, deberán considerarse adecuadamente soportados si dos o más tubos son

roscados rígidamente a la caja, y los cuales estén soportados a una distancia menor de un metro de la 'taja sobre dos o más lados como se requiere en este inciso.

4.6.2.10 Profundidad de las cajas de salida

Las cajas de salida no deberán tener una profundidad interior menor de 12.7 mm. Las cajas destinadas a encerrar dispositivos de montaje aras de la superficie deberán tener una profundidad interior no menor de 23.8 mm.

4.6.2.11 Tapas y cubiertas

En Instalaciones completas, cada caja de salida deberá tener una tapa, placa o una cubierta de aparato.

- a) Las tapas y placas no metálicas o metálicas, deberán utilizarse con caja de salida no metálicas. Donde se usen tapas o placas metálicas, se deberá cumplir con los requisitos de puesta a tierra de acuerdo con 3.6.6.1.
- b) Donde se use una cubierta o una tapa posterior para aparatos, cualquier acabado de pared o techo combustible expuesto entre los bordes de la cubierta o tapa posterior y la caja de salida, deberá cubrirse con un material incombustible.
- c) Las tapas de las cajas de salida que tengan orificios, a través de las cuales pasan conductores flexibles colgantes, deberán estar provistas con boquillas diseñadas para el uso, o deberán tener las superficies lisas y redondeadas sobre la que puedan apoyarse los conductores. No deberán usarse boquillas de jebe duro o composición de ellos.

4.6.2.12 Fijación a las tuberías de gas

Las cajas de salida en lugares donde hayan salidas de gas, se deberán fijar a las tuberías de gas de manera que queden mecánicamente aseguradas.

4.6.2.13 Cajas de salida

- a) Cajas para salidas de aparatos de alumbrado. Las cajas utilizadas para salidas de aparatos de alumbrado, deberán ser diseñadas para este uso. En toda salida utilizada exclusivamente para alumbrado, la caja deberá diseñarse o instalarse de tal manera que se pueda fijar el aparato de alumbrado.
- b) Cajas de piso. Las cajas de piso de fabricación especial aprobadas para el uso deberán usarse con tomacorrientes situados en el piso. Cuando los tomacorrientes estén situados en pisos elevados de vidrieras u otros lugares, de modo que estén libres de daños materiales, humedad y polvo, se podrán utilizar las cajas tomacorrientes de montaje a ras.

4.6.2.14 Cajas de empalme y de paso

Las cajas y condulets que se usen como cajas de empalme o de paso, deberán cumplir con lo siguiente.

a) Dimensiones mínimas. Para canalizaciones de diámetro nominal de 20 mm o mayores que contienen conductores de 25mm² o mayores, y para cables que contienen conductores de 2:5 mm² o mayores, las dimensiones mínimas de las cajas de paso o empalme instalados en una canalización o tendido de cables, deberán cumplir con lo siguiente:

i) Tendido recto. En caso de tendido recto, la longitud de la caja no deberá ser menor que 8 veces el diámetro nominal de la canalización más grande.

ii) Tendido en ángulo o en U. Cuando se hacen tendidos en ángulo o en U, la distancia entre cada canalización que entre en la caja y la pared opuesta de la misma, no deberá ser menor que 6 veces el diámetro nominal de la canalización mayor. Para entradas adicionales, a dicha distancia se le deberá añadir la suma de los diámetros nominales de todas las demás canalizaciones que entran en la misma pared de la caja. La distancia entre las entradas de las canalizaciones que encierran el mismo conductor, no deberá ser menor que 6 veces el diámetro nominal de la canalización mayor .

Estas indicaciones no serán aplicables donde la entrada de un tubo o cable está en la pared de la caja o condulet opuesto a un tapa removible y donde la distancia de esta pared o la tapa esté de acuerdo con los valores de la columna para un conductor por terminal según la Tabla 4-,.XLV.

Cuando se transporten conductores contenidos en un cable a una canalización en los casos previstos anteriormente, se deberá utilizar una canalización de sección nominal mínima requerida para el número y la sección de los conductores.

iii) Las cajas de menores dimensiones que las indicadas en i) y ii) anteriores, podrán usarse para la instalación de combinación de conductores cuyas dimensiones sean menores a la capacidad máxima de las tuberías indicadas en la Tabla 4-,.XXXIII (según la tubería usada), considerando que la caja ha sido aprobada para ese uso y tenga indicada permanentemente el número máximo y la sección de los conductores permitidos, excepto las cajas para terminales de motores las cuales cumplirán con lo prescrito en 5.2.1.7.

b) Conductores en cajas de paso o de empalme. En las cajas de paso o de empalme que tengan cualquier dimensión mayor de 1.83 m, todos los conductores deberán ser instalados o sujetos de manera

adecuada. Véase 4.7.2.5 c), para el uso de boquillas como protección de los conductores.

- c) Tapas. Todas las cajas de paso, empalme y accesorios deberán estar provistas de tapas aprobadas para el uso. Cuando se utilicen tapas metálicas, se deberá cumplir con los requisitos de puesta a tierra de 3.6.6.1.
- d) Tabique aislador. Donde se instalen tabiques aisladores en forma permanente en una caja, cada sección será considerada como una caja separada.

4.6.2.15 Acceso en cajas de empalme, paso y salida

Las cajas de empalme, paso y salida, deberán instalarse de tal manera que los conductores contenidos en ellas que puedan ser accesibles sin tener que remover alguna parte de la edificación, o en Instalaciones subterráneas, sin tener que excavar aceras o pavimentos de tierra u otro material.

Se permitirá que las cajas estén recubiertas por cascajo, agregado liviano o granulado vegetal no cohesivo, si su ubicación está efectivamente identificada y accesible para la excavación, y que dichas cajas estén aprobadas para su uso.

4.6.3 Requisitos de Fabricación

4.6.3.1 Cajas metálicas de salida, de interruptores y de empalmes y accesorios

Estas cajas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Resistencia a la corrosión. Las cajas y accesorios metálicos deberán ser resistentes a la corrosión o deberán estar galvanizados, esmaltados o recubiertos en forma apropiada, tanto por dentro como por fuera, para impedir la corrosión. Véase 4.1.1.6 para las limitaciones en el uso de cajas y accesorios protegidos contra la corrosión únicamente por esmaltado.
- b) Espesor del metal. Las cajas y accesorios de acero con un volumen no mayor de 1600 cm³, deberán ser hechos con láminas de un espesor no menor que 1.59 mm (16 MSG). Las paredes de una caja de hierro maleable y una caja matrizada o moldeada permanentemente de aluminio fundido, latón o bronce no deberán ser menores que 2.4 mm de espesor. Otras cajas de metal fundido deberán tener una pared con un espesor no menor que 3.18 mm.
- c) Cajas metálicas de volumen mayor a 1600 cm³. Las cajas metálicas mayores de 1600 cm³ deberán cumplir con 4.7.3.1a) y b)..

Las cajas a utilizarse solamente para contener empalmes de conductores o las cajas de paso, podrán tener tapas de láminas planas aseguradas a las cajas con tornillos o pernos, en lugar de bisagras.

4.6.3.2 Tapas

Las tapas metálicas deberán ser de un espesor no menor que lo especificado para las paredes de las cajas o accesorios correspondientes del mismo material, o estarán recubiertas de un material aislante sólidamente adherido de un espesor no menor de 0.79 mm. Deberán usarse tapas de porcelana o de otros materiales aislantes requeridos si es que su forma y espesor ofrecen la protección y solidez necesaria.

4.6.3.3 Boquillas

Las tapas de las cajas y accesorios de salida que tengan orificios por los cuales pasan cordones flexibles colgantes, deberán estar provistos de boquillas apropiadas o tendrán las superficies lisas y redondeadas sobre las que puedan apoyarse los cordones. Para el caso de conductores que no sean cordones flexibles, deberán proveerse de agujeros equipados con boquillas de material aislante, para cada conductor que pase a través de la tapa metálica.

4.6.3.4 Cajas no metálicas

Los soportes u otros medios de montaje para cajas no metálicas deberán estar fuera de la caja, o la caja deberá estar construida de manera que dentro de ella se impida el contacto de los conductores con los tornillos de fijación.

4.6.3.5 Marcación

Todas las cajas y condulets, tapas, anillos de extensión y similares, deberán estar marcados de manera visible y duradera con el nombre del fabricante o del registro.

4.6.4 Cajas de Paso y de Empalme Usadas en Sistemas de Tensión Nominal Mayor de 600 V

4.6.4.1 Generalidades

Adicionalmente a las Disposiciones anteriores, se deberá cumplir con los requisitos dados en 4.6.4.2 y 4.6.4.3 siguientes.

4.6.4.2 Dimensiones de las cajas de paso y de empalme

Las cajas de paso y de empalme deberán estar provistas de suficiente espacio para la instalación de conductores, de acuerdo con lo indicado a continuación:

- a) Tendido recto. La longitud de la caja no deberá ser menor que 48 veces el diámetro exterior por encima de la cubierta del conductor o cable más grande que ingrese a la caja.
- b) Tendido en ángulo o en U. La distancia entre cada entrada de cable o conductor y la pared opuesta de la caja, no deberá ser menor que 36 veces el diámetro exterior por encima de la cubierta del cable o conductor más grande.

Para entradas adicionales, esta distancia deberá ser aumentada con la suma de los diámetros exteriores de los otros cables o conductores que ingresan por la misma pared de la caja.

La distancia entre la entrada y la salida de un cable o conductor dentro de la caja no deberá ser menor a 36 veces el diámetro exterior sobre la cubierta del cable o conductor .

Estas indicaciones no serán aplicables cuando el conductor o cable ingresa a la caja por la pared opuesta a una tapa removible, y cuando la distancia de esa pared a la tapa cumpla con lo indicado de 4.1.2.4.

4.6.4.3 Requisitos de fabricación y de instalación

- a) Las cajas deberán ser de material resistente a la corrosión o estarán debidamente protegidas interior y exteriormente por esmaltado, galvanizado, recubrimiento electrolítico u otros medios.
- b) Se deberán proveer boquillas, pantallas o accesorios adecuados que tengan los bordes lisos y redondeados, donde los cables o conductores pasen a través de tabiques, y en otros lugares donde sea necesario.
- c) Las cajas deberán encerrar completamente todos los cables o conductores.
- d) Las cajas deberán instalarse de manera que el alambrado sea accesible sin tener que remover cualquier parte de la edificación. El espacio de trabajo deberá estar de acuerdo con 2.2.5.
- e) Las cajas deberán ser cerradas con tapas de forma segura en el sitio. Las tapas de las cajas subterráneas con peso mayor de 45 kg, se consideran que cumplen con este requisito. Las tapas para cajas deberán estar permanentemente marcadas "ALTA TENSIÓN". Esta marca debe ir en la parte exterior de la tapa y deberá ser fácilmente visible. Las letras serán de tipo imprenta y de un tamaño no menor de 15 mm.

- f) Las cajas y sus tapas deberán tener suficiente resistencia mecánica para resistir el manejo al cual pueden ser sometidas.

4.7 GABINETES y CAJAS DE DESCONEXIÓN

4.7.1 Alcances

Las prescripciones del presente acápite estarán referidas a la instalación de gabinetes y cajas de desconexión.

Las Instalaciones en lugares peligrosos estarán de acuerdo con el capítulo 6 del presente Tomo.

4.7.2 Instalación:

4.7.2.1 Lugares húmedos o mojados

En lugares húmedos o mojados, los gabinetes y cajas de desconexión del tipo de superficie deberán colocarse o equiparse de manera que eviten la entrada y acumulación de agua o humedad dentro del gabinete o caja, y deberán montarse de manera que haya por lo menos 7 mm de espacio entre la cubierta y la pared o la superficie que los soporta.

Los gabinetes o cajas de desconexión instalados en lugares húmedos deberán ser aprueba de intemperie.

Para la protección contra la corrosión véase 4.1.1.6

4.7.2.2 Posición en la pared

En paredes de concreto, ladrillo u otro material no combustible, los gabinetes deberán instalarse de manera que , su borde frontal no se hunda a más de 7 mm de la superficie terminada de la pared. En paredes construidas de madera u otro material combustible, los gabinetes deberán estar a ras con el acabado de la pared o podrán sobresalir.

4.7.2.3 Aberturas no utilizadas

Las aberturas no utilizadas en los gabinetes y cajas de desconexión, deberán estar perfectamente cerradas para proporcionar una protección equivalente ala pared de la caja o gabinete. Si se usan tapones o placas metálicas con gabinetes o cajas de desconexión no metálicas, deberán sobresalir por lo menos 7 mm de la superficie exterior .

4.7.2.4 Entrada de conductores en los gabinetes o en las cajas de desconexión

Los conductores que entran en gabinetes o en las cajas de desconexión, deberán protegerse de la abrasión y deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Aberturas que deben cerrarse. Las aberturas por donde entran los conductores deberán estar adecuadamente cerradas.
- b) Gabinetes y cajas de desconexión metálica. Cuando se instalen gabinetes o cajas de desconexión metálicas con Instalaciones a la vista o Instalaciones ocultas sobre aisladores, los conductores deberán entrar a través de boquillas aislantes o, en lugares secos, a través de tuberías flexibles extendidas desde el soporte aislante más próximo y aseguradas firmemente al gabinete o a la caja de desconexión.
- c) Cables. Cuando se usen cables, cada uno de ellos deberá estar sujeto a la caja o al gabinete.

4.7.2.5 Cambio de dirección de 108 conductores

Los conductores en terminales o conductores que entran o salen de los gabinetes o cajas de desconexión y similares, deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Ancho de los canales de alambrado. Los conductores no deberán cambiar de dirección en el interior de un gabinete o caja de desconexión, amenos que el canal tenga un ancho de acuerdo con el que proporciona la Tabla 4- XLV. Los conductores agrupados en paralelo de acuerdo con 4.2.1.5, se deberán tomar en base al número de conductores en paralelo.

Tabla 4-XLV
ESPACIO MÍNIMO PARA CURVAS DE CONDUCTORES EN
TERMINALES Y ANCHO MÍNIMO DE CANALES DE ALAMBRADO

Sección del Conductor	Conductores por Terminal				
	1	2	3	4	5
mm2					
15 - 4	No especificado	-	-	-	-
6 - 16	40	-	-	-	-
25	50	-	-	-	-
35	65	-	-	-	-
50 - 70	90	130	180	-	-
95	100	150	200	-	-
120	115	150	200	260	-
150 - 185	130	200	260	310	-
240	150	200	260	310	360
300	200	260	310	360	410
400	200	310	360	410	460
500	260	-	-	-	-

Nota: El espacio de la curvatura en terminales, deberá ser medido en línea recta desde el extremo de la unión o conector (en la Dirección en que los conductores salen del terminal) hasta la pared o barrera.

- b) Espacio para curvas de conductores en terminales. Los conductores no deberán desviarse a un terminal, a menos que se provea un espacio para curvas de acuerdo con la Tabla 4-XLV.
- c) Boquillas de protección. Cuando los conductores activos de 25 mm² o mayores entren por una canalización a un gabinete, caja de paso, de empalme o canal auxiliar, deberán quedar protegidos por medio de una boquilla que proporcione una superficie lisa y redondeada, a menos que los conductores estén separados de los accesorios de la canalización mediante un material sólido aislante fijado firmemente en el sitio. Si las boquillas se construyen totalmente de material aislante, se deberá colocar una tuerca en ambos lados, dentro y fuera de la cubierta a la cual se fija el tubo. Las boquillas de aislamiento o materiales aislantes, deberán tener una temperatura nominal no menor que la temperatura nominal del aislante de los conductores instalados.

4.7.2.6 Espacios interiores en las cubiertas.

Los gabinetes y cajas de desconexión, deberán tener un espacio suficiente para acomodar libremente todos los conductores contenidos en ellos sin que se deformen.

4.7.2.7 Cubiertas para interruptores o dispositivos contra sobrecorriente

Las cubiertas para interruptores o dispositivos contra sobrecorriente, no deberán utilizarse como cajas de empalme, canales auxiliares o canalizaciones para conductores que las atraviese, ni para efectuar derivaciones a otros interruptores o dispositivos contra sobrecorriente, con excepción de lo siguiente.

Cuando hay un espacio adecuado para que los conductores en cualquier sección recta no ocupen más del 40 % de la sección recta del espacio de alambrado, y cuando los conductores, empalmes y derivaciones no ocupen más del 75 % de la sección de dicho espacio.

4.7.2.8 Espacios o canales laterales o posteriores para conductores

Los gabinetes y cajas de desconexión deberán estar provistos de espacios posteriores, canales, o compartimientos de alambrado que sean requeridos por 4.7.3.2 c) y d).

4.7.3 Requisitos de Fabricación

4.7.3.1 Materiales

Los gabinetes y cajas de desconexión deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Gabinetes y cajas de desconexión metálicas. Deberán estar protegidos interior y exteriormente contra la corrosión de acuerdo al inciso 4.1.1.6 y deberán ser aprobados para el uso.
- b) Solidez. Los gabinetes y cajas serán diseñados de tal manera que se asegure una amplia resistencia y rigidez. Si son construidos con láminas de acero, el espesor del material será no menor que 1.59 mm (16 MSG).
- c) Gabinetes no metálicos. Los gabinetes no metálicos deberán requerir de la aprobación previa para su instalación.
- d) Gabinetes de madera. Los gabinetes o cajas de desconexión de madera, deberán ser resistentes a la polilla con una humedad menor del 15% y no deberán permitir rajaduras que atraviesen la madera de lado a lado, y su acabado no deberá presentar deformaciones.

4.7.3.2 Espacios libres

Los espacios libres dentro de los gabinetes y cajas de desconexión deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Generalidades. Los espacios libres dentro de los gabinetes y cajas de desconexión, deberán ser suficientemente amplios para la distribución de conductores y cables dentro de ellos y para la separación entre las partes metálicas de los dispositivos y los aparatos montados en su interior, de la manera siguiente:
 - i) Base. Deberá existir un espacio libre mínimo de 1.6 mm entre la base del dispositivo y la pared de cualquier caja o gabinete, excepto en los puntos de soporte.
 - ii) Puertas. Deberá existir un espacio libre mínimo de 25 mm entre alguna parte activa, incluyendo las partes activas de los fusibles encerrados y la puerta.
Cuando la puerta esté recubierta con un material aislante aprobado o tenga un metal de espesor no menor de 2.8 mm, el espacio libre no deberá ser menor a 13 mm.
 - iii) Partes activas. Deberá existir un espacio libre mínimo de 13 mm entre las paredes, fondo, tabiques si son metálicos, o puertas de cualquier gabinete o caja de desconexión y las partes activas expuestas más cercanas de los dispositivos montados si la tensión no es mayor que 250 V. Para tensiones mayores de 250 V hasta 600 V, estos espacios deberán ser aumentados a no menos de 25 mm.

- b) Separación de interruptores. Los gabinetes y cajas de desconexión deberán tener suficiente profundidad para permitir que las puertas se cierren cuando los interruptores de los circuitos derivados de 30 A de los tableros estén en cualquier posición, o cuando la combinación de seccionadores con interruptores estén en cualquier posición, o cuando otros interruptores de un sólo paso son abiertos tanto como lo permita su construcción.
- c) Espacio de alambrado. Los gabinetes y cajas de desconexión que contengan dispositivos o aparatos conectados a más de 8 conductores, incluyendo los circuitos derivados, de medida, sub alimentadores, circuitos de fuerza y circuitos similares, pero sin incluir el circuito alimentador o su prolongación deberán tener espacios posteriores de alambrado o uno o más espacios laterales, canales laterales o compartimientos de alambrado.
- d) Espacios de alambrado en cubiertas. Los espacios laterales, canales laterales o compartimientos laterales de alambrado de los gabinetes o cajas de desconexión, deberán estar hechos con cubiertas herméticas por medio de tapas, barreras o tabiques que se extiendan desde la base de los dispositivos contenido en la puerta, armazón o lados del gabinete. Se exceptúa en el caso que la cubierta contenga solamente aquellos conductores que se dirigen del gabinete hacia puntos directamente opuestos de sus conexiones terminales a los dispositivos dentro del gabinete.
Los espacios de alambrado posteriores parcialmente cerrados, deberán estar provistos de tapas para completar la cubierta.
Los espacios de alambrado según 4.7.3.2 c), y que queden descubiertos cuando se abran las puertas, deberán estar provistos de tapas para completar la cubierta. Cuando se proporcione un espacio adecuado para conductores de alimentación permanente y para empalmes según lo exceptuado en 4.7.2.7, no deberá requerir de barreras adicionales

4.8 CANALES AUXILIARES

4.8.1 Usos

Los canales auxiliares podrán complementar los espacios de alambrado en centros de medición, centros de distribución, cuadros eléctricos y puntos similares de los sistemas de alambrado, y pueden encerrar conductores o barras, pero no deberán encerrar interruptores, artefactos, dispositivos de sobrecorriente o cualquier otro equipo similar .

4.8.2 Extensiones Más allá del Equipo

Un canal auxiliar no deberá extenderse a una distancia mayor de 9 m más allá del equipo al cual complementa, excepto lo previsto en el párrafo 5.9.3.4 e) para ascensores.

Para canales metálicos, véase 4.5.25; para canalizaciones de barras, véase 4.5.27.

4.8.3 Soportes

Los canales auxiliares estarán soportados en toda su longitud a separaciones no mayores de 1.50 m.

4.8.4 Tapas

Las tapas deberán estar firmemente fijadas al canal auxiliar .

4.8.5 Número de Conductores

Los canales auxiliares no deberán contener en cualquier sección transversal más de 30 conductores que transporten corriente. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier punto del canal auxiliar, no deberá exceder al 20% del área de la sección transversal interior de dicho canal; a excepción de lo siguiente:

- i) Lo permitido en 5.9.3.4 e) para ascensores.
- ii) Los conductores para circuitos de señalización o conductores de control entre un motor y un arrancador , usados únicamente para el arranque, no deberán ser considerados como conductores destinados a transportar corriente.
- iii) Cuando se aplican los factores según 4.2.3 g), no deberán existir límites en el número de conductores que transportan corriente; pero la suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier sección del canal auxiliar no deberá exceder al 20% del área de la sección transversal interior de dicho canal.

4.8.6 Capacidad de Corriente de los Conductores

Cuando el número de conductores que transportan corriente contenidos en un canal auxiliar sea de 30 ó menos, no deberán aplicarse los factores de corrección según 4.2.3 g). La corriente transportada continuamente por las barras desnudas de cobre que se encuentran en los canales auxiliares, no deberá exceder de 1.5 Amperes por milímetro cuadrado de sección transversal del conductor.

4.8.7 Separación de las Partes Activas Desnudas

Los conductores desnudos deberán estar soportados en forma rígida y segura, de tal manera que la separación entre las partes activas de polaridades opuestas montadas en la misma superficie no sea menor de 51 mm, ni menor de 125 mm para las partes que se encuentren suspendidos en el aire. Deberá asegurarse una separación mínima de 25 mm entre las partes activas desnudas y cualquier superficie metálica. Deberán tomarse las medidas necesarias para compensar la expansión y la contracción de las barras colectoras.

4.8.8 Empalmes y Derivaciones

Los empalmes y las derivaciones deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Los empalmes y las derivaciones podrán efectuarse dentro de los canales cuando ellos sean accesibles por medio de puertas o tapas removibles: Los conductores, incluyendo los empalmes y las derivaciones, no deberán ocupar más del 75% de su área.
- b) Las derivaciones desde los conductores desnudos deberán salir del canal por el lado opuesto de sus conexiones terminales y los conductores no deberán ponerse en contacto con las partes que transportan corriente de polaridad opuesta sin aislamiento.
- c) Todas las derivaciones dentro del canal auxiliar deberán ser convenientemente identificadas en lo que respecta al circuito o equipo que alimentan.
- d) Las derivaciones tomadas de los conductores en los canales auxiliares deberán tener la protección contra sobrecorriente según lo estipulado en 3.5.2.2.

4.8.9 Fabricación e Instalación

Los canales auxiliares deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Los canales deberán fabricarse e instalarse de tal manera que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica del sistema completo.
- b) Los canales deberán ser de construcción sólida y los conductores que contiene deberán estar cubiertos completamente. Todas las superficies, tanto el interior como el exterior, se protegerán de la corrosión de una manera adecuada.
- c) Se deberán colocar boquillas adecuadas, pantallas o accesorios con bordes lisos y redondeados cuando los conductores pasen entre canales, a través de tabiques, alrededor de curvas, entre canales y gabinetes o cajas de empalme, y en otros lugares donde sea necesario evitar la abrasión del aislamiento de los conductores.
- d) Los canales se construirán con láminas metálicas de un espesor no menor que lo indicado en la Tabla 4-XLVI.

Tabla 4-XLVI
ANCHO MÁXIMO DEL LADO MAYOR DE LOS CANALES EN FUNCIÓN DEL
ESPESOR DE LAS LAMINAS DE ACERO

Ancho máximo del lado mayor de canal	Espesor de la lamina de acero	
	milímetros	MSG* No.

Hasta 15 cm inclusive	1.59	16
Sobre 15 cm hasta 45 cm	2.08	14
Sobre 45 cm hasta 75 cm	2.77	12
Mas de 75 cm	3.56	10

* MSG : Manufactures Standart Gage

- e) Cuando los conductores aislados cambian de dirección dentro de dos extremos o cuando las tuberías, accesorios u otras canalizaciones entran o salen del canal, o cuando el canal cambia de dirección en ángulo mayor de 30°, deberán aplicarse las dimensiones correspondientes a 4.7.2.5.
- f) Los canales auxiliares destinados para uso exterior, deberán ser de una construcción aprobada para ser herméticos a la lluvia.

4.9 INTERRUPTORES

4.9.1 Instalación

4.9.1.1 Alcances

Las prescripciones del presente subcapítulo deberán aplicarse a todos los interruptores, dispositivos de interrupción y disyuntores que sean usados como interruptores.

4.9.1.2 Conexión de interruptores.

- a) Interruptores de 3 y 4 vías. Los interruptores de 3 y 4 vías deberán alambrarse en tal forma que la desconexión se realice únicamente en el conductor activo del circuito. Cuando el alambrado entre los interruptores y las salidas va en canalizaciones metálicas, deberán correrse ambas polaridades.
- b) Conductores puestos a tierra. Los interruptores o disyuntores no deberán desconectar el conductor puesto a tierra de un circuito, a menos que el interruptor o disyuntor desconecte simultáneamente todos los conductores del circuito o que el interruptor o disyuntor esté dispuesto de manera que el conductor puesto a tierra no pueda ser desconectado antes de que el(los) conductor(es) activo(s) haya(n) sido desconectado(s).

4.9.1.3 Cubierta

Los interruptores y disyuntores deberán ser del tipo accionado exteriormente, encerrados en cajas o gabinetes aprobados para el uso. El espacio mínimo para curvas de conductores en terminales, y el espacio mínimo de un canal suministrado con cubiertas de interruptores, deberán cumplir con 4.7.2.5, excepto los interruptores de

tipo superficial o colgantes y los de cuchilla que van montados en cuadros o tableros eléctricos con frente descubierto.

4.9.1.4 Lugares mojados

Si un interruptor o disyuntor se instala en un lugar mojado o en el exterior de una edificación, deberá ser encerrado en una cubierta o gabinete a prueba de intemperie que deberá cumplir con 4.7.2.1.

4.9.1.5 Interruptores de tiempo, intermitente y dispositivos similares

Los interruptores de tiempo intermitente y dispositivos similares no necesitan ser del tipo accionado exteriormente. Ellos deberán encerrarse en cajas o gabinetes metálicos, con excepción de lo siguiente:

- i) Cuando estén montados en cuadros eléctricos, paneles de control cubiertas similares, y localizados de modo que cualquier terminal activo ubicado dentro de los 15 cm del interruptor horario ajustable manualmente, o del interruptor con posición de abierto-cerrado, esté cubierto por tabiques adecuados.
- ii) Cuando estén encerrados en cajas individuales aprobadas sin partes activas expuestas al operador.

4.9.1.6 Posición de los interruptores de cuchilla

- a) Interruptores de cuchilla de un sólo paso. Los interruptores de cuchilla de un sólo paso deberán ubicarse de tal manera que la acción de la gravedad no tienda a cerrarlos. Estos interruptores aprobados para el uso en posición invertida, deberán estar provistos de un dispositivo de entramamiento que garantice que las cuchillas permanezcan en la posición de abiertos cuando así se coloquen.
- b) Interruptores de cuchilla de doble paso. Los interruptores de cuchilla de doble paso podrán accionarse ya sea horizontal o verticalmente. Cuando el accionamiento sea vertical, deberán estar provistos de un dispositivo de entramamiento de tal manera que las cuchillas permanezcan en la posición de abiertas cuando así se coloquen.

4.9.1.7 Conexión de los interruptores de cuchilla

Los interruptores de cuchilla deberán conectarse de tal manera que las cuchillas queden desenergizadas cuando el interruptor esté en la posición de abierto.

4.9.1.8 Accesibilidad y Agrupamiento

- a) Todos los interruptores y disyuntores usados como interruptores, deberán ser ubicados de tal manera que ellos puedan ser accionados desde un lugar fácilmente accesible. Ellos deberán ser instalados de manera que el centro de la manija de maniobra del

interruptor o disyuntor, cuando se encuentre en la posición más alta, no sea mayor de 2.00 m desde el piso o la plataforma de trabajo, a excepción de lo indicado a continuación:

- i) En Instalaciones de canalizaciones de barras, los interruptores con fusibles y disyuntores podrán ser ubicados al mismo nivel de dicha canalización. Deberán estar provistos de medios adecuados para operar la manija del dispositivo desde el suelo.
 - ii) Los interruptores instalados adyacentes a motores, artefactos u otros equipos a los cuales ellos alimentan, podrán ubicarse más alto que lo especificado anteriormente y ser accesibles por medios portátiles.
 - iii) Los interruptores accionados por medio de pértigas pueden instalarse en alturas mayores de 2.00 m.
- b) Los interruptores de palanca no deberán agruparse en cajas de salida, amenos que se puedan disponer de tal manera que la tensión entre interruptores adyacentes no sea mayor de 300 V, ó estén instalados en cajas equipadas con tabiques permanentes ubicados entre interruptores adyacentes.

4.9.1.9 Placa para interruptores de palanca montados aras

Los interruptores de palanca aras que se montan en cajas metálicas no puestas a tierra y ubicadas al alcance desde los pisos conductores u otras superficies conductoras, deberán estar provistos de placas de material no conductoras y no combustibles. Las placas metálicas deberán ser de metal ferroso de un espesor no menor de 0.8 mm, las de metal no ferroso deberán tener un espesor no menor de 1 mm. Las placas de material aislante deberán ser incombustibles y de un espesor no menor de 2.5 mm, pero podrán ser de un espesor menor si están formadas o reforzadas para que presenten una resistencia mecánica adecuada. Las placas deberán ser instaladas para cubrir completamente la abertura de la pared y fijarse contra la superficie de dicha pared.

4.9.1.10 Montaje de interruptores de palanca

- a) Tipo de superficie. Los interruptores de palanca usados en Instalaciones a la vista sobre aisladores, deberán instalarse sobre bases de material aislante que separen los conductores por lo menos 13 mm de la superficie que soporta al alambrado.
- b) Montaje en cajas. Los interruptores de palanca de tipo ras montados en cajas que estén empotradas en la superficie de la pared según 4.6.2.6, deberán instalarse de manera que los bordes de la placa en la cual están montados, estén apoyados sobre la superficie de la pared. Los interruptores de palanca tipo ras, montados en cajas que están al ras con la superficie de la pared,

deberán ser instalados de manera que la placa de montaje del interruptor esté apoyado sobre la caja.

4.9.1.11 Disyuntores usados como interruptores

Un disyuntor de operación manual equipado con una palanca o manija, o un disyuntor de potencia que pueda ser abierto manualmente en el caso de una falla eléctrica, podrá utilizarse como un interruptor, siempre que tenga el número requerido de polos.

4.9.1.12 Puesta a tierra de las cubiertas

Las cubiertas de los interruptores o disyuntores en circuitos mayores de 150 Va tierra, deberán ser puestos a tierra según 3.6. Cuando las cubiertas no metálicas sean usadas con cables con cubierta metálica o tuberías metálicas, deberán tomarse las medidas necesarias para la continuidad de la puesta a tierra.

4.9.1.13 Interruptores de cuchilla

- a) Los interruptores de cuchilla con una capacidad mayor de 1200 A a 250 V ó menos, y mayor de 600 A para tensiones de 251 a 600 V, deberán ser usados solamente como seccionadores y no deberán abrirse con carga.
- b) Para interrumpir corrientes mayores de 1200 A a 250 V ó menos, o mayores de 600 A para tensiones de 251 a 600 V, deberán utilizarse interruptores o disyuntores de diseño especial aprobado para el uso.
- c) Los interruptores de cuchilla de menor capacidad que lo especificado en los párrafos anteriores, deberán considerarse como interruptores de uso general.
- d) Los interruptores para circuitos de motores, deberán utilizarse como interruptores del tipo cuchilla.

4.9.1.14 Capacidad nominal y uso de los interruptores de palanca

Los interruptores de palanca deberán ser usados con sus capacidades nominales y de acuerdo a lo siguiente:

- a) Interruptor de palanca de uso general para corriente alterna. Son los interruptores de palanca de uso general adecuados para usarse solamente en circuitos de corriente alterna, para controlar lo siguiente:
 - i) Cargas resistivas e inductivas, incluyendo lámparas de descarga eléctrica, que no exceden los Amperes nominales del interruptor a la tensión correspondiente.
 - ii) Cargas de lámparas incandescentes, que no excedan los Amperes nominales del interruptor a 220 V.
 - iii) Cargas de motores que no excedan el 80% de los Amperes nominales del interruptor a su tensión nominal.

- b) Interruptores de palanca de uso general para corriente alterna y continua. Son los interruptores de palanca de uso general, adecuados para ser usados en circuitos de corriente alterna o continua, para controlar lo siguiente:
 - i) Cargas resistivas, que no excedan los Amperes nominales del interruptor, a la tensión aplicada.
 - ii) Cargas inductivas que no excedan el 50% de los Amperes nominales del interruptor a la tensión aplicada. Los interruptores identificados en HP son adecuados para controlar cargas de motores dentro de su capacidad nominal a la tensión aplicada.
 - iii) Cargas de lámparas incandescentes que no excedan los Amperes nominales del interruptor, a la tensión aplicada. Para los interruptores de avisos luminosos y de alumbrado de realce, véase 5.9.12. Para los interruptores de control de motores véanse 5.2.7.3, 5.2.8.8 y 5.3.8.9.

4.9.2 Requisitos de Fabricación

4.9.2.1 Marcación

Los interruptores deberán estar marcados con la corriente y la tensión, y si lo están en caballos de fuerza (HP), con la potencia máxima para la cual han sido diseñados. Además llevarán la marca de fábrica.

4.9.2.2 Interruptores de cuchilla para 600 V

Los interruptores de cuchilla para 600 V que estén diseñados para interrumpir corrientes mayores de 200 A, deberán estar provistos de contactos auxiliares de tipo renovable o de interrupción instantánea o el equivalente.

4.9.2.3 Interruptores con fusibles

Los interruptores con fusibles, no deberán tener fusibles en paralelo.

4.10 CUADROS Y TABLEROS ELÉCTRICOS

4.10.1 Generalidades

4.10.1.1 Alcances

Las prescripciones del presente acápite se deberán aplicar a los cuadros, paneles y tableros de distribución destinados para controlar circuitos de alumbrado y fuerza, ya los tableros para cargas acumuladores alimentados por circuitos de alumbrado o fuerza; a excepción de los tableros usados exclusivamente para controlar los circuitos de señalización operados por baterías.

4.10.1.2 Aplicación de otros acápites

Los interruptores, disyuntores y dispositivos de sobrecorriente usados en los cuadros, tableros y paneles de control y sus cubiertas, deberán cumplir con los requerimientos de los acápites 3.5, 3.6, 4.6, 4.9 y otros artículos aplicables.

Los cuadros y tableros destinados para lugares peligrosos deberán cumplir con los subcapítulos desde 6.1 hasta 6.10.

4.10.1.3 Soportes y disposición de barras colectoras y conductores

a) Los conductores y barras colectoras en un tablero, cuadro o panel de control deberán ubicarse de tal manera que estén libres de daños materiales y debidamente fijados en su sitio.

Se deberá ubicar en una sección vertical del cuadro, solamente los conductores destinados a conectarse a dicha sección, a excepción del alambrado requerido para la interconexión y el control. En todos los cuadros eléctricos de acometida se deberán colocar barreras para separar las barras colectoras y los terminales de acometida, del resto del cuadro.

b) Las barras y los conductores deberán disponerse de manera que se evite el sobrecalentamiento debido a efectos inductivos.

c) Cada cuadro eléctrico, panel de cuadro, o tablero, si se usa como equipo de conexión, deberá estar provisto de un puente de unión principal dimensionado de acuerdo a 3.6.8.7 c) o un equivalente que se ubicará dentro de la sección de desconexión de la acometida para conectar la puesta a tierra del conductor de acometida a la armazón del cuadro o tablero en el lado de alimentación. Todos los paneles de un cuadro eléctrico deberán estar unidos entre sí utilizando un conductor de protección dimensionado de acuerdo con la Tabla 3-XI.

d) Los terminales de carga de los tableros y cuadros eléctricos deberán ubicarse de tal manera que para llegar a ellos o más allá de ellos (para hacer una conexión), no se tenga que pasar a través o por detrás de las barras activas.

e) En un cuadro o tablero alimentado desde un sistema de cuatro conductores en conexión delta, donde el punto medio de una fase está puesto a tierra, deberá marcarse la barra o conductor de fase de mayor tensión a tierra.

f) La disposición de las fases en barras trifásicas deberán ser R, S, T de adelante hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha mirando desde el frente del cuadro o tablero. La fase S deberá ser aquella que tenga la tensión más alta a tierra. Se

permitirán otras Disposiciones de barras para agregar a las Instalaciones existentes, las cuales deberán ser identificadas.

- g) El espacio mínimo de curvatura para conductores en terminales y el espacio mínimo de los cables para conductores provistos en cuadros y tableros eléctricos, deberán estar de acuerdo con 4.7.2.5.

4.10.2 Cuadros Eléctrico

4.10.2.1 Ubicación

Los cuadros eléctricos que tengan alguna parte activa expuesta deberán colocarse en lugares permanentemente secos que sean solamente accesibles al personal calificado y estar bajo supervisión competente. Los cuadros eléctricos deberán ubicarse de manera que la probabilidad de daños provenientes de otros equipos o procesos se reduzcan al mínimo.

4.10.2.2 Lugares mojados

Si un cuadro eléctrico debe instalarse en un lugar mojado o en el exterior de la edificación, deberá ser encerrado en una cubierta o gabinete aprueba de intemperie según 4.7.2.1.

4.10.2.3 Ubicación en relación a materiales fácilmente inflamables

Los cuadros eléctricos deberán ubicarse de manera que se reduzca al mínimo la probabilidad de propagar el fuego a materiales combustibles adyacentes.

4.10.2.4 Separación entre un cuadro eléctrico y el techo.

Cuando se instale un cuadro eléctrico en un local donde el techo no sea aprueba de fuego, deberá dejarse una separación de un metro o más entre la parte superior de dicho cuadro y el techo, amenos que se proteja éste con un material aprueba de fuego en cuyo caso podrá reducirse la separación señalada, o cuando el cuadro esté totalmente encerrado por partes metálicas o una pared no inflamable.

4.10.2.5 Espacios libres alrededor de los cuadros eléctricos

Los espacios libres alrededor de los cuadros eléctricos, deberán cumplir con lo prescrito en 2.1.15.

4.10.2.6 Cubierta del conductor

Los conductores aislados cuando están estrechamente agrupados como sucede en la parte posterior de los cuadros eléctricos, deberán tener cada uno una cubierta exterior retardante a la llama, La cubierta del

conductor deberá desnudarse en una longitud suficiente para que no haga contacto con los terminales. Los conductores aislados utilizados para el alambrado de instrumentos y control ubicados en la parte posterior de los cuadros eléctricos deberán ser retardantes a la llama, ya sea por condición del aislante o por medio de una cubierta exterior, tales como los tipos siguientes: RHH, RHW, SIS, TA, TBS, TW, THHN, THWN, THW, MI, XHHW, u otros tipos similares que sean aprobados para el uso.

4.10.2.7 Separación de conductores en gabinetes que contienen barras

- a) Cuando las tuberías y otras canalizaciones entren por la parte posterior de un cuadro eléctrico, tablero autosoportado u otro gabinete, se deberá suministrar el espacio suficiente a fin de permitir la instalación de los conductores.
- b) La separación mínima entre el fondo del gabinete y las barras, sus soportes u otros obstáculos, será de 20 cm para barras aisladas y 25 cm para barras no aisladas.
- c) Las tuberías o canalizaciones, incluyendo sus accesorios de terminación, no deberán sobresalir más de 7.5 cm del fondo del gabinete.

4.10.2.8 Puesta a tierra de la armazón del cuadro eléctrico

La armazón y la estructura de los cuadros eléctricos que soportan equipos de maniobra deberán ser puestos a tierra, a excepción de las armazones de los cuadros eléctricos de corriente continua, si es que se encuentran efectivamente aislados.

4.10.2.9 Puesta a tierra de instrumentos, relés, medidores y transformadores de medición en los cuadros

Los instrumentos, relés, medidores y transformadores de medición instalados en los cuadros deberán ser puestos a tierra de acuerdo a lo especificado en 3.6.12.

4.10.3 Tableros

4.10.3.1 Generalidades

Los tableros deberán tener una capacidad nominal no menor que la capacidad mínima del alimentador, requerida para la carga calculada de acuerdo con el subcapítulo 3.3 Los tableros deberán estar marcados en forma durable por el fabricante con los valores nominales de tensión, corriente y el número de fases para los cuales han sido diseñados, y con el nombre del fabricante o marca de fábrica de tal manera que sea visible después de instalado.

4.10.3.2 Tableros para circuitos derivados de alumbrado y artefactos

Para los propósitos del presente inciso, un tablero para circuitos derivados de alumbrado y artefactos es el que tiene más del 10% de sus

di positivos contra sobrecorriente de una capacidad de 30 Amperes o menos, V que tiene provisiones para la conexión del neutro.

4.10.3.3 Número de dispositivos contra sobrecorriente en un tablero

El número de dispositivos contra sobrecorriente en un tablero para circuitos derivados de alumbrado y artefactos, no deberá ser superior a 42 (sin tener en cuenta los dispositivos principales de protección) en cualquier gabinete o caja de desconexión.

Un tablero para circuitos de alumbrado y artefactos, deberá estar provisto de un medio físico para evitar la instalación de un número mayor de dispositivos de protección para el cual el tablero ha sido diseñado, dimensionado y aprobado.

Para los propósitos de este inciso, los disyuntores bipolares y tripolares deberán considerarse como dos y tres dispositivos contra sobrecorriente respectivamente.

4.10.3.4 Protección contra sobrecorriente

a) Cada tablero para circuitos derivados de alumbrado y artefactos deberá estar protegido individualmente en el lado de la alimentación por no más de dos disyuntores principales o dos grupos de fusibles que tengan una combinación de valor nominal no mayor que la del tablero.

No se requiere protección individual en un tablero para circuitos derivados de alumbrado y artefactos cuando su alimentador tenga una protección contra sobrecorriente no mayor que la capacidad del tablero. La protección de la caja de conexión no deberá reemplazar a la protección individual principal de la vivienda.

b) Los tableros equipados con interruptores de palanca de 30 A o menos, deberán tener una protección contra sobrecorriente no mayor de 200 A.

c) La carga total de cualquier dispositivo contra sobrecorriente ubicado en un tablero, no deberá exceder el 80% de su capacidad nominal cuando las condiciones normales de trabajo de la carga sea de tres o más horas; a menos que el conjunto del que forma parte el dispositivo contra sobrecorriente esté aprobado para trabajar con un régimen permanente al 100% de su carga nominal.

d) Cuando un tablero es alimentado a través de un transformador, la protección contra sobrecorriente requerida según a) y b) anteriores, deberá instalarse en el lado secundario del transformador, a excepción de lo siguiente:

Cuando un tablero es alimentado por el secundario de un transformador monofásico que tenga dos conductores secundarios se considerará como protegido por la protección contra sobrecorriente suministrada por el primario del transformador, siempre que esta protección esté de acuerdo con 5.4.3.2 a), y no exceda el valor determinado por el producto de la capacidad del tablero y la relación de tensión del secundario al primario.

- c) Un dispositivo trifásico de desconexión o contra sobrecorriente no deberá conectarse a las barras de un tablero que tenga menos de tres fases.

4.10.3.5 Tableros en lugares húmedos o mojados

Los tableros en lugares húmedos o mojados, deberán instalarse de acuerdo a 4.7.2.1.

4.10.3.6 Cubiertas

Los tableros deberán ser montados en gabinetes, cajas de desconexión o cubiertas aprobadas para el uso y deberán ser de frente muerto.

Se permitirán otros tableros que no sean de frente muerto, pero que sean accionados desde el exterior solamente por personal calificado.

4.10.3.7 Posición relativa de 108 interruptores y fusibles

En los tableros se deberán instalar fusibles de cualquier tipo en el lado de carga de cualquier interruptor .

4.10.4 Requisitos de Fabricación

4.10.4.1 Paneles

Los paneles de los cuadros eléctricos deberán ser hechos de un material resistente a la humedad e incombustible.

4.10.4.2 Barras colectoras

Se permitirán barras colectoras desnudas siempre que estén montadas rígidamente.

4.10.4.3 Protección de 108 circuitos de instrumentos

Los instrumentos, luces pilotos, transformadores de tensión y otros dispositivos de los cuadros eléctricos con bobinas de tensión, deberán alimentarse por un circuito que esté protegido con dispositivos contra sobrecorriente de tipo normal de 15 Amperes o menos, excepto en los casos en que el funcionamiento de la protección contra sobre corriente pueda hacer peligrar el funcionamiento de otros dispositivos.

Para capacidades de 2 Amperes o menos, podrán utilizarse tipos especiales de fusibles encerrados.

4.10.4.4 Partes componentes

Los interruptores, fusibles y portafusibles usados en los tableros deberán cumplir con los requisitos aplicables dados en 3.5 y 4.9.

4.10.4.5 Interruptores de cuchilla:

Los interruptores de cuchilla deberán instalarse de forma tal que sus cuchillas queden desenergizadas cuando estén en la posición de abierto.

4.10.4.6 Separaciones mínimas

La distancia entre las partes metálicas desnudas, barras colectoras, etc., no deberá ser menor que la especificada en la Tabla 4-XLVII, excepto en los interruptores o disyuntores.

Donde la proximidad no cause un excesivo calentamiento, las partes de la misma polaridad de interruptores, fusibles encerrados, etc., podrán colocarse tan cerca como sea conveniente para permitir la operación.

Tabla 4-XLVII
SEPARACIONES ENTRE LAS PARTES METÁLICAS DESNUDAS

Tensión máxima de operación hasta	Partes activas de polaridad opuestas montadas sobre la misma superficie cm	Partes activas de polaridad opuestas mantenidas al aire libre cm	*Partes activas a tierra cm
125 V	1.9	1.3	1.3
250 V	3.2	1.9	1.3
600 V	5.1	2.5	2.5

* Para las separaciones entre las partes activas y las puertas de los gabinetes véanse 4.7.3.2. a) i), ii) y iii)

4.10.4.7 Puesta a tierra de los tableros

Los gabinetes de los tableros deberán ser puestos a tierra de acuerdo a lo prescrito en 3.6 y 4.10.1.3 c). Se deberá proveer y fijar dentro del gabinete una barra terminal aprobada para la conexión de todos los conductores de protección de los circuitos derivados y alimentadores, cuando el tablero se use con canalizaciones no metálicas o cables, o cuando existan conductores separados de puesta a tierra. La barra terminal debe estar conectada a la estructura del gabinete o del tablero y no debe estar conectada a la barra del neutro, excepto en el equipo de conexión.

CAPÍTULO 5

INSTALACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

5.1 ARTEFACTOS ELÉCTRICOS

5.1.1. Generalidades

5.1.1.1 Alcance

El presente subcapítulo abarca los artefactos eléctricos a ser utilizados en cualquier local o ambiente, los cuales deberán ser de un tipo aprobado para el uso y lugar.

5.1.1.2 Partes activas

Los artefactos eléctricos no deberán tener partes activas normalmente expuestas a contactos, con excepción de las tostadoras, asadores u otros artefactos, en los cuales las partes a altas temperaturas que conducen corriente están necesariamente expuestas.

5.1.1.3 Otros capítulos y subcapítulos

Todos los requisitos del presente Tomo deberán aplicarse cuando sea el caso. Los artefactos eléctricos destinados a usarse en lugares peligrosos, deberán instalarse de acuerdo con las prescripciones dadas en el capítulo 6 referente a Instalaciones en emplazamientos especiales. Los requisitos del subcapítulo 5.2 deberán aplicarse a las Instalaciones de artefactos accionados por motor y los del subcapítulo 5.10 a las Instalaciones de artefactos con moto-compresores herméticos refrigerantes, excepto cuando especialmente se indique lo contrario.

5.1.2 Requisitos de los Circuitos Derivados

5.1.2.1 Dimensionamiento de circuitos derivados

El presente inciso prescribe las capacidades de los conductores que pueden transportar la corriente de artefactos sin sobrecalentamiento en las condiciones especificadas, no siendo aplicable a los conductores que formen parte integral del artefacto.

- a) Circuitos individuales. La capacidad de corriente de un circuito derivado individual no deberá ser menor que la capacidad nominal indicada en el artefacto o que la capacidad nominal indicada en un artefacto que tiene cargas combinadas, tal como se señala en 5.1.5.3. Se consideran las siguientes excepciones:
 - i) Para artefactos accionados por motor que no tengan indicada la capacidad nominal, el dimensionamiento del circuito derivado deberá hacerse de acuerdo a lo indicado en 5.2.1.1 y 5.2.2.
 - ii) Para un artefacto distinto a un accionado por motor, que está constantemente cargado, la capacidad del circuito derivado no deberá ser menor que el 125% de la capacidad nominal indicada en la placa; o no menor que el 100%, si el dispositivo de protección del circuito derivado y el conjunto del cual forma parte, están aprobados para una carga continua del 100% de su capacidad nominal.
 - iii) Los circuitos derivados para cocinas eléctricas de uso doméstico pueden ser dimensionados en concordancia con la Tabla 3-VI.
- b) Circuitos que alimentan dos o más cargas. Deberán dimensionarse de acuerdo con los requisitos dados en 3.1.2.5.

5.1.2.2 Protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados

Los circuitos derivados deberán protegerse de acuerdo con los requisitos de 3.5.1.3. Cuando en el artefacto esté indicado el valor adecuado para el dispositivo de protección, la capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito derivado no deberá ser mayor que el valor indicado en el artefacto.

5.1.3 Instalación de Artefactos

Todos los artefactos deberán instalarse de manera aprobada.

5.1.3.1 Cordones

- a) Cordones para calentadores. Todas las planchas eléctricas y artefactos de calefacción eléctrica, conectados con cordón y enchufe, de potencia nominal mayor de 50 W y que originan temperaturas mayores de 120° C en superficies con las cuales es posible que el cordón se ponga en contacto, deberán estar provistos de uno de los tipos de cordones resistentes a altas temperaturas, indicados en la Tabla 4-IX.
- b) Otros artefactos de calefacción. Todos los demás artefactos de calefacción eléctrica conectados con cordón y enchufe, deberán estar provistos de uno de los tipos de cordones aprobados para este uso, indicados en la Tabla 4-IX.
- c) Otros artefactos. El cordón podrá usarse para la conexión de artefactos de modo de facilitar su frecuente cambio de lugar o impedir la transmisión de ruidos o vibraciones; o para facilitar el movimiento o desconexión de artefactos, que permanecen fijos en un lugar, para su mantenimiento o reparación.

5.1.3.2 Calentadores de inmersión conectados con cordón y enchufe

Deberán construirse e instalarse de manera que las partes activas estén efectivamente aisladas eléctricamente de la sustancia en la cual se sumergen.

5.1.3.3 Protección contra materiales combustibles

Cada artefacto de calefacción eléctrica que por su tamaño, peso y servicio, esté evidentemente destinado a quedar en una posición fija, deberá colocarse de tal forma que se provea una amplia protección entre el artefacto y cualquier material combustible próximo.

5.1.3.4 Soportes para artefactos conectados con cordón y enchufe

Las planchas eléctricas y otros artefactos de calefacción eléctrica conectados con cordón y enchufe, que estén destinados a ser aplicados a materiales combustibles, deberán equiparse con un soporte apropiado incombustible el cual puede ser una pieza separada o bien formar parte del artefacto.

5.1.3.5 Señal para artefactos de calefacción

En locales no destinados a vivienda, cada artefacto o grupo de artefactos de calefacción eléctrica destinado a ser aplicado a material combustible, deberá estar provisto con una señal.

5.1.3.6 Planchas eléctricas domésticas

Las planchas eléctricas domésticas, deberán poseer un dispositivo automático limitador de temperatura.

5.1.3.7 Calentadores de agua

- a) Del tipo con tanque. Cada calentador de agua del tipo con tanque deberá estar equipado además del termostato de control, con medios para limitar la temperatura, que desconectarán todos los conductores activos. Tales medios deberán ser:
 - i) Instalados para detectar la máxima temperatura del agua.
 - ii) De disparo libre y reposición manual o provisto de elementos reemplazables.

Tales calentadores de agua deberán llevar la indicación de la exigencia de la instalación de una válvula de temperatura y de una válvula de escape de presión.

Los calentadores de agua alimentados con agua a temperatura de 82° C ó mayor y de capacidad de 60 kW o mayor, y los calentadores de agua de capacidad de 4 litros o menos, aprobados para el uso, sólo requieren el termostato de control.

- b) Del tipo instantáneo. Se recomienda que se provea a los calentadores del tipo instantáneo (duchas eléctricas) de un termostato de control, así como también de un interruptor provisto de elementos fusibles.

5.1.3.8 Artefactos de calefacción industrial a base de lámparas infrarrojas

- a) Las lámparas de calefacción infrarrojas de 300 W o menos, pueden usarse con portalámparas de base media del tipo de porcelana sin interruptor incorporado o de otros tipos aprobados para el uso.
- b) Los portalámparas de casquillo roscado no deberán utilizarse con lámparas de rayos infrarrojos de más de 300 W a menos que estén aprobados para el uso.
- c) Los portalámparas podrán conectarse a cualquiera de los circuitos derivados especificados en 3.1 y en locales industriales podrán conectarse en serie en circuitos de más de 150 Volts a tierra,

siempre que la tensión nominal de los portalámparas no sea menor que la tensión del circuito.

5.1.3.9 Puesta a tierra

Los armazones metálicos de artefactos de calefacción eléctrica, que funcionan en circuitos de más de 150 Volts a tierra, deberán conectarse a tierra en la forma especificada en 3.6. Donde esto no sea factible, la puesta a tierra podría ser omitida, en cuyo caso los armazones deberán aislarse permanentemente y efectivamente de tierra.

Las refrigeradoras y congeladores deberán cumplir con los requisitos descritos en 3.6.6.1, 3.6.6.2 y 3.6.6.4. Las cocinas eléctricas, los hornos montados en paredes, las cocinas de mostrador y las secadoras de ropa deberán cumplir con los requisitos de 3.6.7.6 y 3.6.7.9.

5.1.3.10 Hornos montados en pared y cocina de mostrador

Los hornos montados en pared y las cocinas de mostrador con provisiones para su fijación y para hacer las conexiones eléctricas, podrán conectarse con cordón y enchufe o permanentemente.

5.1.3.11 Otros medios de instalación

Los artefactos que utilizan otros métodos de instalación distintos a los descritos en 5.1.3, se podrán utilizar solamente con un permiso especial de la Autoridad Competente encargada de hacer cumplir el presente Tomo.

5.1.4 Control y Protección de los Artefactos

Cada artefacto deberá proveerse de un medio para la desconexión de todos los conductores activos que lo alimentan.

5.1.4.1 Desconexión de artefactos conectados permanentemente

- a) Para artefactos conectados permanentemente, de potencia nominal no mayor de 300 VA o 1/8 HP, el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado puede servir como medio de desconexión.
- b) Para artefactos conectados permanentemente y de mayor capacidad nominal, el disyuntor del circuito derivado puede servir como medio de desconexión; cuando sea fácilmente accesible a quien use el artefacto. Para artefactos accionados por motor de potencia mayor de 1/8 HP, véase 5.1.4.5.

5.1.4.2 Desconexión de artefactos conectados con cordón y enchufe

- a) Para artefactos conectados con cordón y enchufe, puede servir como medio de desconexión un conector separable o un enchufe y tomacorriente.
- b) Para cocinas eléctricas de uso doméstico conectadas con cordón y enchufe, un enchufe y un tomacorriente instalado en la parte posterior de la base de la cocina, si es accesible desde el frente mediante el retiro de una gaveta, deberá ser considerado apropiado como medio de desconexión.
- c) La capacidad nominal de un conector separable o de un tomacorriente no deberá ser menor que la capacidad nominal de cualquier artefacto conectado a él. Se podrán aplicar factores de demanda autorizados en otras partes del presente Tomo.
- d) Los enchufes y conectores deberán cumplir con lo siguiente:
 - i) Partes activas. Deberán ser construidos e instalados de tal modo que no sea posible establecer contacto accidental con partes activas.
 - ii) Capacidad de interrupción. Deberán ser capaces de interrumpir su corriente nominal, sin peligro para el operador.
 - iii) Intercambiabilidad. Deberán diseñarse para que no puedan enchufarse en tomacorrientes de menor capacidad nominal.

5.1.4.3 Interruptores incorporados al artefacto como medios de desconexión

No deberá considerarse que los interruptores que formen parte de un artefacto, constituyan el medio de desconexión exigido por 5.1.4.

5.1.4.4 Indicador de posición

Los interruptores y disyuntores utilizados como medios de desconexión, deberán indicar su posición de abierto o cerrado.

5.1.4.5 Medios de desconexión para artefactos accionados por motor

Un disyuntor o interruptor que se use como medio de desconexión para un artefacto conectado permanentemente impulsado por un motor de más de 1/8 HP, deberá colocarse a la vista desde el control del motor, y deberá cumplir con 5.2.8.

5.1.4.6 Protección contra sobrecorriente

- a) Los artefactos deberán considerarse protegidos contra sobrecorriente silos circuitos derivados que los alimentan cumplen con los requisitos especificados en el acápite 5.1.2 y en el párrafo d) que sigue.

Se exceptúan los artefactos accionados por motores que deberán ser provistos de protección contra sobrecargas de acuerdo a lo especificado en el acápite 5.2.3, y los motores de los equipos de aire acondicionado o de refrigeración que deberán protegerse contra sobrecargas según 5.10.6. Cuando se requiera que el dispositivo de protección del artefacto esté separado del mismo, los datos para la selección de este dispositivo deberán estar marcados en el artefacto. Los datos mínimos a indicar deberán ser los especificados en 5.2.1.2 y 5.10.1.3.

- b) Un artefacto electrodoméstico con elementos calentadores de superficie (estufa, parrilla, etc.) que tenga una capacidad nominal mayor de 60 A, deberá tener su circuito de alimentación subdividido en dos o más circuitos, cada uno de los cuales deberá tener protección contra sobrecorriente de capacidad no mayor de 50 A.
- c) Los artefactos de calefacción con lámparas infrarrojas, de uso comercial e industrial, deberán tener una protección contra sobrecorriente no mayor de 50 A.
- d) Los artefactos de calefacción del tipo comercial con elementos calentadores de superficie del tipo de bobina abierta o bobina cubierta expuesta, deberán tener protección contra sobrecorriente de capacidad no mayor de 50 A.
- e) Un artefacto, no accionado por motor, con corriente nominal de 16.7 A o mayor, alimentado por un sólo circuito derivado, deberá ser protegido por un dispositivo contra sobrecorriente de capacidad nominal no mayor del 150% de la corriente nominal del artefacto.
- f) Los calentadores eléctricos que utilizan elementos de tipo de resistencia de capacidad mayor de 48 A, deberán tener estos elementos subdivididos. Cada carga subdividida no deberá ser mayor de 48 A y deberá protegerse a no más de 60 A. Estos dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios, deberán ser:

- Instalados en fábrica dentro o sobre la cubierta del calentador o suministrados separadamente por el fabricante.
- Accesibles, pero no requieren ser fácilmente accesibles.
- Apropiados para la protección del circuito derivado.

Los conductores principales que alimentan estos dispositivos de protección contra sobrecorriente deberán considerarse como conductores del circuito derivado.

Se deberán considerar las siguientes excepciones:

- i) Los artefactos electrodomésticos con elementos calentadores de superficie tal como está indicado en 5.1.4.6 b).
- ii) Los artefactos de calefacción del tipo comercial, tal como está indicado en 5.1.4.6 d).
- iii) Las cargas de cocinas comerciales y los artefactos de cocción que usan elementos de calefacción del tipo cubierto, no contemplados en 5.1.4.6 d), podrán ser subdivididos en circuitos que no excedan de 120 A y protegidos a no más de 150 A cuando se cumpla una de las condiciones siguientes:
 - Los elementos están integrados y encerrados dentro de una superficie de calefacción.
 - Los elementos están contenidos completamente dentro de una cubierta aprobada para el uso.

5.1.5 Indicaciones que deben llevar los Artefactos

5.1.5.1 Placa de características

- a) Todo artefacto eléctrico deberá estar provisto de una placa de características que indique el nombre del fabricante, la capacidad nominal en Volts y Amperes o en Volts y Watts, y la frecuencia o frecuencias nominales.

Cuando se requiera una protección contra sobrecarga externa para el motor del artefacto, esto deberá ser indicado en la placa del artefacto.

- b) Esta placa deberá estar ubicada en una parte visible o ser fácilmente accesible después de la instalación.

5.1.5.2 Marcación de los elementos calentadores

Todos los elementos calentadores de más de un ampere nominal que formen parte de un artefacto, deberán estar marcados de manera legible con su capacidad nominal en Volts y Amperes o Volts y Watts o con el número de la pieza asignado por el fabricante.

5.1.5.3 Artefactos constituidos por motores y otras cargas

Los artefactos deberán estar marcados de acuerdo con a) ó b):

- a) En adición a la información especificada en 5.1.5.1, la marcación de un artefacto constituido por un motor y otras cargas debe indicar la sección mínima de los conductores del circuito y la capacidad máxima del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito con las siguientes excepciones:
 - Los artefactos equipados de fábrica con cordón y enchufe, que cumplan con 5.1.5.1.
 - Un artefacto en el cual tanto la sección mínima de los conductores del circuito como la corriente máxima del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito, no son mayores de 15 A y que cumplan con 5.1.5.1.
- b) Como método alternativo de marcación se puede indicar la capacidad del motor de mayor potencia en Volts y Amperes, y las cargas adicionales en Volts y Amperes o Volts y Watts, además de la información requerida por 5.1.5.1.

5.2 MOTORES ELÉCTRICOS

5.2.1 Consideraciones Generales

Las Disposiciones generales siguientes abarcan los requisitos para motores, circuitos y controles de motores que no están adecuadamente tratados en otras partes del presente subcapítulo. Véase la figura 5-I.

5.2.1.1 Determinación de las capacidades de corriente y corriente nominal de los motores

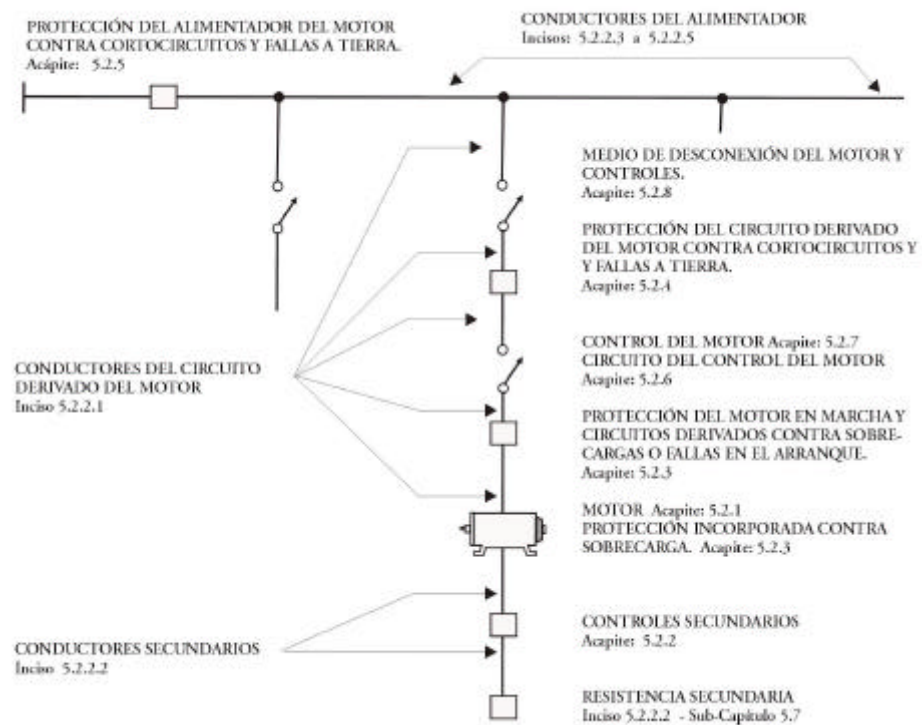
- a) Motores de uso general. Cuando no se conozca la corriente nominal por la placa del motor y siempre que se emplee ésta para determinar la capacidad de corriente de los conductores o la capacidad de interruptores, dispositivos de protección contra cortocircuitos y falla a tierra de los circuitos derivados, dispositivo exterior de protección contra sobrecargas del motor, etc., deberán utilizarse los valores dados en las Tablas 5-X, 5-XI, 5-XII y 5-XIII incluyendo las notas.

Cuando se tenga en un mismo motor varias corrientes nominales para distintas condiciones de funcionamiento, la capacidad de corriente de los conductores, interruptores, dispositivos de

sobrecorriente del circuito derivado, etc., deberá basarse en la corriente máxima de funcionamiento indicada en la placa del motor o del equipo o en ambos. Si la corriente máxima de funcionamiento no aparece en la placa de características, la determinación de la capacidad de corriente deberá basarse en el 150% de los valores dados en las Tablas 5-XII y 5-XIII.

Fig. 5-I

Diagrama típico de alimentadores y circuitos derivados para motores



b) Motor de par. La corriente nominal deberá ser la corriente con rotor bloqueado, la misma que, indicada en la placa de características, deberá utilizarse para determinar la capacidad de corriente de los conductores del circuito derivado, cubierta por 5.2.2.1 y 5.2.2.4, y la protección contra sobrecorriente del motor en marcha

5.2.1.2 Marcación de motores y equipos de varios motores

- a) Motores de uso normal. Un motor deberá llevar una placa de características, con los datos solicitados por la Norma ITINTEC 370.007, que entre otros son:
- Nombre del fabricante y año de fabricación.

- Tensión nominal en Volts e intensidad nominal en Amperes.
- Frecuencia nominal y número de fases para motores de corriente alterna
- Velocidad nominal a plena carga.
- Clase de aislamiento.
- Sobretemperatura.
- Potencia nominal del motor, expresada en kW o HP.
- Servicio nominal y factor de servicio.

Además se deberá indicar la letra de código si es un motor para corriente alterna de una potencia nominal de 1/2 HP o más.

La marcación de un motor de velocidades múltiples, deberá hacerse mediante la indicación de su corriente en Amperes y potencia en kW o HP, para cada velocidad. Un motor provisto de un protector técnico que cumpla con los requisitos indicados en 5.2.3.1 a) ii) ó c) ii) deberá estar marcado "Térmicamente Protegido". Un motor que cumpla con los requisitos indicados en 5.2.3.1 c) iv) deberá estar marcado "Protegido por Impedancia".

- b) Letras de código indicadoras de kVA con rotor bloqueado. Las letras de código marcadas en las placas de características de los motores para indicar la entrada en kVA con el motor bloqueado, deberán estar de acuerdo con la Tabla 5-I. La letra de código que indica la potencia de entrada del motor con el rotor bloqueado, deberá estar debidamente indicada en una casilla individual en la placa de características. Esta letra de código debe ser utilizada para determinar la protección contra cortocircuitos o fallas a tierra del circuito derivado. Véase la Tabla 5-XV y el inciso 5.2.4.1.
- i) Los motores de velocidades múltiples deberán marcarse con la letra de código que indique los kVA por HP con rotor bloqueado para la velocidad más alta a la cual el motor puede ser arrancado. Se exceptúan los motores de velocidades múltiples y potencia constante, los que deberán marcarse con la letra de código que indique el mayor número de kVA por HP, con rotor bloqueado.
 - ii) Los motores de una sola velocidad, que arranquen en estrella y trabajen en marcha normal en triángulo, deberán marcarse con una letra de código correspondiente a los kVA por HP con rotor bloqueado en la conexión estrella.
 - iii) Los motores de dos tensiones que tengan distintos kVA por HP con rotor bloqueado en la dos tensiones, deberán marcarse con la letra de código para la tensión que dé el mayor número de kVA por HP con rotor bloqueado.

- iv) Los motores con regímenes para 60 y 50 Hz deberán marcarse con la letra código que designe los kVA por HP con rotor bloqueado en 60 Hz.
 - v) Los motores que arranquen con una parte del devanado, deberán marcarse con la letra de código que designe los kVA por HP con rotor bloqueado basados en la corriente con rotor bloqueado, correspondiente a todo el devanado del motor.
- c) Motores de par. Los motores de par deberán ser diseñados para operar con el rotor bloqueado y deberán ser, marcados de acuerdo con los requisitos indicados en 5.2.1.2 a), con excepción de aquellos en los que el par del rotor bloqueado reemplace la indicación de potencia en HP.
- d) Equipos de varios motores y de cargas combinadas. Los equipos de varios motores y de cargas combinadas deberán estar provistos de una placa de características visible que indique el nombre del fabricante, la tensión nominal en Volts, frecuencia, número de fases, mínima capacidad de corriente de los conductores del circuito de alimentación y el máximo valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado. La capacidad de corriente de los conductores deberá ser calculada de acuerdo a lo indicado en 5.2.2.4, considerando todos los motores y otras cargas que vayan a funcionar al mismo tiempo. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra no deberá exceder el valor calculado aplicando lo indicado en 5.2.4.2. Los equipos con varios motores para uso en uno o más circuitos, deberán estar marcados con la información anterior para cada circuito.

TABLA 5-I
LETRAS DE CÓDIGO INDICADORAS DE kVA/HP CON ROTOR BLOQUEADO

Letra de Código	kVA por HP con rotor bloqueado
A	0 - 3.14
B	3.15 - 3.54
C	3.55 - 3.99
D	4.0 - 4.49
E	4.5 - 4.99
F	5.0 - 5.59
G	5.6 - 6.29
H	6.3 - 7.09
J	7.1 - 7.99
K	8.0 - 8.99
L	9.0-9.99
M	10.0 - 11.19
N	11.2.-12.49
P	12.5-13.99
R	14.0-15.99
S	16.0-17.99
T	18.00-19.99
U	20.0-22.39
V	22.4- y más

5.2.1.3 Marcación en los controles

Cada control del motor deberá ser marcado con el nombre o identificación del fabricante, tensión, corriente, HP nominales, y otros datos que puedan ser necesarios para indicar los motores para los cuales es adecuado. Cuando el control incluye la protección contra sobrecargas del motor en marcha adecuada para un grupo de motores, deberá estar marcado con la protección contra sobrecarga del motor en marcha y la máxima protección contra cortocircuito para tales aplicaciones.

Los controles combinados que usan disyuntores ajustables de tipo instantáneo deberán estar claramente marcados indicando el ajuste en Amperes del elemento de desconexión.

Cuando el control del motor forma parte integral de un motor o de un grupo motor-generador, el control no necesita estar marcado individualmente, siempre que los datos necesarios estén en la placa del

motor. En los controles que son parte integral de un equipo aprobado como una unidad, la marcación indicada anteriormente puede estar colocada en la placa de características del equipo.

5.2.1.4 Marcación de los terminales

Los terminales de motores y controles deberán estar convenientemente identificados con marcas o coloreados cuando sea necesario, a fin de indicar las conexiones correctas.

5.2.1.5 Espacio de alambrado en las cajas

Las cajas para controles y medios de desconexión de motores no deberán utilizarse como cajas de empalme, canales auxiliares o canalizaciones para conductores alimentadores o para hacer derivaciones a otros aparatos, a menos que se utilicen diseños que provean el espacio adecuado para este uso.

5.2.1.6 Protección contra líquidos

Se deberá colocar resguardos o cubiertas apropiadas para proteger las partes activas expuestas de los motores, cuando se instalen directamente debajo de equipos o en otros lugares donde pueda caer o salpicar aceite, agua u otro líquido perjudicial, a menos que el motor esté diseñado para las condiciones existentes.

5.2.1.7 Cajas para terminales de motores

a) Material. Cuando los motores estén provistos de cajas para terminales, éstas deberán ser metálicas y de construcción sólida, herméticas al polvo y provistas de boquillas para la entrada de los cables de alimentación.

En lugares que no sean peligrosos, se pueden usar cajas sólidas no metálicas e incombustibles para motores de diámetro mayor de 86 cm, siempre que exista un medio de puesta a tierra dentro de la caja para interconectar la estructura de la máquina y la tubería.

b) Dimensiones y espacio-Conexiones y empalmes. Cuando estas cajas para terminales contengan empalmes de conductores, tendrán las dimensiones mínimas y los volúmenes utilizables indicados en la Tabla siguiente:

TABLA 5-II
CAJAS PARA TERMINALES Y EMPALMES MOTORES DE 28 cm. DE
DIÁMETRO O MENOS

HP	Dimensión mínima de la abertura para la tapa cm	Volumen mínimo utilizable cm ³
1 o menos *	4.1	123
1 ½, 2 y 3**	4.5	197
5 y 7 ½	5.1	262
10 y 15	6.4	426

* Para motores de una potencia nominal de 1 HP y menores, con caja para terminales o parcial o completamente integrada en la armazón o en un extremo de ella, el volumen de la caja para terminales no deberá ser menor de 13.1 cm³ por cada conexión entre conductores. La dimensión mínima de la abertura para la tapa no está especificada.

** Para motores de una potencia nominal de 1 1/2, 2 y 3 HP con la caja para terminales parcial o completamente integrada en la armazón o en un extremo de ella, el volumen de la caja para terminales no deberá ser menor que 16.4 cm³. por cada conexión entre conductores. La dimensión mínima de la abertura para la tapa no está especificada.

TABLA 5-III
CAJAS PARA TERMINALES Y EMPALMES MOTORES DE DIÁMETRO
MAYOR DE 28 cm. MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

Corriente máxima a plena carga para motores trifásicos con un máximo de 12 terminales (A)	Caja para terminales dimensión mínima cm	Volumen utilizable mínimo cm ³	Potencia típica máxima en HP trifásica	
			230 V	460 V
45	6.4	426	15	30
70	7.6	721	25	50
110	9.1	1180	40	75
160	11.4	2130	60	125
250	14.2	4097	100	200
400	17.8	8194	150	300
600	20.8	14748	250	500

**TABLA 5-IV
CAJAS PARA TERMINALES Y EMPALMES MOTORES
DE CORRIENTE CONTINUA**

Corriente máxima a plena carga para motores trifásicos con un máximo de 6 terminales (A)	Caja para terminales dimensión mínima cm	Volumen mínimo utilizable cm³
68	6.4	426
105	7.6	721
165	9.1	1180
240	11.4	2130
375	14.2	4097
600	17.8	8193
900	20.8	14748

- c) Dimensiones y espacios. Conexiones con terminales fijos. Cuando estas cajas para terminales contienen terminales montados rígidamente, la caja para terminales deberá ser de tamaño suficiente para proporcionar a los terminales el espaciamiento mínimo y los volúmenes utilizables de acuerdo con las Tablas 5-V y 5-VI.

**TABLA 5-V
ESPACIAMIENTO PARA TERMINALES – TERMINALES FIJOS**

V	Espaciamiento mínimo en cm	
	Entre los terminales de línea	Entre los terminales de líneas y otras partes metálicas no aisladas
250 ó menos	0.7	0.7
251 a 600	1.0	1.0

**TABLA 5-VI
VOLÚMENES UTILIZABLES – TERMINALES FIJOS**

Conductor alimentador sección nominal (mm²)	Volumen mínimo utilizable por cada conductor de alimentación cm³
2	16.4
3 y 5	20.5
8 y 10	36.9

- d) Conductores de gran sección o conexiones de fábrica. La caja para terminales deberá ser de un tamaño suficiente para efectuar las conexiones y no se tomarán en cuenta las Disposiciones precedentes sobre volúmenes de éstas en los siguientes casos.
- Motores de gran potencia.
 - Gran cantidad de terminales.
 - Conductores de sección considerable.
 - Cuando los motores son instalados como parte de un equipo alambrado en fábrica, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja para terminales del motor durante la instalación del equipo.

5.2.1.8 Boquillas

Cuando los conductores pasan a través de una abertura en una cubierta o caja de paso, deberá usarse una boquilla para proteger los conductores de los bordes de las aberturas que sean agudos. La boquilla deberá ser lisa, de superficies bien redondeadas donde pueda estar en contacto con los conductores y si se usa donde pueda haber aceites, grasa u otros contaminantes, deberá ser de material que no se deteriore.

5.2.1.9 Ubicación de los motores

- a) Ventilación y mantenimiento. Los motores deberán ubicarse de forma que tengan ventilación y que el mantenimiento, tal como la lubricación de cojinetes y el cambio de escobillas, pueda hacerse fácilmente.
- b) Motores abiertos. Los motores abiertos que tienen conmutadores o anillos colectores, deben ser ubicados o estar protegidos de manera que las chispas no puedan alcanzar los materiales combustibles adyacentes. Esto no prohíbe la instalación de estos motores sobre pisos o soportes de madera.

5.2.1.10 Exposición a acumulaciones de polvo

En los lugares donde el polvo o partículas en suspensión puedan depositarse sobre el motor o dentro del mismo en cantidades tales que perturban seriamente la ventilación o enfriamiento del motor, y por consiguiente, se originen temperaturas peligrosas, deberán emplearse tipos de motores cerrados que no se recalienten al trabajar en las condiciones existentes. En condiciones especialmente severas puede requerirse el uso de motores cerrados ventilados mediante tuberías, o

ubicar motores en locales separados herméticos al polvo, debidamente ventilados por una fuente de aire limpio.

5.2.1.11 Motor de mayor potencia

Deberá considerarse como motor de mayor potencia aquél que tenga la mayor corriente a plena carga en concordancia con lo indicado en 5.2.2.3, 5.2.4.2 b) y c).

5.2.2 Conductores para Circuitos de Motores

Las prescripciones del presente acápite especifican la capacidad de corriente de los conductores para que puedan transportar sin recalentamiento la corriente del motor en las condiciones que se indican, con excepción de las Disposiciones señaladas en 5.2.9.3, que deberán aplicarse para tensiones nominales mayores de 600 V.

5.2.2.1 Motor individual

- a) Generalidades. Los conductores de un circuito derivado que alimentan un sólo motor deberán tener una capacidad de corriente no menor que el 125% de la corriente nominal a plena carga del motor.

En el caso de un motor de velocidades múltiples, la selección de los conductores del circuito derivado conectado al lado del suministro del control, deberá basarse en la mayor de las corrientes a plena carga indicadas en la placa de características, la selección de los conductores de los circuitos derivados entre el control y el motor que se pone bajo tensión para una velocidad determinada, deberá basarse en la capacidad de corriente para esta velocidad.

Se exceptúan los conductores para un motor que funcione en forma temporal, intermitente o variable, los mismos que deberán tener una capacidad de corriente no menor que el porcentaje de la corriente nominal indicada en la Tabla 5-VII.

- b) Caja para terminales separada. Los conductores entre un motor estacionario de 1 HP o menos y la caja para terminales separada permitida en 5.2.11.4 b) pueden tener una sección nominal menor a 1.5 mm^2 pero no inferior a 0.75 mm^2 siempre que tengan las capacidades de corriente especificadas en el párrafo anterior a).

5.2.2.2 Secundario de rotor bobinado

- a) Servicio continuo. Para servicio continuo, los conductores que conectan el secundario de un motor de corriente alterna con rotor bobinado a su control, deberán tener una capacidad de corriente no menor que el 125% de la corriente secundaria a plena carga del motor.
- b) Servicio no continuo. Para un servicio que no sea continuo, estos conductores deberán tener una capacidad de corriente, expresada en tanto por ciento de la corriente secundaria a plena carga, no menor que la especificada en la Tabla 5-VII.

**TABLA 5-VII
SERVICIO NO CONTINUO**

Clasificación del servicio	Porcentajes de la corriente nominal indicada en la placa de características (%)		
	Motores para régimen nominal de:		
	10 min.	30 y 60 min.	Más de 60 min.
Servicio temporal: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	120	150	-
Servicio intermitente: Ascensores, montacargas, taladros y similares, bombas, puentes levadizos o giratorios, plataformas giratorias, rodillos, máquinas para manipulación de minerales, etc. Para soldadores de arco véase el párrafo 5.9.4.3 a).	90	95	140
Servicio variable.	120	150	200

Nota: Cualquier motor deberá considerarse de servicio continuo, a menos que la naturaleza del aparato que accione sea tal que el motor no trabaje continuamente con carga en ningún caso durante su utilización.

- c) Resistencias separadas de controles. Cuando la resistencia secundaria está separada del control, la capacidad de corriente de los conductores entre el control y la resistencia no deberá ser menor que la dada en la Tabla 5-VIII.

**TABLA 5-VIII
CONDUCTOR SECUNDARIO**

Clasificación del servicio de la resistencia	Capacidad de corriente del conductor en tanto por ciento de la corriente secundaria a plena carga (%)
Arranque ligero	35
Arranque fuerte	45
Arranque extrafuerte	55
Ligero intermitente	65
Medio intermitente	75
Fuerte intermitente	85
Continuo	110

5.2.2.3 Conductores que alimentan varios motores

Los conductores que alimentan dos o más motores deberán tener una capacidad igual a la suma del valor nominal de la corriente a plena carga de todos los motores, más el 25% del valor de la corriente del motor de mayor potencia del grupo.

Cuando uno o más motores del grupo tienen un funcionamiento temporal, intermitente o variable, la capacidad de los conductores deberá ser calculada como sigue:

- a) Se determina la capacidad de corriente necesaria para cada motor utilizado en servicio no continuo en la Tabla 5-VII.
- b) Se determina la capacidad de corriente necesaria para cada motor de servicio continuo, basándose en el 100% del valor nominal de la corriente a plena carga del motor.
- c) Se multiplica por 1.25 el mayor valor de la capacidad de corriente determinada según a) o b); se le suma las capacidades de corriente de los otros motores calculadas según a) o b) y se selecciona el conductor para esta capacidad de corriente total.

Se exceptúan los circuitos que estén enclavados de manera que impidan el arranque y marcha de un segundo motor o grupo de motores, para los cuales la sección del conductor deberá determinarse por el motor de mayor potencia o el grupo de motores de mayor potencia que funcionen simultáneamente.

5.2.2.4 Conductores que alimentan motores y otras cargas

- a) Cargas combinadas. Los conductores que alimentan cargas de motores y de alumbrado o artefactos deberán tener una capacidad de corriente suficiente para las cargas de alumbrado o artefactos, calculadas según el subcapítulo 3.3 y otros capítulos aplicables, más la carga de los motores o del motor individual, calculada de acuerdo con 5.2.2.1 ó 5.2.2.3 respectivamente.
Se exceptúan los conductores que alimentan equipos fijos de calefacción de ambientes accionados por motor, los que deberán cumplir con lo indicado en 5.11.1.3 b).
- b) Equipos de varios motores y de carga combinada. La capacidad de corriente de los conductores de equipos de varios motores y de carga combinada, no deberá ser menor que la capacidad de corriente mínima marcada en el equipo de acuerdo con 5.2.1.2 d).

5.2.2.5 Factor de demanda del alimentador

Cuando haya un calentamiento reducido de los conductores, como resultado de motores que trabajan temporal o intermitentemente o como resultado de que todos los motores no trabajen al mismo tiempo, la autoridad competente encargada de hacer cumplir este Tomo puede conceder permiso especial para que los conductores del alimentador sean de capacidad menor que la especificada en 5.2.2.3 y 5.2.2.4 a siempre que tengan la capacidad de corriente suficiente para la carga máxima determinada por la potencia y números de motores que alimentan y el carácter de sus cargas de servicios.

5.2.2.6 Motores con condensadores

Cuando se instalan condensadores en circuitos de motores, los conductores deberán cumplir con lo indicado en 5.6.3.2, 5.6.3.3 y 5.6.3.4.

5.2.2.7 Derivaciones de alimentadores

Estos conductores deberán tener una capacidad de corriente no menor que la requerida en 5.2.2, debiendo terminar en dispositivos de protección para el circuito derivado y cumplir con alguno de los requisitos siguientes:

- Estar encerrado por un equipo de control cerrado o por una canalización y tener una longitud no mayor de 3 m.

- Tener una capacidad de corriente no menor de un tercio de la capacidad de los conductores del alimentador, estar protegidos contra daños materiales y tener una longitud no mayor de 7.60 m.
- Tener la misma capacidad de corriente que los conductores del alimentador.

5.2.3 Protección de los Motores en Marcha y Circuitos Derivados contra Sobrecargas o Fallas en el Arranque

Las prescripciones del presente acápite especifican los dispositivos de sobrecarga destinados a proteger los motores, los aparatos de control de motores y los conductores de los circuitos derivados que los alimentan, contra el calentamiento excesivo debido a sobrecargas del motor o fallas en el arranque.

Los requisitos del presente acápite no deberán aplicarse a circuitos de motores con tensiones nominales mayores de 600 V.

5.2.3.1 Motores de servicio continuo

- a) Más de 1 HP. Cada motor de servicio continuo de potencia mayor de 1 HP deberá protegerse contra sobrecarga por uno de los medios siguientes:
 - i) Un dispositivo de sobrecarga, independiente del motor, que sea sensible a la corriente del motor.
La corriente nominal o de disparo de este dispositivo no deberá ser mayor que los porcentajes siguientes de la corriente a plena carga del motor.

Motores marcado con un factor de servicio no menor de 1.15	125%
Motores marcados con una sobre temperatura no mayor de 40° C	125%
Todos los demás motores	140%

Para un motor de velocidades múltiples, cada conexión del devanado deberá considerarse separadamente. Los porcentajes indicados pueden ser modificados como lo autoriza el inciso 5.2.3.3.

Cuando el dispositivo de sobrecarga del motor en marcha esté conectado de manera que no conduzca la corriente total indicada en la placa de características del motor, tal como en el caso de arranque estrella-triángulo, se deberá indicar en el equipo el porcentaje de la corriente indicada en la placa, que

deberá ser aplicado en la selección o ajuste del dispositivo de sobrecarga o deberá tenerlo en cuenta la Tabla que permite seleccionarlo, dada por el fabricante.

- ii) Un protector térmico que sea parte integral del motor, aprobado para usarse con el motor al cual protege contra recalentamientos peligrosos ocasionados por sobrecargas y fallas en el arranque. La corriente de interrupción de un motor protegido térmicamente no deberá ser mayor que los porcentajes siguientes de la corriente a plena carga del motor, indicada en la placa de características.

Motores con una corriente de plena carga no mayor de 9 A	170%
Motores con una corriente de plena carga de 9.1 a 20 A inclusive	156%
Motores con una corriente de plena carga mayor de 20 A	140%

Si el dispositivo que interrumpe la corriente del motor está separado del motor y su circuito de control funciona mediante un dispositivo protector que forma parte integral del motor, se deberá disponer de modo que la desconexión del circuito de control produzca la interrupción de la corriente del motor.

- iii) Deberá considerarse que el motor ha sido adecuadamente protegido, cuando forma parte de un conjunto aprobado que no someta normalmente al motor a sobrecarga y si hay un dispositivo de protección que forme parte integral del motor que lo proteja contra daños debidos a fallas en el arranque.
- iv) Para motores mayores de 1,500 HP, un dispositivo de protección que utilice detectores de temperatura incorporados, que provoquen la interrupción de la corriente del motor cuando haya una sobre temperatura mayor que el indicado en la placa de características, en un ambiente de 40° C.

- b) Potencia no mayor de 1 HP con arranque manual.

- i) Todo motor de servicio continuo de una potencia de 1 HP o menor no instalado permanentemente, con arranque manual y que esté a la vista desde la ubicación del control, deberá considerarse protegido contra sobrecarga por el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado.

Este dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado no deberá ser mayor que el especificado en 5.2.4.

Cualquiera de estos motores podrá usarse a 125 V o menos en circuitos derivados protegido con no más de 20 A.

- ii) Cualquiera de estos motores que no esté a la vista del lugar de su puesta en marcha, deberá protegerse de acuerdo con lo especificado en 5.2.3.1 c). Cualquier motor de 1 HP o menos, instalado permanentemente, deberá protegerse de acuerdo con 5.2.3.1 c).
- c) Potencia no mayor de 1 HP, con arranque automático. Cualquier motor de 1 HP o menos con arranque automático, deberá protegerse contra sobrecarga por uno de los medios siguientes:
 - i) Un dispositivo de sobrecarga, independiente del motor, que sea sensible a la corriente del motor. La corriente nominal o de disparo de este dispositivo no deberá ser mayor que los siguientes porcentajes de la corriente a plena carga marcada en la placa de características del motor:

Motores marcados con un factor de servicio no menor que 1.15	125%
Motores marcados con una sobre temperatura no mayor de 40° C	125%
Todos los demás motores	115%

Para un motor de velocidades múltiples, cada conexión del devanado deberá ser considerada separadamente. Los porcentajes indicados, pueden ser modificados como se indica en 5.2.3.3.

- ii) Un protector térmico incorporado al motor y aprobado para ser usado con el motor al cual protege contra sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecarga o a falla en el arranque. Si el dispositivo de interrupción de corriente del motor está separado del mismo y su circuito de control se acciona por un dispositivo protector que forme parte integral del motor, deberá disponerse de forma que la desconexión del circuito de control determine la interrupción de la corriente del motor.
- iii) El motor deberá considerarse como debidamente protegido, cuando forme parte de un conjunto aprobado que normalmente no someta al motor a sobrecargas y si hay un dispositivo de protección que forme parte integral del motor y que lo proteja contra daños producidos por fallas en el arranque; o si el conjunto está también equipado con otros controles de seguridad (tales como el control de seguridad de combustión de un quemador de petróleo doméstico) que proteja al motor contra daños debido a fallas en el arranque. Cuando el conjunto

tenga controles de seguridad que protejan al motor, esto deberá indicarse en la placa de características del conjunto en un lugar que sea visible después de la instalación.

iv) Si la impedancia de los bobinados del motor es suficiente para impedir el sobrecalentamiento debido a fallas en el arranque, el motor puede protegerse en la forma especificada para motores de arranque manual, en 5.2.3 b), i) siempre que el motor forme parte de un conjunto aprobado en el cual dicho motor se limitará a sí mismo, de manera que no se sobrecaliente peligrosamente. Muchos motores de corriente alterna de menos de 1/20 HP, tales como motores de relojes, motor tipo serie, etc y también algunos de mayor potencia, como los motores de par, entran en esta clasificación.

d) Secundarios de rotor bobinado. Los circuitos secundarios de los motores de corriente alterna de rotor bobinado, incluyendo conductores, controles, resistencias, etc., deberán considerarse protegidos contra sobrecarga por el dispositivo de protección del motor en marcha contra sobrecargas o fallas en el arranque.

5.2.3.2 Servicio intermitente y similar

Un motor cuyas condiciones de funcionamiento sea de servicio temporal, intermitente o variable, deberá considerarse protegido contra sobrecargas por el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado, siempre que la capacidad o ajuste del dispositivo no exceda la especificada en la Tabla 5-XV.

Cualquier uso de un motor deberá considerarse de servicio continuo, a menos que la naturaleza de los aparatos que accione sea tal, que el motor no pueda funcionar continuamente con carga bajo ninguna condición de uso.

5.2.3.3 Selección de relé de sobrecarga

Cuando el relé de sobrecarga seleccionado de acuerdo con las cláusulas 5.2.3.1 a) i) y c) i) no sea suficiente para arrancar el motor o soportar la carga; se permitirá utilizar el relé de capacidad superior más próximo, siempre que la corriente de disparo de dicho relé de sobrecarga no exceda los porcentajes siguientes de la corriente del motor a plena carga:

Motores marcados con un factor de servicio no menor que 1.15	140%
Motores marcados con una sobre temperatura no mayor de 40° C	140%
Todos los demás motores	130%

Si el dispositivo de sobrecarga no está puenteado durante el período de arranque del motor, como se indica en 5.2.3.4, deberá tener un retardo de tiempo suficiente para permitir que el motor arranque y acelere con carga.

5.2.3.4 Puenteado de los dispositivos de sobrecarga durante el período de arranque

- a) Arranque manual. En el caso de un motor de arranque manual (incluyendo el arranque con un arrancador magnético mediante pulsadores), la protección contra sobrecargas del motor en marcha puede ser puenteada o puesta fuera del circuito, durante el período de arranque del motor, siempre que el dispositivo que la excluya no pueda quedar en la posición de arranque y si los fusibles o disyuntores de tiempo inverso, calibrados o ajustados como máximo al 400% de la corriente a plena carga del motor, están ubicados en el circuito de tal forma que funcionen durante el período de arranque del motor.
- b) Arranque automático. La protección contra sobrecarga de un motor en marcha no deberá ser puenteada o puesta fuera del circuito durante el período de arranque, si el motor es arrancado automáticamente.

5.2.3.5 Conductores en los que deben colocarse fusibles

Cuando se utilicen fusibles para la protección del motor en marcha, se deberá intercalar un fusible en cada conductor activo. También se deberá intercalar un fusible en el conductor puesto a tierra cuando el sistema de alimentación es trifásico de 3 conductores; donde una fase está puesta a tierra.

5.2.3.6 Conductores donde deben colocarse dispositivos que no sean fusibles

Cuando se utilicen dispositivos que no sean fusibles para la protección contra sobrecarga del motor en marcha, el número mínimo permitido y la ubicación de los dispositivos de sobrecarga, tales como bobinas de disparo, relés o cortacircuitos térmicos, deberán estar de acuerdo con la Tabla 5-IX.

5.2.3.7 Número de conductores desconectados por el dispositivo de sobrecarga

Los dispositivos de protección del motor en marcha que no sean fusibles, cortacircuitos térmicos o protectores térmicos, deberán desconectar simultáneamente un número suficiente de conductores activos para interrumpir la corriente del motor.

5.2.3.8 Control del motor como protección contra sobrecarga en marcha

El control del motor puede también servir como dispositivo de sobrecarga en marcha, si es que el número de unidades de sobrecarga cumple con la Tabla 5-IX y si estas unidades de sobrecarga funcionan en las posiciones de arranque y de marcha en el caso de motores de corriente continua y en la posición de marcha únicamente en el caso de motores de corriente alterna.

5.2.3.9 Cortacircuitos térmicos y relés de sobrecarga

Los cortacircuitos térmicos, relés de sobrecarga y otros dispositivos para la protección contra sobrecarga del motor en marcha, que no sean capaces de interrumpir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o disyuntores con capacidad o ajuste de acuerdo con 5.2.4.1 o por un fusible protector de motores de acuerdo con 5.2.4.1; excepto si:

- a) Están aprobados para instalación en grupo y llevan marcada la capacidad máxima del fusible o del disyuntor de tiempo inverso mediante el cual deberán ser protegidos.
- b) La intensidad nominal del fusible o del disyuntor está marcada sobre la placa de características del equipo aprobado en el cual se usa el cortacircuito térmico o relé de sobrecarga.

5.2.3.10 Motores instalados en circuitos derivados de uso general

La protección contra sobrecarga para motores instalados en circuitos derivados de uso general, deberá tener en cuenta lo indicado en a), b), c) o d) siguientes:

TABLA 5-IX
UNIDADES DE SOBRECARGA PARA PROTECCIÓN
DEL MOTOR EN MARCHA

Tipo de motor	Sistema de alimentación	Número y ubicación de unidades de sobrecarga tales como bobinas de disparo relés, fusibles o cortacircuitos térmicos
Monofásico C.A. o C.C.	2 conductores activos, monofásicos C.A. o C.C.	1 en cualquier conductor
Monofásico C.A. o C.C.	2 conductores, monofásico C.A. o C.C., uno de los conductores puestos a tierra	1 en el conductor activo
Monofásico C.A. o C.C.	3 conductores, monofásico C.A. o C.C., neutro a tierra.	1 en cualquier conductor activo
Bifásico C.A.	3 conductores activos, bifásico C.A. o C.C.	2 una en cada fase
Bifásico C.A.	3 conductores, bifásico C.A., un conductor puesto a tierra	2 en los conductores activos
Bifásico C.A.	4 conductores, bifásico C.A., con o sin puesta a tierra.	2, una por fase en los conductores activos.
Bifásico C.A.	5 conductores, bifásico C.A., con neutro puesto a tierra o aislado	2, una por fase en cualquier conductor activo
Trifásico C.A.	Trifásico cualquiera	3, * una en cada fase

***Excepción a menos que esté protegido de otra forma.**

- a) Potencias inferiores a 1 HP. Se podrán conectar uno o más motores sin protección individual contra sobrecarga en marcha, solamente cuando se cumplan las condiciones limitadoras para dos o más motores indicadas en 5.2.4.2 a) i) y ii).
- b) Potencias superiores a 1 HP Los motores de potencia superiores a 1 HP podrán ser conectados a circuitos derivados de uso general solamente en el caso de que cada motor esté protegido contra sobrecargas en marcha según 5.2.3.1.

- c) Motores conectados mediante cordón y enchufe. Cuando un motor se conecta a un circuito derivado por medio de un enchufe y tomacorriente y la protección individual contra sobrecarga en marcha es omitida como está previsto en a) anterior, la capacidad del enchufe y tomacorriente no deberá ser mayor de 15 Amperios a 125 Volts ó 10 Amperios a 250 Volts. Cuando la protección individual contra sobrecargas es necesaria como se prevé en b) anterior para un motor o un artefacto accionado por motor, provisto de un enchufe para conectarlo a un circuito derivado a través de un tomacorriente, el dispositivo de sobrecarga deberá ser una parte integral del motor o del artefacto. La capacidad del enchufe y tomacorriente deberá determinar la capacidad del circuito al que el motor puede conectarse, como está previsto en 3.1.
- d) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de un circuito derivado al cual el motor está conectado, deberá tener el suficiente retardo de tiempo para que el motor arranque y acelere con carga.

5.2.3.11 Repetición automática de arranques

Se prohíbe la instalación de todo dispositivo de protección contra sobrecarga en marcha que pueda arrancar nuevamente en forma automática un motor después de un disparo por sobrecarga, a menos que sea aprobado para utilizarse con el motor que protege.

5.2.3.12 Paralización ordinaria

Si inmediatamente después de la parada de un motor por el dispositivo de protección contra sobrecargas, se introduciría un peligro adicional o se incrementaría el peligro para las personas y la continuidad de operación del motor es necesaria para una segura paralización de equipos y procesos, se permitirá conectar un dispositivo sensible a las sobrecargas del motor (que cumpla con 5.2.3) a una alarma supervisada, en vez de causar la inmediata interrupción del circuito del motor, para que pueda iniciarse una acción correctiva o una paralización ordenada.

5.2.4 Protección del Circuito Derivado del Motor contra Cortocircuitos y Fallas a Tierra

En el presente acápite se especifican las prescripciones relativas a los dispositivos de sobrecorriente destinados a la protección contra sobrecorriente debidos a cortocircuitos o fallas a tierra de:

- Conductores del circuito derivado de motor.

- Aparatos de control de motores.
- Motores.

Los requisitos de este acápite no deberán aplicarse a circuitos de motores con tensiones nominales mayores de 600 V.

5.2.4.1 Capacidad nominal o ajuste para circuitos de un sólo motor

- a) El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor, deberá ser capaz de soportar la corriente de arranque del motor.
La protección requerida deberá considerarse cumplida cuando este dispositivo de protección tenga una capacidad o ajuste que no exceda los valores dados en la Tabla 5-XV.
- b) Un disyuntor de disparo instantáneo se deberá usar solamente si es ajustable, si forma parte de un control de tipo combinado que tenga protección contra sobrecarga del motor en marcha y también protección contra cortocircuitos y fallas a tierra en cada conductor, y si la combinación está especialmente aprobada para este uso.
- c) Podrá emplearse un protector de motor contra cortocircuitos, en lugar de los dispositivos indicados en la Tabla 5-XV, siempre que sea parte de un control de tipo combinado que tenga a la vez protección contra sobrecarga del motor en marcha y protección contra cortocircuitos y fallas a tierra en cada conductor y que funcione a no más de 1,300% de la corriente de plena carga del motor y siempre que la combinación esté especialmente aprobada para este uso.
- d) Podrá utilizarse el dispositivo de protección del circuito derivado con una capacidad nominal o ajuste inmediato superior en caso que los valores calculados de acuerdo a la Tabla 5-XV no correspondan a la capacidad nominal de los fusibles, disyuntores ajustables o dispositivos de protección térmica o a los posibles ajustes de disyuntores adecuados para transportar la carga.
- e) Cuando la capacidad o ajuste del dispositivo indicado en la Tabla 5-XV no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, se deberá tener en cuenta lo siguiente:
 - i) La capacidad de un fusible del tipo sin retardo y no mayor de 600 A podrá ser aumentada, pero en ningún caso deberá exceder el 400% de la corriente del motor a plena carga.

- ii) La capacidad de un fusible con retardo de tiempo (doble elemento) podrá aumentarse, pero en ningún caso deberá ser mayor del 225% de la corriente de plena carga del motor.
 - iii) El ajuste de un disyuntor de disparo instantáneo puede aumentarse, pero en ningún caso deberá ser mayor de 1,300% de la corriente de plena carga del motor.
 - iv) Los circuitos derivados para motores de par deben ser protegidos para el valor de la corriente nominal de placa de características, de acuerdo con 3.5.1.3 a).
 - v) La capacidad de un disyuntor del tipo de tiempo inverso podrá ser aumentada, pero en ningún caso deberá exceder de 400% para corrientes a plena carga de 100 A o menos y 300% para corrientes a plena carga mayores de 100 A.
 - vi) La capacidad de un fusible clasificado entre 601 a 6000 A podrá ser aumentada, pero en ningún caso deberá exceder del 300% de la corriente del motor a plena carga.
- f) En un motor de velocidades múltiples, se podrá usar un sólo dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra para dos o más bobinados del motor, siempre que la capacidad del dispositivo de protección no sea mayor que el porcentaje aplicable indicado anteriormente para la capacidad nominal de placa del bobinado protegido más pequeño.
- g) Cuando la capacidad máxima de un elemento de protección del circuito derivado está indicada en la Tabla de relés de sobrecarga publicada por el fabricante para ser usada con un control de motor, o está de otra forma marcada en el equipo, su valor no deberá ser sobrepasado, aún si se permiten valores mayores, de acuerdo con lo indicado en párrafos anteriores.

5.2.4.2 Varios motores u otras cargas en un circuito derivado

Dos o más motores de cualquier capacidad nominal o uno o más motores y otras cargas, podrán conectarse al mismo circuito derivado en las condiciones indicadas en a), b) o c) siguientes.

- a) No mayor de 1 HP. Varios motores cuya potencia individual no exceda de 1 HP, pueden conectarse a un circuito derivado protegido a no más de 20 A a 125 V o menos, ó 15 a más de 125 V pero menos de 600 V, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- i) Que el valor nominal de la Corriente a plena carga de cada motor no exceda de 6 A.
 - ii) Que no se sobrepase el valor nominal del dispositivo de protección del circuito derivado marcado en cualquiera de los controles.
 - iii) Que la protección individual contra sobrecarga de los motores en marcha esté conforme con lo establecido en 5.2.3.1.
- b) Cuando se protege el motor más pequeño. Si el dispositivo de protección del circuito derivado se ha seleccionado para que no sea mayor de lo permitido en 5.2.4.1 para el motor de menor potencia, uno o varios motores y otras cargas, teniendo cada motor su protección individual contra sobrecarga en marcha, pueden ser conectados a un circuito derivado, cuando se puede determinar que el dispositivo' de protección del circuito derivado no abrirá en las condiciones normales de trabajo más exigentes que puedan ocurrir.
- c) Otras Instalaciones en grupo. Se pueden conectar a un circuito derivado dos o más motores de cualquier capacidad nominal o motores y otras cargas, teniendo cada motor dispositivos individuales de protección contra sobrecarga en marcha, siempre que se cumplan todas las condiciones indicadas a continuación:
- i) El dispositivo de protección contra sobrecarga de cada motor deberá ser aprobado para instalación en grupo con un valor máximo especificado para el fusible, disyuntor de tiempo inverso o para ambas.
 - ii) Cada control de motor deberá ser aprobado para instalación en grupo con un valor máximo especificado para el fusible, o el disyuntor de tiempo inverso o para ambos.
 - iii) Cada disyuntor debe ser de tipo de tiempo inverso y aprobado para ser instalado en grupo.
 - iv) El circuito derivado debe estar protegido por fusibles o disyuntores de tiempo inverso que tengan una capacidad no mayor que la especificada en 5.2.4.1 para el motor de mayor potencia conectado al circuito derivado, más una cantidad igual a la suma de las corrientes de plena carga de los demás motores y las capacidades nominales de otras cargas conectadas al circuito.
 - v) Los fusibles del circuito derivado o disyuntores de tiempo inverso, no deben ser mayores que lo permitido en 5.2.3.9 para el cortacircuito térmico o los relés de sobrecarga que protegen el motor de menor potencia del grupo.

- d) Circuito derivado para un sólo motor. Para las Instalaciones en grupos descritas anteriormente, los conductores de cualquier derivación que alimentan un sólo motor no necesitan un dispositivo individual de protección de circuito, siempre que cumplan con cualquiera de las condiciones siguientes:
 - i) Ningún conductor que conecte el motor deberá tener una capacidad de corriente menor que la capacidad de los conductores del circuito derivado.
 - ii) Ningún conductor que conecte el motor deberá tener una capacidad de corriente menor que un tercio de la capacidad de los conductores del circuito derivado, con un mínimo de acuerdo con 5.2.2.1 y siempre que los conductores que van al dispositivo de protección contra sobrecarga del motor en marcha, no tengan más de 7.60 m. de longitud y estén protegidos contra daños materiales.

5.2.4.3 Equipos con varios motores y cargas combinadas

El valor nominal del dispositivo de protección del circuito derivado para equipos con varios motores y cargas combinadas no deberá sobrepasar el valor marcado en el equipo, de acuerdo con los requisitos de 5.2.1.2. d).

5.2.4.4 Combinación de protecciones contra sobrecorriente

La protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de un circuito derivado de motor y la protección contra sobrecargas del motor en marcha pueden combinarse en un sólo dispositivo de protección, cuando la capacidad o el ajuste del dispositivo proporciona la protección contra sobrecarga en marcha especificada en 5.2.3.1.

5.2.4.5 Conductores en los que se deben instalar dispositivos de protección del circuito derivado

Los dispositivos de protección de circuitos derivados deberán cumplir con los requisitos de 3.5.2.1.

5.2.4.6 Tamaño de los portafusibles

Cuando se empleen fusibles para la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de un circuito derivado de un motor, los portafusibles no deberán tener un tamaño menor que el requerido para instalar los fusibles especificados en la Tabla 5-XV. Si los fusibles tienen retardo de tiempo, adecuado para las características de arranque del motor

utilizado, entonces se pueden emplear portafusibles de menor tamaño que los especificados en la Tabla referida.

5.2.4.7 Capacidad nominal de los disyuntores

Los disyuntores destinados a la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de circuitos derivados de motores deberán tener una corriente nominal de acuerdo con 5.2.4.1 y 5.2.8.9

5.2.5 Protección del Alimentador del Motor Contra Cortocircuitos y Fallas a Tierra

5.2.5.1 Capacidad o ajuste. Carga de motores

a) Carga específica. Un alimentador que sirve a una carga fija y específica de motores, cuyos conductores tienen capacidades basadas en el inciso 5.2.2.3 deberá estar provisto de un dispositivo de protección del valor nominal o ajuste no mayor de la capacidad o ajuste del mayor de los dispositivos de protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra de cualquiera de los motores del grupo (basada en la Tabla 5-XV), más la suma de las corrientes a plena carga de los demás motores del grupo.

Cuando la misma capacidad o ajuste del dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra es usado en dos o más circuitos derivados del grupo, se deberá considerar a uno sólo de estos dispositivos de protección como el de mayor capacidad o ajuste para los cálculos anteriores.

b) Expansiones futuras. Para las Instalaciones que incluyan alimentadores de gran capacidad previstos para futuras adiciones o cambios, el valor nominal o ajuste de los dispositivos de protección del alimentador podrá basarse en la capacidad de corriente de los conductores alimentadores.

5.2.5.2 Capacidad o ajuste - Cargas de fuerza y alumbrado

Cuando un alimentador sirve a cargas de motores y además a cargas de alumbrado, o de alumbrado y artefactos, el dispositivo de protección de alimentador puede tener una capacidad o ajuste suficiente para soportar las cargas de alumbrado, o de alumbrado y artefactos, determinadas de acuerdo con 3.1 y 3.3, más la capacidad que corresponda a los motores de acuerdo con 5.2.4.1 ó 5.2.5.1, según se trata de un sólo motor o de dos o más motores.

5.2.6 Circuito de Control de Motores

El presente acápite contiene modificaciones de las consideraciones generales y se aplica a las condiciones particulares de los circuitos de control de motores.

5.2.6.1 Protección contra sobrecorriente

- a) Generalidades. Los conductores de circuitos de control deberán ser protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con sus capacidades de corriente.

Las capacidades de los conductores deberán ser los valores de las Tablas 4-V y 4-VI, sin factores de corrección. Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- i) Los conductores de circuitos de control de motores que no se prolonguen fuera de la cubierta del equipo de control deberán considerarse protegidos por el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor, cuando la capacidad del dispositivo de protección no sea mayor que el 400% de la capacidad de corriente de los conductores del circuito de control del motor.
- ii) Los conductores de circuitos de control de motores que se prolonguen fuera de la cubierta del equipo de control deberán considerarse protegidos por el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado de motor, cuando la capacidad del dispositivo de protección no sea mayor que el 300% de la capacidad de los conductores del circuito de control del motor.
- iii) Cuando se utilice un transformador de control, la protección contra sobrecorriente deberá estar de acuerdo con 5.2.6.1 b).
- iv) Los conductores de circuitos de control de motores deberán considerarse protegidos por el dispositivo de protección contra cortocircuitos y falla a tierra del circuito derivado del motor, cuando la apertura del circuito derivado del motor pudiera crear un riesgo, como por ejemplo el circuito de control de los motores de las bombas de incendio y similares.

- b) Transformadores de control. Cuando se utiliza un transformador de control, deberá proveerse uno o varios dispositivos de protección contra sobrecorriente en el circuito secundario. Estos dispositivos deberán ser de capacidad o ajuste no mayor del 200% de la corriente nominal secundaria del transformador y no mayor que el

200% de la capacidad de corriente de los conductores del circuito de control, con las excepciones siguientes:

- i) Cuando la protección está prevista en circuito primario del transformador de acuerdo con 3.5.1.3 e).
- ii) Cuando el transformador alimenta un circuito Clase I en potencia limitada o un circuito de control remoto de motor Clase II ó Clase III, conforme con lo prescrito en 7.4.
- iii) Cuando la protección está provista por otros medios aprobados.
- iv) La protección contra sobrecorriente deberá omitirse donde la apertura de un circuito de control provoque un peligro, como por ejemplo los circuitos de control de un motor de bomba de incendio y similar.

5.2.6.2 Protección mecánica del conductor

Donde un daño mecánico a un circuito de control del motor a distancia constituya un peligro, todos los conductores de dicho circuito que estén fuera del dispositivo de control, deberán instalarse en una canalización o deberán estar protegidos de alguna manera adecuada contra daños materiales.

Cuando un lado del circuito de control del motor está puesto a tierra, el circuito de control deberá disponerse de tal manera que una puesta a tierra accidental en el dispositivo de control remoto no origine el arranque del motor.

5.2.6.3 Desconexión

a) Generalidades. Los circuitos de control de motor deberán disponerse de forma que sean desconectados de todas las fuentes de suministro cuando los medios de desconexión están en la posición de abierto. Los medios de desconexión pueden estar constituidos por dos dispositivos separados, uno de los cuales desconecte el motor y el control de la fuente de suministro del motor, y el otro el circuito de control del motor de su fuente de suministro. Cuando se utilicen dos dispositivos separados, deberán instalarse uno junto al otro. Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- i) Cuando se requiere desconectar más de 12 conductores del circuito de control del motor, los medios de desconexión podrán estar localizados uno separado del otro, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes.

El acceso a las partes activas está limitado a personas calificadas en concordancia con 5.2.10.

Una señal de advertencia está ubicada permanentemente en la parte exterior de cada puerta o tapa del equipo, que permita el acceso a las partes activas del (los) circuito (s), advirtiendo que los medios de desconexión del circuito de control del motor están localizados remotamente y especificando la ubicación e identificación de cada desconector. Cuando las partes activas no están dentro de la cubierta del equipo, tal como se permite en 5.2.10.1 y 5.2.10.2, una o más señales de advertencia adicionales deberán ubicarse donde sea visible a las personas que puedan estar trabajando en el área de las partes activas.

- ii) Cuando la apertura de uno o más medios de desconexión del circuito de control del motor, pueda originar condiciones potencialmente inseguras para las personas y bienes y se cumplen las condiciones señaladas en i), podrán estar localizados uno separado del otro.

- b) Transformador de control en dispositivos de control. Cuando se utiliza un transformador u otro dispositivo para obtener una tensión reducida para el circuito de control del motor, dicho transformador o dispositivo deberá conectarse del lado de la carga de los dispositivos de desconexión del circuito de control del motor.

5.2.7 Control de Motores

Las prescripciones del presente acápite especifican los controles adecuados para todos los motores.

A los efectos del presente acápite, el término "Control", comprende cualquier interruptor o dispositivo normalmente utilizado para el arranque y parada del motor.

5.2.7.1 Tipos de motores

- a) Motores estacionarios no mayores de 1/8 HP. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado puede servir como control para motores estacionarios no mayores de 1/8 HP que normalmente se dejan en marcha y están construidos de forma que no puedan ser dañados ni por sobrecarga ni por falla en el arranque, como por ejemplo: motores de relojes y similares.

- b) Motores portátiles no mayores de 1/3 HP. Para un motor portátil no mayor de 1/3 HP, el control puede ser un tomacorriente con su enchufe.

5.2.7.2 Diseño del control

- a) Arranque y parada. Todo control deberá ser capaz de poder arrancar y parar el motor que controla, y deberá ser capaz de interrumpir la corriente del rotor bloqueado del motor.
- b) Autotransformador. Un arrancador de autotransformador deberá tener una posición de abierto, una posición de marcha y por lo menos una posición de arranque, y deberá diseñarse de manera que no pueda quedar en la posición de arranque o en cualquier otra posición que pueda dejar inoperante el dispositivo de protección contra sobrecarga en el circuito del motor.
- c) Reóstatos. Los reóstatos, de arranque deberán cumplir con lo siguiente:
 - i) Los reóstatos de arranque de motores deberán diseñarse de manera que el brazo de contacto no pueda quedar sobre segmentos intermedios. El contacto sobre el cual queda el brazo en la posición de arranque no deberá tener conexión eléctrica con la resistencia.
 - ii) Los reóstatos de arranque de los motores de corriente continua que funcionan con suministro de tensión constante, deberán estar equipados con dispositivos automáticos que interrumpan el suministro antes de que la velocidad del motor haya disminuido a menos de la tercera parte de su valor nominal.

5.2.7.3 Capacidad nominal

El control deberá tener una capacidad nominal en HP no menor que la del motor; con las excepciones siguientes:

- a) Para los motores estacionarios no mayores de 2 HP y de 300 V o menos, el control puede ser un interruptor de uso general que tenga una capacidad en Amperes de por lo menos el doble de la corriente a plena carga del motor.

En los circuitos de corriente alterna, los interruptores de palanca de uso general adecuados sólo para uso en corriente alterna, pueden ser utilizados para controlar un motor de 2 HP o menos y 300 V o

menos, que tenga una corriente a plena carga que no exceda del 80% de la capacidad en Amperes del interruptor.

- b) Un disyuntor de tiempo inverso puede ser utilizado como control. Cuando este disyuntor se utiliza también como protección contra sobrecargas, deberá cumplir las correspondientes Disposiciones que rigen la protección contra sobrecarga.
- c) El control de motores de par deberá tener una capacidad nominal de corriente a plena carga en servicio continuo no menor que la corriente marcada en la placa de características del motor. En caso de que la capacidad del control del motor esté marcada en HP, pero sin que se indique el valor nominal de la corriente correspondiente, la corriente nominal equivalente deberá ser determinada por los valores nominales de los HP indicados en las Tablas 5-X, 5-XI, 5-XII ó 5-XIII.

5.2.7.4 Característica de operación del control

No se requiere que el control interrumpa todos los conductores del motor, a menos que sirva también como medio de desconexión en cuyo caso deberá interrumpir todos los conductores activos del motor de acuerdo con lo previsto en 5.2.8.10.

5.2.7.5 Conductores puestos a tierra

Un polo de control puede unirse a un conductor puesto permanentemente a tierra, siempre que el control esté diseñado de manera que el polo del conductor puesto a tierra no pueda abrirse sin interrumpir simultáneamente todos los conductores del circuito.

5.2.7.6 Motores que no están a la vista desde el control

Cuando el motor y la máquina accionada no están a la vista desde el control, la instalación deberá cumplir con una de las condiciones siguientes:

- a) Los medios de desconexión del control deben poder asegurarse en la posición de abierto.
- b) Deberá instalarse un interruptor manual a la vista desde el motor, que lo desconectará de la fuente de suministro.

5.2.7.7 Número de motores servidos por cada control

Cada motor deberá estar provisto de un control individual, con excepción de los motores de 600 V o menos en los que un sólo control de capacidad nominal no menor que la suma de los valores nominales

en HP de todos los motores del grupo, podrá servir al grupo de motores en cualquiera de las condiciones siguientes:

- a) Cuando varios motores accionen varias partes de una misma máquina o partes de un aparato, tales como máquinas para trabajar madera y metales, grúas, elevadores y aparatos similares.
- b) Cuando un grupo de motores esté protegido por un dispositivo de sobrecorriente, tal como se permite en 5.2.4.2 a).
- c) Cuando un grupo de motores esté instalado en el mismo local y estén todos a la vista desde el control.

5.2.7.8 Motores de velocidad regulable

Los motores de velocidad regulable controlados por medio de regulación del campo, deberán estar equipados y conectados de manera que no puedan arrancar con campo reducido, a menos que estén diseñados para arrancar en esa forma.

5.2.7.9 Limitación de velocidad

Las máquinas de los tipos indicados a continuación deberán estar provistas de dispositivos limitadores de velocidad:

- Motores de corriente continua con excitación separada.
- Motores tipo serie.
- Grupos motor-generadores y convertidores que puedan ser accionados a excesiva velocidad desde los terminales de corriente continua, ya sea por invertirse el sentido de la corriente o por una disminución de la carga

No será necesario el empleo de dispositivos limitadores de velocidad en los siguientes casos:

- a) Cuando las características inherentes de las máquinas, el sistema, o la carga y la conexión mecánica a ella sean tales que limiten la velocidad en forma segura.
- b) Cuando la máquina esté siempre bajo el control manual de un operador calificado.

5.2.7.10 Combinación de portafusible e interruptor utilizado como control

La capacidad nominal de una combinación de portafusible e interruptor utilizada como control de un motor debe ser tal que el portafusible admita los fusibles especificados en 5.2.3 para la protección contra sobrecarga del motor en marcha. Cuando los fusibles tengan retardo de tiempo adecuado para las características de arranque del motor, pueden

utilizarse portafusibles de menor tamaño que los especificados en 5.2.3.

5.2.8 Medios de Desconexión

Las prescripciones del presente acápite están destinadas a exigir medios de desconexión capaces de desconectar del circuito de motores y los controles.

Véase la figura 5-1.

Véase el acápite 2.1.20 para identificación de los medios de desconexión.

5.2.8.1 Ubicación a la vista desde el control

Los medios de desconexión deberán ubicarse a la vista desde el control, excepto para los circuitos de motores de más de 600V nominales, en los cuales los medios de desconexión del control podrán ser instalados fuera de la vista desde el control siempre que el mismo esté marcado con una etiqueta de advertencia que indique la ubicación e identificación de los medios de desconexión y estos pueden ser asegurados en la posición de abierto.

5.2.8.2 Desconexión simultánea del motor y del control

Los medios de desconexión deberán desconectar conjuntamente el motor y el control de todos los conductores activos de alimentación, y serán diseñados para que ningún polo pueda funcionar independientemente. Los medios de desconexión pueden estar dentro de la misma cubierta con el control.

Ver 5.2.8.12 para equipos que reciben energía de más de una fuente.

5.2.8.3 Indicadores

Los medios de desconexión deben indicar claramente si están en la posición de abierto o en la posición de cerrado.

5.2.8.4 Conductores puestos a tierra

Se puede desconectar un conductor puesto a tierra permanentemente, mediante un polo de los medios de desconexión, siempre que estos estén diseñados de manera que el polo del conductor puesto a tierra no pueda abrirse sin desconectar simultáneamente todos los conductores del circuito.

5.2.8.5 Interruptor de acometida como medio de desconexión

Si la instalación tiene un sólo motor, el interruptor de acometida puede servir como medio de desconexión, siempre que esté de acuerdo con las Disposiciones de este subcapítulo y esté a la vista desde el lugar del control.

5.2.8.6 Accesibilidad

Los medios de desconexión deberán colocarse donde sean fácilmente accesibles.

5.2.8.7 Requisito

Todo medio de desconexión colocado en el circuito derivado del motor entre el punto de unión al alimentador y el punto de conexión del motor, deberá cumplir con las Disposiciones de 5.2.8.8. y 5.2.8.9.

5.2.8.8 Tipo

El medio de desconexión deberá ser un interruptor de circuito de motor con capacidad nominal en HP, o un disyuntor con excepción de:

a) Motores estacionarios de 1/8 HP o menos en los que el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado puede servir como medio de desconexión.

b) Motores estacionarios no mayores de 2 HP y de 300 V o menos, en los que el medio de desconexión puede ser un interruptor de uso general que tenga una capacidad nominal en Amperes no menor de dos veces la corriente nominal de plena carga del motor.

En los circuitos de corriente alterna se permitirá el uso de interruptores de palanca de uso general adecuados solamente para corriente alterna (que no sean los interruptores de palanca para uso en corriente alterna y continua), para desconectar un motor no mayor de 2 HP y de 300 V o menos, con una corriente nominal de plena carga que no exceda del 80% de la capacidad nominal en Amperes del interruptor.

c) Motores de 2 HP hasta 100 HP, en los que el medio de desconexión de un motor con control de tipo autotransformador podrá ser un interruptor de uso general, cuando se cumplan todas las Disposiciones indicadas a continuación:

i) El motor acciona un generador que está provisto de protección contra sobrecarga.

ii) El control es capaz de interrumpir la corriente de rotor bloqueado del motor; está provisto de un dispositivo de disparo por caída de tensión; y está provisto de protección contra sobrecarga del motor en marcha no mayor de 125% de la corriente nominal de plena carga del motor.

- iii) El circuito derivado del motor está provisto de fusibles individuales o de un disyuntor de tiempo inverso con capacidad o ajuste no mayor del 150% de la corriente de plena carga del motor.
- d) Motores estacionarios mayores de 40 HP en corriente continua ó 100 HP en corriente alterna, en los que el medio de desconexión puede ser un interruptor de uso general o un seccionador. Los seccionadores deberán indicar claramente "No abrir con carga".
- e) Motores portátiles. Para los motores portátiles, el medio de desconexión puede ser un tomacorriente y enchufe.
- f) Para los motores de par, el medio de desconexión puede ser un interruptor de uso general.

5.2.8.9 Capacidad nominal en Amperes y capacidad de interrupción

- a) Generalidades. Los medios de desconexión para circuitos de motores de tensión nominal de 600 V o menos, deberán tener una capacidad nominal expresada en Amperes no menor del 115% de la corriente nominal de plena carga del motor.
- b) Motor de par. Los medios de desconexión para un motor de par, tendrían una capacidad de al menos 115% de la corriente de placa.
- c) Cargas combinadas. Cuando dos o más motores se usen juntos, o cuando uno o varios motores funcionen en combinación con otras cargas, tales como resistencias, y cuando la carga combinada pueda estar conectada simultáneamente sobre un sólo medio de desconexión, la capacidad nominal y la capacidad de corriente de la carga combinada deberá determinarse como se indica:
 - i) La capacidad nominal de los medios de desconexión deberá determinarse en base a la suma de todas las corrientes, incluyendo las cargas de resistencias, en la condición de plena carga y también en la condición de rotor bloqueado. La corriente combinada de plena carga y la corriente combinada de rotor bloqueado así obtenidas, deberán considerarse como si correspondieran a un motor individual, de la manera siguiente. La corriente de plena carga de cada motor debe seleccionarse de acuerdo con 5.2.1.1. Estas corrientes de plena carga deberán sumarse a la capacidad nominal en Amperes de las otras cargas,

para obtener la corriente de plena carga equivalente para la carga combinada. La corriente de rotor bloqueado equivalente a la capacidad nominal en HP de cada motor debe seleccionarse en la Tabla 5-XIV. Las corrientes de rotor bloqueado deberán sumarse a la capacidad nominal en Amperes de las otras cargas, para obtener la corriente equivalente de rotor bloqueado para la carga combinada. Se exceptúan de los dispositivos de este acápite; a las cargas integradas parcialmente por resistencias cuyo medio de desconexión es un interruptor con capacidad nominal en HP y en Amperes, caso para el cual el valor nominal en HP del interruptor no será menor que la carga combinada del motor o de los motores, y el valor nominal en Amperes no será menor que la corriente del rotor bloqueado del o de los motores, más la carga de resistencias.

- ii) La capacidad de corriente de los medios de desconexión no debe ser menor del 115% de la suma de todas las corrientes de plena carga determinada de acuerdo con lo indicado en la cláusula precedente.
- iii) Para pequeños motores no cubiertos por las Tablas 5-X, 5-XI, 5-XII, ó 5-XIII, la corriente de rotor bloqueado debe suponerse igual a seis veces el valor de plena carga.

5.2.8.10 Interruptor manual o automático usado a la vez como control y medio de desconexión

Un interruptor manual o automático que cumpla con las prescripciones indicadas en 5.2.7.3 puede ser utilizado a la vez como control y como medio de desconexión, siempre que cumpla con los siguientes requisitos.

- a) Que interrumpa todos los conductores activos del motor.
- b) Que esté protegido por un dispositivo de sobrecorriente (que pueden ser los fusibles del circuito derivado) que interrumpa todos los conductores activos que van al interruptor manual o automático.
- c) Que sea de uno de los tipos siguientes:
 - i) Un interruptor de ruptura en aire, accionado directamente a mano por medio de una palanca o una empuñadura.
 - ii) Un disyuntor de tiempo inverso accionado directamente a mano por medio de una palanca o una empuñadura.
 - iii) Un interruptor en aceite utilizado en un circuito cuyas características no sean mayores de 600 V ó 100 A.

El dispositivo de protección contra sobrecorriente del control puede formar parte del conjunto del mismo o puede estar separado de él.

Un control del tipo autotransformador deberá estar provisto de medios de desconexión separados.

5.2.8.11 Motores provistos de un sólo medio de desconexión

Cada motor deberá estar provisto de un medio de desconexión individual.

Un sólo medio de desconexión podrá servir a un grupo de motores en una de las condiciones siguientes:

- a) Cuando varios motores accionen varias partes de una misma máquina o partes de un aparato, tales como máquinas para trabajar la madera y los metales, grúas y elevadores.
- b) Cuando un grupo de motores esté protegido por un conjunto de dispositivos de sobrecorriente, tal como se permite en 5.2.4.2 a).
- c) Cuando un grupo de motores esté instalado en el mismo local y todos estén a la vista desde los medios de desconexión.

Los medios de desconexión individuales deberán tener una capacidad nominal no menor que la requerida por 5.2.8.9 para un sólo motor, cuya capacidad sea igual a la suma de las potencias en HP o de las corrientes de todos los motores del grupo.

5.2.8.12 Energía de más de una fuente

El equipo que recibe energía eléctrica de más de una fuente deberá estar provisto de medios de desconexión de cada fuente, adyacentes al equipo servido. Cada fuente puede tener un medio de desconexión separado.

5.2.9 Tensiones Nominales Mayores de 600 V

Las prescripciones del presente acápite se refieren entre otras a los riesgos que conllevan el uso de alta tensión. El subcapítulo 7.2 establece otras Disposiciones para circuitos y equipos que funcionen a más de 600 V.

5.2.9.1 Marcación de los controles

Además de las indicaciones requeridas en 5.2.1.3, los controles deberán estar marcados con la tensión de control de maniobra.

5.2.9.2 Tubería para conductores adyacentes a motores

Se podrá utilizar tubería flexible metálica de longitud no mayor de 1.80 m para la conexión a la caja terminal del motor.

5.2.9.3 Capacidad de corriente de los conductores

Los conductores que alimentan motores deberán tener una capacidad de corriente no menor que la corriente para la cual se ha calibrado el elemento de protección contra sobrecarga.

5.2.9.4 Protección contra sobrecorriente en circuitos de motores

El circuito de alta tensión para cada motor deberá incluir una protección coordinada para interrumpir automáticamente las sobrecorrientes (sobrecargas) del motor en marcha, así como las corrientes de falla en el motor, en los conductores que alimentan el motor y en el equipo de control.

a) Protección contra sobrecarga.

- i) Cada motor deberá protegerse contra calentamientos peligrosos producidos por sobrecargas y fallas en el arranque, por un protector térmico integrado con el motor o por dispositivos externos sensores de corriente o ambas cosas a la vez.
- ii) Los circuitos secundarios de los motores de corriente alterna de rotor bobinado, incluyendo los conductores, controles y resistencias, de valor adecuado para esta aplicación, deberán considerarse protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos de protección contra sobrecarga del motor.
- iii) El funcionamiento del dispositivo de protección contra sobrecargas deberá desconectar simultáneamente todos los conductores activos.
- iv) Los dispositivos sensores de sobrecarga no podrán reconectarse automáticamente después de un disparo, a menos que la reconexión de dicho dispositivo no provoque el arranque automático del motor o si el arranque automático del motor y de la máquina que acciona no ocasiona un peligro a las personas.

b) Protección contra corriente de falla.

- i) Deberá proveerse una protección contra corriente de falla en cada circuito de motor, por cualquiera de los medios siguientes:
 - Un disyuntor de tipo y capacidad adecuada y dispuesto para que pueda efectuarse su mantenimiento sin peligro, el que deberá desconectar simultáneamente todos los conductores activos.

- Fusibles de tipo y capacidad adecuados en cada uno de los conductores activos, los que deberán usarse conjuntamente con medios adecuados de desconexión o bien servir a este fin. Deberán estar dispuestos de manera que no se pueda efectuar su mantenimiento sino cuando estén desenergizados.
- ii) Los dispositivos que interrumpan corrientes de falla no podrán volver a cerrar el circuito automáticamente; se exceptúan los circuitos expuestos a fallas transitorias y donde la restitución del circuito no ocasione un riesgo para las personas.
- iii) Un mismo dispositivo podrá proveer protección contra sobrecargas y contra corrientes de falla.

5.2.9.5 Capacidad del equipo de control de motores

Los controles de motores y los medios de desconexión de circuitos derivados de motores deberán tener una capacidad continua de corriente no menor que la corriente para la cual ha sido seleccionado el disparo del dispositivo de protección contra sobrecarga.

5.2.9.6 Medios de desconexión

Los medios de desconexión del control deberán poder asegurarse en la posición de abierto.

5.2.10 Protección de las Partes Activas para Todas las Tensiones

Las prescripciones del presente acápite especifican la protección adecuada de las partes activas contra los riesgos potenciales.

5.2.10.1 Utilización

Las partes activas expuestas de motores y controles que funcionan a 50 V o más entre terminales, deberán ser resguardadas contra contacto accidental mediante una cubierta o bien deberán ser instalados como sigue:

- a) En un local o en una envoltura que sea accesible exclusivamente a personas calificadas.
- b) Sobre estructuras o plataformas a una altura y con una disposición tal que su acceso sea sólo posible a personal calificado.
- c) Por elevación sobre el nivel del piso a 2.40 m o más.

Se exceptúan los motores fijos que tienen conmutadores, colectores y escobillas, ubicados dentro del motor y que no estén conectados directamente a circuitos de alimentación que funcionen a más de 150 V respecto a tierra.

5.2.10.2 Protección adicional

Cuando las partes activas de los motores o controles que trabajan a más de 150 V con respecto a tierra están protegidos contra contacto accidental tan sólo por su ubicación, en la forma especificada en 5.2.10.1, y cuando durante su funcionamiento pudiera ser necesario el ajuste u otra atención del aparato, deberán colocarse alfombras o plataformas convenientemente aisladas, de forma que el operador del aparato no pueda tocar las partes activas, sino cuando se encuentre sobre la alfombra o plataforma aislada.

5.2.11 Puesta a Tierra

El presente acápite especifica la puesta a tierra de las armazones de motores y controles a fin de prevenir un potencial con respecto a tierra en el caso de un contacto accidental entre las armazones y partes activas.

5.2.11.1 Motores estacionarios

Las armazones de los motores estacionarios deberán conectarse a tierra cuando exista cualquiera de las condiciones siguientes:

- a) Si están alimentados por conductores con envoltura metálica.
- b) Si están ubicados en lugares húmedos y no están aislados o protegidos.
- c) Si el motor funciona con cualquier terminal a más de 150 V con respecto a tierra. Si la armazón del motor no está puesta a tierra deberá aislarse permanentemente y efectivamente de tierra.

5.2.11.2 Motores portátiles

Las armazones de los motores portátiles que funcionen a más de 150 V con respecto a tierra, deberán estar resguardados o puestos a tierra.

5.2.11.3 Controles

Las cajas de control deberán conectarse a tierra cualquiera que sea su tensión, exceptuando aquellas fijadas a equipos portátiles no puestos a tierra.

5.2.11.4 Métodos de puesta a tierra

La puesta a tierra, cuando sea requerida, deberá efectuarse de la manera indicada en el subcapítulo 3.6.

- a) Puesta a tierra por medio de las cajas para terminales. Cuando la alimentación a motores fijos se efectúe con cable tipo AC o en canalizaciones metálicas, deberán instalarse cajas de empalmes para alojar los terminales del motor, y el blindaje de los cables o las canalizaciones metálicas deberán conectarse a dichas cajas en la manera especificada en 3.6.
- b) Separación entre la caja de empalmes y el motor. La separación entre la caja de empalmes y el motor no deberá ser superior a 1.8 m siempre que los conductores terminales que van al motor sean de uno de los siguientes tipos:
- Cable tipo AC o similar.
 - Cordón blindado.
 - Conductores trenzados dentro de tubería rígida y flexible.
 - Conductores trenzados dentro de tubería metálica eléctrica de diámetro interior superior a 13 mm.
- Para cualquiera de las Disposiciones precedentes, la armadura del cable o la tubería deberán ser conectados al motor y la caja. Los conductores trenzados no deberán tener una sección nominal mayor a 5 mm².
- c) Puesta a tierra de los dispositivos instalados en el control. Se deberá poner a tierra:
- Los secundarios de transformadores de medida.
 - Las partes metálicas descubiertas que no conducen corriente.
 - Partes conductoras o cajas de transformadores de medida.
 - Medidores.
 - Instrumentos y
 - Relés.
- La puesta a tierra deberá hacerse en la manera especificada en 3.6.12.

TABLA 5-X
MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA A PLENA CARGA
(Amperes promedio para cualquier velocidad)

HP	110 V	220 V	550 V
½	4.8	2.4	-
¾	7.0	3.5	1.4
1	9.0	4.5	1.8
1 ½	13.2	6.6	2.6
2	17.2	8.6	3.4
3	25.0	12.5	5.0
5	42.0	21.0	8.3
7 ½	61.0	30.0	12.0
10	80.0	40.0	16.0
15	118.0	59.0	23.0
20	156.0	78.0	31.0
25	193.0	96.5	38.0
30	230.0	115.0	46.0
40	316.0	158.0	61.0
50	378.0	188.0	75.0
60	562.0	225.0	90.0
75	-	281.0	111.0
100	-	373.0	148.0
125	-	465.0	184.0
150	-	560.0	220.0
200	-	478.0	295.0

Para 380 V, incrementar en 45% las cifras de 550 V.

Para 440 V, reducir en 50% las cifras de 220 V.

Para 600 V, reducir en 10% las cifras de 550 V.

TABLA 5-XI
MOTORES MONOFÁSICOS DE CORRIENTE ALTERNA – CORRIENTE A
PLENA CARGA
(Amperes promedio para todas las velocidades y frecuencias)

HP	110 V	220 V	550 V
1/6	3.3	1.65	0.8
¼	4.8	2.4	1.2
½	7.8	3.9	2.0
¾	10.8	5.4	2.7
1	13.6	6.8	3.4
1 ½	19.4	9.7	4.9
2	25.0	12.5	6.3
3	36.0	18.0	9.0
5	58.0	29.0	14.5
7 ½	84.0	42.0	21.0
10	104.0	52.0	26.0

Los valores de corriente a plena carga dados en la presente Tabla son para motores que giran a velocidades usuales y con características normales de par. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o con pares especialmente altos pueden requerir mayores corrientes a plena carga, y los motores de varias velocidades tendrán corriente a plena carga que varía con la velocidad.

TABLA 5-XII
MOTORES BIFÁSICOS DE CORRIENTE ALTERNA (4 motores)
Corriente a plena carga en Amperes

HP	Motor de inducción, rotor de jaula de ardilla y rotor bobinado Amperes					*Motor síncrono de factor de potencia 1 Amperes			
	110 V	220 V	440 V	550 V	2300 V	220 V	440 V	550 V	2300 V
½	4.0	2.0	1.0	0.8					
¾	4.8	2.4	1.2	1.0					
1	6.4	3.2	1.6	1.3					
2	11.2	5.6	2.8	2.2					
3	-	8.0	4.0	3.2					
5	-	13.0	7.0	6.0					
7 ½	-	19.0	9.0	8.0					
10	-	24.0	12.0	10.0					
15	-	34.0	17.0	14.0					
20	-	45.0	23.0	18.0					
25	-	55.0	28.0	22.0	6.0	47	24	19	4.7
30	-	67.0	34.0	27.0	7.5	56	29	23	5.7
40	-	88.0	44.0	35.0	9.0	75	37	31	7.0
50	-	108.0	54.0	43.0	11.0	94	47	38	9.0
60	-	129.0	65.0	52.0	13.0	111	56	44	11.0
75	-	158.0	79.0	63.0	16.0	140	70	57	13.0
100	-	212.0	106.0	85.0	21.0	182	93	74	17.0
125	-	268.0	134.0	108.0	26.0	228	114	93	22.0
150	-	311.0	155.0	124.0	31.0		137	110	26.0
200	-	415.0	208.0	166.0	41.0		182	145	35.0

Los valores de corriente a plena carga dados en la presente Tabla son para motores que giran a velocidades usuales, con transmisión por correa y con características normales de par. Los motores contruidos para velocidades especialmente bajas o pares especialmente altos pueden requerir mayores corrientes a plena carga, y los motores de varias velocidades corriente a plena carga que varía con la velocidad.

La corriente en el conductor común de un sistema bifásico de tres conductores deberá ser igual al valor dado multiplicado por 1.41.

* Para factores de potencia del 90 y 80%, las cantidades anteriores deben multiplicarse por 1.1 y 1.25 respectivamente.

Para motores de 380V, incrementar en 16% las cifras de 440 V.

TABLA 5-XIII
MOTORES TRIFÁSICOS DE CORRIENTE ALTERNA, CORRIENTE A PLENA
CARGA EN AMPÈRES
(promedio para todas las velocidades y frecuencias)

HP	Motor de inducción, rotor de jaula de ardilla y rotor bobinado Amperes						*Motor síncrono de factor de potencia 1 Amperes			
	110 V	120 V	380 V	440 V	550 V	2300 V	220 V	440 V	550 V	2300 V
½	4.0	2.0	1.2	1.0	0.8					
¾	5.6	2.8	1.6	1.4	1.1					
1	7.0	3.5	2.0	1.8	1.4					
1 ½	10.0	5.0	2.9	2.5	2.0					
2	13.0	6.5	3.8	3.3	2.6					
3	-	9.0	5.2	4.5	4.0					
5	-	15.0	8.7	7.5	6.0					
7 ½	-	22.0	13.0	11.0	9.0					
10	-	27.0	16.0	14.0	11.0					
15	-	40.0	23.0	20.0	16.0					
20	-	52.0	30.0	26.0	21.0					
25	-	64.0	37.0	32.0	26.0	7.0	54	27	22	5.4
30	-	78.0	45.0	39.0	31.0	8.5	65	33	26	6.5
40	-	104.0	60.0	52.0	41.0	10.5	86	43	35	8.0
50	-	125.0	73.0	63.0	50.0	13.0	108	54	44	10.0
60	-	150.0	87.0	75.0	60.0	16.0	128	64	51	12.0
75	-	185.0	107.0	93.0	74.0	19.0	161	81	65	15.0
100	-	246.0	143.0	123.0	98.0	25.0	211	106	85	20.0
125	-	310.0	180.0	155.0	124.0	31.0	264	132	106	25.0
150	-	360.0	208.0	180.0	144.0	37.0		158	127	30.0
200	-	480.0	278.0	240.0	192.0	48.0		210	168	40.0

Estos valores de corriente a plena carga se refieren a motores que funcionan a velocidades usuales, con transmisiones por correas y con características normales de par. Los motores construidos para velocidades especialmente bajas o para pares especialmente altos pueden requerir mayores corrientes a plena carga y los motores de varias velocidades tendrán la corriente de plena carga que varía con la velocidad.

Para motores de 500V incrementar en 11% las cifras de 550 V

* Para motores de potencia del 90 y 80%, las cantidades anteriores deben multiplicarse por 1.1 y 1.25 respectivamente.

TABLA 5-XIV
TABLA DE CORRIENTE DE ROTOR BLOQUEADO
Determinada a partir de la potencia y tensión nominal
Para ser utilizada solamente con los incisos 5.2.8.9, 5.10.2.2 y 5.10.5.1

Número Máximo de HP Nominales	Corriente Máxima con Rotor Bloqueado						
	Amperes						
	Monofásico			Bifásico o Trifásico			
	110 V	220 V	440 V	110 V	220 V	440 V	550 V
½	58.8	29.4	14.7	24	12	6	4.8
¾	82.8	41.4	20.7	33.6	16.8	8.4	6.6
1	96	48	24	42	21	10.8	8.4
1 ½	120	60	30	60	30	15	12
2	144	72	36	78	39	19.8	15.6
3	204	102	51	-	54	27	24
5	336	168	84	-	90	45	36
7 ½	480	240	120	-	132	66	54
10	600	300	150	-	162	84	66
15	-	-	-	-	240	120	96
20	-	-	-	-	312	156	126
25	-	-	-	-	384	192	156
30	-	-	-	-	468	234	186
40	-	-	-	-	624	312	246
50	-	-	-	-	750	378	300
60	-	-	-	-	900	450	360
75	-	-	-	-	1110	558	444
100	-	-	-	-	1476	738	588
125	-	-	-	-	1860	930	744
150	-	-	-	-	2160	1080	864
200	-	-	-	-	2880	1440	1152

TABLA 5-XV
CAPACIDAD MÁXIMA O AJUSTE DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN
CONTRA CIRCUITOS O FALLAS A TIERRA DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS
DE MOTORES

Tipo de motor	Porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo	Fusibles de dos elementos (con retardo de tiempo)	Disyuntores tipo instantáneo	Disyuntores Tipo inverso
Motores monofásicos de todos los tipos, sin letra de código.	300	175	700	250
Todos los motores de C.A., monofásicos, polifónicos de jaula de ardilla y sincros (+) de arranque directo, con resistencias o reactancias:				
Sin letra de código	300	175	700	250
Letra de código F a V	300	175	700	250
Letra de código B a E	250	175	700	200
Letra de código A	150	150	700	150
Todos los motores de C.A. de jaula de ardilla y sincros (+) con arranque por autotransformador:				
No mayores de 30 A, sin letra de código				
Mayores de 30 A	250	175	700	200
Sin letra de código	200	175	700	200
Letra de código F a V	250	175	700	200
Letra de código B a E	200	175	700	200
Letra de código A	150	150	700	150
Motores de jaula de ardilla de alta reactancia.				
No mayores de 30 A, Sin letra de código	250	175	700	250
Mayores de 30 A, Sin letra de código	200	175	700	200
Motores de rotor bobinado, sin letra de código.	150	150	700	150
Motores de C.C. (tensión constante):				
No mayores de 50 HP, Sin letra de código	150	150	250	150
Mayores de 50 HP, Sin letra de código	150	150	175	150

Para el significado de la identificación de las letras de código, véase la Tabla 5-I.

Para ciertas excepciones a los valores especificados, véanse los incisos 5.2.4.1 hasta 5.2.4.3.

Los valores dados en la última columna comprenden también las capacidades de los tipos de disyuntores no ajustables de tiempo inverso, los cuales pueden modificarse como se indica en 5.2.4.1.

(+) Los motores síncronos de bajo par y baja velocidad (corrientemente 450 RPM o menos), como son los empleados para accionar compresores recíprocos, bombas, etc., que arrancan en vacío, no requieren una capacidad de fusible o un ajuste del disyuntor mayor que el 200% de la corriente a plena carga.

5.3 GENERADORES

Los generadores y demás equipos relacionados deberán cumplir con las prescripciones aplicables de los subcapítulos 3.6, 7.1 y 7.5.

5.3.1 Ubicación

Los generadores deberán ser de un tipo adecuado para el lugar donde serán instalados y también deberán cumplir con los requisitos exigidos para los motores en 5.2.1.9. Los generadores ubicados en lugares peligrosos, como los descritos en los subcapítulos 6.1 a 6.4, o en otros lugares, como los señalados en los subcapítulos 6.5 a 6.12, y en el acápite 5.9.9, deberán regirse también por las prescripciones aplicables de dichos subcapítulos.

5.3.2 Marcación

Cada generador deberá estar provisto de una placa ITINTEC 370.007, que entre otros son:

- El nombre del fabricante y año de fabricación.
- La frecuencia nominal.
- Factor de potencia.
- Número de fases si la corriente es alterna.
- Régimen nominal en kW ó kVA.
- La tensión en Volts.
- La corriente en régimen nominal.
- Revoluciones por minuto.
- Clase de aislamiento.
- Temperatura ambiente nominal.
- Sobretemperatura.
- Tipo de servicio nominal.

5.3.3 Protección Contra Sobrecorriente

5.3.3.1 Generadores de tensión constante

Los generadores de tensión constante, con excepción de las excitatrices de los generadores de corriente alterna, deberán estar protegidos contra sobrecargas por su diseño inherente, por disyuntores, fusibles u otros medios aceptables de limitación de corriente adecuados para las condiciones de uso.

5.3.3.2 Generadores de dos conductores

Los generadores de corriente continua de dos conductores pueden tener protección contra sobrecorriente en un sólo conductor, sólo si el dispositivo de sobrecorriente es accionado por la totalidad de la corriente generada, exceptuando la del devanado de excitación en derivación.

El dispositivo de sobrecorriente no deberá abrir el circuito del devanado de excitación en derivación.

5.3.3.3 Generadores para 65 V o menos

Los generadores que funcionan a 65 V o menos y son accionados por motores individuales, deberán considerarse protegidos por el dispositivo de sobrecorriente que protege el motor, si este dispositivo actúa cuando los generadores suministran no más del 150% de su corriente nominal de plena carga.

5.3.3.4 Grupos compensadores

Los generadores de corriente continua de dos conductores asociados a grupos compensadores para obtener neutros para sistemas de 3 conductores, deberán estar equipados con dispositivos de sobrecorriente que desconectarán el sistema de 3 conductores en el caso de desequilibrio excesivo de tensiones o corrientes.

5.3.3.5 Generadores de corriente continua de tres conductores

Los generadores de corriente continua de tres conductores de arrollamiento compuesto o en derivación se deberán equipar con dispositivos de sobrecorriente, uno en cada terminal del inducido, conectados para que sean accionados por toda la corriente del inducido. Dichos dispositivos, deberán estar formados ya sea por un disyuntor de dos polos y dos bobinas o por uno de cuatro polos, conectado a la línea y a los terminales del compensador y disparado

por dos dispositivos de sobrecorriente, uno en cada terminal del inducido. Tales dispositivos de protección deberán estar enclavados de manera que ningún polo pueda abrirse sin desconectar simultáneamente del sistema ambos terminales del inducido.

5.3.3.6 Excepción a los incisos 5.3.3.1 hasta 5.3.3.5

Donde la Autoridad Competente juzgue conveniente que un generador es vital para la operación de un sistema eléctrico y que debería operar aunque esté expuesto a fallas, a fin de prevenir un peligro a las personas, el (los) dispositivo(s) sensible(s) a la sobrecarga puede(n) ser conectado(s) a un anunciador o alarma supervisado por personal autorizado, en lugar de interrumpir el circuito del generador.

5.3.4 Capacidad de Corriente de los Conductores

La capacidad de corriente de los conductores de fase desde los terminales del generador hasta el primer dispositivo de sobrecorriente, no deberá ser menor que el 115% de la corriente nominal del generador indicado en la placa de características. Se deberán considerar las siguientes excepciones:

- i) Donde el diseño y operación del generador previene sobrecargas, la capacidad de corriente de los conductores no deberá ser menor que el 100% de la corriente nominal del generador indicada en la placa de características.
- ii) Donde los terminales del generador vienen de fábrica conectados directamente a un dispositivo de sobrecorriente que forma parte integral del ensamble del generador.

5.3.5 Protección de las Partes Activas

Las partes activas de los generadores de más de 150 V respecto a tierra, no deberán estar expuestas a contacto accidental, si son accesibles a personas no calificadas.

5.3.6 Resguardos para Operadores

Cuando la seguridad de los operadores lo requiera, deberán cumplir las prescripciones establecidas en 5.2.10.2.

5.3.7 Boquillas

Cuando los conductores pasen por la abertura de una cubierta, caja o barrera, se deberá usar una boquilla para proteger los conductores de los bordes agudos de la abertura. La boquilla deberá ser lisa y de superficie bien redondeada donde pueda estar en contacto con los conductores. Si se usa donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, la boquilla deberá ser de un material que no sufra deterioro.

5.4 TRANSFORMADORES Y BÓVEDAS DE TRANSFORMACIÓN

5.4.1 Alcance

El presente subcapítulo se deberá aplicar a la instalación de todos los transformadores con excepción de los siguientes:

- Los transformadores de corriente.
- Los transformadores de tipo seco que forman parte de aparatos y que cumplan con los requisitos de dichos aparatos.
- Los transformadores que sean parte integral de equipos de rayos x, de aparatos de alta frecuencia o de aparatos de revestimiento por proceso electrostático.
- Los transformadores utilizados en circuitos de Clase II y 3 que cumplan con el subcapítulo 7.4.
- Los transformadores para anuncios luminosos y alumbrado de realce, que cumplan con el subcapítulo 5.8.
- Los transformadores para lámparas de descarga eléctrica, que cumplan con el subcapítulo 5.9.1
- Los transformadores para circuitos de señalización contra incendio, de potencia limitada que cumplan con el acápite 7.6.3.
- Los transformadores de tipo seco o del tipo sumergidos en un aislante líquido, usados para investigación, ensayos o pruebas, que estén' ubicados de modo de proteger a personas no autorizadas contra contactos con terminales de alta tensión o conductores energizados.

El presente subcapítulo cubre también la instalación de transformadores en lugares peligrosos, excepto lo modificado por los subcapítulos 6.2 a 6.4.

Los acápite 5.4.2 hasta 5.4.7 cubren prescripciones generales para todos los tipos de transformadores.

5.4.2 Generalidades

5.4.2.1 Ubicación e instalación

- a) Los transformadores deben ser instalados en forma de reducir al mínimo las posibilidades de su destrucción por el fuego o por cualquier agente nocivo.
- b) Los transformadores y las bóvedas de transformación deberán ser fácilmente accesibles a personal calificado para su inspección y mantenimiento, a excepción de lo siguiente:

- i) Los transformadores de tipo seco de 600 V o menos, colocados al descubierto sobre paredes, columnas o estructuras, no necesitan ser fácilmente accesibles.
 - ii) Los transformadores de tipo seco no mayores de 600 V y 50 kVA pueden instalarse en espacios huecos a prueba de fuego, que no estén permanentemente cerrados por una estructura, siempre que la ventilación sea adecuada para disipar las pérdidas a plena carga sin que se produzca una temperatura ambiente excesiva.
- c) Los transformadores deberán ser construidos en forma tal que todas sus partes activas estén encerradas, a menos que estén instalados en forma inaccesible a personas no autorizadas.
 - d) Los transformadores que empleen líquidos deberán estar montados en forma tal que habrá un espacio de aire de 15 cm entre transformadores, y entre transformadores y superficies adyacentes de material combustible excepto el plano en el cual el transformador está montado.

5.4.2.2 Medios de desconexión

Un medio de desconexión deberá ser instalado en el circuito primario de cada transformador o cada banco de transformadores que operen como una unidad.

5.4.2.3 Resguardos

- a) Protección mecánica
Deberán tomarse todas las medidas para reducir a un mínimo la posibilidad de daño a los transformadores por causas externas, cuando estén expuestos a daños materiales.
- b) Cubierta
Los transformadores de tipo seco deberán estar dotados de una cubierta o caja resistente a la humedad e incombustible, que dé una protección adecuada contra la entrada accidental de objetos extraños.
- c) Partes activas expuestas
Los transformadores deberán ser instalados de tal modo que las partes activas estén resguardadas de acuerdo a lo prescrito en 2.1.16.

d) Aviso de peligro

La tensión de trabajo de las partes activas expuestas de las Instalaciones de transformadores deberá indicarse por medio de letreros o marcas bien visibles.

5.4.2.4 Ventilación

La ventilación deberá ser adecuada para disipar las pérdidas a plena carga sin que se produzca una temperatura ambiente excesiva.

5.4.2.5 Puesta a tierra

Las partes conductivas de las Instalaciones de transformadores, que estén expuestas, incluyendo las cercas, resguardos, etc., deberán conectarse a tierra en las condiciones y de la forma prevista, para el equipo eléctrico y otras partes metálicas expuestas en 3.6.

5.4.2.6 Espacio para el alambrado de terminales

El mínimo espacio para curvas de los conductores a ser fijados a los bornes del transformador de 600 V o menos, deberá estar de acuerdo con lo requerido en 4.7.2.5. El espacio necesario para las conexiones flexibles deberá ser el indicado en la Tabla 4-XLIV.

5.4.3 Protección contra Sobrecorriente

La protección contra sobrecorriente deberá cumplir con lo indicado en 5.4.3.1 y 5.4.3.2 a continuación. La palabra transformador usada en el presente acápite, se refiere a un transformador o un banco de transformadores que funcionen como una unidad.

5.4.3.1 Transformadores de tensión nominal mayor de 600V

a) Primario. Cada transformador de más de 600 V, deberá protegerse en el primario por un dispositivo individual de sobrecorriente. Cuando se usen fusibles deberán ser calibrados a no más de 150% de la corriente primaria nominal del transformador. Cuando se usen disyuntores deberán ser ajustados a no más del 300% de la corriente primaria nominal del transformador.

Se deberá tener presente las siguientes excepciones:

i) Cuando el 150% de la corriente nominal primaria del transformador no corresponda a la capacidad nominal de un fusible, se permitirá usar el valor nominal próximo más alto.

- ii) No se requiere un dispositivo individual de sobrecorriente cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito primario proporciona la protección especificada en este párrafo.
 - iii) Lo indicado en b) a continuación.
- b) Primario y secundario. Un transformador de más de 600 V que tenga un dispositivo de sobrecorriente en el secundario, de capacidad o ajuste no mayor que los valores indicados en la Tabla 5-XVI, o un transformador equipado con una protección térmica contra sobrecarga coordinada por el fabricante, no requiere tener un dispositivo de protección individual contra sobrecorriente en el primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario esté calibrado o ajustado para abrir a un valor de corriente no mayor que los valores indicados en la Tabla 5-XVI.

TABLA 5-XVI
MAS DE 600 V CON PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE
EN EL ALIMENTADOR PRIMARIO Y EN EL SECUNDARIO DEL
TRANSFORMADOR

Dispositivo de Sobrecorriente Máxima					
Impedancia nominal del transformador	Alimentador Primario		Alimentador Secundario		
	Más de 600 V		Más de 600 V		600 V ó menos
	Ajuste del Disyuntor	Capacidad de Fusibles	Ajuste del Disyuntor	Capacidad de Fusibles	Ajuste del disyuntor o capacidad de fusibles
No mayor del 6%	6 Inp	3 Inp	3 Ins	1.5 Ins	2.5 Ins
Entre el 6% y 10%	4 Inp	2 Inp	2.5 Ins	1.25 Ins	2.5 Ins

Inp - Corriente Nominal Primaria

Ins = Corriente Nominal Secundaria

5.4.3.2 Transformadores de 600 V o menos

- a) Primario
 - i) Cada transformador de 600 V o menos deberá protegerse en el primario con un dispositivo de sobrecorriente individual calibrado o ajustado a no más del 125% de la corriente nominal primaria del transformador.

- ii) Cuando la corriente nominal primaria de un transformador es de 9 A o mayor y el 125% de esta corriente no corresponde a la capacidad nominal de un fusible o de un disyuntor no ajustable, se permitirá el valor nominal próximo más alto.
Cuando sea menor a 9 A, se permitirá un valor nominal de ajuste del dispositivo de sobrecorriente del 167% de la corriente primaria.
 - iii) Para corriente nominal primaria menor a 2 A se permitirá un valor nominal o de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente de 300%.
 - iv) No se requiere un dispositivo de sobrecorriente individual cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito primario proporciona la protección especificada en este párrafo.
- b) Primario y secundario.
- i) Un transformador de 600 V o menos que tenga un dispositivo de sobrecorriente en el secundario, de capacidad o ajuste no mayor del 125% de la corriente nominal del secundario del transformador, no requiere tener un dispositivo de protección individual contra sobrecorriente en el primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario esté calibrado o ajustado para abrir a un valor de corriente no mayor del 250% de la corriente nominal primaria del transformador.
 - ii) Un transformador de 600 V o menos equipado con una protección térmica contra sobrecarga coordinada por el fabricante y dispuesta para interrumpir la corriente primaria, no requiere tener un dispositivo individual de sobrecorriente en el primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario esté calibrado o ajustado para abrir a un valor de corriente no mayor de 6 veces la corriente nominal del transformador para transformadores con impedancia no mayor de 6% y no mayor de 4 veces la corriente nominal del transformador para transformadores con impedancia mayor del 6% pero no mayor del 10%.
 - iii) Cuando la corriente nominal secundaria de un transformador es de 9 A o mayor y el 125% de esta corriente no corresponde a un valor nominal de un fusible o de un disyuntor no ajustable, se permitirá escoger el valor nominal próximo más alto. Cuando la corriente nominal secundaria es menor de 9 A, se permitirá un dispositivo de sobrecorriente de valor nominal o de ajuste no mayor del 167% del valor nominal de la corriente secundaria.

5.4.3.3 Transformadores de tensión

- a) Excepto lo indicado en b) siguiente, los transformadores de tensión deberán tener fusibles en el lado primario, de corriente nominal no mayor de:
 - i) 10 A, para circuitos de 600 V o menos; y
 - ii) 3 A, para circuitos de más de 600 V
- b) Los fusibles en el lado primario no deberán ser instalados en el neutro del primario conectado a tierra de los transformadores de tensión conectados en "Y" ó "Y abierta".

5.4.4 Autotransformadores de Puesta a Tierra

Los autotransformadores de puesta a tierra cubiertos por este acápite son transformadores conectados en zig-zag o en T, conectados a sistemas trifásicos de 3 conductores activos, con el objeto de obtener un sistema de distribución de 3 fases, 4 conductores o de proveer una referencia de neutro para fines de puesta a tierra. Tales transformadores deben tener una capacidad de corriente nominal por fase y una capacidad de corriente nominal del neutro.

La corriente de fase de un autotransformador de puesta a tierra es $1/3$ de la del neutro.

5.4.4.1 Sistemas de 3 fases, 4 conductores

Un autotransformador de puesta a tierra que se utiliza para obtener un sistema de 3 fases, 4 conductores desde un sistema de 3 fases, 3 conductores activos, deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Conexiones. El transformador deberá conectarse directamente a los conductores activos y no deberá ser controlado por un interruptor, ni provisto de una protección contra sobrecorriente independiente del interruptor principal y de la protección contra sobrecorriente de disparo común del sistema trifásico de 4 conductores.
- b) Protección contra sobrecorriente. Se deberá instalar un dispositivo sensible a las sobrecorrientes, que provoque la abertura del interruptor principal o de la protección contra sobrecorriente de disparo común indicada en a) anterior, cuando la carga del autotransformador alcance o sobrepase el 125% de la corriente nominal de fase o la del neutro. Se permitirá el retardo del disparo para sobrecorrientes temporarias registradas por el dispositivo de sobrecorriente del autotransformador, para proporcionar el

funcionamiento correcto de los dispositivos de protección del circuito derivado o del alimentador en el sistema de 4 conductores.

- c) Transformadores para la detección de corrientes de fallas. Deberá proveerse un sistema de detección de fallas que provoque el disparo de un interruptor principal o de un dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común, para sistemas trifásicos de 4 conductores, para proteger contra fallas monofásicas o contra fallas internas.

Esto puede lograrse por el uso de dos transformadores de corriente de tipo toroidal o ventana de conexión con polaridad sustractiva, instalados para detectar y señalar cualquier desequilibrio que se produzca en la corriente de línea del transformador, del 50% o mayor de la corriente nominal.

- d) Capacidad. El autotransformador deberá tener una capacidad nominal de corriente de neutro, suficiente para soportar la corriente de desequilibrio máximo posible del neutro de un sistema de 4 conductores.

5.4.4.2 Referencia de tierra para dispositivos de protección contra fallas

Un autotransformador de puesta a tierra que se utiliza para que pueda aprovechar una cantidad especificada de corriente de falla para el funcionamiento de un dispositivo de protección que responda a una puesta a tierra en un sistema trifásico de 3 conductores activos, deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Capacidad. El autotransformador deberá tener una capacidad nominal de corriente de neutro suficiente para la corriente de falla a tierra especificada.
- b) Protección contra sobrecorriente. Se proveerá en el circuito derivado del autotransformador un dispositivo de protección contra sobrecorriente de capacidad de cortocircuito adecuada, que abra simultáneamente todos los conductores activos cuando es accionado, y que tenga una capacidad nominal o ajuste no mayor del 125% de la corriente nominal por fase del transformador o del 42% de la corriente nominal de cualquiera de los dispositivos conectados en serie en la conexión del neutro del autotransformador. Se permitirá un disparo retardado para sobrecorrientes temporarias para permitir el funcionamiento adecuado de los dispositivos de disparo que responden a puestas a

tierra en el sistema principal, pero éste no deberá exceder aquellos valores que pudieran ser mayores que el valor nominal de la corriente de corto tiempo del autotransformador de puesta a tierra o de cualquiera de los dispositivos conectados en serie en la conexión del neutro.

5.4.4.3 Referencia de tierra para la amortización de sobretensiones transitorias

Un autotransformador de puesta a tierra utilizado para limitar las sobretensiones transitorias deberá tener una capacidad adecuada de acuerdo con a) anterior.

5.4.5 Interconexiones de Secundarios

Una interconexión de secundarios es un circuito que trabaja a 600 voltios o menos entre fases, el cual conecta dos fuentes de energía o dos puntos de suministro de energía, tales como los secundarios de dos transformadores. La interconexión puede estar formada de uno o más conductores de fase.

La palabra transformador, tal como se usa en este inciso significa un transformador o un banco de transformadores que trabajan como una unidad.

5.4.5.1 Circuitos de interconexión

Los circuitos de interconexión deberán estar provistos en cada extremo de una protección contra sobrecorriente como se especifica en el subcapítulo 3.5

En las condiciones descritas en a) y b) a continuación la protección contra sobrecorriente puede estar de acuerdo con c) que sigue.

a) Cargas conectadas solamente en los puntos de alimentación del transformador. Cuando todas las cargas están conectadas en los puntos de alimentación del transformador, o sea en los extremos de la interconexión y la protección contra sobrecorriente no está provista de acuerdo con el subcapítulo 3.5, la capacidad de corriente de la interconexión no deberá ser menor que el 67% de la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad conectado al sistema de interconexión de secundarios.

b) Cargas conectadas entre los puntos de alimentación del transformador.

Cuando las cargas están conectadas en cualquier punto entre los extremos de la interconexión de los puntos de alimentación del transformador y no se ha previsto protección contra sobrecorriente

de acuerdo con el subcapítulo 3.5, la capacidad de corriente de la interconexión no deberá ser menor que el 100% de la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad conectado al sistema de interconexión de secundarios.

Se exceptúa lo indicado en d) a continuación.

- c) Protección del circuito de interconexión. En las condiciones descritas en a) y b) anteriores, los dos extremos de cada conductor de la interconexión deberán estar equipados con un dispositivo de protección que abrirá a una temperatura predeterminada del conductor de interconexión en condiciones de cortocircuito. Esta protección deberá ser una de las siguientes:
 - i) Un conector de cable, borne o terminal con fusible cinta, comúnmente conocido como un limitador, que tendrá cada uno el calibre correspondiente al del conductor, de construcción y características aprobadas para la tensión utilizada y el tipo de aislante de los conductores de la interconexión.
 - ii) Disyuntores actuados por dispositivos con características tiempo-corriente comparables.
- d) Interconexión de los conductores de cada fase entre los puntos de alimentación del transformador. Cuando la interconexión está formada por más de un conductor por fase, los conductores de cada fase deberán conectarse entre sí, con el fin de obtener un punto de alimentación de la carga y deberá proveerse la protección especificada en c) anterior en cada conductor de interconexión de este punto.

Se pueden conectar cargas a los conductores individuales de un conductor múltiple de interconexión sin conectar entre sí los conductores de cada fase y sin disponer de la protección especificada en c) en los puntos de conexión de la carga, si los conductores de la interconexión de cada fase tienen una capacidad combinada no menor del 133% de la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad conectado al sistema de interconexión de secundarios; si la carga total de dichas derivaciones no es mayor que la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad; y si las cargas están igualmente repartidas sobre cada fase y sobre los conductores individuales de cada fase, hasta donde sea factible.

- e) Control del circuito de interconexión. Cuando la tensión de servicio sea mayor de 150 voltios con respecto a tierra, las interconexiones secundarias equipadas con limitadores, deberán tener un interruptor en cada extremo que, al abrirlo, interrumpa el suministro de energía a los conductores de interconexión asociados y a los limitadores. La capacidad de interruptor no deberá ser menor que la capacidad de corriente de los conductores conectados al mismo. El interruptor deberá ser capaz de interrumpir su corriente nominal y deberá ser construido de forma que no se abra por el efecto de las fuerzas magnéticas originadas por la corriente del cortocircuito.

5.4.5.2 Protección contra sobrecorriente de las conexiones en el secundario

Cuando se utilicen interconexiones en el secundario del transformador, deberá proveerse en las conexiones del secundario de cada transformador un dispositivo de sobrecorriente de una capacidad o ajuste no mayor del 250% de la corriente nominal del secundario y, además, deberá instalarse en la conexión secundaria de cada transformador un disyuntor actuado por un relé de corriente inversa, ajustado para abrir el circuito a una intensidad no mayor que la corriente nominal del secundario del transformador.

5.4.6 Funcionamiento en Paralelo

Los transformadores pueden funcionar en paralelo y conectarse o desconectarse como una unidad, siempre que la protección contra sobrecorriente en cada transformador cumpla con los requisitos del párrafo 5.4.3.1 b) ó 5.4.3.2 b).

5.4.7 Marcación

Cada transformador deberá estar provisto de una placa de características de material resistente a la intemperie, fijada en un lugar visible en la que se indique los datos solicitados por la Norma ITINTEC 370.002, que entre otros son:

- Norma de fabricación.
- Año de la fabricación.
- Nombre y número de serie del fabricante.
- Número de fases.
- Potencia nominal en kVA.
- Frecuencia nominal.
- Tensiones nominales.
- Tensión de cortocircuito nominal (para la toma principal).
- Grupo de conexión.

- Diagrama de conexiones internas.
- Cantidad y clase de LÍQUIDOS aislante cuando se use.
- Peso total.

5.4.8 Disposiciones Específicas Aplicables a los Diferentes Tipos de Transformadores

5.4.8.1 Transformadores de tipo seco en Instalaciones interiores

- a) Los transformadores de una capacidad de 112.5 kVA o menor instalados al interior, deberán tener una separación no menor de 30 cm de cualquier material combustible, a menos que estén separados de ellos por una barrera resistente al fuego y aislante al calor, o a menos que funcionen a una tensión no mayor de 600 V y estén totalmente encerrado, con excepción de las aberturas de ventilación.
- b) Los transformadores de una capacidad no mayor de 112.5 kVA deberán instalarse en un cuarto de transformación de construcción resistente al fuego.
- c) Los transformadores construidos con aislantes para soportar aumentos de temperatura de 80° C o mayores, no será necesario que cumplan con a) y b) anteriores, siempre que estén separados de cualquier material combustible en no menos de 1.80 m horizontalmente y 3.60 m verticalmente; o estén completamente encerrados y provistos de ventilación.
- d) Los transformadores para más de 35 kV deberán instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 5.4.9.

5.4.8.2 Transformadores de tipo seco instalados en exteriores

Los transformadores de tipo seco instalados en exteriores deberán tener una cubierta a prueba de intemperie.

5.4.8.3 Transformadores en líquido no inflamable en Instalaciones interiores

- a) Los transformadores que empleen LÍQUIDOS no inflamable y de una capacidad mayor de 25 kVA deberán estar provistos de una válvula de escape de presión.

- b) Cuando se instalen en lugares escasamente ventilados, deberán estar provistos de un medio para absorber los gases producidos por arcos en el interior del tanque, o la válvula de escape de presión deberá estar unida a una chimenea o conducto que transportará los gases fuera de la edificación.
- c) Los transformadores en LÍQUIDOS no inflamable de una tensión mayor de 35 kV deberán instalarse en bóvedas.

5.4.8.4 Transformadores en aceite en Instalaciones interiores

- a) Los transformadores en aceite deberán instalarse en bóvedas construidas según lo indicado en 5.4.9.
- b) Cuando la tensión no es mayor de 600 V no se requerirá una bóveda, si se han tomado las Disposiciones necesarias para impedir que el fuego producido por el aceite del transformador se extienda a otros materiales; y cuando la capacidad total de transformadores en un lugar no es mayor de 10 kVA en una sección de la edificación clasificada como combustible, ó 75 kVA cuando la estructura que lo rodea es de construcción clasificada como resistente al fuego.
- c) Los transformadores para hornos eléctricos de una capacidad total no mayor de 75 kVA pueden ser instalados sin bóveda dentro de una edificación o local resistente al fuego, siempre que se hayan tomado las medidas necesarias para impedir que el fuego producido por el aceite pueda extenderse a otros materiales combustibles.
- d) Los transformadores pueden instalarse en una edificación separada que no cumpla con las Disposiciones de 5.4.9, siempre que ni la edificación ni su contenido presenten peligro de incendio para cualquier otra edificación o propiedad, y siempre que la edificación se use únicamente para el suministro del servicio eléctrico y que su interior sea accesible sólo a personas calificadas.

5.4.8.5 Transformadores en aceite en Instalaciones exteriores

- a) Los materiales combustibles, las Edificaciones y partes de Edificaciones combustibles, puertas, ventanas y salidas de emergencia para caso de incendio, deberán estar resguardados

contra los incendios que se originen en los transformadores de aceite, instalados encima o continuos a una edificación o material combustible.

- b) Las separaciones adecuadas, barreras resistentes al fuego, sistemas automáticos de rociado de agua y cubiertas que confinen el aceite de un tanque roto de transformador, son considerados como resguardos. Deberán aplicarse una o más de estas medidas de seguridad según el grado de peligro que presenten los casos en que la instalación del transformador presente peligro de incendio.
- c) Las cubiertas para el aceite pueden consistir en rebordes resistentes al fuego, brocales o depósitos con trampa o zanjas llenas de piedra picada. Estas cubiertas para aceite tendrán drenajes de compuerta en los casos en que las condiciones locales y la cantidad de aceite sean tales que sea importante retirar el aceite.
- d) Los transformadores instalados al exterior, en postes o estructuras, deberán cumplir con las Disposiciones del acápite 3.3.1 del Tomo IV

5.4.9 Bóvedas para Transformadores

5.4.9.1 Ubicación

Las bóvedas deberán ubicarse de modo que puedan ser ventiladas al aire exterior sin el empleo de canales o ductos, siempre que sea factible.

5.4.9.2 Paredes, techo y piso

Las paredes y el techo de las bóvedas deberán construirse con materiales resistentes al fuego que tengan la resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso y una resistencia mínima al fuego de 3 horas.

Los pisos de las bóvedas en contacto con tierra deberán ser de concreto de un espesor mínimo de 10 cm y cuando la bóveda se construya sobre un espacio libre o sobre otros pisos, el piso deberá tener la adecuada resistencia estructural para la carga soportada y una resistencia mínima al fuego de 3 horas.

5.4.9.3 Entradas

- a) Tipo de puerta. Cada entrada de acceso a una bóveda desde el interior de una edificación deberá estar provista de una puerta de cierre hermético que tenga una resistencia mínima al fuego de 3 horas.

- b) Cerraduras. Las puertas deberán tener cerraduras y permanecer cerradas. Se permitirá el acceso solamente a personas calificadas. Las cerraduras y cerrojos deberán disponerse de forma que las puertas puedan ser abiertas desde el interior de manera fácil y rápida.

5.4.9.4 Aberturas de ventilación

- a) Ubicación. Las aberturas de ventilación deberán ubicarse lo más lejos posible de puertas, ventanas, escaleras de incendio y materiales combustibles.
- b) Tamaño. En el caso de bóvedas con ventilación natural hacia un área exterior, el área neta combinada de todas las aberturas de ventilación, después de restar las áreas ocupadas por pantallas o rejillas, no deberá ser menor de 20 cm^2 por cada kVA de los transformadores en servicio. Para capacidades menores de 50 kVA, el área neta no deberá ser menor de 1000 cm^2 .
- c) Cubiertas. Las aberturas de ventilación deberán estar cubiertas con pantallas y rejillas duraderas, a fin de evitar condiciones inseguras.
- d) Ductos. Los ductos de ventilación deberán ser construidos de material resistente al fuego.

5.4.9.5 Drenaje

Cuando sea factible, en las bóvedas que contengan más de 100 kVA de capacidad de transformadores, deberá construirse un drenaje u otros medios que evacuen cualquier acumulación de aceite o agua, a menos que las condiciones locales lo impidan. El piso deberá tener una inclinación hacia el drenaje.

5.4.9.6 Cañerías de agua y accesorios

Cualquier sistema de cañerías o ductos, distinto a lo previsto para la protección contra incendio o para la refrigeración por agua de los transformadores, no podrá ingresar o atravesar una bóveda de transformación.

5.4.9.7 Almacenamiento dentro de las bóvedas

No deberán almacenarse materiales dentro de las bóvedas de transformación.

5.5 BATERÍAS DE ACUMULADORES

5.5.1 Alcance

Las prescripciones del presente subcapítulo deberán aplicarse a todas las instalaciones fijas de baterías de acumuladores.

5.5.2 Conductores y Aparatos Alimentados por Baterías

Los conductores y aparatos alimentados por baterías de acumuladores, deberán cumplir con los requisitos de este Tomo que se apliquen a los conductores y aparatos que operen a la misma tensión de los acumuladores.

5.5.3 Puesta a Tierra

Deberán aplicarse las Disposiciones del subcapítulo 3.6.

5.5.4 Aislamiento de Baterías de Tensión no Mayor de 250 V

Las prescripciones del presente acápite deberán aplicarse a las baterías de acumuladores cuyos elementos estén conectados de manera que la tensión nominal de la batería no sea mayor de 250 V.

5.5.4.1 Batería. ventiladas de tipo ácido-plomo

Los elementos y las baterías de varios compartimientos con tapas selladas en recipientes de material no conductor y resistente al calor no requieren un soporte aislante adicional.

5.5.4.2 Baterías ventilada. de tipo alcalino

Los elementos con tapas selladas en recipientes de material no conductor y resistente al calor no requieren un soporte adicional aislante.

Los elementos en recipientes de material conductor deberán instalarse bandejas de material no conductor para circuitos en serie de no más de 20 elementos (24 v) en cada bandeja.

5.5.4.3 Recipientes de caucho

Los elementos en recipientes de caucho o material sintético, no necesitan un soporte aislante si la tensión nominal de todos los elementos en serie no es mayor de 150 V. Cuando la tensión total es mayor de 150 V, la batería deberá seccionarse en grupos de 150 V o menos y cada grupo deberá tener los elementos individuales instalados sobre bandejas o bastidores.

5.5.4.4 Elementos o baterías selladas

Los elementos y baterías selladas de varios compartimientos, construidos de material no conductor resistente al calor, no requieren un soporte aislante adicional. Las baterías construidas de un material conductor deberán tener un soporte aislante si existe tensión entre el recipiente y tierra.

5.5.5 Aislamiento de Baterías de Tensión Mayor de 250 V

Para las baterías de acumuladores que tengan los elementos conectados de manera que su tensión nominal sea mayor de 250 V, deberán aplicarse las prescripciones de 5.5.4, debiendo observarse, además, las siguientes Disposiciones:

- a) Los elementos deberán instalarse en grupos que tengan una tensión nominal total no mayor de 250 V en cualquier bastidor.
- b) Se proveerá aislamiento, que pueda ser el aire, entre bastidores.
- c) Se puede lograr la protección máxima dividiendo las baterías de alta tensión en grupos.

5.5.6 Bastidores y Bandejas

Los bastidores y bandejas deberán cumplir con lo siguiente:

5.5.6.1 Bastidores

Los bastidores deben ser estructuras rígidas diseñadas para soportar elementos o bandejas. Deberán ser de construcción sólida y estar hecho de:

- a) Metal tratado de modo que sea resistente a la acción deteriorante del electrolito y provisto de patas no conductoras que soporten directamente los elementos.
- b) Otros tipos de diseños tales como fibra de vidrio o cualquier otro material adecuado no conductor.

5.5.6.2 Bandejas

Son armazones en forma de cajón o de caja de poca profundidad generalmente de madera u otro material no conductor y tratados para que sean resistentes a la acción deteriorante del electrolito.

5.5.7 Locales para Baterías

Los locales para baterías deberán cumplir con lo siguiente:

5.5.7.1 Temperatura ambiente

Las baterías de acumuladores no deberán estar expuestas a temperaturas:

- a) Superiores a 45° C
- b) Por debajo del punto de congelación del electrolito.

5.5.7.2 Local independiente

Los acumuladores en recipientes abiertos, cuando la capacidad del conjunto al régimen de descarga de 8 horas exceda de 5 kWh, deberán colocarse en un local independiente.

5.5.7.3 Instalación

En locales de baterías podrán emplearse conductores desnudos, instalación a la vista, o conductores en tubería u otros ductos.

5.5.7.4 Conductos

Los conductos metálicos rígidos o tubería deberán ser de material resistente a la corrosión o estar adecuadamente protegidos contra la misma

5.5.7.5 Terminales

Cuando se usen conductos metálicos u otra cubierta metálica, los extremos de los conductores que se conecten a los terminales de los acumuladores deberán estar fuera del ducto o cubierta metálica por lo menos una distancia de 30 cm de los terminales y deben protegerse por medio de una boquilla aislante. El extremo del conducto deberá cerrarse herméticamente, para impedir la entrada del electrolito, con una pasta, cinta aislante u otro material apropiado.

5.5.7.6 Ventilación

Deberán tomarse las medidas necesarias para una suficiente ventilación y difusión de los gases de la batería, a fin de evitar la acumulación de una mezcla explosiva en el local.

5.5.7.7 Partes activas

Se deberá cumplir lo dispuesto en 2.1.16.

5.5.8 Medios de Ventilación

5.5.8.1 Baterías ventiladas

Cada elemento de una batería ventilada deberá estar provisto de un medio de ventilación que impida su destrucción por ignición de gases en su interior motivada por una chispa o llama bajo condiciones normales de funcionamiento.

5.5.8.2 Elemento. sellado.

Los elementos sellados o batería sellada deberán disponerse de un medio de escape de presión para impedir la acumulación excesiva de presión de gas, o el envase de la batería deberá estar diseñado para impedir la dispersión de partículas de materiales que los componen, en caso de explosión.

5.6 CONDENSADORES

5.6.1 Alcance

El presente subcapítulo deberá aplicarse a las Instalaciones de condensadores en circuitos eléctricos. Los condensadores que sean partes componentes de otros aparatos y que cumplan con los requisitos de dichos aparatos, no requieren cumplir con las presentes Disposiciones. Este subcapítulo abarca también la instalación de condensadores en lugares peligrosos con las modificaciones de los subcapítulos 6.2 a 6.4.

5.6.2 Cubierta y Resguardo

- a) Los condensadores que contengan más de 3 galones de líquido inflamable deberán instalarse en bóvedas o cubiertas al aire libre cercados.
- b) Los condensadores deberán encerrarse, colocarse o resguardarse de manera que nadie pueda ponerse en contacto accidental con ellos y también a fin de evitar que sus partes activas expuestas, barras o terminales anexos a ellos puedan entrar en contacto con materiales conductores.

No se requiere resguardo adicional para cubiertas accesibles solamente a personal calificado.

5.6.3 Tensiones Nominales Menores de 600 V

5.6.3.1 Descarga de la carga almacenada

Los condensadores deberán estar provistos de resistencias u otros medios para descargar la carga almacenada

- a) Tiempo de descarga. La tensión residual de un condensador deberá ser reducida a 50 V o menos, un minuto después que el condensador haya sido desconectado de la fuente de alimentación.
- b) Medios de descarga. El circuito de descarga deberá estar permanentemente conectado a los terminales del condensador o banco de condensadores, o deberá estar provisto de medios automáticos para conectarse a los terminales del banco de

condensadores cuando se corte la tensión de la línea. No deberán utilizarse medios de conexión o desconexión manuales para el circuito de descarga.

5.6.3.2 Capacidad de los condensadores para motores individuales

La capacidad total en kvar de los condensadores que estén conectados en el lado de la carga del dispositivo de control de un motor no deberá ser superior al 90% del valor necesario para elevar el factor de potencia del motor, en caso de funcionamiento en vacío hasta la unidad.

5.6.3.3 Conductores

- a) Capacidad de corriente. La capacidad de corriente de los conductores de los circuitos de condensadores no deberá ser menor al 135% de la corriente nominal del condensador. La capacidad de corriente de los conductores que conectan un condensador a los terminales de un motor o a los conductores del circuito de un motor no deberá ser inferior a una tercera parte de la capacidad de corriente de los conductores del circuito del motor, y al mismo tiempo no deberá ser menor que el 135% de la corriente nominal del condensador.
- b) Protección contra cortocircuito.
 - i) Cada conductor activo deberá estar provisto de un dispositivo de protección contra cortocircuito.
No será necesario un dispositivo de protección contra cortocircuito para un condensador conectado en el lado de la carga del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado de un motor.
 - ii) El calibrado o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito deberá ser el 165% de la capacidad del condensador.
- c) Medios de desconexión.
 - i) Cada conductor activo deberá estar provisto de un dispositivo de desconexión, excepto cuando el condensador esté conectado en el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor en marcha.
 - ii) La capacidad de corriente nominal del dispositivo de desconexión no deberá ser inferior al 135% de la corriente nominal del condensador.

5.6.3.4 Capacidad o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor en marcha

Cuando la instalación de un motor incluye un condensador, conectado en el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor en marcha, la capacidad o ajuste del dispositivo deberá efectuarse de acuerdo con lo indicado en 5.2.3.1, tal como figura en dicho inciso, deberá emplearse un valor más bajo, que corresponde al factor de potencia ya corregido del circuito del motor. La sección de los conductores del circuito del motor deberá determinarse de acuerdo con 5.2.2.1.

5.6.3.5 Puesta a tierra

Las cajas de los condensadores deberán ser puestas a tierra de acuerdo a lo indicado en el subcapítulo 3.6, a menos que los condensadores estén soportados por una estructura destinada a funcionar a un potencial distinto del de tierra.

5.6.3.6 Marcación

Todo condensador deberá proveerse de una placa en la que figuren el nombre del fabricante, la tensión nominal, la frecuencia, los kvar o Amperes, el número de fases, y si es del tipo líquido, el volumen del líquido que hay dentro de la caja, con la indicación de sí el líquido es inflamable o no. La placa deberá indicar además el esquema de conexiones y si el condensador lleva en su interior un dispositivo de descarga.

5.6.4 Tensiones Nominales Mayores de 600 V

5.6.4.1 Interrupción

- a) Corrientes de carga. Para la desconexión de condensadores, deberán emplearse interruptores que funcionarán agrupados, y deberán ser capaces de:
 - i) Transportar de manera continua el 135% de la corriente nominal de los condensadores instalados.
 - ii) Interrumpirla corriente máxima de carga continua de cada condensador, banco de condensadores, o instalación de condensadores que serán desconectados como una unidad.
 - iii) Soportar la corriente máxima de carga incluyendo la adicional debido a Instalaciones adyacentes de condensadores.

- iv) Transportar corrientes producidas por fallas en el lado del condensador del interruptor.
- b) Medios de seccionamiento.
- i) Deberán instalarse medios para aislar de cualquier fuente de potencial cada condensador, banco de condensadores o instalación de condensadores, que serán puestos fuera de servicio como una unidad.
 - ii) Los medios de seccionamiento deberán proveer una separación visible en el circuito eléctrico, adecuada para la tensión de operación.
 - iii) Los seccionadores (sin capacidad de interrupción) deberán estar enclavados con el dispositivo de interrupción de la carga o estar provistos de letreros bien visibles para impedir la desconexión de la corriente de carga.
- c) Requisitos adicionales para condensadores en serie. La secuencia de desconexión correcta deberá asegurarse por el uso de uno de los medios siguientes:
- i) Seccionadores de secuencia mecánica y de puesta en cortocircuito.
 - ii) Enclavamientos.
 - iii) Procedimientos de desconexión bien visibles, indicados en el lugar de desconexión.

5.6.4.2 Protección contra cortocircuito

- a) Se deberá proveer un medio para detectar e interrumpir corrientes de fallas que pudieran provocar presiones peligrosas dentro de un condensador.
- b) Se permitirán para este objeto dispositivos multipolares o unipolares.
- c) Los condensadores podrán protegerse individualmente o en grupos.
- d) Los dispositivos de protección para condensadores o equipos para condensadores deberán tener una capacidad nominal o ajuste que esté dentro de los límites de la zona segura para los condensadores a usarse.

5.6.4.3 Marcación

Todo condensador deberá llevar una placa permanente en la que figuren el nombre del fabricante, la tensión nominal, la frecuencia, los kvar o Amperes, el número de fases y el volumen del líquido, indicando si es o no inflamable.

5.6.4.4 Puesta a tierra

Las cajas y los neutros de los bancos de condensadores deberán ser puestos a tierra de acuerdo a lo especificado en el subcapítulo 3.6; a menos que los condensadores estén soportados por una estructura diseñada para funcionar a un potencial distinto del de tierra.

5.6.4.5 Medios de descarga

- a) Deberá proveerse resistencias u otros medios para reducir la tensión residual de un condensador hasta 50 V o menos, cinco minutos después de que el condensador se haya desconectado de la fuente de alimentación.
- b) Un circuito de descarga deberá estar permanentemente conectado a los terminales del condensador o banco de condensadores, o estar provisto de un medio automático de conexión a los terminales del banco de condensadores cuando se corte la tensión de la línea.

Los devanados de motores o transformadores o de otros equipos conectados directamente a los condensadores, sin un interruptor o un dispositivo de sobrecorriente intercalado, constituyen un buen medio de descarga.

5.6.4.6 Protección personal

Todas las partes activas de los condensadores que estén conectados a circuitos de tensión superior a 600 V entre conductores, no deben ser accesibles a personal no calificado.

5.6.5 Transformadores Usados con Condensadores

La potencia (kVA) de un transformador usado con un condensador, no deberá ser menor que el 135% de la del condensador, expresada también en kVA.

5.7 RESISTENCIAS Y REACTORES

El presente subcapítulo abarca la instalación de resistencias y de reactores individuales en los circuitos eléctricos, exceptuándose el caso en que formen parte de otros aparatos. También abarca las Instalaciones en lugares peligrosos, descritos en los subcapítulos 6.2 a 6.4.

5.7.1 Tensiones Nominales de 600 V o menos

5.7.1.1 Ubicación

Las resistencias y los reactores no deberán ubicarse donde puedan estar expuestos a daños materiales.

5.7.1.2 Separación

Las resistencias y los reactores deberán estar separados de los materiales combustibles por una distancia no menor de 30 cm.

5.7.1.3 Aislantes del conductor

Los conductores aislados utilizados para la conexión entre elementos de resistencias y los controles, deberán ser adecuados para una temperatura de funcionamiento no menor de 90° C, pudiendo utilizarse otros aislantes de conductores para el arranque de motores.

5.7.2 Tensiones Nominales Mayores de 600 V

5.7.2.1 Generalidades

- a) Las resistencias y reactores deberán protegerse contra daños materiales.
- b) Las resistencias y reactores deberán estar aislados mediante una envoltura o por elevación, para proteger el personal contra contactos accidentales con las partes con tensión.

5.7.2.2 Separación

- a) Las resistencias y reactores no deberán instalarse cerca de materiales combustibles como para provocar un peligro de incendio y en ningún caso más cerca de 30 cm.
- b) Las separaciones de las resistencias y reactores de superficies puestas a tierra deben ser adecuados para la tensión que corresponda. Véase el subcapítulo 7.2.

- c) Las cajas metálicas de los reactores y sus partes metálicas adyacentes, deberán instalarse de manera que el aumento de temperatura provocado por la circulación de corrientes inducidas, no sea peligroso para el personal, ni constituya un peligro de incendio.

5.7.2.3 Puesta a tierra

Las cajas de resistencias y reactores deberán ponerse a tierra de acuerdo con el subcapítulo 3.6.

5.7.2.4 Reactores en aceite

Deberán cumplir con los requisitos aplicables del subcapítulo 5.4 además de hacerlo con los requisitos anteriores.

5.8 APARATOS DE ALUMBRADO, PORTALÁMPARAS, LÁMPARAS, TOMACORRIENTES Y ROSETAS

5.8.1 Alcance

El presente subcapítulo abarca los aparatos de alumbrado, portalámparas, tomacorrientes, rosetas, lámparas de filamento incandescentes, lámpara de arco y de descarga, y el alambrado y equipo que forma parte de tales lámparas, aparatos e Instalaciones de alumbrado.

5.8.2 Partes Activas

Los aparatos de alumbrado, portalámparas, lámparas, rosetas y tomacorrientes no deberán tener partes activas expuestas a menor que se encuentren a una altura no menor de 2.40 m sobre el piso. Los portalámparas, tomacorrientes e interruptores que tengan terminales expuestos accesibles no deberán instalarse en tapas ornamentales metálicas o en bases descubiertas de lámparas portátiles de mesa o de pie.

5.8.3 Ubicación de los Aparatos

5.8.3.1 Aparatos en lugares específicos

- a) Lugares húmedos y mojados. Los aparatos que se instalen en lugares húmedos o mojados deberán ser de tipo aprobado para tales lugares y deberán construirse o instalarse de manera tal que el agua o vapores no puedan entrar o acumularse en las canalizaciones, portalámparas u otras partes eléctricas. Todos los aparatos instalados en locales húmedos o mojados deberán ser marcados

“Adecuado para Lugares Húmedos” o “Adecuados para Lugares Mojados” respectivamente.

Las Instalaciones subterráneas o en placas de concreto o mampostería en contacto directo con la tierra y en lugares expuestos a saturación con agua y otros líquidos, tales como los expuestos a la intemperie y sin protección, las áreas de lavado de vehículos y lugares similares, deberán ser considerados lugares mojados, con respecto a los requerimientos de líneas arriba.

Los locales interiores protegidos de la intemperie pero expuestos a grados moderados de humedad, tales como algunos sótanos, establos, depósitos frigoríficos y otros similares, y particularmente locales protegidos por toldos, terrazas con techo y similares, deberán ser considerados lugares húmedos, con respecto a los requerimientos de líneas arriba.

- b) Ambientes corrosivos. Los aparatos de alumbrado instalados en ambientes corrosivos deberán ser de tipo aprobado para tales lugares.
- c) En ductos o campanas de ventilación. Se permitirá instalar aparatos de alumbrado o en ductos o campanas de ventilación de cocinas, en Edificaciones para uso distinto de vivienda, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:
 - i) El aparato de alumbrado debe ser aprobado para el uso e instalado de modo que no se exceda las temperaturas límites de los materiales que se usen.
 - ii) Los aparatos de alumbrado deberán ser construidos de modo que todos los escapes de vapores, grasa y aceites sean excluidos de la lámpara y del compartimiento de alumbrado. Los difusores deberán ser resistentes a choques térmicos.
 - iii) Las partes descubiertas del aparato de alumbrado dentro del ducto o campana, deberán ser no corrosivas o protegidas contra la corrosión, y la superficie deberá ser lisa para impedir acumulaciones y facilitar la limpieza.
 - iv) Los canales metálicos con tapa que alimentan el aparato de alumbrado no deberán estar expuestos dentro de los ductos o campanas de ventilación.

5.8.3.2 Aparatos de alumbrado ubicados cerca de materiales combustibles

Los aparatos de alumbrado deberán ser diseñados, instalados o equipados con pantallas y otras protecciones, de manera que los

materiales combustibles no estén expuestos a temperaturas mayores de 90° C.

5.8.3.3 Aparatos de alumbrado ubicados sobre materiales combustibles

Los portalámparas instalados sobre materiales altamente combustibles no deberán ser del tipo con interruptor incorporado. A menos que cada aparato disponga de un interruptor individual, los portalámparas deberán colocarse a una altura mínima de 2.40 m sobre el piso o deberán estar ubicados o resguardados de manera que las lámparas no puedan ser retiradas o dañadas con facilidad.

5.8.3.4 Aparatos de alumbrado en vidrieras

Los aparatos de alumbrado que tengan alumbrado exterior no deberán utilizarse en vidrieras, excepto los soportados por cadenas.

5.8.3.5 Aparatos de alumbrado en los guardarropas (closet)

- a) Ubicación. Un aparato de alumbrado en un guardarropas, podrá instalarse:
 - i) En la pared, sobre la puerta del guardarropa, dejando un espacio libre mínimo de 45 cm horizontalmente entre el aparato y el área de almacenamiento dentro de la cual pueda guardarse material inflamable.
 - ii) En el techo, por encima de un área completamente libre hasta el piso, manteniendo un espacio libre de 45 cm horizontalmente entre el aparato y el área de almacenamiento donde pueda haber material inflamable.
- b) Tipo colgante. No estará permitido instalar lámparas colgantes en los guardarropas.

5.8.4 Disposiciones para Cajas de Salida y Tapas Ornamentales y Similares

5.8.4.1 Espacio para los conductores

Las cajas de salida y las tapas ornamentales, consideradas como un conjunto, deberán proporcionar el espacio adecuado para que los conductores de los aparatos y sus dispositivos de conexión puedan ser instalados en la debida forma.

5.8.4.2 Temperatura limite de los conductores en las cajas de salida

Los aparatos de alumbrado deberán ser de construcción tal, o estar instalados de manera que los conductores dentro de las cajas de salidas

no estén sujetos a temperaturas mayores que aquellas para las cuales han sido aprobados.

Los circuitos derivados no deberán pasar a través de una caja de salida, si ésta forma parte integral de un aparato de alumbrado incandescente, a menos que dicho aparato sea aprobado para el uso.

5.8.4.3 Cajas de salida que deben taparse

En una instalación terminada, cada caja de salida deberá estar provista de una tapa, a menos que esté cubierta por la tapa ornamental de un aparato de alumbrado, un portalámparas, un tomacorriente, roseta o dispositivo similar.

5.8.4.4 Recubrimiento de los materiales combustibles en las cajas de salida

Toda la superficie de pared o techo con acabado de material combustible comprendida entre los bordes del aparato y la caja de salida deberá estar cubierta con material no combustible.

5.8.5 Conexión de Aparatos de Alumbrado de Descarga

Los aparatos de alumbrado de descarga, cuando estén soportados independientemente de las cajas de salida, deberán ser conectados por medio de canalizaciones metálicas, cables con armadura metálica, o cables con cubierta no metálica.

Se permitirá suspender los aparatos equipados con cordón directamente debajo de la caja de salida, siempre que el cordón sea visible en toda su longitud fuera del aparato y no esté sometido a esfuerzos ni daños materiales. Tales aparatos equipados con cordón deberán terminar en el lado opuesto del cordón con un enchufe del tipo de puesta a tierra o con un enchufe de canalización de barras.

Los aparatos de alumbrado de descarga eléctrica provistos de base roscada de tipo mogul, podrán conectarse a circuitos derivados de 45 A o menos por medio de cordones, los cuales deberán cumplir con 3.5.1.4. Los tomacorrientes y enchufes pueden ser de capacidad de corriente menor que la del circuito derivado, pero no menor que el 125% la corriente a plena carga del aparato de alumbrado.

Los aparatos de alumbrado podrán conectarse a una canalización de barras colectoras de acuerdo con 4.5.27.11.

5.8.6 Soportes de Aparatos de Alumbrado

5.8.6.1 Generalidades

Los aparatos de alumbrado, portalámparas, rosetas y tomacorrientes deberán fijarse firmemente. Ningún aparato de alumbrado cuyo peso sea mayor de 2.5 kg o que tenga alguna dimensión mayor de 40 cm, deberá estar soportado por el casquillo roscado de un portalámparas.

5.8.6.2 Medios de soporte

- a) Cajas de salida. Cuando la caja de salida o accesorio tenga un soporte adecuado, el aparato de alumbrado deberá fijarse a él; en caso contrario, deberá soportarse de acuerdo a lo indicado en 4.6.2.9. Ningún aparato de alumbrado que pese más de 22 kg deberá ser soportado directamente de la caja de salida.
- b) Cielo raso. Los componentes de un cielo raso suspendido que se utilicen para soportar aparatos, deberán sujetarse firmemente y estar fijados a la estructura del edificio a intervalos adecuados.
- c) Accesorios de canalizaciones. Los accesorios de canalizaciones empleados para soportar aparatos de alumbrado deberán estar aprobados para este uso.

5.8.7 Puesta a Tierra

5.8.7.1 Generalidades

Los aparatos y equipos de alumbrado deberán ponerse a tierra de acuerdo a las prescripciones del presente acápite.

5.8.7.2 Partes expuestas de aparatos

- a) Las partes conductivas expuestas de aparatos de alumbrado y de equipos conectados directamente, o fijados a salidas alimentadas por un método de instalación que provea un conductor de protección, deberán ponerse a tierra.
- b) Los aparatos de alumbrado conectados directamente, o fijados a salidas alimentadas por un método de instalación que no provea un conductor de protección, deberán ser de material aislante y no deberán tener partes conductivas expuestas, a menos que sean montados sobre paredes o techos no conductores y colocados a una

altura mínima de 2.40 m y horizontalmente a más de 1.50 m de superficie puestas a tierra.

5.8.7.3 Equipos para más de 150 V a tierra

- a) Los aparatos metálicos, transformadores y sus cajas, en circuitos que trabajan a tensiones mayores de 150 V a tierra, deberán ser puestos a tierra.
- b) Deberán ponerse a tierra las partes metálicas al descubierto, a menos que estén aisladas de tierra y de otras superficies conductoras y no sean accesibles a personal no calificado.

5.8.7.4 Métodos de puesta a tierra

El equipo deberá considerarse puesto a tierra cuando esté unido mecánica, permanente y efectivamente a una canalización metálica, a la cubierta metálica y continua de un cable tipo AC, MC o MI, al conductor de protección de un cable con cubierta no metálica, o a un conductor de protección separado dimensionado de acuerdo con la Tabla 3-XI, siempre que la canalización, cubierta o conductor de protección, estén puestos a tierra como se especifica en 3.6.

5.8.8 Alambrado de Aparatos de Alumbrado

5.8.8.1 Generalidades

- a) El alambrado tanto exterior como interior de los aparatos de alumbrado deberá efectuarse en forma ordenada y no deberá estar expuesto a daños materiales.
- b) Deberá evitarse el alambrado excesivo.
- e) Los conductores deberán disponerse de manera que no estén sometidos a temperaturas mayores a aquella para la cual han sido aprobados.

5.8.8.2 Sección de los conductores

Para el alambrado de los aparatos de alumbrado, deberán emplearse conductores con una sección mínima de 0.75 mm^2 .

5.8.8.3 Aislante de los conductores

- a) Los aparatos de alumbrado deberán alambrarse con conductores que tengan el aislante adecuado para la corriente, tensión y temperatura a las cuales estarán sometidas.

- b) Cuando los aparatos de alumbrado sean instalados, en lugares húmedos, mojados o de ambiente corrosivo, los conductores deberán ser de tipo aprobado para el uso

5.8.8.4 Conductores para condiciones especiales

- a) Portalámpara con base mogul. Los aparatos de alumbrado provistos de portalámparas con base de casquillo con rosca mogul y que funcionen a tensiones no mayores de 300 V entre conductores, deberán alambrarse con conductores para aparatos de los tipos SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, PF, PGF, PFF, PGFF, PTF, PTFE o similares.

- b) Portalámparas distintos de los que tienen una base de casquillo con rosca mogul.

Los aparatos de alumbrado que no tengan portalámparas con base de casquillo con rosca mogul y que funcionen a tensiones no mayores de 300 V entre conductores, deberán alambrarse con conductores para aparatos de los tipos SF-1, SF-2, PF, PGF, PFF, PGFF, PTF, PTFE o similares, o con cordones de tipo AFC o AFPD. Se exceptúan los casos siguientes:

- i) Donde la temperatura no sea mayor de 90° C se podrán utilizar conductores de los tipos TFN, TFFN o similares, o los cordones de tipo CFPD o similar.
- ii) Donde la temperatura exceda de 60° C pero no sea mayor de 75° C, se podrá utilizar un conductor tipo RHW o conductores para aparatos de los tipos RFH-1, RFH-2, FFH-1, FFH-2 o similares.
- iii) Donde la temperatura no sea mayor de 60° C, se podrán utilizar conductores para aparatos de los tipos TF y TFF, extendiéndose el uso de estos conductores al caso de aparatos de alumbrado de tipo decorativo con lámparas no mayores de 60 W.

5.8.8.5 Conductores para partes móviles

- a) Para el alambrado de aparatos de alumbrado con cadena o con otras partes móviles, deberán usarse conductores de tipo trenzado.
- b) Los conductores deberán disponerse de manera que el peso del aparato de las partes móviles no ejerza tensiones mecánicas sobre ellos.

5.8.8.6 Conductores colgantes para lámparas incandescentes

- a) Los portalámparas colgantes provistos con terminales permanentemente fijos, deberán estar suspendidos de conductores trenzados separados y con cubierta de elastómero, los cuales estarán soldados directamente a los conductores del circuito, pero soportados independientemente de éstos.
- b) Estos conductores suspendidos, deberán ser de sección no menor de 1.5 mm^2 para los portalámparas de base media de tipo casquillo roscado y no menor de 0.75 mm^2 para los portalámparas de base intermedia o de tipo candelabro.
Para los árboles de Navidad y otros conjuntos decorativos de luces se permitirá el empleo de conductores de sección menor a 0.75 mm^2 .
- c) Los conductores colgantes de longitud mayor de 90 cm deberán trenzarse, a menos que vengan cableados en un conjunto aprobado.

5.8.8.7 Protección de los conductores y de sus aislantes

- a) Seguridad adecuada. Los conductores deberán fijarse de manera que no se produzcan cortaduras o abrasión en el aislante.
- b) Protección al paso en metales. El aislante de los conductores que pasan por algún metal deberá estar protegido contra la abrasión.
- c) Protección de los conductores en los portalámparas. Cuando un portalámparas metálico esté conectado a un cordón, la entrada deberá estar provista de una boquilla aislante. El orificio para el cordón deberá ser del tamaño apropiado y deberá presentar sólo superficies suaves y lisas al contacto del cordón.

5.8.8.8 Vidrieras conectadas con cordones

Las vidrieras individuales que no sean fijas pueden ser conectadas por medio de cordones a tomacorrientes instalados permanentemente, y grupos de no más de seis vidrieras pueden ser conectadas conjuntamente por un mismo cordón con conectores del tipo de bayoneta y con una de ellas conectada por un cordón a un tomacorriente permanentemente instalado.

Las Instalaciones deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- a) El cordón deberá ser de tipo de servicio pesado, con conductores de sección no menor que la de los conductores de los circuitos derivados, siendo la capacidad de corriente por lo menos igual a la del dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado y tendrá un conductor de protección.
Véase la Tabla 3-XI para la sección de los conductores de protección.
- b) Los tomacorrientes, conectores y enchufes deberán ser de tipo aprobado para puesta a tierra y de capacidad nominal de 10, 15 ó 20 A.
- c) Los cordones deberán fijarse por debajo de las vitrinas de forma que:
 - El alambrado no esté expuesto a daños materiales.
 - Haya entre vitrinas una separación no mayor de 5 cm y no mayor de 30 cm entre la primera vitrina y el tomacorriente de alimentación.
 - La conexión final de un grupo de vidrieras deberá estar provista de un accesorio hembra que no se salga del contorno de la vidriera.
- d) Los equipos que no son vidrieras no deberán conectarse eléctricamente a las vidrieras.
- e) Las cajas de tomacorriente de piso deberán estar diseñadas de forma que el equipo de limpieza no dañe a dichos tomacorrientes.

5.8.8.9 Conexiones, empalmes y derivaciones

- a) Inspección. Los aparatos deberán ser instalados de manera que las conexiones entre los conductores de los aparatos y los conductores del circuito puedan ser inspeccionadas sin necesidad de desconectar parte alguna del alambrado; excepto los conectados con enchufes y tomacorrientes.
- b) Brazos. No deberán hacerse empalmes ni derivaciones dentro de los brazos o varillas de un aparato de alumbrado.
- c) Empalmes y derivaciones. No deberán hacerse empalmes ni derivaciones innecesarias dentro o sobre un aparato. Véase 2.1.14 para los medios aprobados para hacer conexiones

- d) Lámparas de descarga eléctrica. Los aparatos de alumbrado de descarga eléctrica instalados sobre cajas empotradas de paso o de empalme, deberán estar provistos de aberturas adecuadas en la parte posterior para permitir el acceso a las cajas.

5.8.8.10 Uso de los aparatos de alumbrado como canalizaciones

Los aparatos de alumbrado no deberán utilizarse como canalizaciones para conductores, excepto:

- a) Los aparatos de alumbrado que estén aprobados para ser usados como canalizaciones.
- b) Los aparatos de alumbrado diseñados para montarse en serie o los que estén conectados conjuntamente por métodos de instalación aprobados podrán llevar a través de ellos conductores de circuitos derivados de dos conductores o multiconductores.
- c) Un circuito derivado adicional de dos conductores, que alimente separadamente uno o más de los aparatos de alumbrado conectados en la forma descrita en b), puede ser llevado a través de los aparatos de alumbrado.

Ver el Capítulo 1 para la definición de circuito derivado multiconductor.

Los conductores de circuitos derivados que estén dentro de un compartimiento de balasto a no más de 7.5 cm del balasto, deberán ser del tipo aprobado para temperaturas no menores de 90° C, tales como: RHH, THW, THHN, FEP, FEPB, SA y XHHW.

5.8.8.11 Polarización de los aparatos

Los aparatos deberán alambrarse de forma que los casquillos roscados de los portalámparas se conecten al mismo conductor del circuito. El conductor puesto a tierra cuando se conecta a un portalámparas de casquillo roscado, deberá conectarse a la base roscada.

5.8.9 Fabricación de Aparatos de Alumbrado

5.8.9.1 Cubiertas y pantallas combustibles

Se deberá proveer el espacio de aire adecuado entre lámparas y pantallas u otras cubiertas de material combustible

5.8.9.2 Capacidad de los aparatos

- a) Marcación. Todos los aparatos que requieren de balastos o transformadores deberán estar marcados claramente con sus características eléctricas nominales, y con el nombre del fabricante, marca comercial u otros medios adecuados de identificación.
- b) Características eléctricas nominales. Las características eléctricas nominales deberán incluir la tensión y la frecuencia e indicar la corriente nominal de la unidad incluyendo el balasto, transformador o autotransformador.

5.8.9.3 Diseño y materiales

Los aparatos de alumbrado deberán construirse de metal, de madera u otro material de tipo aprobado y deberán ser diseñados y ensamblados de tal manera que aseguren la resistencia y rigidez mecánica requerida.

Los canales incluyendo sus entradas, deberán ser tales que los conductores puedan meterse y sacarse sin ser dañados.

5.8.9.4 Aparatos de alumbrado no metálicos

En todos los aparatos de alumbrado que no sean totalmente metálicos o de material incombustibles, los canales deberán forrarse con metal a menos que los conductores sean del tipo blindado o con cubierta de plomo y tengan accesorios adecuados.

5.8.9.5 Resistencia-mecánica

- a) Tubos para brazos. Los tubos utilizados para brazos y varillas deberán tener un espesor no menor de 1 mm cuando sean suministrados sin el roscado, y no menor de 0.7 mm cuando sean suministrados roscados. Los brazos y otras partes, deberán fijarse de modo de evitar que giren.
- b) Tapas ornamentales. Las tapas ornamentales metálicas que soporten portalámparas, pantallas, etc., que pesen más de 3 kg o que lleven un enchufe incorporado, deberán tener un espesor no menor de 0.5 mm. Las otras tapas ornamentales deberán tener un espesor mínimo de 0.4 mm cuando sean de acero, y no menor de 0.5 mm cuando sean de otro metal.

- c) Interruptores de cadena en tapas ornamentales. Los interruptores accionados por cadena no deberán insertarse en el borde de las tapas metálicas de un espesor menor de 0.7 mm, a menos que dicho borde esté reforzado adecuadamente. Los interruptores accionados por cadena, cuando estén montados en el borde o en cualquier otra parte de las tapas metálicas, deberán ubicarse a una distancia no mayor de 9 cm del centro de la tapa.

5.8.9.6 Espacio para alambrado

Las armaduras de los aparatos de alumbrado incluyendo las lámparas portátiles, deberán proveer espacio suficiente para los empalmes, derivaciones y para la instalación de dispositivos, si los hay. Los compartimentos para empalmes deberán ser de material no absorbente e incombustible.

5.8.9.7 Accesorios de fijación

Los accesorios de fijación de los aparatos que no sean parte de las cajas de salida, deberán ser de acero, hierro maleable u otro material aprobado.

5.8.9.8 uniones aislantes

Las uniones aislantes deberán estar formadas por materiales especialmente aprobados para el uso. Aquellas que no hayan sido diseñadas para montarse con tornillos o pernos, deberán tener una resistente cubierta metálica exterior, aislada de ambos tornillos de conexión.

5.8.9.9 Lámparas portátiles

Las lámparas portátiles deberán ser alambradas con cordones aprobados para el uso.

5.8.9.10 Lámparas portátiles de mano

Las lámparas portátiles de mano alimentadas por cordones deberán ser de un compuesto moldeado o de otro tipo aprobado para el uso. No deberán utilizarse portalámparas de casquillo de metal recubierto de papel. Las lámparas de mano deberán estar provistas de un mango. Cuando puedan sufrir daños materiales o ponerse en contacto con material combustible, las lámparas de mano deberán estar equipadas con una protección resistente fijada al portalámparas o al mango.

5.8.9.11 Boquillas para cordones

En los puntos donde el cordón entre en una lámpara portátil, deberá colocarse una boquilla o el equivalente. La boquilla deberá ser de material aislante, a menos que se utilice un tipo de cordón con envoltura.

5.8.9.12 Pruebas

Todo el alambrado deberá estar libre de probables cortocircuitos y contacto con tierra y deberá ser probado contra estos posibles defectos antes de conectarse al circuito. Véase el Capítulo 9.

5.8.9.13 Partes activas

Las partes activas expuestas dentro de aparatos de alumbrado de porcelana, deberán ser adecuadamente distanciadas y colocadas de forma que sea difícil que los conductores se pongan en contacto con ellas.

5.8.10 Instalación de Portalámparas

5.8.10.1 Portalámparas del tipo de casquillo roscado

Los portalámparas del tipo de casquillo roscado deberán instalarse sólo para ser utilizado como portalámparas. Cuando el portalámparas esté alimentado por un circuito que tiene un conductor puesto a tierra, dicho conductor deberá conectarse al casquillo roscado.

5.8.10.2 Portalámparas con interruptor bipolar incorporado

En circuitos de dos conductores, derivados de dos conductores activos de circuitos multiconductores, el dispositivo de interrupción de un portalámparas con interruptor incorporado, deberá desconectar simultáneamente los dos conductores del circuito, de acuerdo con 3.1.1.9.

5.8.10.3 Portalámparas en lugares húmedos o mojados

Los portalámparas instalados en lugares húmedos o mojados deberán ser del tipo a prueba de intemperie.

5.8.11 Fabricación de Portalámparas

5.8.11.1 Aislamiento

El casquillo metálico externo y la cabeza del portalámparas deberán estar recubiertos con material aislante a fin de evitar que el casquillo y

la cabeza se pongan en contacto con el circuito. Este recubrimiento no deberá extenderse más de 3.2 mm más allá del casquillo metálico, pero deberá impedir que cualquier parte de la base de la lámpara que transporte corriente quede expuesta cuando la lámpara esté colocada en el portalámparas.

5.8.11.2 Conductores terminales

Los conductores terminales suministrados como parte del portalámparas destinados a Instalaciones a la intemperie, deberán ser aislados con elastómero, trenzados y de tipo aprobado, de sección no menor de 1.5 mm^2 y deberán ser sellados durante su instalación, o ser hechos a prueba de lluvia. Para las bases de los candelabros se permitirá un conductor aislado con elastómero de 0.75 mm^2 .

5.8.11.3 Portalámparas con interruptor incorporado

Los portalámparas con interruptor incorporado deberán ser construidos de manera que el mecanismo de interrupción desconecte la conexión eléctrica al contacto central. El mecanismo de desconexión podrá desconectar la conexión al casquillo roscado si se interrumpe al mismo tiempo la del contacto central.

5.8.12 Lámparas y Equipos Auxiliares

5.8.12.1 Bases de lámparas incandescentes

Las lámparas incandescentes para uso general en circuitos de alumbrado no deberán estar equipadas con base media si su potencia nominal es mayor de 300 W, ni con base mogul para más de 1,500 W. Deberán utilizarse bases especiales de tipo aprobado u otros dispositivos para más de 1,500 W.

5.8.12.2 Cubiertas para el equipo auxiliar de las lámparas de descarga

Los equipos auxiliares para las lámparas de descarga eléctrica deberán estar encerrados en cajas de material no combustible y deberán ser considerados como fuentes de calor.

5.8.12.3 Lámparas de arco

Las lámparas de arco utilizadas en teatros y las lámparas de arco empleadas en los aparatos de proyección deberán ser de tipo aprobado.

5.8.13 Tomacorrientes, Conectores de Cordón y Enchufes

5.8.13.1 Capacidad nominal y tipo

- a) Tomacorrientes. Los tomacorrientes instalados para la conexión de cordones portátiles, deberán tener una capacidad nominal no menor de 15 A a 125 V ó 10 A a 250 V
- b) Placa al ras. Las placas metálicas deberán ser de metal ferroso de un espesor no menor de 0.8 mm, o de metal no ferroso de un espesor no menor de 1 mm. Las placas de material aislante deberán ser incombustibles y deberán tener un espesor no menor de 2.5 mm, pero podrán tener un espesor menor si están reforzadas de manera que tengan la resistencia mecánica apropiada. Las placas metálicas deberán ponerse a tierra.
- c) Posición de frente de los tomacorrientes. Después de la instalación, el frente de los tomacorrientes debe quedar a ras o sobresalientes de las placas que se montan al ras, hechas de material aislante. El frente de los tomacorrientes debe sobresalir como mínimo 0.4 mm de las placas metálicas que se montan al ras. Las placas al ras deben instalarse de acuerdo con 4.6.2.6.
- d) Enchufes. Todos los enchufes y conectores de 10, 15 y 20 A deberán ser diseñados de manera tal que las partes que transportan corrientes no queden expuestas con excepción del borde exterior de la pieza de contacto. La tapa que cubre los terminales de los conductores deberá estar asegurada mecánicamente y deberá ser parte integral del enchufe conector (construcción de frente muerto).
- e) No intercambiabilidad. Los tomacorrientes, conectores y enchufes deben ser construidos de modo que un tomacorriente o conector no acepte un enchufe con tensión y corriente nominal diferente. Los tomacorrientes y conectores sin polo de tierra no se pueden usar con enchufes del tipo de puesta a tierra.

5.8.13.2 Tomacorrientes en lugares húmedos o mojados

- a) Lugares húmedos. Un tomacorriente instalado en el exterior en un lugar protegido de la intemperie o en otros lugares húmedos, deberá tener una cubierta a prueba de intemperie, cuando el enchufe no esté insertado y la tapa esté colocada.
Una instalación adecuada para lugares mojados es también adecuada para lugares húmedos.

Se considera que una salida de tomacorrientes está situada en un lugar protegido contra la intemperie, cuando está en corredores abiertos techados, baldoquines marquesinas y similares, de tal manera que no esté expuesta a la lluvia ni al agua que se escurre.

- b) Lugares mojados. Un tomacorriente instalado en el exterior cuando esté expuesto a la intemperie o en otros lugares mojados, deberá estar dentro de una cubierta a prueba de intemperie, diseñada de tal manera que sus propiedades no se modifiquen cuando el tomacorriente esté en uso (con el enchufe insertado).

Una cubierta de tomacorriente provista de una tapa de cierre automático y cuya condición de prueba de intemperie depende de que la tapa esté cerrada, se podrá utilizar para un tomacorriente instalado en el exterior, sino es probable que éste sea usado para la conexión de equipos distintos de herramientas portátiles que no se dejan conectadas permanentemente.

- c) Placas para montaje a ras. La cubierta para un tomacorriente instalado en una caja de salida montada a ras de una pared, deberá ser a prueba de intemperie por medio del ensamble de una placa para montaje a ras de prueba de intemperie, que provea una conexión hermética al agua entre la placa y la superficie de la pared.
- d) Instalación. Una salida de tomacorriente instalada al exterior, deberá colocarse de manera que la acumulación de agua no pueda alcanzar la tapa o placa del tomacorriente.

5.8.13.3 Tomacorrientes, adaptadores, conectores de cordón y enchufes del tipo de puesta a tierra

- a) Polo de tierra. Los tomacorrientes, conectores de cordón, adaptadores y enchufes del tipo de puesta a tierra, deberán estar provistos de un polo fijo adicional para puesta a tierra.
- b) Identificación del polo de tierra. Los tomacorrientes, adaptadores, conectores de cordón, y enchufes con puesta a tierra deberán tener medios para la conexión de un conductor de protección al polo de puesta a tierra. El terminal para conexión al polo de puesta a tierra deberá ser identificado de alguna de las maneras que a continuación se indican:
- Un tornillo terminal o tuerca que no sea fácilmente removible, de color amarillo.
 - Un conector de presión, de color amarillo.

- Un dispositivo de conexión de color amarillo, en el caso de los adaptadores. El terminal de puesta a tierra de un adaptador deberá ser un elemento rígido de color amarillo. La conexión a tierra deberá estar diseñada de manera que no pueda hacer contacto con las partes activas del tomacorriente, adaptador o enchufe. El adaptador deberá estar polarizado
 - Cuando el terminal para el conductor de protección no es visible, el orificio de entrada del conductor, deberá marcarse con el símbolo de puesta a tierra o identificarse mediante un distintivo de color amarillo.
- c) Uso del terminal de puesta a tierra. Un terminal de puesta a tierra o un dispositivo de puesta a tierra no deberá usarse en ningún caso para otro propósito que el de la conexión a tierra
- d) Requisitos para los polos de tierra. Los enchufes con polo de tierra deberán ser diseñados de modo que la conexión de tierra sea hecha antes que las partes que conducen corriente. Los dispositivos de tipo con puesta a tierra deberán ser diseñados de manera tal que los polos de tierra de los enchufes no puedan hacer contacto con las partes activas de los tomacorrientes o conectores de cordón.

5.8.14 Rosetas

5.8.14.1 Tipos no aprobados

- a) No deberán instalarse rosetas con fusible incorporado.
- b) No deberán emplearse rosetas desarmables que puedan cambiar la polaridad.

5.8.14.2 Rosetas en lugares húmedos o mojados.

Las rosetas instaladas en lugares húmedos o mojados deberán ser de tipo a prueba de intemperie.

5.8.14.3 Capacidad

Las rosetas deberán tener una capacidad de 660 W a 250 V y una corriente nominal máxima de 6 A.

5.8.14.4 Rosetas para Instalaciones a la vista

- a) Deberán estar provistas de bases que tengan por lo menos dos orificios para los tornillos de soporte.

- b) Deberán tener suficiente altura para mantener los conductores y terminales a por lo menos una distancia de 1.3 cm de la superficie sobre la cual está hecha la instalación.
- c) Deberán disponer de una saliente de material aislante debajo de cada terminal a fin de que la distancia entre los conductores y la superficie de tendido no llegue a ser menor de 1.3 cm.

5.8.14.5 Rosetas para ser utilizadas con cajas o canalizaciones

Deberán tener las bases lo suficientemente altas para que los conductores y los terminales estén a una distancia no menor de 1.0 cm de la superficie de tendido.

5.8.15 Disposiciones Especiales para los Aparatos de Superficie o Empotrados

5.8.15.1 Tipos aprobados

Los aparatos instalados en cavidades huecas de paredes o techos deberán ser de tipo aprobado y cumplir con los incisos 5.8.15.2 a 5.8.15.4.

5.8.15.2 Temperatura

- a) Material combustible. Los aparatos deberán construirse o instalarse de manera que los materiales combustibles adyacentes no estén expuestos a temperaturas mayores de 90° C.
- b) Construcción resistente al fuego. Cuando un aparato de alumbrado esté empotrado en un material resistente al fuego, en una edificación de construcción resistente al fuego, se podrá aceptar una temperatura mayor de 90° C, pero no mayor de 150° C, si el aparato está marcado claramente como aprobado para este uso.

5.8.15.3 Separación

Las partes empotradas de las cubiertas, que no sean los puntos de soporte deberán estar separados 2.5 cm por lo menos de materiales combustibles.

5.8.15.4 Alambrado

- a) Generalidades. Deberán utilizarse conductores que tengan un aislante adecuado para las temperaturas a las cuales podrán estar sometidos.

- b) Conductores de circuito. Los conductores de los circuitos derivados que tengan un aislante adecuado para las temperaturas a las cuales serán sometidas, podrán tenderse directamente hasta el aparato de alumbrado.
- c) Conductores de una derivación. Los conductores de una derivación de un tipo adecuado para las temperaturas a las cuales estarán sometidas, deberán tenderse desde la conexión terminal del aparato hasta una caja de salida colocada a una distancia de al menos 30 cm del aparato. Dicha derivación deberá estar en una canalización metálica adecuada de longitud no menor de 1.20 m, ni mayor de 1.80 m.

5.8.16 Fabricación de los Aparatos de Superficie o Empotrados

5.8.16.1 Temperatura

Los aparatos deberán construirse de manera que los materiales combustibles adyacentes no puedan estar expuestos a temperaturas mayores de 90° C.

5.8.16.2 Cubierta

Las cubiertas de lámina metálica deberán estar protegidas contra la corrosión y deberán ser de un espesor no menor de 0.8 mm (22 MSG).

5.8.16.3 Marcación de la potencia de las lámparas

Los aparatos para lámparas incandescentes deberán llevar marcada la potencia máxima permitida en Watts. Las marcas deberán ser permanentes y estar ubicadas donde sean visibles cuando se haga el cambio de lámparas.

5.8.16.4 Prohibición de soldadura

En la fabricación de la caja de aparatos de alumbrado estará prohibido el uso de soldadura.

5.8.17 Disposiciones Especiales para los Sistemas de Alumbrado por Descarga de 1,000 V o menos

5.8.17.1 Generalidades

- a) El equipo a utilizarse en sistemas de alumbrado por descarga eléctrica y diseñado para una tensión a circuito abierto de 1,000 V o menos, deberá ser de un tipo aprobado para tal uso.

- b) Los terminales de una lámpara de descarga deberán considerarse como partes activas si cualquiera de ellos está conectado a una tensión mayor de 300 V.
- c) No deberán utilizarse transformadores en aceite.
- d) Además de cumplir con los requisitos generales de los aparatos de alumbrado, estos equipos deberán ajustarse a lo indicado en 5.8.17.
- e) Para los aparatos de alumbrado fluorescente instalados en interiores deberá proveerse una protección térmica integral dentro del balasto.

5.8.17.2 Equipos para corriente continua

Los aparatos de alumbrado que se instalen en circuitos de corriente continua deberán estar provistos de un equipo auxiliar y resistencias especialmente diseñados para funcionar con corriente continua, lo cual deberá indicarse en la mismas unidades.

5.8.17.3 Tensiones prohibidas en viviendas

- a) Los equipos que tengan una tensión a circuito abierto de más de 1,000 V no deberán instalarse en viviendas.
- b) Los equipos que tengan una tensión a circuito abierto a más de 300 V no deberán instalarse en viviendas, a menos que estén diseñados de forma que no queden partes activas expuestas cuando las lámparas estén montadas o cuando se coloquen o reemplacen.

5.8.17.4 Montaje de los aparatos de alumbrado

- a) Balastos expuestos. Los aparatos de alumbrado que tengan balastos o transformadores expuestos deberán instalarse de manera que tales balastos o transformadores no queden en contacto con materiales combustibles.
- b) Paneles combustibles de fibra de celulosa de baja densidad. Cuando aparatos de alumbrado de superficie que contengan balastos deban instalarse sobre paneles combustibles de fibra de celulosa de baja densidad, deberán ser de tipo aprobado para este uso, o estar separados en no menos de 4 cm de la superficie del

panel. Donde tales aparatos estén embutidos parcial o totalmente, deberán aplicarse las Disposiciones de los incisos 5.8.15.1 a 5.8.16.4.

5.8.17.5 Equipo auxiliar que no forma parte integral del aparato

- a) Gabinetes metálicos. El equipo auxiliar, incluyendo reactores, condensadores, resistencias y equipo similar, cuando no esté instalado formando parte de un aparato de alumbrado, deberá estar contenido dentro de gabinetes metálicos fijos y accesibles, e instalados cerca de los aparatos a fin de que los conductores entre este y sus accesorios sean cortos.
- b) Montaje independiente. Los balastos aprobados para montaje por separado y para una conexión directa a una instalación, no necesitan montarse en cajas separadas.

5.8.17.6 Autotransformadores

Los autotransformadores que se utilizan para aumentar la tensión por encima de 300 V y que forman parte de un balasto que alimenta unidades de alumbrado, deberán conectarse solamente a un sistema puesto a tierra.

5.8.17.7 Interruptores

Los interruptores de palanca deberán cumplir con las Disposiciones indicadas en 4.9.1.14.

5.8.18 Disposiciones Especiales Para los Sistemas de Alumbrado por Descarga de más de 1,000 V

5.8.18.1 Generalidades

- a) El equipo a utilizarse en sistemas de alumbrado por descarga y diseñado para una tensión a circuito abierto de más de 1,000 V, deberá ser de un tipo aprobado para tal uso.
- b) Los terminales de una lámpara de descarga deberán considerarse como partes activas cuando cualquiera de ellos esté conectado a una tensión mayor de 300 V.

- c) Además de cumplir con los requisitos generales de los aparatos de alumbrado, estos equipos deberán cumplir con lo indicado en 5.8.18.

5.8.18.2 Control

Las Instalaciones de lámparas o aparatos de alumbrado deberán ser controladas individualmente o por grupos, mediante un interruptor o disyuntor accionable desde el exterior de su cubierta, que desconectará todos los conductores activos primarios. El disyuntor o interruptor deberá estar instalado a la vista de los aparatos o lámparas, o puede colocarse en cualquier otra parte si está provisto de algún medio para asegurarlo en la posición de abierto.

5.8.18.3 Portalámparas y terminales de lámparas

Las partes que deben ser retiradas al sustituir las lámparas deberán estar montadas o fijadas por medios apropiados. Las lámparas o los portalámparas; o ambos, deben estar diseñados de manera que no haya partes activas expuestas cuando se coloquen o se reemplacen las lámparas.

5.8.18.4 Características de los transformadores

Los transformadores y balastos deberán tener una tensión a circuito abierto en el secundario no mayor de 15,000 V con un margen para pruebas de 1000 V adicionales. La corriente nominal en el secundario no deberá ser mayor de 120 mA cuando la tensión a circuito abierto es mayor de 7500 V y no mayor de 240 mA, cuando la tensión a circuito abierto es de 7500 V o menos.

5.8.18.5 Tipos de transformadores

Los transformadores deberán ser de un tipo cerrado aprobado. Deberán utilizarse transformadores que sean aislados en líquido no inflamable o del tipo seco.

5.8.18.6 Conexiones del secundario del transformador

- a) Los devanados de alta tensión de los transformadores no deberán conectarse en serie ni en paralelo, excepto en el caso de los transformadores que tengan cada uno un terminal del devanado de alta tensión unido a tierra y a la carcasa, en el cual se podrán conectar los devanados de alta tensión en serie para formar el equivalente de un transformador con el punto medio del devanado puesto a tierra.

- b) Los terminales de transformadores en paralelo puestos a tierra, tal como se permite en a), deberán ser conectados mediante un conductor aislado de calibre no menor de 1.5 mm².

5.8.18.7 Ubicación de los transformadores

- a) Los transformadores deberán ser accesibles después de su instalación.
- b) Los transformadores deberán estar instalados lo más cerca posible de las lámparas, a fin de reducir al mínimo la longitud de los conductores secundarios.
- c) Los transformadores deberán ubicarse de forma que los materiales combustibles adyacentes no estén expuestos a temperaturas mayores de 90° C.

5.8.18.8 Carga del transformador

Las lámparas conectadas a cualquier transformador deberán ser de características tales que no puedan originar una sobretensión continua en el transformador.

5.8.18.9 Métodos de instalación. Conductores secundarios

Deberá utilizarse un cable de tipo aprobado para anuncios luminosos de tubos de descarga en gas, que corresponda a la tensión del circuito. Para la instalación de los conductores, véase 5.9.1.12 a).

5.8.18.10 Soportes de lámparas

Las lámparas deberán estar soportadas adecuadamente, de acuerdo con 5.9.1.12 c).

5.8.18.11 Daños materiales

Las lámparas no deberán instalarse donde normalmente puedan estar expuestas a daños materiales.

5.8.18.12 Marcación

Cada aparato de alumbrado o cada circuito secundario de alumbrado de descarga que tenga una tensión a circuito abierto de más de 1,000 V, deberá estar marcado con la inscripción "Peligro... Volts", en letras claramente visibles. La tensión indicada deberá ser la tensión nominal a circuito abierto.

5.8.18.13 Interruptores

Los interruptores de palanca deberán cumplir con las Disposiciones indicadas en 4.9.1.14.

5.9 EQUIPOS ELÉCTRICOS ESPECIALES

5.9.1 Anuncios luminosos y Alumbrado de Realce

5.9.1.1 Alcance

Las prescripciones del presente acápite deberán aplicarse a la instalación de conductores y equipos para anuncios luminosos y alumbrado de realce.

5.9.1.2 Desconexión requerida

Cada instalación de alumbrado de realce y cada anuncio luminoso que no sea de tipo portátil, deberá estar controlado por un interruptor manual o automático accionado externamente, el cual desconectará todos los conductores activos.

- a) A la vista desde el anuncio. El medio de desconexión deberá estar a la vista desde el anuncio luminoso o alumbrado de realce al cual controla, a excepción de lo siguiente:
 - Los anuncios luminosos operados por controles electrónicos o electromecánicos ubicados filera del aviso, deberán tener medios de desconexión que sean visibles desde el lugar donde está ubicado el control. El medio de desconexión deberá desconectar el anuncio y el control de todos los conductores de alimentación activos, y debe diseñarse para que ningún polo pueda ser accionado independientemente. Se permite que el medio de desconexión esté dentro de la misma caja que el control. El medio de desconexión deberá poder asegurarse en la posición de abierto.
- b) Capacidad del interruptor de control. Los interruptores, dispositivos intermitentes y similares que controlan transformadores, deberán ser de un tipo aprobado para el uso o tener una capacidad de corriente no menor de dos veces la corriente nominal del transformador.

Con excepción de los motores, los interruptores de palanca de uso general para corriente alterna, podrán usarse en circuitos de

corriente alterna para controlar cargas inductivas que no sobrepasen la capacidad de corriente del interruptor.

5.9.1.3 Cubierta utilizada como caja de peso

Todo método de instalación utilizado para alimentar un anuncio o alumbrado de realce deberá terminar dentro de su cubierta, a excepción de lo siguiente:

- Las cubiertas o cajas de transformadores de anuncios podrán usarse como caja de empalme o de paso para los conductores que alimentan otros anuncios, alumbrados de realce o reflectores adyacentes que formen parte del anuncio, siempre que los conductores que se prolongan más allá del equipo estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal de 20 A o menos.

5.9.1.4 Instrucciones

Todos los anuncios luminosos de cualquier tipo, fijos o portátiles deberán estar provistos de instrucciones e instalados de acuerdo con ellas.

5.9.1.5 Puesta a tierra

Los anuncios luminosos, canales, cajas terminales de tubos y otras estructuras metálicas deberán ser puestos a tierra en la forma especificada en 3.6

- a) Aislados e inaccesibles. Donde estén aislados de tierra y de otras superficies conductoras y sean inaccesibles a personas no autorizadas, no necesitan ser puestos a tierra.
- b) Partes aisladas. Las partes conductoras de un alumbrado de realce pueden puentearse por conductores de 1.5 mm² y ser puestos a tierra de acuerdo con 3.6.

5.9.1.6 Circuitos derivados

- a) Capacidad. Los circuitos que alimentan lámparas, balastos y transformadores o combinaciones de estos, deberán tener una capacidad no mayor de 20 A. Los circuitos que alimentan exclusivamente transformadores para lámparas de descarga eléctrica no podrán tener una capacidad mayor de 35 A.
- b) Circuitos derivados requeridos. Cada edificio comercial y cada local de comercio con primera planta a nivel de la calle, deberá estar provisto de una salida por lo menos, en un lugar accesible en

la parte exterior del local, para aviso o alumbrado de realce. Esta salida deberá estar alimentada por un circuito derivado individual de 20 A.

Los pasadizos y corredores interiores no deben ser considerados como exterior del local.

5.9.1.7 Marcación

- a) Anuncios. Los anuncios luminosos deberán estar marcados con el nombre del fabricante; y en los anuncios con lámparas incandescentes deberán indicarse el número de portalámparas; en el caso de anuncios con lámparas de descarga deberá indicarse la corriente de entrada a plena carga y la tensión de entrada. La marcación del anuncio deberá ser visible después de su instalación.
- b) Transformadores. Los transformadores deberán estar marcados con el nombre del fabricante; y en los transformadores para anuncios con lámparas de descarga eléctrica deberán indicarse la corriente de entrada o los voltamperes, la tensión de entrada y la tensión de salida en circuito abierto.

5.9.1.8 Cubiertas

- a) Conductores y terminales. Los conductores y terminales en cajas de anuncios y gabinetes, deberán estar cubiertos con metal u otro material no combustible, excepto los terminales de alimentación.
- b) Seccionadores, dispositivos intermitentes, etc. Los seccionadores, dispositivos intermitentes y similares deberán estar dentro de cajas metálicas, cuyas puertas deberán disponerse de manera que puedan abrirse con facilidad.
- c) Solidez. Las cubiertas deberán tener suficiente resistencia y rigidez.
- d) Materiales. Los anuncios luminosos y alumbrados de realce deberán construirse de metal u otro material no combustible. La madera se permite como decoración exterior, si se coloca a no menos de 5 cm del portalámparas más próximo o de las partes que transporten corriente.
Los anuncios luminosos portátiles de tipo interior no requieren cumplir con este requisito.

- e) Mínimo espesor de las cubiertas de metal. Las chapas de cobre deberán ser por lo menos de 0.7 mm de espesor. Las chapas de acero deberán ser de 0.4 mm (28 MSG), a excepción de lo siguiente:
 - Para el alumbrado de realce y anuncios a base de lámparas de descarga, las chapas de acero deberán ser de un espesor de 0.6 mm (24 MSG), a menos que estén onduladas o estampadas en toda su superficie, en cuyo caso pueden ser de espesor de 0.48 mm (26 MSG).
- f) Protección del metal. Todas las partes de acero de las cubiertas deberán ser galvanizadas o protegidas de otra forma contra la corrosión.
- g) Cubiertas expuestas a la intemperie. Las cubiertas para uso exterior deberán ser a prueba de intemperie y tener un número suficiente de orificios de drenaje, cada uno no mayor de 1.3 cm ni menor de 0.60 cm.
Las conexiones del alambrado no deberán hacerse a través del fondo de las cubiertas expuestas a la intemperie.

5.9.1.9 Letras portátiles

Las letras portátiles, aparatos, símbolos y elementos similares que se utilizan con anuncios luminosos fijos deberán usarse solamente cuando cumplan con las Disposiciones aplicables de este Tomo, y además, deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Deberá proveerse para cada letra individual, aparato o anuncio, un tomacorriente y enchufe a prueba de intemperie con un polo a tierra.
- b) Todos los cordones deberán ser de tipo S, SJ, SJO, SJT, SJTO, SO, o ST, de 3 conductores, con uno puesto a tierra como está indicado anteriormente.
- c) Ningún cordón deberá estar a menos de 3 m desde el nivel del suelo en distancia vertical.

5.9.1.10 Separaciones

- a) Vertical y horizontal. Las cubiertas de sistemas de anuncios y alumbrados de realce deberán tener separaciones horizontales y

verticales con conductores descubiertos no menores que las especificadas en 3.4.

- b) Altura. La parte baja de las cubiertas de los anuncios y alumbrados de realce deberán estar a una altura no menor de 4.8 m por encima de áreas accesibles al tráfico de vehículos, a menos que estén protegidas contra daños materiales.

5.9.1.11 Tensión nominal de 600 V o menos

- a) Instalación de conductores
 - i) Métodos de instalación. Los conductores deberán instalarse en tubo metálico pesado, tubo metálico intermedio, tubo rígido no metálico sujeto a las prescripciones de instalación del Capítulo 4, tubo metálico pesado, tubo metálico pesado flexible, tubo metálico pesado flexible hermético a líquidos, tubo metálico liviano, cable metálico blindado, canales metálicos, y los cables del tipo MI o similar.
 - ii) Aislamiento y calibre. Los conductores deberán ser de un tipo para uso general y no menores de 1.5 mm^2 .
Se permiten conductores menores de 1.5 mm^2 pero no menores de 0.75 mm^2 y de un tipo aprobado para el uso en los siguientes casos:
 - Anuncios luminosos portátiles.
 - Terminales cortos permanentemente unidos a portalámparas o balastos de lámparas de descarga eléctrica.
 - Terminales en alambrado de canales que están permanentemente unidos a portalámparas de lámparas de descarga o balastos de descarga eléctrica y que no tengan una longitud mayor de 2.4 m.
 - En los anuncios luminosos con múltiples lámparas incandescentes que necesitan un conductor desde un control a una o más lámparas, y cuya carga total no sea mayor de 250 W, si forman parte de un cable aprobado de dos o más conductores.Se permiten conductores menores de 0.75 mm^2 en terminales cortos permanentemente unidos a motores síncronos, siempre que sean de un tipo aprobado para el uso.
 - iii) Expuesto a la intemperie. Los conductores en canalizaciones, cables metálicos blindados o cubiertas expuestas a la intemperie deberán ser del tipo con cubierta de plomo u otro especial aprobado para estas condiciones; excepto cuando las

cubiertas, los tubos metálicos pesados, los tubos metálicos intermedios, o los tubos metálicos livianos sean herméticos a la lluvia y tengan previsión para el drenaje.

- iv) Número de conductores en canalizaciones. El número de conductores en canalizaciones para anuncios luminosos deberá estar de acuerdo con la Tabla 4-XXXIII.
 - v) Conductores soldados a terminales. Cuando los conductores estén fijados a portalámparas que no sean del tipo de espiga, deberán estar soldados a los terminales o la conexión deberá hacerse con conectores aprobados para el uso; y las partes expuestas de conductores y terminales deberá tratarse para impedir la corrosión. Cuando los conductores estén fijados a portalámparas del tipo de espiga que protegen los terminales de la entrada de agua y que han sido encontrados aceptables para ser usados en anuncios luminosos, los conductores deberán ser de tipo trenzado pero no se requerirá que sean soldados a los terminales.
- b) Portalámparas. Deberán ser de tipo sin interruptor y de material aislante adecuado, y construidos e instalados de modo que no puedan girar. Los portalámparas miniatura no deberán ser empleados en anuncios luminosos exteriores ni en alumbrado de realce. Los casquillos roscados de todos los portalámparas de un anuncio luminoso en circuitos puestos a tierra, deberán ser conectados al conductor puesto a tierra del circuito.
 - c) Conductores dentro de anuncios y canales. Los conductores dentro de anuncios luminosos y canales de alumbrado de realce deberán ser instalados de manera tal que queden asegurados mecánicamente.
 - d) Protección de terminales. Para proteger los conductores de alimentación que pasan por cubiertas deberá emplearse boquillas.

5.9.1.12 Tensión nominal mayor de 600 V

- a) Instalación de conductores.
 - i) Métodos de instalación. Los conductores deberán instalarse en tubo metálico pesado, tubo metálico flexible, tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos o en tubo metálico liviano.

- ii) Aislamiento y sección. Los conductores deberán ser de un tipo aprobado para el uso y para la tensión del circuito y no menores de 1.5 mm^2 .
Se permitirán conductores menores de 1.5 mm^2 pero no menores de 0.75 mm^2 y de un tipo aprobado para el uso en los siguientes casos;
- Como terminales de longitud no mayor de 2.4 m permanentemente fijados a portalámparas o a balastos para lámparas de descarga eléctrica, si dichos terminales están encerrados en canales de alambrado.
 - Los terminales de anuncios luminosos en vidrieras de exhibición o anuncios luminosos pequeños portátiles, que vayan desde los terminales de línea del tubo a los devanados del secundario del transformador, que estén permanentemente fijados dentro de la caja del transformador, y que no tengan una longitud mayor de 2.4 m
- iii) Curvas en conductores. Deberá evitarse las curvas agudas en los conductores.
- iv) Conductores ocultos sobre aisladores en interiores. Los conductores ocultos sobre aisladores deberán estar separados entre sí y de todos los demás objetos, excepto de los aisladores donde están montados, por una distancia no menor de 4 cm para tensiones mayores de 10000 V y no menor de 2.5 cm para tensiones de 10000 V o menos. Deberán instalarse en canales revestidos de material incombustible que no se utilicen para otro objeto, excepto que los conductores del circuito primario pueden estar en el mismo canal.
Los aisladores deberán ser de material incombustible y no absorbente. Los conductores ocultos sobre aisladores no se permiten en la parte exterior de la cubierta del anuncio.
- v) Conductores en canalizaciones. Cuando los conductores tengan una cubierta de plomo, u otra cubierta metálica, ésta deberá prolongarse más allá del final de la canalización, y la superficie del cable no deberá dañarse donde termina la cubierta.
- En lugares húmedos o mojados, el aislante de todos los conductores deberá prolongarse más allá de la cubierta metálica o canalización, por lo menos 10 cm para tensiones mayores de 10000 V; 7.5 cm para tensiones mayores de 5000 V pero no mayores de 10000 V; y 5 cm para tensiones de 5000 V o menos.
 - En lugares secos el aislante deberá prolongarse más allá de la cubierta metálica o canalización no menos de 6.5 cm para

tensiones mayores de 10000 V; 5 cm para tensiones mayores de 5000 V pero no mayores de 10000, y 4 cm para tensiones de 5000 V o menos.

- Una canalización metálica que contenga un sólo conductor de un terminal secundario de un transformador, no deberá tener una longitud mayor de 6 m.

- vi) Vidrieras de exhibición y similares. Los conductores que cuelguen libremente en el aire, lejos de material combustible, y donde no estén expuestos a daños materiales como en algunas vidrieras de exhibición, no necesitan estar protegidos.

b) Transformadores

- i) Tensión. La tensión en circuito abierto del secundario del transformador no deberá ser mayor de 15000 V, con una tolerancia permitida para pruebas de 1000 V adicionales. En transformadores con un extremo a tierra, la tensión en circuito abierto del secundario no deberá exceder los 7500 V, con una tolerancia permitida para pruebas de 500 V adicionales.

- ii) Tipo. Los transformadores deberán ser de un tipo aprobado para el uso y deberán estar limitados en su capacidad a un máximo de 4500 VA.

Los transformadores del tipo de núcleo y devanados descubiertos deberán estar limitados a 5000 V, con una tolerancia permitida para pruebas de 500 V, y sólo se podrán utilizar en anuncios pequeños portátiles en interiores.

Los transformadores para Instalaciones de alumbrado de realce deberán tener una capacidad de corriente en el secundario no mayor de 30 mA.

- iii) Expuestos a la intemperie. Los transformadores usados en exteriores deberán ser del tipo a prueba de intemperie o protegidos contra ella, por su colocación dentro del cuerpo del anuncio luminoso o en una caja metálica separada.

- iv) Conexiones del secundario del transformador. Los devanados de alta tensión de los transformadores no deberán conectarse en paralelo ni en serie, a excepción de lo siguiente:

- Dos transformadores, cada uno de los cuales tiene uno de sus terminales de alta tensión conectado a la cubierta metálica, se pueden conectar con los devanados de alta tensión en serie para formar el equivalente de un transformador con su punto medio puesto a tierra. Los extremos puestos a tierra deberán ser conectados por conductores aislados no menores de 1.5 mm².

- Los transformadores para pequeños anuncios luminosos portátiles, vidrieras y lugares similares que estén equipados con terminales permanentemente fijados a los devanados secundarios, dentro de la cubierta del transformador y que no se extiendan más de 2.4 m más allá de la cubierta para unirse a los extremos de la línea del tubo, no deberá tener terminales menores de 0.75 mm^2 y deberán ser de un tipo aprobado para el uso.
 - v) Accesibilidad. Los transformadores deberán ser ubicados donde sean accesibles y deberán estar firmemente sujetos.
 - vi) Espacio de trabajo. Un espacio de trabajo de 1 m por 1 m horizontalmente y por lo menos de 1 m de altura se deberá proveer alrededor del transformador o de su cubierta, cuando el transformador no esté instalado dentro de un anuncio.
 - vii) Ubicación en desvanes. Los transformadores pueden instalarse en desvanes, siempre que haya un pasadizo de altura no menor de 1 m y ancho de 0.60 m provisto de una pasarela de ancho no menor de 30 cm que se extienda desde un punto de entrada al desván hasta cada transformador.
- c) Tubos luminosos deberán ser de una longitud y diseño que no produzcan una sobretensión continua en el transformador.
- ii) Soporte. Los tubos luminosos de descarga eléctrica deberán estar soportados por materiales no combustibles y no absorbentes. Los soportes deberán ser ajustables cuando sea factible.
 - iii) Contacto con materiales inflamables y otras superficies. Los tubos no deberán tener contacto con materiales inflamables y deberán estar ubicados donde no estén expuestos a daños materiales. Cuando los tubos trabajen a tensiones mayores de 7500 V, sus soportes deberán ser de material incombustible, no absorbente y deberán mantener una separación no menor de 6 mm entre el tubo y la superficie más próxima.
- d) Terminales y bases para electrodos de tubos de descarga.
- i) Terminales. Los terminales de los tubos deberán ser inaccesibles a personas no calificadas y deberán estar aisladas de material combustible y de metales puestos a tierra o deberán estar encerrados. Cuando estén encerrados, deberán estar separados de partes metálicas puestas a tierra y materiales combustibles, por material aislante no combustible y no

- absorbente aprobado para el uso, o por no menos de 4 cm de espacio de aire.
- Deberá aliviarse de esfuerzos a los terminales, mediante soportes independientes de los tubos.
- ii) Conexiones de los tubos por métodos distintos del uso de bases. Cuando los tubos no terminan en bases diseñadas para el uso, todas las partes activas de los terminales del tubo y conductores deberán ser soportadas en forma tal que se mantenga una separación de no menos de 4 cm entre conductores o entre conductores y algún metal puesto a tierra.
 - iii) Bases. Las bases para electrodos de los tubos deberán ser de material aislante, no combustible ni absorbente, aprobado para el uso.
 - iv) Boquillas. Cuando los electrodos penetren en la cubierta de un anuncio exterior o interior que opera a una tensión mayor de 7500 V, deberán emplearse boquillas a menos que se hayan provisto bases. El ensamble de electrodos terminales deberá estar soportado a no más de 15cm de los electrodos terminales.
 - v) Vidrieras. En los anuncios luminosos de tipo descubierto para vidrieras, los terminales deberán estar encerrados por bases.
 - vi) Sellado de bases y boquillas. Se permite usar sellos flexibles, no conductores, para tapar las aberturas entre el tubo y la base o boquillas para impedir la entrada de polvo o humedad. Este sello no deberá estar en contacto con material conductor puesto a tierra.
 - vii) Cubiertas de metal. Las cubiertas de metal para electrodos deberán ser de una lámina de espesor no menor de 0.64 mm (24 MSG).
 - viii) Cubiertas de material aislante. Las cubiertas de material aislante deberán ser no combustibles, no absorbentes y aprobadas para la tensión del circuito.
 - ix) Partes activas. Las partes activas deberán estar encerradas o adecuadamente resguardadas para prevenir cualquier contacto.
- e) Interruptores en puertas. Las puertas o cubiertas que den acceso a partes no aisladas de anuncios luminosos interiores o exteriores que excedan los 600 V y sean accesibles al público en general, deberán estar provistas con interruptores de enclavamiento que al abrir la puerta o cubierta desconecten el circuito primario, o deberán fijarse de manera que se requiera herramientas especiales para abrirlas.

- f) Alumbrado de realce fijo y anuncios del tipo de estructura para uso interior.
 - i) Soporte de tubo. Los tubos de gas de neón deberán soportarse independientemente de los conductores por medio de aisladores de material no combustible y no absorbente, tales como vidrio o porcelana, o suspenderse con conductores o cadenas adecuados.
 - ii) Transformadores. Los transformadores deberán estar instalados en cubiertas metálicas y tan cerca como sea posible del sistema de tubos de gas de neón.
 - iii) Conductores de alimentación. Los conductores alimentadores de los transformadores deberán estar encerrados en canalizaciones metálicas puestas a tierra o tubo rígido no metálico cuando está instalado de acuerdo a 4.5.18.
 - iv) Conductores de alta tensión. Los conductores de alta tensión deberán aislarse para la tensión del circuito y estar encerrados en canalizaciones metálicas puestas a tierra.

- g) Anuncios portátiles de tubos de gas de neón para vidrieras y uso interior.
 - i) Ubicación. Los anuncios portátiles de gas de neón deberán usarse sólo en interiores.
 - ii) Transformadores. Los transformadores deben ser de un tipo con ventanillas o estar dentro de una cubierta metálica.
 - iii) Conductores alimentadores. Los conductores de alimentación deberán consistir de cordones de tipo para uso pesado o extrapesado que contenga un conductor de protección. El cordón deberá tener una longitud no mayor de 3 m.
 - iv) Conductores de alta tensión. Los conductores de alta tensión deberán tener una longitud no mayor de 1.8.m y estar colocados donde no estén expuestos a daños mecánicos; deben ser aislados para la tensión del circuito y protegidos por un tubo de vidrio continuo u otros manguitos o tubos aislantes.
 - v) Puesta a tierra. Los transformadores y las partes conductivas deberán ponerse a tierra de acuerdo con 3.6.
 - vi) Soportes. Los anuncios portátiles interiores deben mantenerse en un lugar por un número de ganchos abiertos no mayor de dos, sujetos a la estructura del transformador.

5.9.2 Grúas y Elevadores de Carga

5.9.2.1 Alcance

Las prescripciones del presente acápite cubren la instalación de equipos eléctricos y los alambrados relacionados con grúas, elevadores de monorraíl y de todo tipo de carriles.

5.9.2.2 Requisitos para ubicaciones especiales

- a) Lugares peligrosos. Todo equipo que funcione en un lugar peligroso deberá cumplir con las prescripciones señaladas en 6.1.
- b) Materiales combustibles. Si la grúa, elevador, o elevador de monorraíl trabaja sobre materiales fácilmente combustibles, las resistencias eléctricas deberán colocarse en un gabinete bien ventilado, de material incombustible y construido de forma que no puedan proyectarse llamas o metal fundido.
Las resistencias pueden ser instaladas dentro de una cabina de material incombustible, la cual deberá encerrar a dichas resistencias desde el piso hasta por lo menos 15 cm por encima de ellas.

5.9.2.3 Instalaciones eléctricas

- a) Métodos de instalación. Los conductores deberán instalarse en canalizaciones o ser cables tipo MC o MI. Se exceptúa:
 - i) Los conductores de contacto.
 - ii) Tramos cortos de conductores desnudos utilizados a la vista en resistencias, colectores y demás equipos.
 - iii) Donde se necesiten conexiones flexibles para motores y equipo similar, se podrán utilizar conductores flexibles dentro de tubos metálicos pesado flexibles, tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos, cable multiconductor o una cubierta no metálica aprobada.
 - iv) Donde se utilice cable multiconductor en una estación de pulsadores suspendida, la estación deberá estar soportada de forma que los conductores no estén sometidos a esfuerzos de tracción.
- b) Accesorios terminales de canalizaciones. Los conductores que salgan de las canalizaciones deberán cumplir con una de las condiciones siguientes:

- i) Deberá usarse una caja o accesorio terminal provisto de agujeros con boquillas independientes para cada uno de los conductores, cuando se cambia el tipo de instalación de tubo metálico pesado, tubo metálico intermedio, tubo metálico liviano, cable con cubierta no metálica, cable metálico blindado, cable con aislante mineral o canalización de superficie, a conductores a la vista.

Un accesorio usado para este propósito no debe tener derivaciones ni empalmes y no debe ser usado como caja de salida para aparatos.

- ii) Se permitirá usar boquilla en lugar de una caja al final de un tubo metálico liviano, tubo metálico intermedio o tubo metálico pesado, cuando la canalización termina en controles no encerrados o equipos similares incluyendo conductores de contacto, colectores, resistencias, dispositivos de frenado, e interruptores limitadores de carga de un circuito.

- c) Tipos de conductores. Los conductores deberán cumplir con la Tabla 4-IV, salvo las siguientes excepciones:

- i) Los conductores expuestos al calor exterior o conectados a resistencias, deberán tener una cubierta exterior a prueba de fuego o deberán estar cubiertos con cinta aislante a prueba de fuego, ya sea individualmente o en grupo.
- ii) Los conductores de contacto a lo largo de caribes, puentes de grúas y monorrieles pueden ser desnudos, y deberán ser de cobre, aluminio, acero o combinaciones de estos metales en la forma de conductor duro de configuración cilíndrica, en T, perfiles angulares, rieles en T, u otras formas rígidas.

- d) Capacidad de corriente y sección de los conductores

- i) Capacidad de corriente. Las capacidades de corriente de los conductores deberán estar de acuerdo con la Tabla 5-XVII.

Para las capacidades de corriente entre los controles y las resistencias ver 5.2.2.2.

Otros aislantes indicados en la Tabla 4-IV y aprobados para las temperaturas y los lugares, pueden sustituir a los indicados en la presente Tabla.

Las corrientes permitidas en los conductores para motores de 10 minutos, deberán ser las correspondientes a motores de 30 minutos, aumentadas en un 12%.

Para cinco o más conductores en cada tubo, la capacidad de corriente de cada conductor deberá reducirse al 80% de los valores indicados en la Tabla.

Si la temperatura ambiente es mayor de 30° C, se deberán aplicar los factores de corrección de la Tabla 4-VII.

- ii) Sección mínima. Los conductores y controles, no deberán ser menores de 1.5 mm²; con las siguientes excepciones:
- En circuitos de control con no más de 7 A, se permitirá conductor de 0.75 mm² en cordones multiconductores.
 - En circuitos electrónicos se permitirán conductores no menores de 0.75 mm².
- iii) Conductores de contacto. Los conductores de contacto deberán tener una capacidad de corriente no menor que la indicada en la Tabla 5-XVII para 75° C, y en ningún caso deberán ser menores que los indicados en la siguiente Tabla:

TABLA 5-XVII
CAPACIDADES DE CORRIENTE PERMISIBLES EN AMPERES
DE CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS,
USADOS PARA MOTORES DE GRÚAS Y ELEVADORES DE CARGA CON
REGÍMENES DE TRABAJO DE CORTO TIEMPO
 No más de 4 conductores en cada tubo (Basadas en una temperatura ambiente de 30°C)

Temperatura máxima de operación	75°C		90°C	
	Tipos: TWH, THWN, XHHW Y SIMILARES		Tipos: FEP, FEPB, RHH, SA, THHN, XHHW Y SIMILARES	
Sección nominal mm ²	60 min	30 min	60 min	30 min
1.5	10	12	-	-
2.5	30	33	36	40
4	36	39	45	48
6	50	55	58	64
10	58	64	71	78
16	85	95	95	106
25	114	133	125	146
35	143	167	154	180
50	184	225	204	249
70	228	274	252	302
95	290	348	315	380
120	350	403	385	443
150	455	582	497	636
180	500	640	550	726
240	626	798	680	857

TABLA 5-XVIII
SECCIÓN MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES DE
CONTACTO

Distancia entre aisladores de tracción terminales o soportes intermedios tipo de mordaza	Mínima sección del conductor mm²
0 – 9m	16
más de 9 – 18 m	25
más de 18m	35

iv) Cálculo de la carga de motores.

- Para un motor, úsese el 100% de la capacidad de corriente a plena carga indicada en la placa de características.
- Para motores múltiples en una grúa o elevador, la capacidad de corriente mínima de los conductores del circuito que alimenta una grúa o elevador, deberá ser igual a la capacidad a plena carga en Amperes indicada en la placa del motor de mayor corriente nominal o grupos de motores para cualquier movimiento simple de la grúa, más el 50% de la capacidad a plena carga en Amperes, indicada en la placa del motor inmediato de mayor corriente nominal o grupo de motores, usando la columna de la Tabla 5-XVII que se aplica al motor con el mayor tiempo de régimen de trabajo.
- Para grúas o elevadores múltiples alimentados por un sistema de conductor común se calculará la capacidad de corriente mínima del motor para cada grúa de acuerdo con la presente cláusula y se sumarán todas, y se multiplicará la suma por el factor de demanda adecuado de la Tabla 5-XIX.

TABLA 5-XIX
FACTORES DE DEMANDA

Número de grúas o elevadores	Factor de demanda
2	0.95
3	0.91
4	0.87
5	0.84
6	0.81
7	0.78

- v) Otras cargas. Las cargas adicionales, tales como calefacción, alumbrado y aire acondicionado, deberán regirse por la aplicación de los acápites apropiados del presente Tomo.
- vi) Placa de características. Cada grúa, o elevador deberá tener una placa visible que indique el nombre del fabricante, las características nominales de tensión, frecuencia, número de fases y la capacidad de corriente del circuito calculada según las cláusulas iv) y v) anteriores.
- e) Conductor de retorno común. Donde una grúa o elevador de carga es accionado por más de un motor, puede utilizarse un conductor de retorno común de una capacidad de corriente adecuada.

5.9.2.4 Conductores de contacto

- a) Instalación. Los conductores de contacto deberán cumplir con las Disposiciones siguientes:
 - i) Ubicación y resguardo. Los conductores de contacto deberán estar ubicados o resguardados de manera que las personas no puedan tocar inadvertidamente las partes energizadas.
 - ii) Hilos de contacto. Los hilos que se utilicen como conductores de contacto, deberán estar fijados en los extremos por medio de aisladores de tracción aprobados y estar montados sobre aisladores aprobados, de tal manera que el límite del desplazamiento del hilo no lo aproxime a más de 4 cm de la superficie sobre la que está instalado.
 - iii) Soportes a lo largo de vías. Los conductores de contacto principales instalados a lo largo de las vías, deberán estar sostenidos por soportes aislantes colocados a intervalos no mayores de 6 m, exceptuándose lo mencionado en vi) que sigue.
Dichos conductores deberán estar separados entre sí no menos de 15 cm, salvo los de elevadores en monorraíl donde puede haber una separación no menor de 7.5 cm. Donde sea necesario, los intervalos entre los soportes aislantes pueden ser aumentados hasta 12 cm, aumentando proporcionalmente la separación entre conductores.
 - iv) Soportes sobre puentes. Los conductores de contacto sobre puentes deberán estar separados del puente por lo menos en 7 cm y cuando el tramo del puente es mayor de 24 m deberán colocarse soportes aislantes a intervalos no mayores de 15 m.
 - v) Soportes para conductores rígidos. Los conductores a lo largo de vías y puentes de grúas, los cuales son del tipo rígido especificado

en 5.9.2.3 c) ii), y que no estén dentro de un conjunto encerrado aprobado, deberán instalarse sobre soportes aislantes, a intervalos no mayores de 80 veces la dimensión vertical del conductor pero en ningún caso mayor de 4.50 m y separados suficientemente para dar una separación eléctrica definida de los conductores o colectores adyacentes no menor de 2.5 cm.

- vi) Vías o carril como conductor del circuito. Los monorrieles, rieles de tranvía o vías de la grúa pueden ser utilizados como conductores de corriente para una fase de un sistema trifásico de alimentación de un transportador, grúa o trole, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

Los conductores que alimentan las otras dos fases están aislados.

- El suministro de energía para todas las fases se obtiene a través de un transformador de aislamiento.
- La tensión no es mayor de 300 V
- El riel que sirve como conductor está efectivamente puesto a tierra en transformador, pudiendo ponerse a tierra por los accesorios utilizados para la suspensión o fijación del riel a la edificación o estructura.

- vii) Continuidad eléctrica de los conductores de contacto. Todos los tramos de los conductores de contacto deberán estar mecánicamente unidos para asegurar una conexión eléctrica continua.

- viii) Alimentación de otros equipos. Los conductores de contacto no deberán ser utilizados como alimentadores de otros equipos que no sean la grúa o grúas para las cuales fueron inicialmente destinados.

- b) Colectores. Los colectores deberán diseñarse de forma que se reduzca al mínimo el chisporroteo entre ellos y los conductores de contacto, y cuando trabajen en locales utilizados para el almacenamiento de fibras y materiales fácilmente inflamables, deberán cumplir con lo prescrito en 6.4.13.

5.9.2.5 Medios de desconexión

- a) Medios de desconexión de los conductores de vías. Deberá instalarse un medio de desconexión, que tenga una capacidad continua de corriente no menor que la calculada en 5.9.2.3 d) iv) y v), entre los conductores de contacto de vía y el suministro de energía. Este medio de desconexión deberá ser un interruptor de motor o un disyuntor. Dicho medio de desconexión deberá ser fácilmente accesible y manejable desde el nivel del piso, deberá

asegurarse en la posición de abierto y deberá desconectar simultáneamente todos los conductores activos. Además deberá estar ubicado a la vista desde la grúa o elevador de carga y desde los conductores de contacto de vía.

- b) Medios de desconexión para grúas y elevadores de monorriel. Un interruptor de circuito de motor o un disyuntor que pueda bloquearse en la posición de abierto, deberá instalarse en los terminales de los conductores de contacto de vía en todas las grúas y elevadores de monorriel. Se permitirá la omisión del medio de desconexión, cuando la instalación de grúas o elevadores de monorriel reúna todas las condiciones siguientes:
 - i) La unidad se controla desde el piso.
 - ii) Sólo una unidad es alimentada por el sistema de conductores de vías u otra fuente de energía.
 - iii) La unidad está a la vista desde los medios de desconexión.
 - iv) No hay plataforma fija para hacerle el servicio a la unidad.Cuando estos medios de desconexión no sean fácilmente accesibles desde el puesto de mando de la grúa o elevador de monorriel, deberá disponerse medios para interrumpir el circuito de todos los motores de la grúa o elevador de monorriel en dicho puesto de mando.
- c) Capacidad de los medios de desconexión. La capacidad en Amperes del interruptor o disyuntor requerido por 5.9.2.5 b) no deberá ser menor que el 50% de la suma de los Amperes nominales de corto tiempo de los motores, ni menor que el 75% de la suma de los Amperes nominales de corte tiempo de los motores necesarios para cualquier movimiento simple.

5.9.2.6 Protección contra sobrecorriente

- a) Alimentadores, conductores de vía. Los conductores de suministro de vía y los conductores principales de contacto de una grúa o monorriel deberán estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de capacidad o ajuste no mayor que la mayor capacidad o ajuste de cualquier dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado, más la suma de las capacidades de placa de las otras cargas, aplicando los factores de demanda indicados en la Tabla 5-XIX.

- b) Protección de circuitos derivados. Deberán protegerse como sigue:
- i) Capacidad de los fusibles o del disyuntor. Los circuitos derivados de motores de grúas, elevadores y elevadores de monorraíl deberán protegerse con fusibles o disyuntores de tiempo inverso con capacidad de acuerdo a la Tabla 5-XV. Se permitirá tomar derivaciones a circuitos de control desde el lado de la carga del dispositivo de protección del circuito derivado, siempre que cada derivación y pieza de equipo estén protegidos en forma apropiada. Deberán considerarse las siguientes excepciones:
 - Cuando dos o más motores actúan en un simple movimiento, la suma de sus corrientes nominales de placa deberá considerarse como la de un sólo motor en los cálculos anteriores.
 - Se podrán conectar dos o más motores al mismo circuito derivado, si la capacidad de corriente de una derivación a un sólo motor es menor que una tercera parte que la del circuito derivado y si cada motor está protegido contra sobrecarga de acuerdo a 5.9.2.6 c).
 - ii) Derivaciones a bobinas de freno. Las derivaciones a bobinas de freno no necesitan protección contra sobrecorriente separada.
- c) Protección contra sobrecarga del motor. Cada motor deberá estar protegido contra sobrecarga por uno de los medios siguientes:
- i) Un motor deberá considerarse protegido cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado reúne los requisitos de capacidad del párrafo 5.9.2.6 b).
 - ii) Elementos de relés de sobrecarga en cada conductor activo del circuito, con todos los elementos térmicos de relés protegidos contra cortocircuitos por la protección del circuito derivado.
 - iii) Dispositivo o dispositivos sensibles al calor, a la temperatura del motor o a la temperatura y corriente, que estén térmicamente en contacto con los bobinados del motor. Un elevador o trole se considera protegido si el dispositivo sensible a la temperatura está conectado en el circuito del interruptor de fin de carrera que controla el límite superior del elevador, de manera que se impida su funcionamiento cuando exista una sobrecarga en cualquier motor. Se exceptúa lo siguiente:
 - Si el motor es controlado manualmente con control de retorno de resorte, el dispositivo de protección contra sobrecarga no necesita proteger el motor contra condiciones del rotor bloqueado.

- Cuando dos o más motores accionan un sólo trole, vagoneta o puente y están controlados como una unidad por un sólo juego de dispositivos de sobrecarga con una capacidad igual a la suma de sus corrientes de plena carga. Un elevador de carga o trole se considera protegido si el dispositivo sensible a la temperatura está conectado en el circuito del interruptor de fin de carrera que controla el límite superior del elevador, de manera que impida su funcionamiento cuando exista una sobretemperatura en cualquier motor.
- Los elevadores y elevadores de monorraíl y sus troles que no se empleen como una parte de una grúa de carriles elevados no requieren protección individual de motor siempre que el motor de mayor potencia no sea mayor de 7.5 HP y que todos los motores se controlen manualmente por un operador.

5.9.2.7 Control

- a) Controles separados. Cada motor deberá estar provisto de un control individual; con las siguientes excepciones:
 - i) Cuando dos o más motores accionan un sólo elevador, carro, furgón o puente, se permitirá utilizar un sólo control.
 - ii) Un control se puede usar para varios motores siempre que tenga una capacidad nominal en HP no menor que la del motor de mayor potencia, o cuando se accione sólo un motor a la vez.
- b) Protección contra sobrecorriente. Los conductores de circuitos de control deberán protegerse contra sobrecorriente. Los circuitos de control deberán considerarse protegidos por dispositivos de sobrecorriente con capacidad o ajuste no mayor del 300% de la capacidad de corriente de los conductores de control, salvo las siguientes excepciones:
 - i) Las derivaciones a transformadores de control deberán considerarse protegidas, cuando el circuito secundario esté protegido por un dispositivo con capacidad o ajuste no mayor que el 200% de la capacidad de corriente del secundario del transformador, y no mayor que el 200% de la capacidad de corriente de los conductores del circuito de control.
 - ii) Dichos conductores deberán considerarse protegidos adecuadamente por los dispositivos de sobrecorriente del circuito derivado donde la apertura del circuito de control produzca un riesgo, por ejemplo, el circuito de control de una grúa para metal fundido.

- c) Interruptor de fin de carrera. Deberá instalarse un interruptor de fin de carrera u otros dispositivos para impedir que la carga sobrepase el límite superior del recorrido de todos los mecanismos elevadores.
- d) Espacio libre. La dimensión del espacio de trabajo para tener acceso a partes activas que requieren revisión, ajuste, servicio o mantenimiento, no deberá ser menor de 76 cm. Cuando los controles estén encerrados en gabinetes, las puertas deberán abrirse por lo menos 90 grados, o ser retirables.

5.9.2.8 Puesta a tierra

- a) Todas las partes conductivas de grúas, elevadores de monorraíl, elevadores de carga y sus accesorios, incluyendo los controles colgantes o suspendidos, deberán estar metálicamente unidos entre sí formando un conductor eléctrico continuo, de forma que toda la grúa o el elevador de carga esté puesto a tierra de acuerdo con 3.6.
- b) Las partes en movimiento, salvo los accesorios o aditamentos retirables o fijaciones que tengan superficies de contacto de metal con metal, deberán considerarse como conectadas eléctricamente entre sí a través de las superficies de contacto, para los efectos de la puesta a tierra.
- c) Las armazones del trole y del puente deberán considerarse eléctricamente puestas a tierra a través de las ruedas del puente y del trole y sus respectivos rieles, a menos que las condiciones locales, tales como pintura y otro material aislante, impidan obtener contacto seguro de metal a metal. En este caso deberá proveerse un conductor de puesta a tierra independiente.

5.9.3 Ascensores, Montacargas, Escaleras Mecánicas y Pasillos Móviles

5.9.3.1 Generalidades

- a) Alcance. El presente acápite deberá aplicarse al equipo eléctrico e instalaciones utilizados en relación con ascensores, montacargas, escaleras mecánicas y pasillos móviles.
- b) Limitaciones de tensión. La tensión nominal utilizada en los circuitos de señales y control, equipos de mando, motores de accionamiento de máquinas,

frenos de máquinas y grupos motor-generator empleados en ascensores, montacargas, escaleras mecánicas y pasillos móviles, no deberá ser mayor de:

i) Para circuitos de señalización, de control de operación y equipos afines, incluyendo los motores que accionen las puertas: 300 V.

Podrán utilizarse tensiones mayores para corriente alterna en frecuencias de 25 a 60 Hz o en corriente continua, siempre que la corriente del sistema no exceda en ningún caso de 8 mA en corriente alterna o 30 mA en corriente continua.

ii) Para motores de accionamiento de máquinas, frenos de máquinas y grupos motor-generator: 600 V.

Podrán utilizarse tensiones mayores para los motores de accionamiento de grupos motor-generator.

c) Protección de las partes activas. Todas las partes activas de los aparatos eléctricos en los pozos de ascensores, en las paradas, dentro o sobre las cabinas de ascensores y montacargas, o en los pozos y paradas de las escaleras mecánicas o pasillos móviles, deberán estar encerradas para protegerlas de contactos accidentales.

5.9.3.2 Conductores

a) Aislamiento de los conductores. El aislante de los conductores instalados en relación con ascensores, montacargas, escaleras mecánicas y pesillos móviles, deberá cumplir con todos los siguientes requisitos:

i) Alambrado de los tableros de control. Los conductores desde los tableros alas resistencias del circuito principal deberán ser retardantes a la llama y adecuados para una temperatura no menor de 90° C. Todo el alambrado restante de los tableros deberá ser retardante a la llama y resistente a la humedad.

ii) Cables móviles. Los cables móviles utilizados como conexiones flexibles entre la cabina del ascensor o montacargas y la canalización, deberán ser cables para ascensores de los tipos indicados en la Tabla 4-IX, o de otros tipos aprobados.

iii) Otros alambrados. Todos los conductores colocados en las canalizaciones, dentro o sobre las cabinas de ascensores y montacargas, en los pozos de escaleras mecánicas y pesillos móviles; y en la sala de máquinas de ascensores, montacargas, escaleras mecánicas y pasillos móviles, deberán tener un aislante retardante a la llama y resistente a la humedad.

iv) Espesor del aislante. El espesor del aislante de todos los conductores deberá ser el adecuado para la tensión a la cual estos serán sometidos.

b) Sección mínima de los conductores. La sección mínima de los conductores utilizados para el alambrado de ascensores, montacargas, escaleras mecánicas y pasillos móviles, con excepción de los conductores que forman parte integral del equipo de control, deberá ser como sigue:

i) Cables móviles

- Para circuitos de alumbrado: 1.5 mm^2 .

Se podrán utilizar en paralelo conductores de 0.75 mm^2 o mayores, siempre que la capacidad de corriente sea equivalente por lo menos, a la del conductor de 1.5 mm^2

- Para circuitos de control de operación y señalización: 0.75 mm^2

ii) Otros alambrados. Todos los circuitos de control de operación y de señalización: 0.75 mm^2 .

c) Conductores del circuito del motor. Los conductores que alimentan motores de ascensores, montacargas, escaleras mecánicas o pesillos móviles deberán tener una capacidad de corriente de acuerdo con las cláusulas i), ii) y iii) que siguen, basada en la corriente nominal de la placa de características de los motores. Para el control de campo del generador, la capacidad de corriente deberá estar basada en la corriente nominal de la placa de características del motor de accionamiento del grupo motor generador que suministra la potencia al motor del ascensor.

i) Conductores que alimenten un sólo motor. Los conductores que alimenten un sólo motor deberán tener una capacidad de corriente de acuerdo con 5.2.2.1 y la Tabla 5-VII.

ii) Conductores que alimenten varios motores. Los conductores que alimenten varios motores deberán tener una capacidad de corriente no menor del 125% de la corriente nominal de la placa de características del motor de mayor potencia en el grupo, más la suma de las corrientes nominales de las placas de características de los demás motores del grupo.

iii) Factor de demanda del alimentador. Se podrán instalar conductores para el alimentador, de menor capacidad de corriente que la requerida por la cláusula anterior, de acuerdo a lo señalado en 5.2.2.5.

5.9.3.3 Instalación

a) Métodos de instalación. Los conductores ubicados en los pozos de ascensores, pozos de escaleras mecánicas y pasillos móviles, dentro o sobre las cabinas, en salas de máquinas y de control, sin incluir Los cables móviles de conexión de la cabina con el alambrado en el túnel del ascensor, deberán ser instalados en tubería metálica pesada, tubería metálica intermedia, tubería

metálica liviana, canales metálicos, cables tipo MC, MI o similar, con las siguientes excepciones:

- i) Se podrá utilizar tubería metálica flexible o cable tipo AC o similar, en los pozos de ascensores y en pozos de escaleras mecánicas y pasillos móviles, para el tendido de conductores de un piso a otro, entre interruptores de fin de carrera, enclavamientos eléctricos, pulsadores de accionamiento y dispositivos similares.
 - ii) Podrán utilizarse tramos cortos de tubería metálica pesada flexible o cables tipo AC o similar sobre las cabinas cuando estén colocados de manera que queden fuera del alcance del aceite y estén firmemente asegurados.
 - iii) Se podrán utilizar cordones de los tipos S, SO, STO, ST o similares, como conexiones flexibles entre el alambrado fijo sobre la cabina y los interruptores en las puertas o entradas de las cabinas. Estos cordones se podrán usar como conexiones flexibles para el alumbrado de la cabina. Los aparatos de alumbrado deberán ponerse a tierra por medio de un conductor de protección que va junto con los conductores del circuito.
 - iv) Los conductores entre tableros de mando y motores de máquinas, frenos de máquinas y grupos motor-generator, que sean de una longitud no mayor de 1.80 m, podrán ser agrupados y encintados o atados, sin instalarlos dentro de una canalización, siempre que el encintado o atado, se recubra con pintura aislante. Tales grupos de conductores deberán estar fijados a intervalos no mayores de 0.90 m y colocados de manera que no sufran daños materiales.
- b) Alimentación del alumbrado. En Instalaciones con varios ascensores, el alumbrado de cada uno de ellos deberá alimentarse de circuitos derivados independientes.

5.9.3.4 Instalación de conductores

- a) Accesorios terminales de canalizaciones. Los conductores que salgan de las canalizaciones deberán cumplir con las Disposiciones de 4.1.1.15 b). En lugares donde los tubos salgan del piso y terminen en un medio distinto de una caja para alambrado, deberán prolongarse por lo menos 15 cm sobre el piso.

- b) Canales metálicos con tapa. El párrafo 4.5.25.5 b) no deberá aplicarse a los canales metálicos con tapa en Instalaciones de ascensores, montacargas, escaleras mecánicas y pasillos móviles. La suma de las secciones rectas de los conductores individuales en un canal metálico con tapa no deberá ser mayor del 50% de la sección recta interior del canal. Los tramos verticales de canales metálicos deberán estar firmemente fijados a intervalos no mayores de 4.50 m y no deberá haber más de una unión entre soportes. Las secciones de canales metálicos contiguos deberán asegurarse entre sí, para proporcionar una unión rígida.
- c) Número de conductores en otras canalizaciones. La suma de las secciones rectas de los conductores de circuitos de control y operación en canalizaciones no deberá ser mayor del 40% de la sección recta interior de la canalización; excepto en canales metálicos con tapa de acuerdo a lo permitido en el párrafo b) anterior.
- d) Soportes. Los soportes para cables o canalizaciones en los pozos de ascensores o pozos de escaleras mecánicas o pasillos móviles, deberán estar firmemente asegurados al riel grúa o a la estructura del túnel del ascensor o pozo.
- e) Canales auxiliares. Los canales auxiliares no deberán estar sujetos a las restricciones de 4.8.2 en cuanto a la longitud, ó 4.8.5 en cuanto al número de conductores.
- f) Sistemas diferentes en una canalización o cable móvil. Los conductores para circuitos de operación, control, fuerza, señalización y alumbrado, de tensiones de 600 V o menos podrán instalarse en un mismo cable móvil o sistema de canalización siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima de operación y que todas las partes activas del equipo estén aislados de tierra para esta tensión máxima. Dicho cable móvil o canalización podrá llevar también un par de conductores telefónicos para el teléfono de la cabina, siempre que dicho par esté aislado para la tensión máxima de operación.
- g) Alambrado en pozos de ascensores. Los alimentadores principales que suministran energía a los ascensores y montacargas deberán ser instalados fuera del pozo del ascensor. Solamente se podrán instalar en el pozo del ascensor el alambrado eléctrico, la tubería y

el cable utilizado en conexión directa con el ascensor o montacargas, incluyendo el alambrado para señales, de comunicación con la cabina, alumbrado y ventilación de la cabina y el alambrado para el sistema de detección de fuego del pozo del ascensor.

- h) Equipos eléctricos en garajes y locales similares. Los equipos eléctricos y el alambrado usado para ascensores, montacargas, escaleras mecánicas y pasillos móviles en garajes, deberán cumplir con los requisitos de 6.5.

Los equipos y el alambrado ubicados en la parte inferior de la plataforma de la cabina deberán considerarse como ubicados en áreas peligrosas.

- i) Montacargas de acera. Los montacargas de acera con puertas en las aceras, ubicados en el exterior de la edificación, deberán tener el alambrado eléctrico en tubo metálico pesado, tubo metálico intermedio, tubo metálico pesado flexible hermético a líquidos o tubo metálico liviano; y todas las salidas, interruptores, cajas de paso y sus accesorios, deberán ser a prueba de intemperie.

5.9.3.5 Cables móviles

- a) Suspensión de cables móviles. Los cables móviles deberán suspenderse de la cabina y de los extremos del pozo del ascensor de manera que se reduzcan al mínimo los esfuerzos aplicados a los conductores individuales.

Los cables móviles deberán suspenderse por uno de los siguientes medios:

- Por un refuerzo de acero.
- Asegurando los cables alrededor de soportes para longitudes no soportados menores de 30 m.
- Suspendiéndolos de los soportes por medios que automáticamente se apreten alrededor del cable, cuando la tensión mecánica es aumentada.

- b) Lugares peligrosos. En lugares peligrosos los cables móviles deberán ser de un tipo aprobado para dichos emplazamientos y deberán ser fijados a gabinetes a prueba de explosión como está especificado en 6.2.10.

- c) Ubicación y protección de los cables. Los soportes de los cables móviles deberán colocarse de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños debidos a contactos de los cables con la construcción o equipo que esté en el interior del pozo del ascensor. Cuando sea necesario deberán instalarse los resguardos adecuados para proteger los cables contra daños.

5.9.3.6 Control

- a) Medio de desconexión. Los ascensores, montacargas, escaleras mecánicas y pasillos móviles, deberán tener un medio individual para desconectar de cada unidad todos los conductores activos de alimentación.

En Instalaciones de cabinas individuales o múltiples, cuando se usen alimentaciones separadas para iluminación, señalización u otros equipos comunes al grupo, deberá proveerse un medio de desconexión por separado que interrumpa todos los conductores activos de dichas alimentaciones.

Cuando sea necesario efectuar interconexiones entre tableros de control para el funcionamiento de Instalaciones con sistemas de cabinas múltiples, que permanecen energizados desde una fuente diferente al medio de desconexión, deberá colocarse una señal de alarma adyacente a dicho medio de desconexión. La señal debe ser claramente legible y decir “Cuidado - Partes de este panel de control no son desenergizadas por este interruptor”.

- i) Tipo. El medio de desconexión deberá ser un interruptor de circuito de motor, encerrado y de operación externa, o un disyuntor que pueda asegurarse en la posición de abierto.

No deberá existir ningún medio para cerrar este dispositivo desde cualquier otro lugar; además, ningún disyuntor deberá ser abierto automáticamente por el sistema de alarma contra incendio.

- ii) Ubicación. El medio de desconexión deberá estar ubicado en un lugar fácilmente accesible a personas calificadas. Cuando sea posible, el medio de desconexión deberá colocarse adyacente a la puerta de la sala de máquinas.

- En ascensores controlados por corriente alterna y por medio de reóstato, el medio de desconexión deberá colocarse en las cercanías del control. Cuando el motor no se encuentre en las cercanías del control, deberá instalarse en el motor un interruptor manual, conectado en el circuito de control para evitar el arranque.

- En ascensores con grupos motor-generator, el medio de desconexión deberá instalarse en un lugar visible desde el arrancador del motor que impulsa el conjunto motor-generator. Si el medio de desconexión no se encuentra a la vista desde la máquina elevadora, tablero de control, o conjunto motor-generator, deberá instalarse un interruptor manual adicional adyacente al equipo, conectado en el circuito de control para evitar el arranque.

- b) Protección de fases. Los ascensores eléctricos impulsados por motores polifásicos de corriente alterna, deberán estar provistos de un dispositivo que impida el arranque del motor del elevador cuando:
- La rotación de fases esté invertida.
 - Exista una falla en cualquier fase.

5.9.3.7 Protección contra sobrecorriente

La protección contra sobrecorriente deberá hacerse según se indica a continuación:

- a) Circuitos de operación y de control. Los circuitos de operación y control y los de señalización deberán estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con 7.4.2.2.
- b) Motores
- i) Los motores que accionan ascensores, montacargas y los de los grupos motor-generator, deberán estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con 5.2.3.2, y deberán ser clasificados como de servicio intermitente.
 - ii) Los motores que accionen las máquinas de las escaleras mecánicas y de los pasillos móviles, deberán estar protegidos contra sobrecorriente conforme a 5.2.3.1 y deberán ser clasificados como de servicio continuo.
 - iii) Los motores que accionen las máquinas de las escaleras mecánicas y de pasillos móviles y los motores de los grupos motor-generator, deberán protegerse contra sobrecarga de acuerdo con la Tabla 5-IX

5.9.3.8 Sala de máquinas

- a) Resguardo del equipo. Los motores que accionen ascensores, montacargas, escaleras mecánicas y pasillos móviles, los grupos

motor-generador, así como los controles; equipo auxiliar de control y medios de desconexión, deberán instalarse en una sala reservada para este uso. La sala deberá estar resguardada para evitar el acceso a personas no autorizadas.

Los controles de montacargas, escaleras mecánicas o pasillos móviles, se podrán instalar fuera del lugar indicado anteriormente, siempre que estén encerrados en gabinetes con puertas o paneles removibles que puedan cerrarse en forma segura y que los medios de desconexión estén colocados adyacentes a los controles. Tales gabinetes pueden ser montados en las barandas laterales lejos de los escalones móviles o de la plataforma rodante.

- b) Espacio libre o de trabajo alrededor de los tableros de control. Se deberá proveer el suficiente espacio libre o de trabajo alrededor de los tableros de control a fin de proporcionar seguridad y el acceso a las partes activas del equipo para el mantenimiento y ajuste. El espacio mínimo de trabajo alrededor de las partes activas y tableros de control no deberá ser menor que el indicado en 2.1.15.

Cuando el tablero de control se encuentre instalado en el mismo lugar que las máquinas motrices y no sea posible considerar los espacios indicados en 2.1.15, los mismos podrán omitirse siempre que el tablero completo esté dispuesto de forma que pueda ser sacado fácilmente del lugar de la máquina y esté provisto de terminales flexibles para todas las conexiones exteriores.

Cuando los tableros de control no estén instalados en el mismo lugar que las máquinas motrices, deberán montarse en gabinetes con puertas o paneles removibles que puedan asegurarse en la posición de cerrado. Tales gabinetes pueden ser montados en las barandas laterales, lejos de los escalones móviles o de la plataforma rodante.

5.9.3.9 Puesta a tierra

- a) Canalizaciones metálicas fijadas a las cabinas. Las tuberías metálicas y cables tipo MC, AC o similar, que estén fijados a las cabinas de ascensores, deberán ser conectados a las partes metálicas puestas a tierra de la cabina.
- b) Ascensores eléctricos. En los ascensores eléctricos, las armazones de todos los motores, controles y las cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos dentro o fuera de la cabina o en el pozo del ascensor, deberán ser puestos a tierra.

- c) Ascensores no eléctricos. En los ascensores que no se accionen eléctricamente, cuando cualquier conductor esté fijado a la cabina, la estructura metálica de la cabina si es normalmente accesible a personas, deberá ser puesta a tierra.
- d) Puerta a tierra inherente. El equipo montado sobre elementos de la estructura metálica de una edificación deberá ser considerado como puesto a tierra. Las estructuras metálicas de las cabinas sostenidas por cables metálicos unidos o deslizándose sobre poleas o tambores de las máquinas elevadoras, deberán ser consideradas como puestas a tierra si la máquina está puesta a tierra de acuerdo con 3.6.

5.9.3.10 Sobrevelocidad

- a) Protección contra la velocidad excesiva en ascensores. Bajo condiciones de reparación deberá incluirse todas las cargas hasta las cargas nominales para ascensores de carga y todas las cargas hasta el 125% de las cargas nominales para ascensores de pasajeros.
- b) Dispositivos limitadores de velocidad del grupo motor-generador. Los grupos motor-generador accionados por motores de corriente continua y utilizados para el funcionamiento en corriente continua de los motores de los ascensores, deberán estar provistos de dispositivos limitadores de velocidad, como lo exige 5.2.7.9, para impedir que el ascensor pueda alcanzar en cualquier momento una velocidad mayor del 125% de su velocidad nominal.
- c) Sistema de emergencia. Un ascensor podrá ser accionado por un sistema eléctrico de emergencia siempre que la instalación cumpla con el párrafo a) anterior.
Donde el sistema de emergencia esté diseñado para accionar un sólo ascensor al mismo tiempo, el medio destinado a absorber la energía regenerada por el ascensor, si es requerido, podrá colocarse del lado de alimentación de los medios de desconexión, siempre que los demás requisitos de 5.9.3.10 a) estén satisfechos cuando se haga funcionar cualquiera de los ascensores que el sistema puede alimentar.
 - i) Otras cargas de la edificación, tales como las de fuerza y de alumbrado, que puedan ser alimentadas por el sistema de

emergencia, no deben considerarse como medios de absorber la energía regenerada por los ascensores, en lo que respecta el cumplimiento de 5.9.3.10 a), a menos que estas cargas estén alimentadas a su plena capacidad por el sistema de emergencia cuando se energiza el ascensor.

- ii) El medio de desconexión previsto en 5.9.3.6 a) deberá desconectar tanto el sistema de emergencia como el sistema normal de alimentación.

5.9.4 Soldadores Eléctricos

5.9.4.1 Alcance

El presente acápite abarca los soldadores de arco, los soldadores por resistencia y otros equipos similares de soldadura que se alimenten de un sistema eléctrico.

5.9.4.2 Soldador de arco de corriente continua con transformador y rectificador

- a) Capacidad de corriente de los conductores. La capacidad de corriente de los conductores de soldadores de arco con transformador y rectificador deberá cumplir con lo siguiente:
 - i) Soldadores individuales. La capacidad de corriente de los conductores de alimentación no deberá ser menor que los valores determinados multiplicando la corriente primaria nominal en Amperes, dada en la placa del soldador, por un factor que considera el ciclo de trabajo o el régimen de tiempo del soldador.

Ciclo de trabajo (%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20 ó menos
Multiplicador	1.00	0.95	0.89	0.84	0.78	0.71	0.63	0.55	0.45

Para un soldador que tenga un régimen de tiempo de una hora, el factor multiplicador deberá ser de 0.75.

- ii) Grupos de soldadores. La capacidad de corriente de los conductores que alimentan un grupo de soldadores podrá ser menor que la suma de las corrientes determinadas de acuerdo a la cláusula anterior. La capacidad de corriente deberá determinarse en cada caso, de acuerdo a la carga del soldador basada en el uso que se haga de cada uno de ellos y considerando que todos no trabajarán al mismo tiempo. El

valor de carga utilizado para cada soldador deberá tener en cuenta tanto la magnitud de la carga como su duración.

Las capacidades de los conductores que estén basadas en el 100% de la corriente determinadas de acuerdo a la cláusula i) anterior para los dos soldadores de mayor potencia, en el 85% para el soldador tercero en potencia, en el 70% para el soldador cuarto en potencia, y en el 60% para los soldadores restantes, proporcionarán un amplio margen de seguridad bajo condiciones de producción máxima con respecto a la temperatura máxima permisible en los conductores. Valores de porcentaje inferiores a los dados serán permisibles en el caso que el régimen de trabajo de los soldadores no sea intenso.

- b) Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los soldadores de arco con transformador y rectificador, deberá cumplir con lo indicado en las cláusulas i) y ii) que siguen. Si la capacidad nominal más próxima del dispositivo de sobrecorriente es menor que el valor especificado en este párrafo, o si esta capacidad nominal o ajuste ocasiona una apertura innecesaria del dispositivo de protección, podrá utilizarse la capacidad nominal o ajuste inmediatamente superior.
 - i) Para soldadores. Cada soldador deberá tener una protección contra sobrecorriente calibrada a no más del 200% de la corriente nominal del primario del soldador. No se requiere esta protección cuando los conductores de alimentación estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente calibrado a no más del 200% de la corriente nominal del primario del soldador.
 - ii) Para conductores. Los conductores que alimenten uno o más soldadores deberán protegerse por un dispositivo de sobrecorriente calibrado a no más del 200% de la capacidad de corriente de los conductores.
- c) Medios de desconexión. Deberá proveerse un medio de desconexión en la alimentación de cada soldador de arco con transformador y rectificador si no tiene uno que forme parte integral del mismo.

El medio de desconexión deberá ser un interruptor manual o un disyuntor, y su capacidad nominal no deberá ser menor que la

necesaria para cumplir con lo establecido en el párrafo b) anterior.

- d) Marcación. Cada soldador de arco con transformador y rectificador deberá estar provisto de una placa de características en la cual se indique: nombre del fabricante, frecuencia, número de fases, tensión primaria, corriente nominal en el primario, tensión máxima en el secundario a circuito abierto, corriente nominal en el secundario, y bases que sirvieron para fijar la capacidad, tales como el ciclo de trabajo o régimen de tiempo.

5.9.4.3 Soldadores de arco con grupo motor-generator

- a) Capacidad de corriente de los conductores de alimentación. La capacidad de corriente de los conductores para soldadores de arco con grupo motor-generator, deberá cumplir con lo siguiente:
- i) Soldadores individuales. La capacidad de corriente de los conductores de alimentación no deberá ser menor que el valor de la corriente determinada multiplicando la corriente primaria nominal en Amperes, indicada en la placa de características del soldador, por un factor que considera el ciclo de trabajo o el régimen de tiempo de los soldadores.

Ciclo de trabajo (%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20 ó menos
Multiplicador	1.00	0.96	0.91	0.86	0.81	0.75	0.69	0.62	0.55

Para un soldador que tenga un régimen de tiempo de una hora, el factor multiplicador deberá ser de 0.80.

- ii) Grupo de soldadores. La capacidad nominal de corriente de los conductores que alimentan un grupo de soldadores podrá ser menor que la suma de las corrientes determinadas de acuerdo a la cláusula i) anterior. La capacidad nominal de corriente de los conductores deberá determinarse en cada caso de acuerdo a la carga del soldador basada en el uso que se haga de cada uno de ellos y considerando que todos no trabajarán al mismo tiempo. El valor de carga utilizado para cada soldador deberá tener en cuenta tanto la magnitud como la duración de la carga. Los conductores cuya capacidad nominal de corriente esté basada en el 100% de la corriente determinada de acuerdo con la cláusula i) anterior para los dos soldadores de mayor potencia, en el 85% para el soldador tercero en potencia, en el 70% para el soldador cuarto en potencia y en el 60% para todos

los soldadores restantes, proporcionarán un amplio margen de seguridad bajo condiciones de máxima producción con respecto a la temperatura máxima permisible en los conductores. Valores de porcentaje menores que los dados serán permisibles en el caso que el régimen de trabajo de los soldadores no sea intenso.

- b) Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los soldadores con motor-generador, deberá cumplir con las cláusulas i) y ii) que siguen. Si la capacidad nominal más próxima del dispositivo de sobrecorriente es menor que el valor especificado en este párrafo, o si esta capacidad nominal o ajuste ocasiona una apertura innecesaria del dispositivo de protección, podrá utilizarse la capacidad nominal o ajuste inmediatamente superior.
 - i) Para soldadores. Cada soldador deberá tener una protección contra sobrecorriente calibrada a no más del 200% de la corriente nominal del primario del soldador. No se requiere esta protección cuando los conductores de alimentación estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente con ajuste no mayor del 200% de la corriente nominal del primario del soldador.
 - ii) Para conductores. Los conductores que alimenten uno o más soldadores deberán estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente con ajuste no mayor del 200% de la capacidad de corriente de los conductores.
- c) Medios de desconexión. Deberá proveerse un medio de desconexión en la alimentación de cada soldador con grupo motor-generador.

El medio de desconexión deberá ser un disyuntor o un interruptor de circuito de motor, y su capacidad nominal no deberá ser menor que la necesaria para cumplir con lo establecido en el párrafo b) anterior.
- d) Marcación. Cada soldador de arco con grupo motor-generador deberá estar provisto de una placa de características que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia nominal, número de fases, tensión de alimentación, corriente de alimentación, tensión máxima en circuito abierto, corriente nominal de salida y bases que sirvieron para fijar la capacidad, tales como el ciclo de trabajo o régimen de tiempo.

5.9.4.4 Soldadores por resistencia

a) Capacidad de corriente de los conductores. La capacidad de corriente de los conductores de alimentación de soldadores por resistencia, necesarias para limitar la caída de tensión a valores permisibles para el funcionamiento satisfactorio del soldador, son generalmente mayores que las requeridas para evitar el sobrecalentamiento, tal como se indica en las cláusulas i) y ii) siguientes:

i) Soldadores individuales. La capacidad de corriente de los conductores para soldadores individuales deberán cumplir con lo siguiente:

- Funcionamiento variable. La capacidad de corriente de los conductores de alimentación para un soldador que pueda operar en distintas ocasiones con diversos valores de la corriente primaria o del ciclo de trabajo, no deberá ser menor del 70% de la corriente nominal primaria para soldadores de juntas y de alimentación automática y del 50% de la corriente nominal primaria para soldadores no automáticos.
- Funcionamiento específico. La capacidad de corriente de los conductores de alimentación de un soldador para una operación específica en la cual se conozcan la corriente primaria y el ciclo de trabajo, los cuales permanecen fijos, no deberá ser menor que el producto de la corriente primaria por un factor dado para el ciclo de trabajo al cual trabajará el soldador.

Ciclo de trabajo (%)	50	40	30	25	20	15	10	7.5	5	ó menos
Multiplicador	0.71	0.63	0.55	0.50	0.45	0.39	0.32	0.27	0.22	

ii) Grupos de soldadores. La capacidad de corriente de los conductores que alimentan dos o más soldadores no deberá ser menor que la suma de los valores obtenidos, de acuerdo a la cláusula i) anterior, para el soldador de mayor potencia, y el 60% de los valores obtenidos para todos los demás soldadores.

Explicación de los términos:

- La corriente nominal en el primario se deduce de los kVA nominales multiplicándolos por 1000 y dividiéndolos por la tensión primaria nominal, haciendo uso de los valores indicados en la placa de características.

- La corriente primaria real es la que circula por el circuito de alimentación durante cada operación de soldadura para una etapa de calentamiento dada y el ajuste de control utilizado.
 - El ciclo de trabajo es el porcentaje de tiempo que el soldador está con carga; por ejemplo, un soldador de puntos alimentado por un sistema de 60 Hz (216,000 ciclos por hora) que haga 400 soldaduras de 15 ciclos en una hora, tendrá un ciclo de trabajo de 2.8% ($400 \times 15 \times 100/216,000$). Un soldador de juntas que trabaje durante 2 ciclos y deje de hacerlo durante los 2 ciclos siguientes, tendrá un ciclo de trabajo del 50%.
- b) Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los soldadores por resistencia deberá cumplir con las cláusulas i) y ii) que siguen. Si la capacidad nominal más próxima del dispositivo de sobrecorriente es menor que el valor especificado en este párrafo o si esta capacidad nominal o ajuste ocasiona una apertura innecesaria del dispositivo de protección, podrá utilizarse la capacidad nominal o ajuste inmediatamente superior.
- i) Para soldadores. Cada soldador deberá estar provisto de un dispositivo de sobrecorriente cuya capacidad nominal o ajuste no exceda del 300% de la corriente nominal del primario del soldador. No se requiere esta protección cuando el circuito de alimentación del soldador esté protegido por un dispositivo de sobrecorriente ajustado o calibrado a no más del 300% de la corriente nominal del primario del soldador.
 - ii) Para conductores. Los conductores que alimenten uno o más soldadores, deberán estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente cuya capacidad o ajuste no sobrepase el 300% de la capacidad de corriente de los conductores.
- c) Medios de desconexión. Deberá proveerse un interruptor manual o un disyuntor mediante el cual cada soldador y su equipo de control puedan desconectarse del circuito de alimentación. La capacidad de corriente de este medio de desconexión no deberá ser menor que la de los conductores de alimentación, determinada de acuerdo con el párrafo a) del presente inciso.
- El interruptor del circuito de alimentación se podrá utilizar como medio de desconexión del soldador siempre que el circuito alimente solamente un soldador.

- d) Marcación. Cada soldador por resistencia deberá estar provisto de una placa de características que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, tensión primaria, capacidad en kVA para un ciclo de trabajo de 50%, tensiones máxima y mínima en el secundario en circuito abierto y corriente de cortocircuito en el secundario para la máxima tensión en el secundario.

5.9.5 Registro de Sonido y Equipos similares

5.9.5.1 Alcance

Las Disposiciones del presente acápite están referidas a las Instalaciones de equipos y el alambrado utilizados para el registro y reproducción del sonido, distribución centralizada de sonido, Instalaciones de altavoces, sistemas de registro de información vocal y órganos electrónicos.

5.9.5.2 Aplicación de otros capítulos

- a) Alambrado para dispositivos y entre ellos. El alambrado y equipo desde la fuente de alimentación a los dispositivos y entre dispositivos conectados a los sistemas de alambrado interior, deberán cumplir con los requisitos de los capítulos 1 a 5, excepto cuando sean modificados por las Disposiciones del presente acápite.
- b) Alambrados y equipos. El alambrado y equipo para sistemas de altavoces, de registro de información vocal, de radio frecuencia, de audiofrecuencia, y para equipos de amplificación asociados con estaciones radioreceptoras en sistemas de distribución centralizada, deberán cumplir con las Disposiciones establecidas en 7.4.

5.9.5.3 Número de conductores en canalizaciones

El número de conductores en una tubería u otra canalización deberá cumplir con lo indicado en las Tablas 4-VIII; 4-XIII, 4-XXXIII y 4-XXXIV.

5.9.5.4 Canales metálicos con tapa y canales auxiliares

Los canales metálicos con tapa deberán cumplir con los requisitos de 4.5.2.5 y los canales auxiliares con 4.8, con las modificaciones siguientes cuando se utilicen para el registro y reproducción del sonido:

- a) Los conductores en los canales metálicos con tapa o canales auxiliares, no deberán ocupar la canalización en más del 75% de su profundidad.
- b) Cuando la tapa de los canales auxiliares esté a ras del piso y esté expuesta a objetos pesados en movimiento, deberá ser de acero con un espesor no menor de 6 mm. Cuando la tapa no esté expuesta a objetos pesados en movimiento, tal como en la parte posterior de tableros de equipo, deberá tener un espesor no menor de 3.56 mm (No. 10 MSG).
- c) Los canales metálicos con tapa podrán ser instalados en lugares ocultos siempre que estén colocados en línea recta entre salidas o cajas de empalme. Las tapas de las cajas deberán ser accesibles. Los bordes metálicos de los canales en las cajas de salida y de empalme deberán ser redondeados y alisados para evitar la abrasión del aislante de los conductores.
- d) Los canales con tapa y los canales auxiliares metálicos deberán ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en 3.6. Cuando los canales con tapa y los canales auxiliares no contengan conductores conectados a la fuente de alimentación, el conductor de protección no necesita ser mayor de 1.5 mm^2 en cobre o su equivalente. Cuando las canalizaciones contengan conductores conectados a la fuente de alimentación, el conductor de protección deberá ser de una sección no menor que la especificada en 3.6.10.5.

5.9.5.5 Conductores

Los circuitos de salida de amplificadores que transporten señales de audiofrecuencia de 70 V o menos y cuya tensión en circuito abierto no sea mayor de 100 V, podrán emplear el alambrado Clase II ó Clase III como se indica en 7.4.

Lo anterior está basado en amplificadores cuya tensión en circuito abierto no es mayor de 100 V cuando son excitados por una señal de cualquier frecuencia de 60 a 100 Hz, suficiente para producir su salida de régimen (70.7 V) para su carga nominal. Esto admite el hecho conocido de que el programa medio es de 12 decibelios por debajo del régimen del amplificador, y por tanto, la tensión eficaz en circuito abierto de 70 V de salida sería solamente de 25 V.

5.9.5.6 Agrupamiento de los conductores

Los conductores de diferentes sistemas agrupados en la misma tubería u otra cubierta metálica o en cables, deberán cumplir con todos los requisitos siguientes:

- a) Conductores de suministro de energía. Los conductores de suministro de energía deberán estar debidamente identificados y deberán usarse solamente para alimentar el equipo al cual los otros conductores están conectados.
- b) Terminales de entrada a un motor-generator o convertidor rotatorio. Los terminales de entrada a un motor-generator o convertidor rotatorio deberán instalarse separados de los terminales de salida.
- c) Aislante de los conductores. Los conductores deberán aislarse individual o colectivamente por grupos, con un aislante por lo menos equivalente a los conductores de alimentación y otros conductores; excepto cuando los conductores de alimentación y los otros conductores estén separados por una cubierta de plomo u otra cubierta metálica continua.

5.9.5.7 Cordones

Los cables y cordones deberán ser de los tipos S, SJ, ST, SJO, SJT u otros tipos específicamente aprobados para este uso. Los conductores de los cordones que no sean conductores de alimentación, podrán tener una sección mínima de 0.10 mm^2 , siempre que dichos conductores no estén conectados directamente a los conductores de alimentación y estén provistos de medios de limitación de la corriente de tal manera que la máxima potencia en ningún momento exceda de 150 W.

5.9.5.8 Terminales

Los terminales deberán marcarse para indicar la conexión debida. Los terminales de los conductores deberán estar separados de los terminales de los conductores de alimentación por una distancia por lo menos igual a la separación entre los terminales de alimentación de polaridad opuesta.

5.9.5.9 Baterías de acumuladores

Las baterías de acumuladores deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Instalación. Las baterías de acumuladores deberán Instalarse de acuerdo con las prescripciones de 5.5.
- b) Aislante de los conductores. Los terminales para baterías de acumuladores deberán estar aislados con elastómero o termoplástico.

5.9.5.10 Protección contra sobrecorriente de los circuitos

La protección contra sobrecorriente deberá efectuarse como se indica a continuación:

- a) Los circuitos para el calentador o filamento (cátodo) de un tubo electrónico, cuando estén alimentados por un circuito derivado de alumbrado o por baterías de acumuladores de más de 20 Amperes-hora de capacidad, deberán tener una protección contra sobrecorriente no mayor de 15 A.
- b) Los circuitos para la placa (ánodo-positivo) y para la rejilla-pantalla de un tubo electrónico, deberán tener una protección contra sobrecorriente no mayor de 1 A.
- c) Los circuitos para el control de la rejilla de un tubo electrónico, cuando estén alimentados desde un circuito derivado de alumbrado o por baterías de acumuladores de más de 20 Amperes-hora de capacidad, deberán tener una protección contra sobrecorriente no mayor de 1 A.
- d) Los dispositivos de sobrecorriente deberán instalarse tan cerca como sea posible de la fuente de alimentación.

5.9.5.11 Amplificadores y rectificadores

- a) Tipo aprobado. Los amplificadores y rectificadores deberán ubicarse dentro de cubiertas adecuadas y deberán ser de un tipo aprobado para este uso.
- b) Accesibilidad. Los amplificadores y rectificadores deberán ser ubicados de manera que sean totalmente accesibles.

- c) Ventilación. Los amplificadores y rectificadores deberán ubicarse de manera que tengan suficiente ventilación para evitar un aumento excesivo de temperatura de la cubierta.

5.9.5.12 Lugares peligrosos

El equipo utilizado en lugares peligrosos deberá ser específicamente aprobado para este uso.

5.9.5.13 Protección contra daños materiales

Los amplificadores, rectificadores, altavoces y otros equipos, deberán estar ubicados o ser protegidos de manera que estén resguardados contra daños materiales, tales como los que pudieran resultar de incendios o daños provocados por personas.

5.9.6 Sistemas de Procesamiento de Datos

5.9.6.1 Alcance

Las Disposiciones del presente acápite deberán aplicarse a los equipos, alumbrado de alimentación, alambrado de interconexión de equipos y puestas a tierra de los sistemas de procesamiento de datos, incluyendo los equipos de transmisión de datos usados como unidad terminal.

5.9.6.2 Circuito. de alimentación y cables de interconexión

- a) Conductores de circuitos derivados. Los conductores de circuitos derivados que conectan una o más unidades de un sistema de procesamiento de datos a una fuente de alimentación, deberán tener una capacidad de corriente no menor del 125% de la carga total conectada.
- b) Cables de interconexión. Un sistema de procesamiento de datos podrá ser conectado por medio de un cable de computador, por un cordón con enchufe o por un conjunto de cordones, específicamente aprobados como parte del sistema de procesamiento de datos. Las unidades separadas podrán ser interconectadas por medio de cordones o de cables específicamente aprobados como parte del sistema de procesamiento de datos. Cuando sean colocados sobre la superficie del piso, deberán estar protegidos contra daños materiales.
- c) Por debajo de tarimas. Los cables de alimentación y de comunicación y los cables de interconexión podrán ser instalados

debajo de una tarima, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- i) La tarima deberá ser de construcción adecuada.
- ii) Los conductores de alimentación de circuitos derivados conectados a tomacorrientes, deberán colocarse en tubo metálico pesado, canales metálicos de superficie con tapa metálica, tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos, tubo metálico intermedio, tubo metálico liviano o deberán ser cables tipo MI, MC o similares.
- iii) La ventilación por debajo de la tarima deberá ser utilizada únicamente por el equipo de procesamiento de datos y el área de procesamiento de datos.

5.9.6.3 Medios de desconexión

Además de los interruptores de desconexión individual de los componentes o de otras unidades del sistema de procesamiento de datos, se deberán proveer medios de desconexión que cumplan con lo siguiente:

- a) En salas de procesamiento de datos. Los medios de desconexión deberán desconectar el sistema de ventilación y la alimentación de todo el equipo eléctrico, con excepción del alumbrado y deberán ser controlados desde sitios fácilmente accesibles al operador y en las puertas destinadas a salidas de emergencia del cuarto de procesamiento de datos.
- b) En áreas generales de procesamiento de datos. Los medios de desconexión deberán desconectar todos los equipos de procesamiento de datos interconectados ubicados en el área, y deberán ser controlados desde sitios fácilmente accesibles al operador.

5.9.6.4 Puesta a tierra

Todas las partes conductivas de un sistema de procesamiento de datos, deberán ponerse a tierra de acuerdo con los requisitos de 3.6.

5.9.6.5 Marcación

Cada unidad de un sistema de procesamiento de datos deberá estar provista de una placa de características en la cual se indique el nombre del fabricante, la tensión nominal, la frecuencia de operación y la carga total en Amperes.

5.9.7 Órganos Eléctricos

5.9.7.1 Alcance

El presente acápite comprende aquellos circuitos eléctricos y partes de órganos que funcionan eléctricamente, que son empleados en el control de aparatos de sonido y teclados. Los órganos electrónicos deberán cumplir con las Disposiciones de 5.9.5.

5.9.7.2 Fuente de energía

La fuente de energía deberá tener una tensión no mayor de 15 V y podrá ser: un generador autoexcitado, un rectificador de tipo transformador con dos bobinas o una batería

5.9.7.3 Aislamiento y puesta a tierra

El generador deberá estar efectivamente aislado de tierra y de su motor propulsor, o tanto la armazón del motor como del generador, deberán estar puestas a tierra en la forma especificada en 3.6.

5.9.7.4 Conductores

Los conductores deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Sección. Ningún conductor deberá tener una sección menor de 0.10 mm², y el conductor común de retorno deberá ser de sección no menor de 1.5 mm².
- b) Aislamiento. Los conductores deberán tener un aislante que podrá ser de cualquiera de los siguientes materiales: elastómero, termoplástico, asbesto, algodón o seda.
Si se desea, el algodón o la seda se podrán saturar con parafina.
- c) Conductores que deben ser cableados. Con excepción del conductor común de retorno y de los conductores internos al órgano, los demás conductores que pertenecen a las secciones del órgano y a la consola del mismo, deberán ser cableado,. El conductor común de retorno puede estar contenido dentro de una cubierta adicional que incluya también al cable o puede instalarse como un conductor separado y estar en contacto con el cable.
- d) Revestimiento del cable. El cable deberá estar provisto de una o más cubiertas exteriores trenzadas, pudiéndose usar una cinta como cubierta interior. En caso de no usarse canalizaciones metálicas, la cubierta exterior deberá ser retardante a la llama o deberá usarse una cinta exterior a prueba de fuego.

5.9.7.5 Instalación de conductores

Los cables deberán estar sujetos firmemente en su lugar, pudiendo fijarse directamente a la estructura del órgano, sin soportes aislantes. Deberán colocarse de forma que no hagan contacto con otros conductores.

5.9.7.6 Protección contra Sobrecorriente

Los circuitos deberán distribuirse de tal manera que los conductores se encuentren protegidos contra sobrecorriente por un dispositivo de capacidad nominal no mayor de 15 A, a excepción de los conductores alimentadores principales y del conductor común de retorno.

5.9.8 Equipos de Rayos X

5.9.8.1 Generalidades

a) Alcance. Las Disposiciones del presente acápite están referidas a los equipos de rayos X que funcionen a cualquier frecuencia o tensión, para uso industrial o para cualquier otro uso que no sea médico ni dental. Ver el subcapítulo 6.10 para equipos de rayos X de uso médico y dental.

b) Definiciones

Portátil. Un equipo de rayos X diseñado para llevarse a mano.

Movible. Un equipo de rayos X instalado sobre una base permanente, dotada de ruedas y/o accesorios similares que le permitan desplazarse cuando está completamente ensamblado.

Transportable. Un equipo de rayos X diseñado para ser instalado en un vehículo o que puede ser fácilmente desmontado para ser transportado en un vehículo.

Régimen prolongado. Es un régimen basado en un intervalo de funcionamiento de cinco minutos o más.

Régimen momentáneo. Es un régimen basado en un intervalo de funcionamiento no mayor de cinco segundos.

c) Lugares peligrosos. Los aparatos de rayos X y equipos afines, no deberán ser instalados ni deberán operarse en lugares peligrosos, a menos que sean de tipo aprobado para dichos lugares.

- d) Conexión al circuito de alimentación
- i) Equipo fijo o estacionario. Los equipos de rayos X fijos estacionarios deberán conectarse a la fuente de alimentación mediante métodos de instalación que cumplan con los requisitos generales establecidos en el presente Tomo, a menos que estén debidamente alimentados por un circuito derivado no mayor de 25 A, en cuyo caso podrán conectarse mediante enchufe y cable o cordón para servicio pesado, adecuado.
 - ii) Equipo portátil, movable y transportable. Los equipos de rayos X portátiles, movibles y transportables, de una capacidad no mayor de 60 A, no requerirán de circuitos derivados individuales. Los equipos movibles y portátiles de rayos X de cualquier capacidad deberán ser alimentados por medio de adecuados cordones o cables para servicio pesado. Los equipos transportables de rayos X de cualquier capacidad podrán conectarse a la fuente de alimentación mediante conexiones y cables o cordones de servicio pesado adecuados.
 - iii) Tensión mayor de 600 V. Los circuitos y equipos operados a tensiones mayores de 600 V deberán cumplir con las indicaciones de 7.2.
- e) Medios de desconexión. El circuito de alimentación deberá estar provisto de medios de desconexión de capacidad adecuada, de por lo menos el 50% de la entrada requerida para régimen momentáneo o el 100% de la entrada requerida para régimen prolongado, escogiendo el mayor de los valores. El medio de desconexión deberá ser operable desde un lugar fácilmente accesible desde el control de rayos X. Los equipos conectados a circuitos derivados de 120 V, de 25 A o menos, podrán utilizar como medio de desconexión un tomacorriente y enchufe del tipo de puesta a tierra, de capacidad adecuada.
- f) Capacidades nominales de los conductores de alimentación y de la protección contra sobrecorriente.
- i) Las capacidades nominales de los conductores de los circuitos derivados de alimentación y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, no deberán ser menores que el 50% de la capacidad de régimen momentáneo o el 100% de la capacidad de régimen prolongado del equipo de rayos x, escogiéndose el mayor de los dos valores.
 - ii) La capacidad nominal de los conductores y dispositivos de sobrecorriente de un alimentador para dos o más circuitos

derivados que alimentan unidades de rayos x, no deberá ser menor que el 100% de la demanda del régimen momentáneo de los dos aparatos de rayos X de mayor capacidad (determinados por i), más el 20% de la capacidad del régimen momentáneo de otros aparatos de rayos X.

La capacidad de corriente de los conductores de los circuitos derivados y la capacidad de los medios de desconexión y protección contra sobrecorriente de los equipos de rayos X son generalmente indicadas por el fabricante para una instalación específica

- g) Alambrado de terminales. Los equipos de rayos X deberán estar provistos de adecuados terminales o cables de conexión, para la unión de los conductores de alimentación, de una sección adecuada a la capacidad nominal del circuito derivado de los equipos; excepto cuando estén provistos permanentemente de un cordón o juego de cordones.
- h) Número de conductores en una canalización. El número de conductores de circuitos de control instalados en una canalización deberá ser determinado de acuerdo con 4.1.1.16.
- j) Sección mínima de los conductores. Se podrán usar conductores para aparatos de 100 mm^2 ó 0.75 mm^2 , según se indica en 7.4.2.6 y cordones para los circuitos de control y de operación de los aparatos de rayos X y de sus equipos auxiliares, cuando estos estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente de capacidad no mayor de 20 A.
- k) Instalación del equipo. Todo equipo para Instalaciones nuevas de rayos X y todo equipo de rayos X usado o reacondicionado que se reinstale en un nuevo lugar, deberá ser de tipo aprobado.

5.9.8.2 Control

- a) Equipo fijo y estacionario.
 - i) Dispositivo de control separado. Adicionalmente al medio de desconexión, en el control de alimentación de un equipo de rayos x, o en el circuito primario del transformador de alta tensión, se deberá instalar un dispositivo de control por separado. Este dispositivo deberá ser parte del equipo de rayos X, pero podrá estar colocado en una cubierta separada, adyacente a la unidad de control de los rayos X.

- ii) Dispositivo de protección. Para controlar la carga ocasionada por una falla en el circuito de alta tensión se deberá proveer un dispositivo de protección que podrá estar incorporado en el dispositivo de control separado.
- b) Equipo portátil y movable. El equipo portátil y movable deberá cumplir con el párrafo a) anterior, pero el dispositivo controlado manualmente deberá estar en o sobre el equipo.
- c) Equipo de laboratorio industrial y comercial.
 - i) Tipos radiográfico y fluoroscópico. Todo equipo de tipo radiográfico o fluoroscópico deberá estar encerrado en forma efectiva o deberá tener un sistema de enclavamiento que desenergice automáticamente el equipo, para imposibilitar un fácil contacto con las partes energizadas.
 - ii) Tipos de difracción y de irradiación. Los equipos del tipo de difracción o de irradiación deberán estar provistos de medios efectivos que indiquen que estos están energizados. El indicador deberá ser una luz piloto, un medidor de deflexión de fácil lectura o cualquier medio equivalente.
Esto no será necesario para los equipos o Instalaciones encerradas en forma efectiva o provistos de enclavamientos que impidan el acceso a partes activas, durante el funcionamiento.
- d) Control independiente. Cuando un mismo circuito de alta tensión alimenta varios aparatos, cada unidad o cada grupo de aparatos que formen una sola unidad, deberá estar provisto de un interruptor de alta tensión o de otro medio de desconexión equivalente. Estos medios de desconexión deberán ser contruidos, encerrados o ubicados de manera que se evite que alguna persona pueda hacer contacto con las partes activas.

5.9.8.3 Transformadores y condensadores

- a) Generalidades. Los transformadores y condensadores que formen parte de equipos de rayos X no necesitan cumplir con los requisitos de los subcapítulos 5.4 y 5.6.
- b) Condensadores. Los condensadores deberán estar colocados dentro de cubiertas metálicas puestas a tierra, o hechas de material aislante.

5.9.8.4 Resguardos y puesta a tierra

- a) Generalidades.
 - i) Partes de alta tensión, Todas las partes de alta tensión, incluyendo los tubos de rayos x, deberán instalarse dentro de cubiertas puestas a tierra. Para aislar la alta tensión de la cubierta puesta a tierra, podrá utilizarse aire, aceite, gas u otro medio aislante adecuado.
Las conexiones del equipo de alta tensión a los tubos de rayos X y a otras partes componentes de alta tensión, deberán hacerse con cables de alta tensión con pantalla.
 - ii) Cables de baja tensión. Los cables de baja tensión que sirvan de conexión a unidades con aceite, tales como transformadores, condensadores, enfriadores de aceite e interruptores de alta tensión, que no estén completamente sellados, deberán tener el aislamiento de tipo resistente al aceite.

- b) Puesta a tierra. Las partes conductivas de los aparatos de rayos X y de los equipos asociados (controles, mesas, soportes de los tubos de rayos X, tanque del transformador, cables con pantalla, etc.) deberán estar puestas a tierra de la manera especificada en 3.6. Los equipos portátiles y móviles deberán estar provistos de un enchufe con toma de tierra de tipo aprobado.

5.9.9 Equipos de Calentamiento por Inducción y por Pérdidas en el Dieléctrico

5.9.9.1 Generalidades

- a) Alcance. El presente acápite abarca la construcción e instalación de equipos de calentamiento por inducción o por pérdidas en el dieléctrico así como sus accesorios, para aplicaciones industriales y científicas, pero no para aplicaciones médicas o dentales tratados en el subcapítulo 6.10, ni para artefactos eléctricos tratados en el subcapítulo 5.1.

- b) Definiciones.
Calentamiento por pérdidas en el dieléctrico. Aumento de temperatura de un material esencialmente aislante debido a sus propias pérdidas dieléctricas cuando el material se coloca en un campo eléctrico variable.
Calentamiento por inducción. Aumento de temperatura de un material esencialmente conductor debido a sus propias pérdidas por

efecto Joule (I^2R) cuando el material se coloca en un campo electromagnético variable.

Equipo de calentamiento. El término equipo de calentamiento tal como se usa en el presente acápite, abarca cualquier equipo empleado para propósitos de calentamiento, en el cual el calor es obtenido por pérdidas dieléctricas o por inducción.

- c) Otros capítulos aplicables. La instalación desde la fuente de alimentación hasta el equipo de calentamiento, deberá cumplir con los Capítulos 1 a 5. Los circuitos y equipos que funcionan a más de 600 V, deberán cumplir con las Disposiciones de 7.2
- d) Lugares peligrosos. Los equipos de calentamiento por inducción y por pérdidas en el dieléctrico no deberán instalarse en los lugares peligrosos definidos en 6.1, a menos que el equipo y el alambrado sean diseñados y aprobados para dichos lugares.

5.9.9.2 Resguardo, puesta a tierra y rotulado

- a) Cubiertas. Los aparatos convertidores (incluyendo la línea de corriente continua) y los circuitos eléctricos de alta frecuencia (excluyendo los circuitos de salida y de control remoto), deberán estar completamente contenidos en cajas o cubiertas de material no combustible.
- b) Tableros de control. Todos los tableros de control deberán ser de construcción de frente muerto.
- c) Acceso al equipo interno. Deberán utilizarse puertas o paneles desmontables para el acceso al equipo. Las puertas que den acceso a equipos con tensiones de 500 a 1000 V en corriente alterna o continua, deberán tener cerraduras o un sistema de enclavamiento. Las puertas que den acceso a equipos con tensiones mayores de 1000 V en corriente alterna o continua deberán tener ya sea un cierre mecánico con medios de desconexión para impedir el acceso hasta que se haya desconectado la corriente, o tener puerta con cerradura y sistema de enclavamiento. Los paneles desmontables, pero que normalmente no se usen para el acceso a tales puertas, deberán fijarse de manera que dificulten su retiro.
- d) Rótulos de peligro. Deberán fijarse rótulos de peligro sobre el equipo, claramente visibles aunque se abran las puertas o se retiren

paneles de los compartimientos que contengan tensiones mayores de 250 V en corriente continua o alterna.

- e) Condensadores. Cuando se utilicen condensadores de una capacidad mayor de 0.1 microfarads en circuitos de corriente continua, ya sea como componentes de filtro rectificador, o como supresores de arco, etc., en circuitos con tensión mayor de 240 V con respecto a tierra, deberán instalarse resistencias de descarga o interruptores de puesta a tierra como dispositivos de puesta a tierra. El tiempo de descarga deberá estar de acuerdo con 5.6.3.1 a). Cuando los condensadores sean individualmente desconectados de un circuito deberá usarse una resistencia de descarga o un disyuntor como medio de descarga. Cuando se utilicen rectificadores auxiliares con condensadores de filtros en la salida para suministro de tensiones de polarización, tubos interruptores, etc, deberán usarse resistencias de descarga, aunque la tensión en corriente continua no sea mayor de 240 V.
- f) Pantalla de protección en el funcionamiento. Deberán usarse cajas protectoras o pantallas adecuadas para resguardar los aplicadores que no sean bobinas de inducción de calentamiento. Las bobinas de inducción de calentamiento podrán ser protegidas por aislamiento o con materiales refractarios, o por ambos medios. Deberán utilizarse interruptores de enclavamiento en todas las puertas con bisagras, paneles deslizantes y otros accesos fáciles al aplicador. Todos los interruptores de enclavamiento deberán ser conectados de manera que cuando se abra cualquiera de las puertas o paneles de acceso al aplicador, la corriente sea desconectada del mismo. No se necesitan interruptores de enclavamiento en las puertas o paneles de acceso cuando el aplicador es una bobina de inducción de calentamiento al potencial de tierra en corriente continua, o que trabaja a menos de 150 V en corriente alterna.
- g) Puesta a tierra y puentes de unión. Deberán usarse puestas a tierra o puentes de unión, o ambas cosas, entre unidades cuando lo requiera el funcionamiento de un circuito para limitar a un valor seguro los potenciales de radiofrecuencia entre todas las partes del equipo y objetos circundantes y entre estos objetos y el electrodo de tierra. Tales puestas a tierra y puentes de unión deberán instalarse de acuerdo con el subcapítulo 3.6.

- h) Marcación. Cada equipo de calentamiento deberá estar provisto de una placa de características que indicará el nombre del fabricante, la identificación del modelo y los siguientes datos: tensión de la línea, frecuencia, número de fases, máxima corriente, potencia de plena carga en kVA y el factor de potencia a plena carga.
- j) Cubiertas de control. Para el control de equipos de calentamiento se podrá utilizar corriente alterna de baja frecuencia o corriente continua. La tensión de control deberá limitarse a un valor de 150 V. Se podrán utilizar conductores sólidos o cableados de sección adecuada no menor de 0.75 mm^2 . Se podrá usar dentro de la cubierta de control un transformador reductor, con su propia protección contra sobrecorriente, a fin de obtener tensiones menores de 150 V.
- Los terminales de alta tensión deberán resguardarse para impedir contactos accidentales.
- Los componentes a 60 Hz pueden usarse para control de alta frecuencia, cuando estén apropiadamente dimensionados por el fabricante del equipo de calentamiento.
- Los circuitos electrónicos que utilicen dispositivos de estado sólido y tubos, podrán utilizar circuitos impresos o conductores menores de 0.75 mm^2 .

5.9.9.3 Equipo motor-generador

- a) Generalidades. El equipo motor-generador deberá incluir todo el equipo rotatorio diseñado para operar con un motor de corriente continua o de corriente alterna o por transmisión mecánica de una fuente de fuerza motriz, para producir corriente alterna de cualquier frecuencia para el calentamiento por inducción o por pérdidas en el dieléctrico.
- b) Capacidad de corriente de los conductores de alimentación. Las capacidades de corriente de los conductores de alimentación deberán determinarse de acuerdo con 5.2.
- c) Protección contra sobrecorriente. Deberá proveerse protección contra sobrecorriente para el circuito de alimentación de conformidad con 5.2.
- d) Medios de desconexión. Deberán proveerse medios de desconexión conforme a lo especificado en 5.2. Cada equipo de calentamiento

deberá estar provisto de medios de desconexión fácilmente accesibles mediante los cuales pueda ser aislado del circuito de alimentación.

La capacidad nominal de los medios de desconexión no deberá ser menor que la corriente nominal indicada en la placa de características del equipo. Los medios de desconexión del circuito de alimentación se podrán emplear como medios de desconexión de un equipo de calentamiento siempre que el circuito alimente solamente a un equipo.

- e) El circuito de salida. El circuito de salida deberá incluir todos los componentes de salida exteriores al generador, incluyendo contadores, transformadores, barras y otros conductores, debiendo cumplirse con lo siguiente:
 - i) Salida del generador. El circuito de salida deberá estar aislado de tierra, a menos que el acoplamiento capacitivo propio del generador haga que las tensiones de terminal a tierra de los terminales sean iguales.

Cuando una bobina esté contenida en un tanque o cámara al vacío o de atmósfera controlada, el punto central de la bobina deberá ponerse a tierra para mantener un potencial igual entre cada terminal y tierra.

Cuando la tensión nominal de un circuito de salida sea mayor de 500V, éste deberá tener incorporado una unidad de protección contra tierra de corriente continua, la cual deberá operar a una tensión no mayor de 30 V y tener una capacidad de corriente que no exceda de 5 mA.

Se puede utilizar en el circuito de salida un transformador aislador para acoplar la carga y la fuente cuando el secundario no esté puesto al potencial de tierra de la corriente continua.
 - ii) Interconexiones de componentes. Los diversos componentes requeridos para una instalación completa de un equipo de calentamiento por inducción deberán conectarse por medio de cables multiconductores, barras o cables coaxiales adecuadamente protegidos. Los cables deberán instalarse en canalizaciones de material no ferroso. Las barras deberán ser protegidas, cuando sea necesario, con cubiertas de material no ferroso.
- f) Control remoto.
 - i) Interruptor selector. Cuando se use el control remoto para la alimentación de los equipos de calentamiento, deberá instalarse

un interruptor selector provisto de un sistema de enclavamiento de manera que la alimentación pueda efectuarse solamente desde un punto de control a la vez.

- ii) Interruptor de pie. Los interruptores accionados por presión del pie deberán estar provistos de un resguardo sobre el botón de contacto a fin de evitar un cierre accidental.

5.9.9.4 Equipos que no sean motor-generador

- a) Generalidades. Los equipos que no sean motor-generador deberán incluir todos los multiplicadores estáticos y unidades osciladoras que utilizan tubos de vacío o dispositivos de estado sólido o ambos. El equipo deberá ser capaz de convertir la corriente alterna o continua a una corriente alterna de frecuencia adecuada para calentamiento por inducción o por pérdidas en el dieléctrico o ambas.
- b) Capacidad de corriente de los conductores de alimentación. La capacidad de corriente de los conductores de alimentación deberá determinarse como se indica a continuación:
 - i) La capacidad de corriente de los conductores del circuito no deberá ser menor que la corriente nominal del equipo indicada en la placa de características.
 - ii) La capacidad de corriente de los conductores que alimentan dos o más equipos no deberá ser menor que la suma de las corrientes nominales de todos los equipos, indicadas en las placas de características.
Cuando no es posible el funcionamiento simultáneo de dos o más equipos alimentados por una misma fuente, la capacidad de corriente del alimentador no deberá ser menor que la suma de las corrientes nominales de las placas de características del grupo más grande de máquinas capaces de trabajar simultáneamente, más el 100% de las corrientes de los equipos restantes en condición de prefuncionamiento.
- c) Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente deberá instalarse para el equipo considerado como un conjunto y de acuerdo a lo especificado en 3.5 Dicha protección contra sobrecorriente podrá instalarse por separado o formando parte del equipo.

- d) Medios de desconexión. Cada equipo de calentamiento deberá disponer de medios de desconexión fácilmente accesibles, para que pueda aislarse del circuito de alimentación. La capacidad de los medios de desconexión no deberá ser menor que la corriente nominal del equipo indicada en la placa de características. Los medios de desconexión del circuito de alimentación se podrán usar para desconectar el equipo de calentamiento, cuando el circuito alimente un sólo equipo.
- e) Circuito de salida. El circuito de salida deberá incluir todos los componentes de salida exteriores al equipo convertidor, incluyendo contactores, transformadores, barras y otros conductores, y deberá cumplir con lo indicado a continuación:
 - i) Salida del convertidor. El circuito de salida deberá estar aislado de tierra, a menos que pueda existir una tensión de corriente continua en los terminales por causa de una falla en un componente interno, en cuyo caso el circuito de salida (directo o acoplado) deberá ponerse al potencial de tierra de corriente continua.
 - ii) Conexiones del convertidor y del aplicador. Cuando las conexiones entre el convertidor y el aplicador tienen una longitud mayor de 0.60 m, deberán cubrirse o resguardarse con materiales no combustibles.
 - iii) Puesta a tierra de la salida. Cuando una bobina esté contenida en un tanque o cámara al vacío o de atmósfera controlada, el punto central de la bobina deberá ponerse a tierra para mantener un potencial igual entre cada terminal y tierra.
- f) Frecuencia de la línea en la salida del equipo convertidor. Las frecuencias comerciales de 25 a 60 Hz de corriente alterna, podrán ser acopladas para fines de control, limitando su tensión a un valor no mayor de 150 V durante los períodos de trabajo.
- g) Interrupción de alta velocidad. Cuando se empleen circuitos de apertura y cierre de alta velocidad que dependan del efecto de "bloqueo de oscilador", la tensión de cresta de salida de radiofrecuencia durante la parte bloqueada del ciclo no deberá ser mayor de 100 V, en unidades que utilicen convertidores de radiofrecuencia.

- h) Control remoto
 - i) Interruptor selector. Cuando se emplee el control remoto para la alimentación de los equipos de calentamiento, deberá instalarse un interruptor selector provisto de un sistema de enclavamiento de manera que la alimentación pueda efectuarse solamente desde un punto de control a la vez.
 - ii) Interruptor de pie. Los interruptores accionados por presión del pie deberán estar provistos de un resguardo sobre el botón de contacto a fin de evitar un cierre accidental.

5.9.10 Máquinas Herramientas para Trabajar Metales

5.9.10.1 Alcance

El presente acápite abarca la sección y la protección contra sobrecorriente de conductores de alimentación de las máquinas herramientas para trabajar metales y los datos de la placa de características requerida en cada una de estas máquinas.

5.9.10.2 Definición

Una máquina herramienta para trabajar metales es aquella accionada por fuerza motriz, que no se puede cargar a mano, y que se utiliza para modelar o dar forma al metal por corte, impacto, presión, técnicas eléctricas, o por combinación de estos procesos.

5.9.10.3 Datos de la placa de características de una máquina herramienta

Sobre la cubierta del equipo de control o en la misma máquina y en un lugar que sea claramente visible, deberá fijarse una placa permanente de características, donde se indique lo siguiente: tensión de alimentación, número de fases, frecuencia, corrientes a plena carga (véase los párrafos a) y b) que siguen), corriente nominal del motor de mayor potencia, y la capacidad de interrupción de cortocircuito del dispositivo de protección contra sobrecorriente si lo hubiere.

- a) La corriente a plena carga no deberá ser menor que la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores y de otros equipos que puedan trabajar al mismo tiempo en condiciones de uso normal.
Cuando debido a cargas, ciclos de trabajo, etc., no usuales, se requieran conductores de mayor sección, la capacidad requerida deberá estar incluida en la corriente a plena carga indicada en la placa de características.

- b) Cuando haya más de un circuito de alimentación, la placa de características deberá llevar la información anterior para cada circuito.

5.9.10.4 Generalidades

- a) Conductores del circuito. Los conductores del circuito de alimentación deberán tener una capacidad de corriente no menor que la señalada como corriente nominal a plena carga, más el 25% de la corriente nominal a plena carga del motor de mayor potencia conforme a los datos de la placa de características.
Para la protección de los conductores de alimentación de las máquinas herramientas, véase 3.5.1.3.
- b) Protección contra sobrecorriente. No es necesario que los medios de desconexión incluyan la protección contra sobrecorriente. Cuando la placa de características de la máquina herramienta indique: "Provista de protección contra sobrecorriente en los terminales de alimentación de la máquina", los conductores de alimentación deberán considerarse, ya sea como alimentadores o como derivaciones, según se estipula en 3.5.2.2.
"Provista de protección contra sobrecorriente en los terminales de alimentación de la máquina, significa que se ha previsto que en la máquina herramienta, cada conjunto de conductores de alimentación termine en un disyuntor o en un juego de fusibles.

5.9.11 Máquinas de Riego Impulsadas o Controladas Eléctricamente

5.9.11.1 Generalidades

- a) Alcance. Las Disposiciones del presente acápite deberán aplicarse a las máquinas de riego impulsadas o controladas eléctricamente y a los circuitos derivados y controles para dichos equipos.
- b) Definiciones.
Máquina de riego. Máquina impulsada o controlada eléctricamente, provista de uno o más motores que no se puede cargar a mano y que se usa primordialmente para transportar y distribuir agua con fines agrícolas.
Máquina de riego de pivote central. Máquina de riego compuesta de varios motores, los cuales giran alrededor de un pivote central, y

que emplea interruptores de alineamiento o dispositivos similares para controlar los motores en forma individual.

Anillos colectores. Conjunto de anillos deslizantes para transferir energía eléctrica desde una parte estática a una parte giratoria.

- c) Otros capítulos aplicables. Estas Disposiciones son adicionales o modificatorias de los requisitos del subcapítulo 5.2 y de otras Disposiciones del presente Tomo, las cuales deberán aplicarse siempre que no sean modificadas por este acápite.
- d) Cable de riego.
 - i) Construcción. El cable utilizado para interconectar todas las partes de la estructura de una máquina de riego deberá ser un conjunto de conductores aislados trenzados, con un relleno no higroscópico, en un núcleo de material no metálico resistente a la llama y a la humedad, con una cubierta metálica y una envoltura de material no metálico resistente a la humedad, a la corrosión y a la luz del sol.
El aislamiento de los conductores deberá ser de un tipo indicado en la Tabla 4-IV para una temperatura de operación de 75° C, y para uso en lugares mojados. El espesor del aislante del núcleo no será menor de 0.8 mm y el de la cubierta metálica, no menor de 0.2 mm. El espesor del material de la cubierta no deberá ser menor de 1.3 mm. Será permitido que el cable incluya conductores de fuerza, de control y de protección.
 - ii) Soportes. El cable de riego deberá asegurarse por medio de abrazaderas, ganchos o soportes similares, diseñados o instalados de manera que no dañen el cable.
Los cables deberán sujetarse a intervalos no mayores de 1.20 m.
 - iii) Accesorios. Los accesorios deberán utilizarse en todos los puntos donde termine el cable de riego y deberán ser adecuados para las condiciones de servicio.
- e) Más de tres conductores en una canalización o cable. Los conductores de control y señalización en una canalización o cable no deberán tomarse en cuenta para el cálculo de los conductores, de acuerdo a 4.2.3 g).

- f) Marcación del tablero principal de control. El tablero principal de control deberá estar provisto de una placa. características, la cual deberá contener la siguiente información:
- i) El nombre del fabricante, la tensión nominal, el número de fases y la frecuencia.
 - ii) La corriente nominal de la máquina.
 - iii) La capacidad de los medios de desconexión principales y el valor de la protección contra sobrecorriente necesario.
- g) Anillos colectores.
- i) Los anillos colectores deberán tener una capacidad de corriente no menor del 125% de la corriente de plena carga del dispositivo servido de mayor capacidad, más la corriente de plena carga de todos los otros dispositivos.
 - ii) Los anillos colectores usados para puesta a tierra deberán tener la misma capacidad de corriente que el anillo colector de mayor capacidad de todo el conjunto.
 - iii) Los anillos colectores deberán protegerse del medio ambiente y de contacto accidental por medio de una cubierta apropiada.
- h) Puesta a tierra. Se deberán poner a tierra los equipos siguientes:
- i) Todos los equipos eléctricos de la máquina de riego.
 - ii) Todos los equipos eléctricos anexos a la máquina de riego.
 - iii) Las cajas de empalmes y las cubiertas metálicas.
 - iv) Los tableros de control y los controles que alimentan o controlan equipos eléctricos de las máquinas de riego.
No se requerirá de puesta a tierra en máquinas donde se cumplan las Disposiciones siguientes:
 - La máquina se controla eléctricamente pero no es accionada eléctricamente.
 - La tensión de control es de 30 V o menos.
 - Los circuitos de control o de señalización son de corriente limitada, como se especifica en 7.4.3.1.
- j) Métodos de puesta a tierra. Las máquinas que requieran ser puestas a tierra deberán tener un conductor de protección, el cual formará parte integral del cordón, cable o canalización. Este conductor de protección deberá ser de sección igual a los de alimentación, pero en ningún caso menor de 1.5 mm^2 en cobre.

- k) Interconexiones. Cuando se requiera la puesta a tierra de una máquina de riego, su estructura metálica, la tubería metálica o la cubierta metálica del cable deberán interconectarse al conductor de protección. Un contacto metal con metal con una parte que esté interconectada al conductor de protección y a las partes de la máquina que no transportan corriente, deberá ser considerado como una interconexión aceptable.
- l) Protección contra rayos. Cuando una máquina de riego tenga una ubicación fija, deberá colocarse una barra de tierra en dicho lugar y conectarla adecuadamente a la máquina para protegerla contra los rayos.
- m) Energía desde más de una fuente. Los equipos que sean alimentados desde más de una fuente, no necesitarán tener medios de desconexión para la fuente adicional, siempre que la tensión de alimentación sea de 30 V o menos y se cumpla con las Disposiciones de 7.4.3.1.
- n) Conectores. Los enchufes externos y los conectores de los equipos deberán ser de un tipo a prueba de intemperie y aprobados para este uso.

5.9.11.2 Máquinas de riego de pivote central

- a) Generalidades. Las Disposiciones del presente inciso abarcan los requisitos adicionales que son características de las máquinas de riego de pivote central.
- b) Capacidades de corriente equivalentes. A fin de establecer las capacidades nominales de los controles, medios de desconexión, conductores y similares, en cuanto al uso intermitente de las máquinas de riego de pivote central, deberán tenerse en cuenta las Disposiciones siguientes:
 - i) La corriente nominal continua equivalente para la selección de los dispositivos y de los conductores de circuitos derivadas deberá ser igual al 125% de la corriente de plena carga del motor de mayor potencia, más el 60% de la suma de las corrientes de plena carga de todos los demás motores conectados al circuito.
 - ii) La corriente nominal equivalente de rotor bloqueado deberá ser igual a la suma de dos veces la corriente de rotor bloqueado para el motor de mayor potencia, más el 80% de la suma de la

corrientes de plena carga de todos los demás motores conectados al circuito.

- c) Medios de desconexión.
 - i) Control principal. Un control que se use para arrancar y parar toda la máquina deberá cumplir con los requisitos siguientes:
 - Tener una corriente nominal continua equivalente no menor que la especificada en 5.9.11.2 b) i).
 - Tener una potencia nominal en HP no menor que el valor de la Tabla 5-XIV basada en la corriente nominal equivalente de rotor bloqueado especificada en 5.9.11.2 b) ii).
 - ii) Medios de desconexión principales. El medio de desconexión principal para la máquina deberá ubicarse en el punto de alimentación de la máquina y deberá ser fácilmente accesible y capaz de asegurarse en la posición de abierto. Estos medios deberán tener la misma potencia y corriente nominal que las requeridas para el control principal.
 - iii) Medios de desconexión para motores y controles individuales. Cada motor y control deberá estar provisto de un medio de desconexión, el cual deberá ubicarse según lo indicado en 5.2.8. No será indispensable que tales medios sean fácilmente accesibles.

- d) Conductores de circuitos derivados. Los conductores de circuitos derivados deberán tener una capacidad de corriente no menor que la especificada en 5.9.11.2 b) i).

- e) Varios motores en un circuito derivado.
 - i) Varios motores, cada uno de los cuales no exceda de 2 HP nominales, podrán usarse en el circuito de una máquina de riego protegido a no más de 30 A a 600 V o menos siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:
 - La corriente nominal de plena carga de cualquier motor conectado al circuito no deberá exceder de 6 A.
 - Cada motor conectado al circuito deberá estar provisto de protección contra sobrecorriente en forma individual, de acuerdo con 5.2.3.1.
 - Las derivaciones para motores individuales deberán ser de sección no menor de 1.5 mm² en cobre y de longitud no mayor de 8 m.

- ii) No se requerirá de protección individual contra cortocircuitos de circuitos derivados para motores y controles, cuando se cumplan los requisitos de la cláusula i) anterior.
- f) Anillos colectores.
- i) Los anillos colectores que transmitan corriente, deberán tener una capacidad de corriente no menor que la especificada en 5.9.11.2 b) i).
 - ii) Los anillos colectores para control y señalización deberán tener una capacidad de corriente no menor que el 125% de la corriente de plena carga del dispositivo servido de mayor capacidad, más la corriente de plena carga de todos los otros dispositivos.
 - iii) El anillo colector usado para la puesta a tierra deberá ser de la misma capacidad de corriente que el anillo colector de mayor capacidad del conjunto.

5.9.12 Piscinas, Fuentes e Instalaciones Similares

5.9.12.1 Generalidades

- a) Alcance. Las Disposiciones del presente acápite deberán aplicarse a la construcción e instalación del alambrado eléctrico para los equipos situados dentro o adyacentes a las piscinas de natación, piscinas para niños, piscinas terapéuticas y fuentes decorativas, tanto si están instalados permanentemente como si son móviles, y a todos los equipos auxiliares tales como bombas, filtros y similares.
- b) Aprobación del equipo. Todos los equipos instalados en el agua, en las paredes, aceras de piscinas y en fuentes e Instalaciones similares deberán cumplir con las Disposiciones del presente acápite.
- c) Otros capítulos aplicables. Con excepción de lo que se modifique en el presente acápite las Instalaciones de alambrado eléctrico y los equipos en las piscinas o adyacentes a ellas deberán cumplir con las Disposiciones de los capítulos 1 a 5 que les sean aplicables.
- d) Definiciones.
Piscina de natación, piscina para niños y terapéuticas instalados permanentemente. Aquellas que están construidas en el suelo,

sobre el suelo o piscina de natación, piscina dentro de una edificación, de manera que no puedan ser fácilmente desmontadas, ya sea que estén o no servidas por circuitos eléctricos de cualquier clase.

Piscina de natación desmontables para niños. Piscina con una dimensión máxima de 4.6 m y una altura máxima de 0.9 m construida de manera que pueda ser fácilmente desmontable para ser guardada y volver a montarse en su forma original.

Fuentes decorativas y piscinas de efectos decorativos permanentemente instaladas.

Las que están construidas en el suelo, sobre el suelo o en una edificación, de manera que no puedan ser fácilmente desmontadas y que están servidas por circuitos eléctricos de cualquier clase. Estas unidades están construidas principalmente por su valor estético y no para servir de piscina de natación o para niños.

Aparato de alumbrado de nicho seco. Aparato de alumbrado para ser instalado en las paredes de la piscina en una cavidad que está sellada contra la entrada de agua por medio de un vidrio fijo.

Aparato de alumbrado de nicho mojado. Aparato de alumbrado para ser instalado en un casco metálico colocado en una estructura de la piscina donde el aparato de alumbrado esté completamente rodeado por el agua.

Casco porta-aparato. Estructura de metal diseñada para contener un aparato de alumbrado de nicho mojado y destinada a ser instalada en una estructura de la piscina.

- e) Transformadores e interruptores de protección contra fugas a tierra.
- i) Transformadores. Los transformadores y sus cubiertas metálicas empleados para la alimentación de los aparatos de alumbrado deberán ser aprobados para el uso. El transformador deberá ser del tipo de dos devanados con una barrera metálica colocada entre los devanados primario y secundario, lo cual deberá ponerse a tierra.
 - ii) Interruptores de protección contra fugas a tierra Deberán ser unidades independientes, del tipo disyuntor, del tipo tomacorriente u otro tipo aprobado.
 - iii) Alambrado. Los conductores del lado de la carga de un interruptor de protección contra fugas a tierra o de un transformador, usados para cumplir con lo indicado en 5.9.12.2 a) i), no deberán ocupar tuberías, cajas o cubiertas que contengan otros conductores, con la siguiente excepción:

Los interruptores de protección contra fugas a tierra podrán instalarse en un tablero que contenga circuitos protegidos por otros tipos de interruptores.

f) Tomacorrientes, aparatos de alumbrado y salidas para alumbrado.

i) Tomacorrientes. No deberá instalarse ningún tomacorriente exterior a menos de 3 m de las paredes internas de la piscina. Cuando una piscina esté instalada en una vivienda, al menos un tomacorriente deberá instalarse a no más de 4.6 m y no menos de 3 m de las paredes internas de la piscina instalada permanentemente. Los tomacorrientes colocados dentro de una distancia de 4.6 m de las paredes internas de la piscina deberán estar protegidos por un interruptor de protección contra fugas a tierra.

Se permitirá colocar un tomacorriente para la alimentación de una bomba de recirculación de una piscina instalada permanentemente, de acuerdo a lo permitido en 5.9.12.1 g), a no menos de 1.5 m de las paredes internas de la piscina. Dicho tomacorriente deberá ser individual y del tipo de puesta a tierra. Para la determinación de las distancias antes indicadas, la distancia a ser medida es la vía más corta que el cordón de alimentación de un artefacto conectado al tomacorriente seguiría sin atravesar un piso, pared o techo de una edificación u otra barrera sólida permanente.

ii) Aparatos de alumbrado y salidas para alumbrado.

- Los aparatos de alumbrado y las salidas para alumbrado no deberán instalarse sobre la piscina o sobre un área extendida a 1.5 m medida horizontalmente desde las paredes internas de una piscina, a menos de 3.7 m encima del nivel máximo del agua.

- Los aparatos de alumbrado y las salidas de alumbrado existentes y ubicados a una distancia menor de 1.40 m, medida horizontalmente desde las paredes internas de una piscina, deberán estar por lo menos a 1.50 m por encima del nivel máximo del agua y estar rígidamente sujetos a la estructura existente. También deberán estar protegidos por un interruptor de protección contra fugas a tierra instalado en el circuito derivado que los alimenta

- Los aparatos de alumbrado y salidas de alumbrado instalados en un área extendida entre 1.5 m y 3 m horizontalmente desde las paredes internas de una piscina deberán estar protegidos por un interruptor de protección contra fugas a tierra, a menos

que estén instalados a 1.5 m encima del nivel máximo de agua y rígidamente sujetos a la estructura adyacente a la piscina.

- Los aparatos de alumbrado conectados con cordón deberán cumplir las mismas especificaciones que los equipos conectados por cordón y enchufe, indicados en 5.9.12.1 g), cuando se instalen a una distancia menor de 5.0 m de cualquier punto de la superficie del agua, medida radialmente.

- g) Equipos conectados con cordón y enchufe. Los equipos fijos o estacionarios de capacidad nominal de 20 A o menos, que no sean aparatos de alumbrado sumergidos para una piscina de instalación permanente, podrán conectarse con cordón a fin de facilitar su retiro o desconexión para el mantenimiento o reparación. Para piscinas distintas a las desmontables la longitud del cordón no deberá ser mayor de 1 m y deberá tener un conductor de protección de sección no menor de 2.5 mm² y un enchufe del tipo de puesta a tierra.
- h) Separación de conductores aéreos. Las partes de piscina que a continuación se indican, no deberán ubicarse por debajo de acometidas aéreas ni de otras líneas aéreas existentes; y recíprocamente, no deberán instalarse acometidas ni líneas aéreas por encima de estas partes cuando ya existen:
 - i) piscinas y el área que se extiende hasta 3 m horizontalmente desde las paredes interiores de las mismas.
 - ii) Estructuras de trampolines.
 - iii) Puestos de observación, torres y plataformas.

5.9.12.2 Piscinas de instalación permanente

- a) Aparatos de alumbrado sumergidos. Las cláusulas i) hasta vii) que siguen, deberán aplicarse a todos los aparatos de alumbrado instalados por debajo del nivel del agua de las piscinas.
 - i) El diseño de un aparato de alumbrado sumergido alimentado desde un circuito derivado, ya sea directamente o por medio de un transformador que cumpla con los requisitos del párrafo 5.9.12.1 e) i), deberá ser tal que cuando el aparato de alumbrado esté instalado adecuadamente sin un interruptor de protección contra fugas a tierra, no exista ningún peligro de conmoción eléctrica al ocurrir alguna falla durante el funcionamiento normal.

Además se deberá instalar un interruptor de protección contra fugas a tierra en el circuito de alimentación de aparatos de alumbrado que funcionen a más de 15 V, de tal manera que no exista peligro de conmoción eléctrica cuando se cambien las lámparas. La instalación del interruptor de protección contra fugas a tierra deberá ser tal que no exista ningún peligro de conmoción; cuando se produzca cualquier combinación de fallas que incluyan una persona en un trayecto conductor a tierra, entre una parte activa del circuito derivado o aparato de alumbrado y tierra.

El cumplimiento de estos requisitos deberá lograrse mediante el empleo de un aparato de alumbrado sumergido de tipo aprobado y la instalación en el circuito derivado de un interruptor de protección contra fugas a tierra aprobado.

- ii) No deberán instalarse aparatos de alumbrado que funcionen a una tensión mayor de 150 V entre conductores.
- iii) Los aparatos de alumbrado montados en las paredes deberán instalarse con la parte superior de la luna por lo menos 50cm por debajo del nivel normal del agua de la piscina. Los aparatos de alumbrado dirigidos hacia arriba deberán tener las lunas adecuadamente protegidas para impedir el contacto con cualquier persona.

Los aparatos de alumbrado, aprobados para el uso pueden instalarse a una profundidad no menor de 10 cm por debajo del nivel normal del agua a la piscina.

- iv) En el montaje de los aparatos de alumbrado sumergidos de nicho mojado, deberán instalarse cascos porta-aparatos de tipo aprobado, previstos de entradas para tubo roscado. Dichos cascos porta-aparatos deberán unirse a las cajas de empalmes o a otra cubierta apropiada colocada según se indica en 5.9.12.2 b) y c) mediante tubería metálica pesada o tubería metálica intermedia de bronce u otro metal resistente a la corrosión de tipo aprobado, o mediante tubería rígida no metálica. Cuando se use tubo rígido no metálico deberá instalarse en este tubo un conductor aislado sólido, de cobre de 6 mm² de sección, con previsión para su conexión a la caja de empalmes del casco porta-aparatos y a la cubierta del transformador o ala cubierta del interruptor de protección contra fugas a tierra. El terminal del conductor de 6 mm² en el caso porta-aparato, deberá estar cubierto o encapsulado en un compuesto sellador apropiado para proteger la conexión contra los probables efectos deteriorantes del agua de la piscina. Las partes metálicas del

aparato de alumbrado y del porta-aparato que estén en contacto con el agua, deberán ser de bronce o de otro material resistente a la corrosión.

- v) El extremo de la cubierta del cordón y los terminales de los conductores correspondientes dentro de un aparato de alumbrado de nicho mojado, deberán cubrirse o encapsularse con un compuesto sellador apropiado a fin de impedir la entrada de agua en el aparato por los cordones o sus conductores. Adicionalmente, deberá protegerse de manera similar la conexión de puesta a tierra, para evitar así el deterioro que produciría el agua si llegase a entrar al aparato.
- vi) El aparato de alumbrado de nicho mojado deberá puentearse y asegurarse al casco porta-aparato, por un dispositivo de cierre seguro que garantice una baja resistencia de contacto y que requiera una herramienta para retirar el aparato de alumbrado.
- vii) Aparato de alumbrado de nicho seco. Un aparato de alumbrado de nicho seco deberá estar provisto de:
 - Medios para el drenaje del agua.
 - Medios necesarios para acomodar un conductor de protección por cada tubería de entrada.

Deberá Instalarse tubería metálica, rígida o intermedia o tubería rígida no metálica desde el aparato de alumbrado hasta el equipo de conexión o el tablero de distribución.

No se requiere una caja de empalme; pero si se usa una, ésta no necesitará tener la altura ni la ubicación que se indican en 5.9.12.2 b) iv) si el aparato de alumbrado está aprobado para el uso.

- b) Cajas de empalme. Toda caja de empalme conectada a una tubería que se extiende directamente a un casco porta-aparatos sumergido, deberá cumplir con lo siguiente:
 - i) Deberá estar equipada de medios para recibir tubería roscada.
 - ii) Deberá ser de cobre, bronce, plástico adecuado, u otro material aprobado resistente a la corrosión.
 - iii) Deberá haber continuidad eléctrica entre cada tubo metálico conectado y los terminales de puesta a tierra, utilizándose para este fin cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión y que forme parte integral de la caja.
 - iv) Deberá estar colocada a no menos de 20 cm, medidos desde el borde inferior de la caja hasta el nivel del piso, de la acera de la piscina o el nivel máximo del agua de la piscina, considerando la mayor distancia de las tres, y a no menos de 1.20 m de la

- pared interior de la piscina, a menos que esté separada de ella por una cerca, pared o barrera permanente sólidas.
- v) En circuitos de alumbrado de 15 V o menos, se permitirá una caja de empalme embutida a ras en la acera, siempre que:
 - Se emplee un compuesto sellador aprobado para rellenar la caja e impedir la entrada de la humedad, y
 - La caja esté ubicada a no menos de 1.20 m de la pared interior de la piscina.
 - vi) Protección. Las cajas de empalmes que deban instalarse sobre la superficie de la acera alrededor de la piscina, no deberán colocarse en la acera misma, a menos que estén provistas de protección adicional, tal como ubicarlas debajo de los trampolines, adyacentes a las estructuras fijas, o medios similares.
 - vii) Terminales de puesta a tierra. Las cajas de empalmes conectadas a tuberías que se extiendan directamente hasta cascos porta-aparatos sumergidos, deberán estar provistas de terminales de puesta a tierra en cantidad no menor al número de tubos que entren, más uno.
 - viii) Deberá instalarse un medio para impedir la tracción en un cordón que es suministrado como parte de un aparato de alumbrado de nicho mojado, en el terminal del cordón dentro de una caja de empalme.
- c) Cubiertas de transformadores y de interruptores de protección contra fugas a tierra. La cubierta de un transformador, de un interruptor de protección contra fugas a tierra o de un dispositivo similar, conectada a un tubo que se extiende directamente a un casco porta-aparatos sumergido, deberá cumplir con lo siguiente:
- i) Deberá estar equipada de medios para recibir tubería roscada.
 - ii) Deberá estar equipada con un sello aprobado en la entrada del tubo, que impida la circulación de aire entre el tubo y la cubierta.
 - iii) Deberá haber continuidad eléctrica entre cada tubo metálico conectado y los terminales de puesta a tierra, utilizándose para este fin cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión y que forme parte integral de la cubierta.
 - iv) Deberá estar colocada a no menos de 20 cm, medidos desde el borde inferior de la cubierta hasta el nivel del piso, de la acera de la piscina o el nivel máximo del agua de la piscina, considerando la mayor distancia de las tres, y a no menos de 1.20 m de la pared interior de la piscina, a menos que esté

separada de ella por una cerca, pared o barrera permanente sólidas.

- v) Deberá cumplir con lo indicado para cajas de empalme en vi) y vii) del párrafo b) anterior.
- vi) Deberá cumplir con 5.9.12.2 b) viii).

d) Puenteado.

- i) Las partes que a continuación se indican, deberán estar puenteadas.
 - Todas las partes metálicas de la estructura de la piscina.
 - Todos los cascos porta-aparatos.
 - Todos los accesorios metálicos que estén dentro o fijados a la estructura de la piscina.
 - Las partes metálicas de los equipos eléctricos anexos con el sistema de circulación de agua de la piscina, incluyendo los motores de la bomba.
 - Los tubos metálicos de la instalación eléctrica y las cañerías de agua que estén dentro de una distancia de 1.50 m de las paredes interiores de la piscina y que no estén separados de la piscina por una barrera permanente.
 - Todas las partes metálicas fijas que estén dentro de una distancia de 1.50 m de las paredes interiores de la piscina y que no estén separadas del área de la piscina por una barrera permanente.

Deberá considerarse las siguientes excepciones:

- Los alambres usuales de acero que unen el acero estructural se consideran adecuados para la unión del acero estructural y no necesitan soldadura ni mordaza especiales.
 - El acero de refuerzo de las estructuras o las paredes metálicas empernadas o soldadas de estructuras de piscinas, se pueden usar como rejilla común de puenteo para las partes no eléctricas cuando las conexiones se puedan hacer de acuerdo con 3.6.11.3.
 - Las partes aisladas con dimensiones menores o iguales a 10 cm y que no penetren en la estructura de la piscina a más de 2.5 cm, no requieren puentearse.
- ii) Estas partes deberán conectarse a una malla común de puenteo con un conductor de cobre sólido, aislado, cubierto o desnudo de 6 mm², debiendo efectuarse las conexiones de acuerdo con 3.6.11.3. La malla común de puenteo podrá ser cualquiera de los elementos que a continuación se indican:

- El acero estructural de refuerzo de una piscina de concreto, donde las varillas estén puenteadas con el alambre de acero normal de atadura, o equivalente.
 - Las paredes de una piscina metálica soldada o empernada.
 - Un conductor sólido de cobre, aislado, cubierto o desnudo no menor de 6 mm².
- iii) Para los calentadores de agua de piscina que tienen una capacidad nominal de más de 50 A y que tienen instrucciones específicas con relación a las partes del equipo que deben ser puenteados con los otros componentes de la piscina y las partes del equipo que deben ser puestas a tierra, deberán puentearse y ponerse a tierra solamente las partes designadas a ser puestas a tierra.
- e) Equipos de sonido bajo agua. Todos los equipos de sonido bajo agua deberán estar aprobados para el uso.
- i) Cada parlante deberá montarse en un casco porta-aparato aprobado, que tenga el frente encerrado por una pantalla metálica o equivalente, que esté puenteadada y asegurada al casco porta-aparato por un dispositivo de cierre seguro, que garantice una baja resistencia de contacto y requiera una herramienta para abrirlo con la finalidad de instalar o reparar el parlante. El casco portaaparato deberá instalarse en un hueco de la pared o piso de la piscina.
 - ii) El tubo metálico pesado o tubo metálico intermedio de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión, o tubería rígida no metálica, deberá extenderse desde el casco porto-aparato a una caja de empalme apropiada u otra cubierta tal como se provee en 5.9.12.2 b) y c). Cuando se use tubería rígida no metálica, deberá instalarse en ella un conductor de 6 mm² de cobre sólido, con provisiones para su terminación en el casco porta-aparato y la caja de empalme. La terminación del conductor de 6 mm² en el casco porta-aparato deberá cubrirse o encapsularse con un compuesto sellador apropiado para proteger tal conexión contra el probable efecto deteriorante del agua de la piscina.
 - iii) El casco porta-aparato y la pantalla metálica deberán ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.
- f) Puesta a tierra Los equipos siguientes deberán ponerse a tierra:
- i) Los aparatos de alumbrado sumergidos de nicho mojado.
 - ii) Los aparatos de alumbrado de nicho seco.

- iii) Todos los equipos eléctricos colocados dentro de una distancia de 1.50 m de las paredes interiores de la piscina.
 - iv) Todos los equipos eléctricos anexos con el sistema de recirculación de agua de la piscina.
 - v) Las cajas de empalmes.
 - vi) Las cubiertas de los transformadores.
 - vii) Los interruptores de protección contra fugas a tierra.
 - viii) Los tableros que no formen parte del equipo de conexión y que alimenten cualquier equipo eléctrico anexo a la piscina.
- g) Métodos de puesta a tierra.
- i) Generalidades. Para la puesta a tierra de aparatos de alumbrado sumergidos, cajas de empalme metálicas, cubiertas metálicas de transformadores y otras cubiertas metálicas, deberán aplicarse las siguientes Disposiciones:
 - Los aparatos de alumbrado de nicho mojado que sean alimentados por un cordón o cable deberán tener puestas a tierra todas las partes conductoras expuestas, por medio de un conductor de cobre aislado que forme parte integral del cordón o cable. Este conductor de protección deberá estar conectado a un terminal de puesta a tierra en la caja de empalme de la alimentación, cubierta del transformador, u otra cubierta. El conductor de protección deberá tener una sección no menor a la de los conductores de alimentación y no deberá ser menor de 1.5 mm^2 .
 - La caja de empalme, cubierta del transformador u otra cubierta en el circuito de alimentación de un aparato de alumbrado de nicho mojado y la cámara de alumbrado de un aparato de alumbrado de nicho seco, deberá conectarse al terminal de puesta a tierra del tablero. Este terminal deberá estar directamente conectado a la caja del tablero. El conductor de protección deberá instalarse sin uniones ni empalmes.
- Se deberán considerar las siguientes excepciones:
- Cuando se alimenten con un mismo circuito derivado más de un aparato de alumbrado sumergido, el conductor de protección instalado entre las cajas de empalme, cubiertas de transformadores u otras cubiertas en el circuito de alimentación de aparatos de alumbrado de nicho mojado o entre los compartimientos de los aparatos de alumbrado de nicho mojado, puede terminar en los terminales de puesta a tierra.

- Cuando el aparato de alumbrado sumergido se alimente de un transformador, un interruptor de protección contra fugas a tierra, o un interruptor horario, el cual esté situado entre el tablero y una caja de empalmes conectada al tubo que se extiende directamente hasta el aparato de alumbrado sumergido, el conductor de protección puede terminar en terminales de puesta a tierra sobre la cubierta del transformador, del interruptor de protección contra fugas a tierra o del interruptor horario.
- ii) Otros equipos. Los otros equipos eléctricos deberán ponerse a tierra conectándolos al terminal de puesta a tierra del tablero.
- iii) Tableros. Un tablero que no sea parte del equipo de conexión deberá tener un conductor de protección instalado entre su terminal de puesta a tierra y el del equipo de conexión.
- iv) Conductor de protección; sección y tipo. La sección de un conductor de protección deberá determinarse de acuerdo con la Tabla 3-XI, pero no deberá ser menor de 2.5 mm^2 , a excepción del conductor de protección especificado en la cláusula i) anterior. Deberá ser un conductor de cobre aislado y deberá instalarse con los conductores del circuito en tubería metálica pesada, tubería metálica intermedia o tubo rígido no metálico. Se deberán considerar las siguientes excepciones:
 - La sección del conductor de protección entre la cámara de alambrado del devanado secundario de un transformador y una caja de empalme, deberá determinarse de acuerdo con el dispositivo de protección contra sobrecorriente en este circuito.
 - El conductor de protección entre un tablero lejano existente y el equipo de conexión, no necesita colocarse en un tubo, si el puenteo se hace por medio de un cable aprobado que tenga un conductor de protección, de cobre y aislado; o por medio de unos conductores de cobre aislados dentro de una canalización aprobada.
 - Cuando se requieran conexiones flexibles, se podrá utilizar tubería metálica flexible, con accesorios aprobados.
- v) Conductor de protección entre el tablero y el equipo de conexión. La sección de un conductor de protección entre un tablero lejano y el equipo de conexión deberá determinarse de acuerdo con los dispositivos de protección contra sobrecorriente que protegen los conductores que alimentan el tablero.

Véase la Tabla 3-XI para la sección del conductor de protección.

- vi) Equipos conectados con cordones. Cuando se conecten equipos fijos o estacionarios con un cordón, para facilitar su remoción o desconexión para su mantenimiento, reparación o almacenamiento, como está indicado en 5.9.12.1 g), los conductores deberán conectarse a una parte metálica fija del conjunto. La parte que es retirable deberá estar montada sobre la parte metálica fija o deberá estar puenteadada con ella.

5.9.12.3 Piscinas desmontables

- a) Bombas. Una bomba con filtro para piscina, conectada con cordón, deberá tener incorporado un sistema aprobado de doble aislamiento o su equivalente, y deberá estar provista de medios para poner a tierra solamente las partes metálicas internas e inaccesibles del aparato, que no transporten corriente.
El medio de puesta a tierra deberá ser un conductor de protección, instalado con los conductores de alimentación en un cordón que esté adecuadamente terminado en un enchufe del tipo con puesta a tierra, y que tenga una pieza de contacto fija para la puesta a tierra.
- b) Necesidad de interruptores de protección contra fugas a tierra. Todos los equipos eléctricos usados con piscinas desmontables deberán estar protegidos por interruptores de protección contra fugas a tierra.

5.9.12.4 Fuentes

- a) Generalidades. Las Disposiciones del presente inciso abarcan las fuentes, piscinas con fuentes, piscinas ornamentales y las de efectos decorativos. Las fuentes que tienen el agua común con una piscina de natación deberán cumplir con los requisitos para piscinas.
- b) Aparatos de alumbrado, bombas sumergibles y otros equipos sumergibles.
 - i) Interruptor de protección contra fugas a tierra. Deberá instalarse un interruptor de protección contra fugas a tierra en los circuitos derivados que alimenten equipos de fuentes.

Estos interruptores no serán necesarios cuando los equipos funcionen a una tensión no mayor de 15 V y estén alimentados por un transformador que cumpla con 5.9.12.1 e) i).

- ii) Tensión de operación. No deberán instalarse aparatos de alumbrado en circuitos que funcionen a una tensión mayor de 150 V entre conductores. Los circuitos que alimenten bombas sumergibles y otros equipos sumergibles no deberán funcionar con una tensión mayor de 300 V entre conductores.
 - iii) Lunas de aparatos de alumbrado. Los aparatos de alumbrado deberán instalarse con la parte superior de la luna por debajo del nivel de agua de la fuente, a menos que estén aprobados para ser colocados por encima. Un aparato de alumbrado dirigido hacia arriba deberá tener su luna resguardada a fin de impedir el contacto de personas.
 - iv) Protección contra aumentos de temperatura. Los equipos eléctricos cuya seguridad de operación dependa de la condición de estar sumergidos, deberán estar protegidos contra aumentos de temperatura por un sistema que interrumpa la corriente eléctrica u otros medios aprobados, cuando el nivel del agua descienda por debajo del nivel normal.
 - v) Alambrado. Los equipos deberán estar provistos de entradas para tubería roscada o de cordones adecuados. La máxima longitud de cordón expuesto en la fuente deberá ser de 3 m. Los cordones que se prolonguen más allá del perímetro de la fuente deberán estar dentro de una cubierta aprobada para alambrado. Las partes metálicas de equipos que estén en contacto con el agua deberán ser de bronce o de otro metal aprobado resistente a la corrosión.
 - vi) Mantenimiento. Los equipos deberán poderse sacar del agua para el cambio de lámparas o el mantenimiento normal. Los aparatos no deberán estar permanentemente empotrados en la estructura de la fuente, de manera que sea necesario hacer bajar el nivel del agua o drenar la completamente para el cambio de lámparas, el mantenimiento o las inspecciones.
 - vii) Estabilidad. Los equipos deberán tener una estabilidad inherente o deberán estar filados en su sitio de manera segura.
- c) Cajas de empalme y otras cubiertas.
- i) Generalidades. Las cajas de empalmes y otras cubiertas que se utilicen para instalaciones no sumergidas, deberán cumplir con lo indicado en 5.9.12.2 b) con excepción de iv), v) y viii), y con 5.9.12.2 c) con excepción de vi).

- ii) Cajas de empalme y otras cubiertas sumergidas. Las cajas de empalme y otras cubiertas sumergidas o expuestas a salpicaduras de agua, deberán cumplir con lo siguiente:
 - Deberán estar provistas de entradas para tubería roscada o de sellos para la entrada de cordones.
 - Deberán ser de cobre, bronce u otro metal resistente a la corrosión.
 - Deberán estar por debajo del nivel del agua en las paredes o el piso de la fuente.
Se deberá utilizar un compuesto aprobado para llenar las cajas a fin de impedir la entrada de agua.
 - Cuando la caja de empalme esté soportada solamente por la tubería, ésta deberá ser de cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión. Cuando la caja esté unida a tubería no metálica, deberá tener soportes adicionales y sujetadores de cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión. La caja deberá estar firmemente fijada a los soportes o directamente a la superficie de la fuente e interconectada como está requerido.

- d) Puenteado. Todos los sistemas de cañería metálica asociados con la fuente deberán estar puenteados con el conductor de protección del circuito derivado que alimenta a la fuente.

- e) Puesta a tierra Los equipos eléctricos indicados a continuación, deberán ponerse a tierra:
 - i) Todos los que estén ubicados a una distancia menor de 1.5 m de una pared interna de la fuente.
 - ii) Todos los equipos asociados con el sistema de recirculación de la fuente.
 - iii) Los tableros que no forman parte del equipo de conexión y que alimentan cualquier equipo eléctrico asociado a la fuente.

- f) Métodos de puesta a tierra.
 - i) Deberán aplicarse las Disposiciones establecidas en 5.9.12.2 g) i) y iv).
 - ii) Los equipos eléctricos que estén alimentados por un cordón, deberán tener puestas a tierra todas las partes conductoras expuestas, mediante un conductor de protección aislado de cobre que sea parte integral del cordón. Este conductor de protección deberá conectarse a un terminal de tierra en la caja

de empalmes de la alimentación, la caja del transformador u otra cubierta.

- g) Equipos conectados por cordón y enchufe.
 - i) Interruptores de protección contra fugas a tierra. Todos los equipos eléctricos, incluyendo los cordones de alimentación, deberán estar protegidos por interruptores de protección contra fugas a tierra.
 - ii) Tipos de cordones. Los cordones sumergidos o expuestos al agua deberán ser del tipo SO, ST o similares.
 - iii) Sello. La extremidad de la envoltura y los terminales del cordón dentro del equipo deberán cubrirse con un compuesto adecuado para impedir la entrada del agua dentro del equipo a través del cordón o sus conductores. Además, la conexión de tierra dentro del equipo deberá hacerse de manera similar, para proteger estas conexiones de los efectos dañinos del agua que pueda entrar dentro del equipo.
 - iv) Conexiones terminales. Las conexiones con cordón deberán ser permanentes. Será permitido el uso de enchufes y tomacorrientes de tipo de puesta a tierra, para facilitar el retiro o desconexión de equipos para su mantenimiento, reparación o almacenamiento, siempre que dichos dispositivos estén ubicados en una parte de la fuente o piscina que no contenga agua.
- h) Cuartos de equipos. Los equipos eléctricos no deberán instalarse en cuartos que no estén provistos de drenajes adecuados para evitar la acumulación de agua durante el funcionamiento normal o el mantenimiento de los filtros.

5.9.13 Celdas Electrolíticas

5.9.13.1 Alcance

Las prescripciones del presente acápite deberán aplicarse a la instalación de componentes eléctricos y equipos de accesorios de celdas electrolíticas, conjunto de celdas electrolíticas y procesos de alimentación para la producción de aluminio, cadmio, cloro, cobre, fluor, peróxido de hidrógeno, magnesio, sodio, clorato de sodio y zinc.

El presente acápite no se aplica a celdas usadas como fuentes de energía eléctrica, ni para procesos de electroplastia, ni celdas usadas para la producción de hidrógeno.

En general cualquier conjunto de celdas o grupo de conjuntos de celdas operadas como una unidad para la producción de un metal, gas o componente químico, puede diferir de cualquier otro conjunto de celdas o grupo de conjuntos de celdas que producen el mismo metal, por causa de las materias primas utilizadas, capacidad de salida, uso de métodos patentados o procesos prácticos u otros factores que modifican los alcances de las prescripciones del Código hasta llegar a ser demasiado restrictivo y no cumplir con los propósitos establecidos de este Código.

5.9.13.2 Definiciones

Conjunto de celdas. Es un conjunto de celdas electrolíticas interconectadas eléctricamente y alimentadas por una fuente de corriente continua.

Accesorios y equipos auxiliares de un conjunto de celdas. Tal como se utiliza en el presente acápite, "accesorios y equipo auxiliar de un conjunto de celdas" incluye, pero no está limitado a: tanques auxiliares, procesos de tubería; ductos de trabajo; soportes estructurales; conductores expuestos de celdas; tuberías y otras canalizaciones; bombas y dispositivos eléctricos de corte y transferencia. El equipo auxiliar incluye herramientas, máquinas de soldadura, crisoles y otros equipos portátiles usados para la operación y mantenimiento dentro de la zona de trabajo del conjunto de celdas.

En la zona de trabajo del conjunto de celdas el equipo auxiliar incluye las superficies conductoras expuestas de grúas y del equipo de servicio montado en la grúa, no puestas a tierra.

Celda electrolítica. Es un recipiente o vaso en el cual se producen reacciones electroquímicas por aplicación de energía eléctrica, con la finalidad de refinar o producir materiales utilizables.

Zona de trabajo de un conjunto de celdas. Es el espacio en el cual normalmente se realiza la operación o mantenimiento, sobre o en la proximidad de superficies expuestas energizadas de un conjunto de celdas electrolíticas o sus accesorios.

5.9.13.3 Otros capítulos

- a) Los capítulos 1 hasta 5 deberán aplicarse a alimentadores, circuitos derivados y aparatos para alumbrado, ventilación, manipulación de materiales y similares, que estén fuera de la zona de trabajo de un conjunto de celdas electrolíticas.
- b) Aquellos elementos de un sistema de alimentación de un conjunto de celdas que no estén eléctricamente conectados al sistema de alimentación de la celda, tales como el devanado primario de un transformador de dos devanados, el motor de un grupo motor-generator, alimentadores, circuitos derivados, medios de desconexión, control de motores y equipo de protección contra sobrecarga deberán cumplir con las prescripciones aplicables del presente Tomo.
Para el propósito del presente inciso "eléctricamente conectado" significará una conexión capaz de conducir corriente, como principal distinción de la conexión a través de inducción electromagnética.
- c) Los conjuntos de celdas electrolíticas deberán cumplir con las prescripciones de los capítulos 1 hasta 5.
- d) Deberán considerarse las siguientes excepciones:
 - i) Los conductores de los conjuntos de celdas electrolíticas no necesitan cumplir con las prescripciones del Capítulo 2, ni con 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 (véase 5.9.13.5).
 - ii) Los dispositivos de protección contra sobrecorriente para circuitos de fuerza de procesos de corriente continua de celdas electrolíticas no necesitan cumplir con los requerimientos de 3.5.
 - iii) El equipo localizado o usado dentro de la zona de trabajo de un conjunto de celdas electrolíticas o asociado con los circuitos de fuerza de corriente continua del conjunto de celdas, no necesita cumplir con las prescripciones de 3.6.
 - iv) Las celdas electrolíticas, accesorios de conjuntos de celdas y los alambrados de equipos auxiliares y dispositivos ubicados dentro de la zona de trabajo de un conjunto de celdas no necesitan cumplir con las prescripciones del Capítulo 2, ni con 3.1, 3.2, 3.8 y 3.4 (véase 5.9.13.12).

Véase 5.9.13.9 sobre equipos, aparatos y componentes estructurales de puestas a tierra.

5.9.13.4 Zona de trabajo de un conjunto de celdas

- a) La zona de trabajo de un conjunto de celdas deberá abarcar cualquier espacio.
 - i) Dentro de 2.5 m encima de superficies energizadas de conjuntos de celdas electrolíticas o sus accesorios energizados.
 - ii) Debajo de superficies energizadas de conjuntos de celdas electrolíticas o sus accesorios energizados, siempre que esta altura libre sea menor de 2.5 m.
 - iii) Dentro de 1.10 m horizontalmente desde superficies energizadas de conjuntos de celdas electrolíticas o sus accesorios energizados o desde el espacio envolvente descrito en 5.9.13.4 a) i) ó 5.9.13.4 a) ii).
- b) No deberá requerirse que la zona de trabajo de un conjunto de celdas se extienda hasta el final o más allá de paredes, pisos, techos, tabiques, barreras o similares.

5.9.13.5 Suministro de energía a procesos de corriente continua de conjunto de celdas

- a) Los conductores alimentadores a procesos de corriente continua de conjunto de celdas no requieren ser puestos a tierra.
- b) Toda cubierta metálica de aparatos de suministro de energía a procesos de corriente continua de conjuntos de celdas que operen a una tensión de alimentación entre terminales mayor de 50 V deberán ponerse a tierra.
 - i) Por equipos de relés de protección, o
 - ii) Por un conductor de protección de cobre de 70 mm² de sección mínima o por un conductor de igual capacidad.
- c) Las conexiones de puesta a tierra requeridas por 5.9.13.5 b), deberán instalarse de acuerdo con 3.6.11.2, 3.6.11.3, 3.6.11.5, 3.6.11.6, 3.6.11.7.

5.9.13.6 Conductores de conjuntos de celdas

- a) Los conductores de conjuntos de celdas deberán ser de cobre, aluminio, acero u otro material aprobado ya sean desnudos o aislados.
- b) Los conductores de conjuntos de celdas deberán ser de una sección transversal adecuada para que la elevación de temperatura bajo condiciones de carga máxima y a una temperatura ambiente máxima, no exceda la temperatura de operación permisible del aislamiento del conductor o la del material de soporte del conductor.
- c) Los conductores de conjuntos de celdas deberán ser empalmados mediante empernamiento, soldadura, grapas o conectores a presión.

5.9.13.7 Medios de desconexión

- a) Cuando más de un suministro de energía a procesos de corriente continua de conjuntos de celdas, alimenta a un mismo conjunto de celdas, deberá proveerse medios de desconexión, en el lado del circuito del conjunto de celdas de cada suministro de energía, para desconectarlo del circuito del conjunto de celdas.
- b) Se permitirá usar uniones removibles o conductores removibles como medios de desconexión.

5.9.13.8 Medios derivadores

- a) Se permitirá la derivación parcial o total de la corriente de un circuito de un conjunto de celdas alrededor de una o más celdas.
- b) Los conductores, interruptores o combinación de conductores e interruptores, utilizados para derivar una o más celdas, deberán cumplir con las prescripciones aplicables de 5.9.13.6.

5.9.13.9 Puesta a tierra

Para los equipos o aparatos y componentes estructurales que requieran ser puestos a tierra de acuerdo con el presente acápite, deberán aplicarse las prescripciones de 3.6

Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- a) No requerirá usarse un electrodo de tubo de agua.
- b) Se permitirá usar cualquier electrodo o combinación de electrodos descritos en 3.6.9.1 y 3.6.9.2

5.9.13.10 Equipos eléctricos portátiles

- a) No deberá ponerse a tierra las estructuras y cubiertas de equipos eléctricos portátiles usados dentro de la zona de trabajo de un conjunto de celdas. Deberán considerarse las siguientes excepciones:
 - i) Se permitirá poner a tierra estas estructuras y cubiertas cuando la tensión del circuito del conjunto de celdas, no exceda 200 V en corriente continua.
 - ii) Se permitirá poner a tierra estas estructuras y cubiertas, cuando estén resguardadas.
- b) Las herramientas de mano accionadas eléctricamente, los equipos portátiles conectados con cordón, con estructuras o cubiertas no puestas a tierra, usado dentro de la zona de trabajo de un conjunto de celdas, deberán ser conectadas solamente a circuitos de tomacorrientes que tengan sólo conductores activos; tal como un circuito derivado alimentado por un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra. Se exceptúan de esta prescripción a los equipos cuyas estructuras y cubiertas estén puestas a tierra, de acuerdo con 5.9.13.10 a) i)
- c) Los equipos eléctricos portátiles no puestos a tierra, deberán ser marcados distintamente y deberá emplear enchufes y tomacorrientes de una configuración tal, que prevenga la conexión de estos equipos a tomacorrientes con puesta a tierra y además que prevengan el intercambio inadvertido de equipos eléctricos portátiles no puestos a tierra y puestos a tierra.

5.9.13.11 Circuitos de alimentación y tomacorriente para equipos eléctricos portátiles

- a) Los circuitos de alimentación para tomacorrientes no puestos a tierra para instrumentos de mano y equipo conectados con cordón, deberán estar eléctricamente aislados de cualquier sistema de distribución que alimente áreas distintas a las zonas de trabajo de un conjunto de celdas y no deberán suministrarse a través de transformadores de aislamiento.

Los primarios de tales transformadores deberán operar a no más de 600 V entre conductores, y deberán estar provistos con su propia protección contra sobrecorriente.

La tensión secundaria de tales transformadores no deberá exceder 300 V entre conductores, y todos los circuitos alimentados por tales secundarios deberán ser no puestos a tierra y deberán tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente aprobado y de apropiada capacidad nominal en cada conductor.

- b) Los tomacorrientes y sus enchufes, para equipos no puestos a tierra no deberán estar provistos para un conductor de protección y deberán ser de una configuración tal que prevenga su uso para equipos que requieran ser puestos a tierra.
- c) Los tomacorrientes de circuitos alimentados por un transformador de aislamiento en el secundario no puesto a tierra, deberán ser de una configuración distintiva, marcados distintamente, y no deberán usarse en cualquier otra ubicación en la planta.

5.9.13.12 Equipo eléctrico fijo y portátil

- a) Los sistemas de alimentación de corriente alterna de equipos eléctricos fijos y portátiles dentro de la zona de trabajo de un conjunto de celdas, no requerirá ser puesto a tierra.
- b) Las superficies conductoras expuestas, tales como envolturas de equipos eléctricos, gabinetes, cajas, motores, canalizaciones y similares, que estén dentro de la zona de trabajo del conjunto de celdas, no requerirán ser puestos a tierra
- c) Los dispositivos eléctricos auxiliares, tales como motores, transductores, sensores, dispositivos de control y alarmas, montados en una celda electrolítica u otra superficie energizada, deberán conectarse por cualquiera de los siguientes medios:
 - i) Cordón multiconductor blindado de servicio pesado.
 - ii) Conductor o cable en canalizaciones apropiadas.
 - iii) Tubería metálica expuesta, bandeja para cables, cable Tipo AC, o sistemas metálicos similares, instalados con interruptores de aislamiento tal que ellos no causen una condición eléctrica, virtualmente peligrosa.
- d) No se requerirán circuitos de protección para control e instrumentación que estén totalmente dentro de la zona de trabajo de un conjunto de celdas.

- e) Se permitirá la conexión de equipos eléctricos fijos a las superficies conductoras energizadas de un conjunto de celdas, sus accesorios o auxiliares. Cuando el equipo eléctrico fijo está montado en una superficie conductora energizada, deberá conectarse a esta superficie.

5.9.13.13 Conexiones auxiliares no eléctricas

Las conexiones auxiliares no eléctricas tales como mangueras de aire, mangueras de agua, y similares, a una celda electrolítica, sus accesorios o equipos auxiliares, no deberán tener alambres de refuerzo, armaduras, cuerdas y similares, que sean conductores continuos. Las mangueras deberán ser de un material no conductor.

5.9.13.14 Grúas y elevadores de carga

- a) Las superficies conductoras de grúas y elevadores de carga que entren a la zona de trabajo del conjunto de celdas, no requerirán estar puestos a tierra. Las partes aéreas de una grúa o elevador de carga, en contacto con celdas electrolíticas energizadas o accesorios energizados deberán estar aisladas de tierra.
- b) Los controles remoto de grúas y elevadores de carga, que pueden introducir condiciones eléctricas peligrosas en la zona de trabajo de un conjunto de celdas, deberán emplear uno o más de los siguientes sistemas:
 - i) Circuito de control aislado y no puesto a tierra de acuerdo con 5.9.13.11 a);
 - ii) Pulsadores colgantes con medios de soportes no conductivos y que tengan superficies expuestas conductoras no puestas a tierra.
 - iii) Radios.

5.9.13.15 Cubiertas

Las cubiertas de equipo eléctricos para propósitos generales, serán permitidas cuando un sistema de ventilación natural de aire, prevenga la acumulación de gases.

5.10 EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACIÓN

5.10.1 Generalidades

5.10.1.1 Alcances

Las prescripciones del presente subcapítulo deberán aplicarse a todos los equipos de aire acondicionado y de refrigeración accionados por motores eléctricos, y a los circuitos derivados y controles de dichos equipos. Se dan asimismo consideraciones especiales necesarias para 108 circuitos que alimentan moto-compresores herméticos refrigerantes y cualquier equipo de aire acondicionado y/o refrigerante conectados a un circuito derivado individual, el cual alimenta a un moto-compresor hermético refrigerante.

Moto-compresor hermético refrigerante. Es una combinación consistente de un compresor y un motor, encerrados en una misma envoltura, con un eje interno o eje sellado, trabajando el motor dentro de un medio refrigerante.

5.10.1.2 Otros capítulos

- a) Las prescripciones del presente subcapítulo son adicionales o reemplazan a los requisitos del subcapítulo 5.2 y a los requisitos de otros subcapítulos del presente Tomo que sean aplicables, excepto cuando sean modificados por este subcapítulo.
- b) Las prescripciones dadas en los subcapítulos 5.1, 5.2 ó 5.11, cuando sea necesario, deberán aplicarse a los equipos de aire acondicionado y a los de refrigeración que no tengan incorporado un moto-compresor hermético refrigerante. Algunos ejemplos de estos equipos son los artefactos que utilizan compresores de refrigeración accionados por motores convencionales, hornos con serpentines evaporadores de aire acondicionado, unidades de bobinas difusoras, condensadores remotos enfriados por aire a circulación forzada, refrigeradores comerciales, etc.
- c) Los aparatos tales como los acondicionadores de aire para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y distribuidores de bebida, deberán considerarse como artefactos y se les deberá aplicar también los requisitos de 5.1.
- d) Los moto-compresores herméticos refrigerantes, circuitos, controles y equipos deberán también cumplir con los requisitos aplicables dados en los siguientes puntos:

Condensadores 5.6.3.4
 Garajes, hangares de aviación, estaciones de servicio y

distribuidores de gasolina plantas de almacenamiento en gran volumen, procesos de acabado y anestésicos inflamables	6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9 y 6.10.7
Lugares peligrosos	6.1, 6.2, 6.3 y 6.4
Estudios de cine y televisión	6.13
Resistencias y reactores	5.7

5.10.1.3 Marcación de los moto-compresores herméticos refrigerantes y del equipo

- a) Todo moto-compresor hermético refrigerante deberá estar provisto de una placa de características que indique el nombre, marca o símbolo del fabricante, año de fabricación, la designación de identificación, número de fases, tensión y frecuencia. Se deberá indicar la corriente de carga nominal en Amperes del moto-compresor ya sea en la placa de características de cada moto-compresor monofásico que tenga una corriente de carga nominal mayor de 4.5 A para 220 V y de cada moto-compresor polifásico. Cuando se utilice un protector térmico que cumpla con 5.10.6.2 a) ii) y 5.10.6.2 b) ii), se deberá indicar en la placa de características del moto-compresor refrigerante o en la placa del equipo las palabras "Protegido Térmicamente". Cuando se utilice un sistema de protección que cumpla con 5.10.6.2 a) iv) y 5.10.6.2 iv), suministrado con el equipo, la placa de características del equipo deberá llevar las palabras "Sistema Protegido Térmicamente"; cuando se especifique un sistema de protección que cumpla con 5.10.6.2 a) iv) y 5.10.6.2 b) iv), la placa de características del equipo deberá llevar las indicaciones apropiadas.

Definición: La corriente de carga nominal de un motocompresor refrigerante es la corriente resultante cuando el moto-compresor trabaja a la carga, tensión y frecuencia nominal del equipo del cual forma parte.

- b) Los equipos de motores múltiples y cargas combinadas, deberán estar provistas de una placa de características visible, a la cual indicará el nombre del fabricante, la tensión nominal en Volts, frecuencia y número de fases, capacidad mínima de corriente de los conductores del circuito alimentador y la capacidad máxima de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de los circuitos derivados. La capacidad de corriente deberá calcularse de acuerdo a 5.10.4 y teniendo en cuenta todos los motores y demás cargas que trabajan al mismo tiempo. La capacidad de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de

los circuitos derivados no deberá exceder los valores calculados de acuerdo con 5.10.3. Los equipos con motores múltiples y cargas combinadas para ser usados en dos o más circuitos, deberán marcarse de acuerdo a la información indicada anteriormente para cada circuito a excepción de los siguientes:

- i) Los equipos de motores múltiples y cargas combinadas que se ajusten a los requisitos del presente subcapítulo para ser conectados a un circuito derivado monofásico de 15 A para 220 V, pueden ser identificados como una carga simple.
 - ii) Los acondicionadores de aire para habitaciones, deberán estar de acuerdo con 5.10.7.
- c) Los moto-compresores herméticos refrigerantes o equipos que contienen compresores en los que el sistema de protección, aprobado para ser usado con el moto-compresor que protege, permite una corriente constante que excede el porcentaje de la corriente de carga nominal específica en la placa de características dadas en 5.10.6.2 b) ii) y 5.10.6.2 b) iv), deberán también marcarse con el valor de la corriente de selección del circuito derivado que cumpla con 5.10.6.2 b) ii) ó 5.10.6.2 b) iv). Esta indicación deberá suministrarla el fabricante del equipo y deberá estar en la placa(s) de característica(s) donde se indica el valor de la corriente de carga nominal.

Definición: La corriente de selección del circuito derivado es el valor en Amperes a usarse en lugar de la corriente de carga nominal, para determinar la capacidad de los conductores del circuito derivado, medios de desconexión, controles y dispositivos de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor dondequiera que el dispositivo de protección contra sobrecargas en marcha permita una corriente sostenida mayor que el porcentaje especificado de la corriente de carga nominal.

El valor de la corriente de selección del circuito derivado, deberá ser siempre mayor que la corriente de carga nominal indicada.

5.10.1.4 Marcación en los controles

Un control deberá estar marcado con el nombre del fabricante, marca de fábrica o símbolo, designación de identificación, tensión, fase, capacidad de corriente a plena carga y rotor bloqueado (o HP), y otros datos que puedan ser necesarios para la adecuada identificación del moto-compresor para el cual es adecuado:

5.10.1.5 Capacidad nominal de conductores y equipos

La capacidad de corriente de los conductores y la capacidad nominal de los equipos deberá determinarse como sigue:

- a) Para un moto-compresor hermético refrigerante, la corriente de carga nominal indicada en la placa de características del equipo, en el cual el moto-compresor es utilizado, deberá ser usada para determinar la capacidad nominal de los medios de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del control, de la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado, y de la protección contra sobrecargas del motor separado. Cuando la corriente de carga nominal no está indicada en la placa de características del equipo se deberá utilizar la corriente de carga nominal indicada en la placa de características del compresor. Para los medios de desconexión y controles, véase también 5.10.2.2 y 5.10.5.1.

Se considerarán las siguientes excepciones:

- i) Cuando así se indique, la corriente de selección del circuito derivado se deberá utilizar en lugar de la corriente de carga nominal a fin de determinar la capacidad nominal o la capacidad de corriente de los medios de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del control y de la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado.
 - ii) Según lo permitido en 5.10.3.2 b), para la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado de los equipos conectados mediante cordón y enchufe.
- b) Para un equipo de motores múltiples que emplee uno de ellos como ventilador o soplador, del tipo de inducción de polos compusados o de inducción de condensador dividido, la corriente a plena carga de dicho motor indicada en la placa de características del equipo, deberá usarse para poder determinar la capacidad nominal de los medios de desconexión de los conductores del circuito derivado, de los controles, de la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado, y de la protección separada contra sobrecargas. Esta indicación en la placa de características del equipo, no deberá ser menor que la corriente indicada en la placa de características del motor ventilador o del motor soplador.

5.10.1.6 Motor de mayor capacidad nominal

De acuerdo con el presente inciso y con 5.2.2.3, 5.2.4.2 b), 5.2.4.2 c) y 5.2.5.1 a), se deberá considerar como el motor de mayor capacidad

nominal, al motor que tenga la mayor corriente de carga nominal. Cuando dos o más motores tienen la misma corriente de carga nominal, solamente uno de ellos será considerado como el motor de mayor capacidad nominal.

5.10.2 Medios de Desconexión

5.10.2.1 Generalidades

Las prescripciones del presente acápite están destinadas a los medios de desconexión capaces de desconectar del circuito alimentador a los equipos de aire acondicionado o de refrigeración incluyendo sus moto-compresores y controles. Véase la fig. 5-I.

5.10.2.2 Capacidad nominal y de interrupción

- a) Un medio de desconexión que controla un moto-compresor hermético refrigerante deberá seleccionarse en base a la corriente de carga nominal o de selección del circuito derivado según cual sea mayor, y a la corriente con rotor bloqueado del moto-compresor, tal como se indica a continuación:
 - i) La corriente nominal deberá ser no menor del 115% de la mayor de las corrientes de carga nominal y de selección del circuito derivado indicadas en la placa de características.
 - ii) A fin de determinar los caballos de fuerza (HP) equivalentes que cumplan con los requisitos de 5.2.8.8., la potencia nominal en HP deberá ser seleccionada de las Tablas 5-XI, 5-XII y 5-XIII, correspondiente a la mayor de las corrientes de carga nominal y de selección del circuito derivado, y también la potencia nominal en HP de la Tabla 5-XIV correspondiente a la corriente con rotor bloqueado. En el caso de que la corriente de carga nominal o de selección del circuito derivado y la corriente con rotor bloqueo no correspondan a las corrientes dadas en las Tablas del 5-XI al 5-XIV, se deberá seleccionar la potencia nominal en HP correspondiente al valor inmediato superior. Si se obtuvieran de las Tablas diferentes potencias nominales, se deberá seleccionar una potencia nominal en HP por lo menos igual al mayor de los valores obtenidos.
- b) Cuando se utilicen uno o más moto-compresores herméticos refrigerantes junto o en combinación con otros motores y/o cargas tales como calentadores de resistencias, y cuando la carga combinada pueda ser simultánea en un medio de desconexión, el

valor nominal de la carga combinada se deberá determinar como sigue:

i) La potencia nominal en HP de los medios de desconexión, deberá determinarse a partir de la suma de todas las corrientes, incluyendo cargas resistivas, en la condición de carga nominal y también en la condición de rotor bloqueado. La corriente de carga nominal combinada y la corriente con rotor bloqueado combinada obtenidos, deberán considerarse como pertenecientes a un único motor para el uso de los requisitos que se indican a continuación:

- La corriente a plena carga de cada motor, que no sea moto-compresor refrigerante, y de motores para ventiladores o sopladores de acuerdo a 5.10.1.5 b), deberá seleccionarse de acuerdo con 5.2.1.1. Estas corrientes a plena carga deberán sumarse a la mayor de las corrientes de carga nominal del moto-compresor y de selección del circuito derivado, y a la corriente nominal de otras cargas, para así obtener una corriente a plena carga equivalente a las cargas combinadas.
- La corriente con rotor bloqueado equivalente a la potencia nominal en HP de cada motor que no sea moto-compresor refrigerante, deberá seleccionarse de la Tabla 5-XIV; y para los motores ventiladores y sopladores, se deberá usar la corriente con rotor bloqueado marcada. Las corrientes con rotor bloqueado deberán sumarse a la(s) corriente(s) con rotor bloqueado del moto-compresor y a las corrientes nominales de otras cargas para obtener una corriente con rotor bloqueado equivalente a las cargas combinadas. Cuando dos o más motores y/u otras cargas no puedan arrancar simultáneamente, se podrán utilizar combinaciones apropiadas de la corriente con rotor bloqueado y de la mayor de las corrientes de carga nominal y de selección del circuito derivado, a fin de determinar la corriente con rotor bloqueado equivalente a las cargas combinadas simultáneas.

Excepción: Cuando una parte de la carga concurrente es una carga resistiva, y el medio de desconexión es un interruptor cuya capacidad nominal está dada en HP y en Amperes, la potencia nominal en HP del interruptor no deberá ser menor que la carga combinada del moto-compresor y de los otros motores en la condición de rotor bloqueado, y la corriente nominal deberá ser menor que dicha carga a rotor bloqueado más la carga resistiva.

- ii) La capacidad nominal de corriente de los medios de desconexión deberá ser por lo menos el 115% de la suma de todas las corrientes en condición de carga nominal determinadas de acuerdo con 5.10.2.2 b) i).
- c) Para moto-compresores pequeños que no tengan la corriente de rotor bloqueado indicada en la placa de características, o para motores pequeños que no estén cubiertos por las Tablas 5-X, 5-XI, 5-XII ó 5-XIII, la corriente con rotor bloqueado deberá estimarse en un valor igual a seis veces la corriente de carga nominal (Véase 5.10.1.3 a).
- d) Cuando la corriente de carga nominal o de rotor bloqueado, determinadas según lo indicado anteriormente, indiquen la necesidad de medios de desconexión que excedan de 100 HP, se deberán aplicar las prescripciones del inciso 5.2.8.8. d).

5.10.2.3 Equipos conectados con cordón

Para los equipos conectados con cordón, tales como acondicionadores de aire para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, y aparatos distribuidores de bebidas, se deberá utilizar como medio de desconexión un conector separable o un tomacorriente y enchufe. (Véase también 5.10.7.4).

5.10.2.4 Ubicación

Un medio de desconexión deberá ser visible y de fácil acceso desde el frente del equipo de aire acondicionado o equipo de refrigeración.

5.10.3 Protección de los Circuitos Derivados Contra Cortocircuitos y Fallas a Tierra

5.10.3.1 Generalidades

Las prescripciones del presente acápite se aplican a los dispositivos contra sobrecorrientes, debidas a cortocircuitos y fallas a tierra, destinados a proteger a los conductores del circuito derivado, a los aparatos de control, y a los motores en circuitos que alimentan moto-compresores herméticos refrigerantes. Estas prescripciones se agregan o modifican a las dadas en 3.5.

5.10.3.2 Aplicación y selección

- a) Capacidad nominal o ajuste para moto-compresores individuales. El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra

del circuito derivado de un moto-compresor deberá ser capaz de transportar la corriente de arranque del motor. Se considera que se ha obtenido la protección adecuada cuando la capacidad nominal o ajuste del dispositivo no excede el 175% de la mayor de las corrientes de carga nominal y de selección del circuito derivado del moto-compresor (15 A mínimo). Donde la protección especificada no sea suficiente para el arranque del motor, se le podrá incrementar, siempre que no exceda el 225% de la mayor de las corrientes de carga nominal y de selección del circuito derivado del motor.

- b) Capacidad nominal o ajuste del equipo. El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del equipo, deberá ser capaz de transportar la corriente de arranque del equipo. Cuando el moto-compresor hermético refrigerante sea la única carga en el circuito la protección deberá cumplir con el párrafo 5.10.3.2 a). Cuando el equipo comprende más de un moto-compresor, o un moto-compresor con otros motores u otras cargas, la protección del equipo deberá estar conforme con el inciso 5.2.4.2 y con lo siguiente:
 - i) Cuando un moto-compresor hermético refrigerante es la mayor carga conectada al circuito, la capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección no deberá exceder del valor especificado en 5.10.3.2 a) para el moto-compresor de mayor potencia, más la suma de la corriente de carga nominal o de selección del circuito derivado, según cual sea mayor, de los otros moto-compresores y de la capacidad de otras cargas alimentadas.
 - ii) Cuando un moto-compresor hermético refrigerante no sea la mayor carga conectada al circuito, la capacidad nominal o ajuste de dispositivo de protección no deberá exceder un valor igual a la suma de la corriente de carga nominal o de selección del circuito derivado, según cual sea mayor, de los otros moto-compresores, más el valor especificado en 5.2.4.2 c) iv) cuando se alimenten otras cargas de motores, o el valor especificado en 3.5.1.3 cuando se alimenten cargas que no sean motores en adición a los moto-compresores.
 - iii) Un equipo que arranca y funciona en un circuito derivado monofásico de 15 A a 220 V, se deberá considerar protegido por el dispositivo de protección contra sobrecorriente de 15 A que protege al circuito derivado, pero si la capacidad máxima del dispositivo de protección del circuito indicada en el equipo

es menor que este valor, el dispositivo de protección del circuito no deberá exceder el valor indicado en la placa de características del equipo.

- iv) Se deberán utilizar los datos indicados en la placa de características del equipo conectado con cordón y enchufe, de tensión nominal no mayor de 250 V monofásicos, tales como refrigeradores y congeladores domésticos, aparatos enfriadores de agua potable y distribuidores de bebidas, para la determinación de los requisitos del circuito derivado, y cada unidad deberá considerarse como un motor individual, a menos que la placa de características indique lo contrario.
- c) Cuando los valores máximos de los dispositivos de protección indicados en la Tabla de elementos térmicos dados por el fabricante para ser utilizados en un control de motor, sean menores que el valor nominal o el ajuste seleccionado según 5.10.8.2 a) y b), el valor nominal del dispositivo de protección no deberá ser mayor que los valores indicados por el fabricante en la placa del equipo.

5.10.4 Conductores de los Circuitos Derivados

5.10.4.1 Generalidades

Las prescripciones del presente acápite y de los subcapítulos 4.1 y 4.2 se deberán aplicar a las secciones de los conductores necesarios para transportar la corriente del motor en las condiciones especificadas sin calentamiento excesivo.

El presente acápite no se deberá aplicar a los conductores integrales de los motores, control de motores y equipos similares o a conductores que formen una parte integral del equipo aprobado.

5.10.4.2 Moto-compresor individual

Los conductores del circuito derivado que alimenta a un moto-compresor individual, deberán tener una capacidad de corriente no menor del 125% de la mayor de las corrientes de carga nominal y de selección del circuito derivado del moto-compresor.

5.10.4.3 Moto-compresores con o sin cargas de motores adicionales

Los conductores que alimentan a uno o más moto-compresores con o sin carga(s) adicional(es), deberán tener una capacidad de corriente no menor que la suma de los valores de la mayor de las corrientes de

carga nominal y de selección del circuito derivado de todos los moto-compresores, más las corrientes a plena carga de otros motores, más el 25% de la capacidad nominal del motor o moto-compresor de mayor potencia del grupo; a excepción de lo siguiente:

- a) Cuando el circuito esté enclavado de manera que impida el arranque y funcionamiento de un segundo moto-compresor o grupo de moto-compresores, el tamaño del conductor se determinará para el moto-compresor de mayor potencia, o grupo de moto-compresores que deban funcionar al mismo tiempo.
- b) Para los equipos de aire acondicionado para habitaciones, véase 5.10.7.

5.10.4.4 Cargas combinadas

Los conductores que alimentan una carga de un moto-compresor, en adición a las cargas de alumbrado o artefacto calculadas de acuerdo al subcapítulo 3.3 y otros artículos aplicables, deberán tener una capacidad de corriente suficiente para las cargas de alumbrado o artefactos, más la capacidad de corriente requerida para la carga del motor-compresor determinada de acuerdo con 5.10.4.2; con excepción de lo siguiente:

Cuando el circuito está enclavado de manera que impida el funcionamiento simultáneo del moto-compresor(es) y de todas las demás cargas conectadas, el tamaño del conductor se determinará en base al mayor tamaño requerido para los moto-compresores y las otras cargas que funcionan al mismo tiempo.

5.10.4.5 Equipo de varios motores y de cargas combinadas

La capacidad de corriente de los conductores que alimentan equipos de varios motores y cargas combinadas, no deberá ser inferior a la capacidad mínima del circuito indicada en el equipo, de acuerdo con 5.10.1.3 b).

5.10.5 Controles para Moto-compresores

5.10.5.1 Capacidad nominal

- a) El control de un moto-compresor deberá tener al mismo tiempo una corriente nominal a plena carga para servicio continuo y una corriente nominal a rotor bloqueado que no sean inferiores a los valores indicados en la placa de características con respecto a la mayor de las corrientes de carga nominal y de selección del

circuito derivado, y la corriente a rotor bloqueado del compresor respectivamente (véase 5.10.1.5 y 5.10.1.6). En caso de que el control del motor esté calibrado en HP, pero no lleve indicación de una o ambas corrientes nominales mencionadas anteriormente, las corrientes equivalentes deberán determinarse de las características nominales, como se indica a continuación: Use las Tablas 5-XI, 5-XII ó 5-XIII para determinar el equivalente del valor nominal de la corriente a rotor bloqueado.

- b) Un control que sirva a más de un moto-compresor o un moto-compresor y otras cargas, deberá tener una corriente nominal a plena carga para servicio continuo y una corriente nominal a rotor bloqueado no menor que la carga combinada según se determina de acuerdo con 5.10.2.2 b).

5.10.6 Protección contra Sobrecargas de los moto-compresores y de los Circuitos Derivados

5.10.6.1 Generalidades

Las prescripciones del presente acápite se aplicarán a los dispositivos destinados a proteger a los moto-compresores, aparatos de control de motores y a los conductores de los circuitos derivados, contra el calentamiento excesivo debido a sobrecargas del motor y fallas en el arranque. Véase 3.5.1.3 c) y la definición de "Sobrecarga".

5.10.6.2 Aplicación y selección

- a) Protección del moto-compresor. Cada moto-compresor deberá estar protegido contra sobrecargas y falla en el arranque por uno de los medios indicados a continuación:
 - i) Un relé de sobrecarga, independiente del moto-compresor, que es sensible a la corriente del mismo. Este dispositivo deberá seleccionarse para disparar a no más del 140% de la corriente de carga nominal del moto-compresor.
 - ii) Un protector térmico que forme parte integral del moto-compresor, aprobado para usarse con el moto-compresor, al cual lo protege de los sobrecalentamientos peligrosos debidos a sobrecargas y fallas en el arranque. Si el dispositivo interruptor de corriente está separado del moto-compresor y su circuito de control está accionado por un dispositivo de protección que forma parte integral con el moto-compresor, deberá disponerse de tal maneta que al abrirse el circuito de control se interrumpa el paso de corriente al moto-compresor.

- iii) Un fusible o un disyuntor de tiempo inverso sensible a la corriente del motor, el cual deberá también ser usado como dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra. Este dispositivo deberá tener una capacidad nominal no mayor del 125% de la corriente de carga nominal del moto-compresor. Deberá tener suficiente tiempo de retardo para permitir que el moto-compresor arranque y acelere con carga. El equipo o el motor-compresor deberá llevar indicada la máxima capacidad del fusible del circuito derivado o del disyuntor de tiempo inverso.
 - iv) Un sistema de protección, suministrado o especificado y aprobado para usarse con el moto-compresor, el cual lo protege de los sobrecalentamientos peligrosos debidos a sobrecargas y fallas en el arranque. Si el dispositivo para interrumpir la corriente está separado del moto-compresor y su circuito de control es accionado por un dispositivo de protección que no es parte integrante del dispositivo de interrupción de corriente, deberá disponerse de tal manera que al abrirse el circuito de control se interrumpa el paso de la corriente al moto-compresor.
- b) Protección de los aparatos de control y conductores del circuito derivado de los moto-compresores. Los controles, los medios de desconexión y los conductores del circuito derivado que pertenecen al moto-compresor, deberán estar protegidos contra sobrecorrientes debidas a sobrecargas en el motor y fallas en el arranque por uno de los medios indicados a continuación, el cual puede ser el mismo dispositivo o sistema de protección del moto-compresor de acuerdo con 5.10.6.2 a).
- i) Un relé de sobrecargas seleccionado de acuerdo con 5.10.6.2 a) i).
 - ii) Un protector térmico aplicado de acuerdo con 5.10.6.2 a) ii) y que no permita una corriente constante mayor del 156% de la corriente de carga nominal o de la corriente de selección del circuito derivado, marcadas en placas
 - iii) Un fusible o disyuntor de tiempo inverso seleccionado de acuerdo con 5.10.6.2 a) iii).
 - iv) Un sistema de protección de acuerdo con 5.10.6.2 a) iv) y que no permita una corriente constante mayor del 156% de la corriente de carga nominal o de la corriente de selección del circuito derivado, marcadas en placas.

5.10.6.3 Relés contra sobrecarga

Los relés contra sobrecargas y otros dispositivos para la protección del motor contra sobrecargas, que no sean capaces de interrumpir cortocircuitos, deberán protegerse con fusibles o disyuntores de tiempo inverso con capacidad o ajuste de acuerdo con 5.10.3, a menos que estén aprobados para ser instalados en grupos o para motores con devanados partidos y marcados con la capacidad máxima del fusible o del disyuntor de tiempo inverso con el cual deberán estar protegidos.

Excepción: Se permitirá la marcación de la capacidad del fusible o disyuntor de tiempo inverso en la placa 'de características del equipo aprobado, en el cual se use un relé u otro dispositivo contra sobrecargas.

5.10.6.4 Moto-compresores y equipos en circuitos derivados de 15 A que no son conectados por medio de cordón y enchufe

Se permitirá la protección contra sobrecargas para moto-compresores y equipos utilizados en circuitos derivados monofásicos de 15 Amperes y 220 V en la forma que se indica a continuación:

- a) El moto-compresor deberá estar provisto de una protección contra sobrecargas, seleccionado de acuerdo con 5.10.6.2 a). tanto el control como el dispositivo de protección contra sobrecargas del motor, deberán estar aprobados para su instalación con dispositivos de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado, al cual es conectado el equipo.
- b) El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra para proteger al circuito derivado, deberá tener suficiente tiempo de retardo para permitir que el moto-compresor y otros motores arranquen y aceleren sus cargas.

5.10.6.5 Moto-compresores y equipos en circuitos derivados de 15 A o conectados por medio de cordón y enchufe.

La protección contra sobrecargas para motores y equipos conectados por medio de cordón y enchufe a circuitos derivados monofásicos de 15 Amperes y 220 Volts, podrá realizarse según como se indica a continuación.

- a) El moto-compresor deberá estar provisto de una protección contra sobrecargas de acuerdo a 5.10.6.2 a). Tanto el control como el dispositivo de protección contra sobrecargas del motor, deberán estar aprobados para su instalación con los dispositivos de

protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado, al cual es conectado el equipo.

- b) La capacidad nominal de los enchufes y tomacorrientes, no deberá exceder de 15 Amperes para 250 Volts.
- c) El dispositivo de protección contra cortocircuitos y puestas a tierra para proteger los circuitos derivados, deberá tener suficiente tiempo de retardo para permitir que el moto-compresor y otros motores arranquen y aceleren sus cargas.

5.10.7 Disposiciones para Acondicionadores de Aire para Habitaciones

5.10.7.1 Generalidades

Las prescripciones del presente acápite deberán aplicarse a los acondicionadores de aire para habitaciones, energizados eléctricamente, que controlan la temperatura y la humedad. Para el propósito de este acápite, un acondicionador de aire para habitaciones (con o sin calefacción) deberá considerarse como un artefacto de corriente alterna de refrigeración de aire del tipo de ventana, consola o de pared, instalado en el cuarto acondicionado y el cual contiene un(os) moto-compresor(es) hermético(s) refrigerante(s). Asimismo estas prescripciones se aplican a los equipos monofásicos con una tensión nominal no mayor de 250 Volts, los cuales podrán ser conectados con cordón y enchufe.

Un acondicionador de aire para habitación trifásico o con una tensión mayor de 250 Volts, deberá conectarse directamente por un método de instalación reconocido por el capítulo 4, no debiendo aplicarse las Disposiciones de este acápite.

5.10.7.2 Puesta a tierra

Los acondicionadores de aire para habitaciones deberán estar puestos a tierra de acuerdo con 3.6.6.1, 3.6.6.2 y 3.6.6.4.

5.10.7.3 Requisitos para los circuitos derivados

- a) Un acondicionador de aire para habitaciones deberá ser considerado como un motor individual para la determinación de los requisitos del circuito derivado, cuando todas las condiciones siguientes se cumplan:
 - i) Estar conectados mediante un cordón con enchufe.

- ii) Su capacidad nominal no sea mayor de 45 Amperes y 250 Volts monofásico.
 - iii) La corriente de carga nominal total esté indicada en la placa de características del acondicionador de aire, en lugar de las corrientes de los motores individuales, y
 - iv) La capacidad nominal del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado, no exceda la menor de las capacidades de corriente de los conductores del circuito derivado y del tomacorriente.
- b) La capacidad nominal total especificada de un acondicionador de aire conectado con cordón y enchufe, no deberá exceder el 80% de la capacidad de corriente de un circuito derivado, cuando ninguna otra carga sea alimentada.
- c) La capacidad nominal total de un acondicionador de aire conectado con cordón y enchufe, no deberá exceder del 50% de la capacidad de un circuito derivado a la vez sean alimentados unidades de alumbrado u otros artefactos.

5.10.7.4 Medios de desconexión

Se permitirá usar un enchufe y tomacorriente como un medio de desconexión de un acondicionador de aire monofásico, a una tensión no mayor de 250 Volts, si:

- a) Los controles manuales en el acondicionador de aire son fácilmente accesibles y ubicados dentro de una altura de 1.8 m sobre el piso; o
- b) Es instalado un interruptor de operación manual aprobado, en un lugar fácilmente accesible a la vista del acondicionador de aire.

5.10.7.5 Cordones de alimentación

Cuando se utilicen cordones para alimentar un acondicionador de aire para habitación, la longitud del cordón no deberá exceder de 2 metros para una tensión nominal de 220 Volts.

5.11 EQUIPOS ELÉCTRICOS FIJOS DE CALEFACCIÓN DE AMBIENTES

5.11.1 Generalidades

5.11.1.1 Alcances

Los requisitos del presente subcapítulo se aplican a los equipos eléctricos fijos utilizados para la calefacción de ambientes, los cuales deben ser del tipo aprobado para el uso y el lugar en donde se instalan. Para los propósitos de este subcapítulo el equipo de calefacción incluye cables calentadores, unidades calentadoras, calderas, sistemas centrales u otros equipos eléctricos fijos aprobados de calefacción de ambiente; pero no incluye a los procesos de calefacción ni a los acondicionadores de aire.

5.11.1.2 Otros capítulos aplicables

Todos los requisitos del presente Tomo, deberán utilizarse cuando sean aplicables. Los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambientes para ser usados en lugares peligrosos, deberán cumplir con los subcapítulos del 6.1 al 6.10. Los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambiente que lleven incorporado un moto-compresor hermético refrigerante, deberán también cumplir con 5.10.

5.11.1.3 Circuitos derivados

- a) Requisitos para circuitos derivados. Los circuitos derivados individuales pueden alimentar equipos eléctricos fijos de calefacción de ambientes de cualquier tamaño. Los circuitos que alimenten dos o más salidas para equipos fijos de calefacción de ambientes, deben tener una capacidad nominal de 10, 15, 20 ó 35 Amperes.
Excepción. En inmuebles que no para uso de viviendas, se permitirá que los equipos fijos de calefacción por rayos infrarrojos puedan ser alimentados por circuitos derivados no mayores de 45 Amperes.
- b) Capacidad de los circuitos derivados. La capacidad de los Conductores y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados que alimentan a equipos eléctricos fijos de calefacción de ambientes, que se componen de elementos resistivos con o sin motor, deberá calcularse en base del 125% de la carga total de los motores y calentadores. Se deberá permitir que un contactor, termostato, relé o dispositivo similar,

aprobado para un funcionamiento continuo al 100% de su capacidad nominal, alimente su plena carga nominal, según se especifican en 3.1.2.4 c) iii).

La sección de los conductores de un circuito derivado y el ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que alimentan a equipos fijos de calefacción de ambientes provistos de refrigeración mecánica con o sin unidades de resistencias, deberán ser calculados como está indicado en 5.10.4.4 y 5.10.4.5.

Las Disposiciones del presente subcapítulo no se deberán aplicar a los conductores que forman parte integral de los equipos eléctricos aprobados para calefacción de ambientes.

5.11.2 Instalación

5.11.2.1 Generalidades

Todo equipo eléctrico fijo de calefacción de ambientes deberá ser instalado de manera aprobada.

5.11.2.2 Conductores de alimentación

Un equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente que requiera de conductores de alimentación con un aislamiento mayor de 60° C, deberá ser marcado visible y permanentemente. Dicha marca deberá ser fácilmente visible después de la instalación y puede colocarse adyacente a la caja de conexión.

5.11.2.3 Ubicación

- a) El equipo eléctrico fijo de calefacción de ambientes no deberá ser colocado donde esté expuesto a daños materiales, a menos que sea adecuadamente protegido.
- b) Los calentadores y equipos asociados instalados en lugares húmedos o mojados, deberán ser aprobados para tales lugares y deberán ser construidos o instalados de manera tal que el agua no penetre o se acumule en las secciones que contienen conductores, en los componentes eléctricos o en las canalizaciones.

Véase el acápite 2.1.11 para equipos expuestos a agentes perjudiciales.

5.11.2.4 Espacios libres para materiales combustibles

Los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambientes deberán ser instalados de manera que haya el espacio requerido entre el equipo y los materiales combustibles adyacentes, a menos que sean aceptables para ser instalados en contacto directo con estos materiales.

5.11.2.5 Puesta a tierra

Todas las partes conductivas expuestas de los equipos eléctricos fijos de calefacción de ambientes que pudieran quedar bajo tensión, deberán ser puestas a tierra según como se indica en 3.6.

5.11.3 Control y Protección de los Equipos Eléctricos Fijos de Calefacción de Ambientes

5.11.3.1 Medios de desconexión

Se deberán proveer medios para desconectar de los conductores activos, al calentador, a los controles del motor y a los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente, en todo equipo eléctrico fijo de calefacción de ambientes. Cuando los equipos de calefacción están alimentados por más de una fuente, los medios de desconexión deberán agruparse e identificarse.

- a) Equipos de calefacción con protección complementaria contra sobrecorriente. Los medios de desconexión de estos equipos de calefacción, deberán estar a la vista desde, y en el lado de alimentación de los dispositivos complementarios contra sobrecorriente y además deberán cumplir con i) o u) siguientes.
 - i) Calentadores que contienen motores hasta 1/8 HP. Los medios de desconexión mencionados anteriormente o los interruptores incorporados que cumplen con 5.11.3.1 b) iii), podrán utilizarse para el(los) control(es) del motor y para los calentadores, siempre que sean capaces de bloquearse en la posición de abierto, o estén a la vista de éstos.
 - ii) Calentadores que contienen motores mayores de 1/8 HP.
 - Los medios de desconexión mencionados anteriormente podrán utilizarse para el(los) control(es) del motor y para el calentador, siempre que estén a la vista de éstos.
 - Cuando los medios de desconexión no estén a la vista del calentador, dichos medios deberán ser capaces de bloquearse en la posición de abierto, o se deberán instalar medios de desconexión separados, o se permitirá un interruptor incorporado que cumpla con 5.11.3.1 b) iii).

- Cuando los medios de desconexión no estén a la vista de la ubicación de los controles del motor, deberán ser provistos unos medios de desconexión que cumplan con 5.2.8.1.
 - Cuando el motor no está a la vista de los controles del motor, deberá aplicarse el inciso 5.2.7.6.
- b) Equipos de calefacción sin protección complementaria contra sobrecorrientes.
- i) Sin motor o con motor hasta 1/8 HP. Para un equipo eléctrico fijo de calefacción de ambientes sin ningún motor de una capacidad mayor de 1/8 HP, se deberá usar como medio de desconexión el interruptor o disyuntor del circuito derivado, cuando estos sean fácilmente accesibles para el servicio.
 - ii) Mayores de 1/8 HP. Para un equipo eléctrico de calefacción de ambientes accionado por un motor con una capacidad mayor de 1/8 HP, se deberán ubicar los medios de desconexión a la vista de los controles del motor, excepto lo permitido en 5.11.3.1 a) ii).
 - iii) Interruptores incorporados como medios de desconexión. Los interruptores incorporados marcados en la posición de "abierto" que formen parte de un calentador fijo y desconecten todos los conductores activos, podrán utilizarse como los medios de desconexión requeridos por el presente subcapítulo cuando existan otros medios de desconexión en los siguientes tipos de viviendas:
 - Viviendas multifamiliares. Los otros medios de desconexión deberán estar dentro de una unidad de vivienda o en el mismo piso donde se encuentre instalado el calentador fijo, y también podrán utilizarse para controlar lámparas artefactos.
 - Viviendas bifamiliares. Los otros medios de desconexión deberán ser permitidos, bien sea dentro o fuera de la unidad de vivienda en el cual está instalado el calentador fijo.
 - Viviendas unifamiliares. Los medios de desconexión de la acometida deberán estar permitidos como otros medios de desconexión.
 - Otros locales. El interruptor o disyuntor del circuito derivado, si son fácilmente accesibles para el servicio, podrán utilizarse como otros medios de desconexión.

5.11.3.2 Dispositivos de interrupción controlados termostáticamente

- a) Los dispositivos de interrupción controlados termostáticamente y una combinación de termostatos e interruptores controlados manualmente, podrán utilizarse como controles y medios de desconexión, siempre que se reúnan las siguientes condiciones:
 - i) Provistos de una marca con la posición de "abierto".
 - ii) Interrupción inmediata de todos los conductores activos cuando se coloquen manualmente en la posición "abierto".
 - iii) Diseñados de manera que todos los circuitos no puedan ser energizados automáticamente después que el dispositivo haya sido colocado manualmente en la posición de "abierto".
 - iv) Ubicados como está especificado en 5.11.3.1.

- b) Los termostatos que no interrumpen directamente todos los conductores activos y circuitos de control remoto operables, no deberán reunir necesariamente los requerimientos de a) anterior. Estos dispositivos no deberán utilizarse como medios de desconexión.

5.11.3.3 Interruptores y disyuntores que son indicadores

Los interruptores y disyuntores usados como medios de desconexión, deberán ser del tipo indicador.

5.11.3.4 Protección contra sobrecorriente

- a) Dispositivos de circuitos derivados. Los equipos eléctricos de calefacción de ambientes que no sean los accionados por un motor con protección adicional contra sobrecorriente, deberán ser considerados como protegidos contra sobrecorriente cuando estén alimentados por uno de los circuitos derivados descritos en 3.1.

- b) Elementos de resistencia. Los equipos eléctricos de calefacción de ambientes que utilizan elementos calentadores tipo resistencia, de una capacidad nominal mayor de 48 Amperes, deberán tener elementos calentadores subdivididos. Cada una de las cargas subdivididas no deberá ser mayor de 48 Amperes y deberá estar protegida a no más de 60 Amperes.

- c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente indicados en b) anterior, deberá ser:

- i) Instalados en fábrica en el interior o encima de la cubierta del calentador o proporcionados por el fabricante para su uso con el calentador como un montaje separado.
- ii) Accesibles, pero no deberán requerirse para ser de acceso fácil, y;
- iii) Adecuados para la protección del circuito derivado.

Véase 3.5.1.8.

Cuando esta protección contra sobrecorriente consiste en fusibles de cartucho, se deberá permitir el uso de medios de desconexión individuales para las diferentes cargas subdivididas.

Véase 3.5.4.1.

- d) Conductores de circuitos derivados. Los conductores que alimentan a los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente, deberán ser considerados conductores del circuito derivado.

A excepción de los siguientes: Para calentadores de 50 kW nominales o mayores, los conductores que alimentan los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente indicados en c) anterior, podrán dimensionarse a no menos del 100% de la capacidad nominal del calentador, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes.

- i) El calentador sea marcado con la sección mínima del conductor; y
- ii) Los conductores no sean menores que la sección mínima marcada; y
- iii) Un dispositivo accionado por temperatura controle la operación cíclica del equipo.

- e) Conductores para cargas subdivididas. La capacidad de corriente de los conductores instalados entre el calentador y los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente, no deberá ser menor que el 100% de la capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege a los circuitos subdivididos. Excepción para calentadores de capacidad nominal de 50 kW o más, la capacidad de los conductores instalados entre el calentador y los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente, no deberá ser menor que el 100% de la carga de sus respectivos circuitos subdivididos, siempre y cuando se reúnan todas las condiciones siguientes:

- i) El calentador sea marcado con la sección mínima del conductor; y
- ii) Los conductores no sean menores que la sección mínima marcada; y
- iii) Un dispositivo accionado por temperatura controle la operación cíclica del equipo.

5.11.4 Marcación de los Equipos de Calefacción

5.11.4.1 Placa de características

- a) Marcación requerida. Cada unidad de un equipo eléctrico fijo de calefacción de ambientes, deberá estar provista de una placa de características que indique el nombre que la identifique, y la capacidad nominal en Volts y Amperes, o Volts y Watts.
Los equipos eléctricos de calefacción de ambientes, deberán marcarse con la indicación si son por corriente alterna o corriente continua. La marcación de los equipos que contienen motores mayores de 1/8 HP y otras cargas, deberá indicar la capacidad nominal del motor en Volts y Amperes, la frecuencia y la carga del calentador en Volts y Watts, o en Volts y Amperes.
- b) Ubicación. Esta placa de características deberá colocarse de manera que sea visible o fácilmente accesible después de instalado el equipo.

5.11.4.2 Marcación de los elementos de calefacción

Todos los elementos de calefacción que sean reemplazables en el sitio y formen parte de un calentador eléctrico, deberán estar marcados de manera legible con su capacidad nominal en Volts y Amperes, o en Volts y Watts.

5.11.5 Calentadores de Ducto

5.11.5.1 Generalidades

Las prescripciones del presente acápite se aplicarán a cualquier calentador instalado en la corriente de aire de un sistema de circulación forzada, cuando la unidad que hace circular el aire no es suministrada como parte integral del equipo de calefacción.

5.11.5.2 Circulación de aire

Se deberán proveer los medios necesarios para asegurar una circulación de aire uniforme y adecuada sobre la superficie del calentador.

5.11.5.3 Temperatura de admisión elevada

Los calentadores de ducto que deben ser usados con una temperatura de admisión elevada (tales como las bombas de calor), deben ser aprobados para este uso y así identificados.

5.11.5.4 Instalación de calentadores de ducto con bombas de calor y aparatos de aire acondicionado.

Las bombas de calor y los aparatos de aire acondicionado que tienen calentadores de ducto a una distancia no mayor de 1.20 m de ellos, deberán ser aprobados para ser instalados de esta manera y deberán estar así identificados.

5.11.5.5 Condensación

Los calentadores de ducto usados con aparatos de aire acondicionado o equipos que no sean de enfriamiento de aire, que puedan producir condensación de humedad, deberán ser aprobados para el uso con acondicionadores de aire.

5.11.5.6 Enclavamientos con circuitos de ventilación

Deberán proveerse medios para asegurar que el circuito del ventilador sea energizado cuando el primer circuito del calentador también lo esté. Sin embargo, se permitirá que el ventilador sea energizado con retardo controlado por tiempo o temperatura.

5.11.5.7 Controles limitadores

Cada calentador de ducto deberá estar provisto de un(os) control(es) integral(es) aprobado(s) para limitación de temperatura y reposición automática, que interrumpa el (los) circuito(s).

Adicionalmente se deberá proveer un(os) control(es) integral(es) independiente(s) complementario(s) en cada calentador de ducto, que desconecte un número suficiente de conductores, a fin de interrumpir el paso de la corriente. Este dispositivo deberá ser reemplazable o repuesto manualmente.

5.11.5.8 Ubicación de los medios de desconexión

El equipo de control del calentador de ducto deberá ser accesible, con los medios de desconexión instalados a la vista o dentro del control.

5.11.5.9 Instalación

Los calentadores de ducto se deberán instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante, de manera que su funcionamiento no presente peligros a las personas o propiedades; debiendo además ubicarse con respecto a los compartimientos de la edificación u otros equipos de manera que se permita el acceso hacia el calentador. Se deberá proporcionar suficiente espacio libre para permitir el reemplazo de los controles y elementos de calefacción, así como para el ajuste y limpieza de los controles y de cualquier otra parte que requiera atención.

5.11.6 Calderas del Tipo con Resistencia

5.11.6.1 Alcances

Las prescripciones del presente acápite se aplicarán solamente a las calderas que usan resistencias como elementos calentadores.

5.11.6.2 Aprobación

Las calderas del tipo con resistencia deberán ser aprobados para el uso, y deberán ser instaladas de manera adecuada.

5.11.6.3 Protección contra sobrecorriente

- a) Una caldera que utiliza elementos calentadores de inmersión del tipo con resistencia montadas en un tanque calibrado y sellado por un organismo competente, deberá tener los elementos calentadores divididos en cargas no mayores de 120 A y protegidos a no más de 150 A.
- b) Una caldera que utiliza elementos calentadores del tipo con resistencia que no estén montados en un tanque calibrado y sellado por un organismo competente, deberá tener los elementos calentadores divididos en cargas no mayores de 48 A y protegidos a no más de 60 A.
- c) Los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente requeridos en los párrafos anteriores a) y b), deberán ser:
 - i) Instalados en fábrica dentro o sobre la cubierta de la caldera, o suministrados por el fabricante de calderas como un ensamblaje separado.

ii) Accesible, pero no necesitan ser fácilmente accesibles.

iii) Adecuados para la protección del circuito derivado.

Cuando se usen fusibles de cartucho para la protección contra sobrecorriente, se deberá permitir un sólo medio de desconexión para todos los circuitos subdivididos.

d) Los conductores que alimentan estos dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente, deberán ser considerados conductores del circuito derivado.

Para los calentadores de 50 kW nominal o mayores, los conductores que alimentan los dispositivos de protección contra sobrecorriente mencionados en el párrafo c) anterior, podrán ser dimensionados como mínimo al 100% del valor nominal de la placa del calentador, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

i) El calentador sea marcado con la sección mínima del conductor; y

ii) La sección de los conductores no sea menor que la sección mínima marcada; y

iii) Un dispositivo accionado por temperatura o presión controle la operación cíclica del equipo.

e) Conductores para cargas subdivididas. La capacidad de corriente de los conductores instalados entre el calentador y los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente, no deberá ser menor que el 100% de la capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege al(los) circuito(s) subdividido(s).

Para calentadores de 50 kW nominal o mayores, la capacidad de los conductores instalados entre el calentador y los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente, podrá ser no menor al 100% de la carga de sus respectivos circuitos subdivididos, siempre y cuando se reúnan todas las condiciones siguientes:

i) El calentador sea marcado con la sección mínima del conductor; y

ii) La sección de los conductores no sea menor que la sección mínima marcada; y

iii) Un dispositivo accionado por temperatura controle la operación cíclica del equipo.

5.11.6.4 Control para limitar las sobretemperaturas

Cada caldera diseñada para que durante su funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deberá equiparse con medios de limitación sensibles a la temperatura. Estos deberán instalarse para limitar la temperatura máxima del líquido y deberán desconectar directa o indirectamente todos los conductores activos que alimentan a los elementos calentadores. Estos medios de limitación deberán ser adicionales al sistema que regula la temperatura y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

5.11.6.5 Control para limitar las sobrepresiones

Cada caldera diseñada para que durante su funcionamiento normal se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor del líquido a vapor, deberá equiparse con medios de limitación sensibles a la presión. Estos deberán instalarse para limitar la presión máxima y deberán desconectar directa o indirectamente todos los conductores activos que alimentan a los elementos calentadores. Estos medios de limitación deberán ser adicionales al sistema que regula la presión y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

5.11.6.6 Puestas a tierra

Todas las partes conductivas de las calderas que pudieran quedar bajo tensión, deberán ponerse a tierra de acuerdo a 3.6. Deberán proveerse medios para la conexión del(los) conductor(es) de protección del equipo dimensionados de acuerdo a la Tabla 3-XI.

5.11.7 Calderas del Tipo con Electrodo

5.11.7.1 Alcances

Las prescripciones del presente acápite se aplicarán a las calderas que operen a 600 V o menos, en las cuales el calor se genera por el paso de la corriente entre electrodos a través del LÍQUIDOS que debe ser calentado.

5.11.7.2 Aprobación

Las calderas del tipo con electrodo, deberán estar aprobadas para el uso y se instalarán de una manera adecuada.

5.11.7.3 Requisitos para los circuitos derivados

- a) La sección de los conductores y la capacidad de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados, deberán calcularse en base al 125% de la carga total (sin incluir motores). Se podrá utilizar un contactor, relé u otro dispositivo apropiado para operación continua al 100% de su capacidad nominal, para alimentar su carga plena nominal.

Para una caldera del tipo con electrodo de 50 kW nominal o mayores, los conductores que alimentan el(los) electrodo(s) podrán ser dimensionados como mínimo al 100% del valor nominal de placa del calentador, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- i) La caldera sea marcada con la sección mínima del conductor; y
- ii) La sección de los conductores no sea menor que la sección mínima marcada; y
- iii) Un dispositivo accionado por temperatura o presión controle la operación cíclica del equipo.

5.11.7.4 Control para limitar las sobretemperaturas

Cada caldera diseñada para que durante su funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deberá equiparse con medios de limitación sensibles a la temperatura. Estos deberán instalarse para limitar la temperatura máxima del líquido y deberán interrumpir directa o indirectamente cualquier corriente que pase a través de los electrodos. Estos medios de limitación deberán ser adicionales al sistema que regula la temperatura y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

5.11.7.5 Control para limitar las sobrepresiones

Cada caldera diseñada para que durante su funcionamiento normal se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor de líquido a vapor, deberá equiparse con medios de limitación sensibles a la presión. Estos deberán instalarse para limitar la presión máxima y deberán interrumpir directa o indirectamente cualquier corriente que pase a través de los electrodos. Estos medios de limitación deberán ser adicionales al sistema que regula la presión y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

5.11.7.6 Puesta a tierra

Todas las partes conductivas expuestas que pudieran quedar bajo tensión, incluyendo las tuberías de conexión de alimentación y retorno, deberán estar puestas a tierra de acuerdo con 3.6. El recipiente de

presión que contenga a los electrodos, deberá ser no accesible y aislado eléctricamente de tierra.

5.11.7.7 Marcación

- a) Todas las calderas del tipo con electrodo deberán llevar la marcación siguiente:
- Nombre del fabricante y años de fabricación
 - Características nominales expresadas en Volts, Amperes y kiloWatts.
 - Suministro eléctrico requerido especificando la frecuencia, número de fases y número de conductores.
 - La indicación: "Caldera del Tipo con Electrodo".
 - Un aviso de advertencia: "TODO EL SUMINISTRO ELÉCTRICO DEBERA SER DESCONECTADO ANTES DE PROCEDER A EJECUTAR CUALQUIER SERVICIO QUE INCLUYA EL TANQUE DE PRESION".

La placa de características deberá estar visible después de la instalación.

CAPÍTULO 6

INSTALACIÓN EN EMPLAZAMIENTOS ESPECIALES

6.1 Lugares Peligrosos

6.1.1 Alcance

Las Disposiciones dadas del 6.1 al 6.4 se deberán aplicar a las Instalaciones y equipos eléctricos a cualquier tensión, en lugares donde pueda existir el peligro de fuego o de explosión.

Los lugares están clasificados en función de las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables, o de polvos o fibras combustibles que puedan estar presentes, y de la probabilidad de que una concentración o cantidad de combustible esté presente. Para su clasificación, cada habitación, sección o área deberá considerarse individualmente.

Salvo como se modifica en 6.1 al 6.4, todas las demás Disposiciones aplicables contenidas en el presente Tomo V, deberán aplicarse a la instalación del equipo eléctrico y el alambrado correspondiente en lugares peligrosos.

6.1.2 Consideraciones generales

Los equipos y el alambrado correspondiente aprobados como intrínsecamente seguros, deberán instalarse en cualquier lugar peligroso para el cual están aprobados, y las prescripciones o los subcapítulos 6.1 a 6.9 no deberán aplicarse a tales Instalaciones. Deberán proveerse de medios para prevenir el paso de gases y vapores. El equipo y su alambrado intrínsecamente seguro deberá ser incapaz de producir, en condiciones normales o anormales, energía eléctrica o térmica suficiente para provocar ignición de una mezcla atmosférica específica en sus concentraciones más fáciles de inflamabilidad.

Las condiciones anormales deberán incluir daño accidental en cualquier parte de la instalación, falla de los componentes eléctricos, aplicación de sobretensión, operaciones de ajuste y mantenimiento, y otras condiciones similares.

A veces es posible reducir la cantidad de equipos especiales requeridos, colocándolos en áreas menos o no peligrosas. También es posible reducir los peligros y eliminar o reducir las áreas peligrosas por medio de ventilación por presión positiva, utilizando una fuente de aire limpio y dispositivos eficaces contra las fallas de ventilación.

Todas las tuberías mencionadas en el presente capítulo deberán ser roscadas con matrices para roscar tuberías con una conocida de 3/4 de pulgada por pie. Tales tuberías deberán ser ajustadas con una llave de ajuste para disminuir el chisporroteo cuando una corriente de falla recorra todo el sistema de tuberías. Cuando no sea factible ajustar suficientemente la unión, se deberá utilizar un puente de unión.

Véanse las definiciones del Tomo I referentes a "Aprobado" y "A prueba de Explosión", y el punto 6.3.1. referente a "A prueba de ignición de polvo".

6.1.3 Precauciones especiales

El propósito de los sub-capítulos 6.1. a 6.4. es el de exigir una forma de fabricación de los equipos y una instalación que permita un funcionamiento seguro bajo condiciones apropiadas de uso y de mantenimiento.

Se considera que las personas encargadas de la inspección y los usuarios, ejercerán un cuidado mayor que el usual en relación con la instalación y el mantenimiento de dichas Instalaciones.

Las características de explosión de las diferentes mezclas de aire con vapores y polvos peligrosos dependen del material presente. La clasificación de una mezcla peligrosa en un lugar peligroso Clase I, Grupo A, B, C o D, requiere de la determinación de la presión máxima de explosión, de la distancia máxima de seguridad entre las piezas de una unión con bridas en una caja, así como de la temperatura mínima de ignición de la mezcla atmosférica. La clasificación en un lugar Clase II, Grupo E, F y G, requiere del buen ajuste de las uniones del conjunto y de las aberturas de ejes para impedir la entrada de polvo dentro de la envoltura a prueba de ignición de polvo, del efecto de aislación térmica de las capas de polvo en el equipo que puedan producir el recalentamiento, de la conductividad eléctrica del polvo y de la temperatura de ignición del polvo. En consecuencia, es necesario que el equipo esté aprobado no sólo para la

clase del lugar, sino también para el grupo del gas, vapor o polvo que esté presente.

Para los propósitos de prueba y aprobación se han agrupado en la Tabla 6-I distintas mezclas de aire (no enriquecidas con oxígeno) a base de sus características de peligrosidad, y se han proporcionado facilidades para la prueba y la aprobación de los equipos a usarse en los grupos de atmósferas dados en dicha Tabla.

- a) Algunas atmósferas químicas pueden tener características que requieran mayores seguridades que las requeridas para cualquiera de los grupos antes mencionados. El bisulfuro de carbono es una de esas sustancias, por su baja temperatura de ignición (100 °C) y la pequeña separación entre superficies de juntas, necesaria para detener sus llamas.
- b) Algunos polvos metálicos pueden tener características que requieran mayores seguridades que las requeridas para atmósferas que contienen polvos de aluminio, magnesio, y sus mezclas comerciales. Por ejemplo, los polvos de circonio, torio y uranio tienen temperaturas de ignición extremadamente bajas (tan bajas como de 20 °C), y su energía mínima de ignición es más baja que la de los materiales clasificados en cualquiera de los Grupos de Clase I ó II.

TABLA 6-I
PRODUCTOS QUÍMICOS POR GRUPOS

Atmósferas Grupo A	Acetileno	
Atmósferas Grupo B	Acroleína (inhibido) (2) Butadieno (1) Óxido de etileno (2) Hidrógeno	Gases manufacturados con más de 30% de hidrogeno (por volumen) Oxido de propileno (2)
Atmósferas Grupo C	Acetaldehido Alcohol alilo n-butiraldehido Monóxido de carbono Aldehido Ciclopropano Èter dietílico Dietilamina Epiclorihidina	Etileno Etilenimina Hidrógeno sulfhídrico Morfolina 2-Nitropropano tetrahidrofurano hidracina dimetilica asimétrica (hidracina 1-dimetflica)
Atmósferas Grupo D	Ácido acético (glacial) Acetona Nitrilo acrílico Amoniac Benceno Butano 1-butanol (alcohol butílico) 2-butanol (alcohol butílico secundario) Acetato Acetato n-butílico Acetato isobutílico Alcohol butílico secundario Di-isobutileno Etano Etanol (alcohol etílico) Acetato etílico Acrilato etílico Diamina etileno Dicloruro de etileno Gasolina Heptanos Hexanos Isopreno	Oxido de mesitflo Metano (gas natural) Metanol (alcohol metílico) 3-metil-1-butanol (alcohol esoamil) Cetona metil etflica Cetona metil isobutflica. 2 metil-1-propanil (alcohol isobutílico) 2 metil-2-propanol (alcohol butílico terciario) Nafta de petróleo (3) Piridina Octanos Pentanos 1-pentanol (alcohol amílico) Propano 1-Propanol (alcohol propílico) 2-Propanol (alcohol isopropílico) Propileno Estireno tolueno Acetato de vinilo Cloruro de vinilo Xilenos Èter isopropflico
Atmósferas Grupo E	Atmósferas con polvos metálicos, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales, y otros metales de características igualmente peligrosas.	
Atmósferas Grupo F	Atmósferas con polvos de negro humo, polvos de carbón o que contengan más del 8% del total de material volátil, o atmósferas que contiene estos polvos sensibilizados por otros materiales de manera que presenten un peligro de explosión.	
Atmósferas Grupo G	Atmósferas con harina, almidón, polvos de cereales o granos.	

- (1) Los equipos Grupo D pueden usarse para esta atmósfera si están aislados de acuerdo con 6.2.5.1, sellando los conductos de diámetro nominal de 15 mm ó más.
- (2) Los equipos Grupo C pueden usarse para esta atmósfera si están aislados de acuerdo con 6.2.5.1, sellando todos los conductos de diámetro nominal de 15 mm ó más.
- (3) Mezcla de hidrocarburos saturados que hierven en el orden de 20 a 135 °C.
Es también conocida por los sinónimos de bencina, ligroina, éter de petróleo o nafta.

6.1.3.1 Aprobación por la Clase y las propiedades

Los equipos deberán ser aprobados no sólo por la clase de ubicación, sino también por las propiedades explosivas del gas, vapor o polvo que esté presente. Además el equipo no deberá tener ninguna superficie expuesta que funcione a una temperatura mayor que la temperatura de ignición del polvo, vapor o gas específico.

Los equipos que han sido aprobados para los lugares de División 1, serán permitidos en lugares de División 2, dentro de la misma clase y grupo.

Cuando en los sub-capítulos 6.1 al 6.4 sean permitidos específicamente equipos de uso general o equipos en cubiertas de uso general, se permitirá su instalación en los lugares de División 2, siempre que estos equipos no constituyan una fuente de ignición bajo condiciones de operación normal.

Las características de las distintas mezclas atmosféricas de polvos, vapores o gases peligrosos, dependen del material peligroso específico en cuestión.

6.1.3.2 Marcación

Los equipos aprobados se deberán marcar con la clase, grupo y temperatura de operación, o rango de temperaturas, cuya operación esté basada en una temperatura ambiente de 40° C, para la cual han sido aprobados.

Cuando el equipo tenga un rango de temperaturas, éste se indicará con los números de identificación dados en la Tabla 6-XII, a excepción de lo siguiente:

- a) Los equipos del tipo que no produzcan calor, tales como cajas de empalme, tuberías y accesorios, y los que produzcan calor a una temperatura máxima de 100° C, no requieren tener indicada una temperatura de operación o un rango de temperaturas.
- b) Los aparatos fijos de alumbrado, marcados para uso sólo en lugares Clase I, División 2, no requieren estar marcados para indicar su grupo.
- c) Los equipos fijos para uso general que no sean artefactos de alumbrado, los cuales son aceptables para usarlos en lugares División 2, no requieren ser marcados con la clase, grupo, división o temperatura de operación.

Para fines de ensayo y aprobación se han agrupado distintas mezclas atmosféricas en base a sus características de peligrosidad, y se han procurado medios para ensayar y aprobar los equipos para uso en grupos de atmósferas dados en la Tabla 6-1. En vista de que no hay una relación coherente entre las propiedades explosivas y las temperaturas de ignición, ambas deben ser consideradas como requisitos independientes.

TABLA 6-II
NÚMEROS DE IDENTIFICACIÓN

Temperatura máxima °C	Número de identificación
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

6.1.3.3 Temperatura

La temperatura marcada en el equipo de acuerdo a 6.1.3.2, no deberá exceder la temperatura de ignición del gas o vapor que vaya a encontrarse.

La temperatura límite de cada Grupo se asume como la temperatura de ignición más baja de cualquier material en el Grupo.

Las temperaturas de ignición para las cuales fueron aprobados los equipos antes de esta prescripción, son las siguientes:

Grupo A, B y D: 280 °C

Grupo C: 180 °C

Las temperaturas superficiales máximas para equipos en lugares peligrosos de Clase II están dadas en 6.3.

6.1.4 Lugares Específicos

6.1.4.1 Alcance

Los subcapítulos del 6.5 al 6.10 se refieren a lugares o parte de lugares que son o que pueden ser peligrosos debido a concentraciones atmosféricas de líquidos, gases o vapores inflamables, o debido a depósitos o acumulaciones de materiales que pueden ser fácilmente inflamables.

Los subcapítulos del 6.5 al 6.10 comprenden los garajes, hangares de aviación, estaciones de servicio y expendio de gasolina, plantas de almacenaje, procesos de acabado y locales de asistencia médica.

6.1.4.2 Generalidades

Las reglas generales de este Tomo V se deberán aplicar a las Instalaciones y equipos eléctricos en los lugares mencionados en los subcapítulos del 6.5 al 6.10, con excepción de las modificaciones hechas en los subcapítulos mencionados. Cuando existan condiciones inusuales en un local específico, la Autoridad Competente deberá juzgar la conveniencia de la aplicación de reglas específicas.

6.1.5 Lugares Clase I

Son aquellos lugares en los cuales existe o puede existir en el aire cantidades suficientes de gases o vapores inflamables, como para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares Clase I son los que se indican a continuación:

6.1.5.1 Clase I, División 1

Se denomina así a los lugares en los cuales:

- a) Existe en forma continua, intermitente o periódica, en condiciones normales de funcionamiento, concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables; o
- b) Puede existir con frecuencia concentraciones peligrosas de tales gases o vapores a causa de trabajos de reparación, mantenimiento o debido a fugas; o

- c) La ruptura o el funcionamiento defectuoso del equipo o procesos pueden liberar concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables que a su vez puedan también ocasionar la falla simultánea del equipo eléctrico.

Esta clasificación incluye generalmente a los lugares donde se vierten líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables de un recipiente a otro, el interior de las cabinas de pulverización y las áreas cercanas a las de pintura o pulverización donde se usen solventes volátiles inflamables, los lugares que contengan tanques abiertos o depósitos de líquidos inflamables, los lugares de secado o compartimientos para la evaporación de solventes inflamables, los lugares que contengan aparatos de extracción de grasas o aceites por medio de solventes volátiles inflamables, las partes de las plantas de limpieza y tintorería donde se usen líquidos peligrosos, los locales de generación de gas y las demás partes de las plantas procesadoras de gas de donde pueden escaparse gases inflamables, las salas de bombeo de gases o líquidos volátiles inflamables no ventilados adecuadamente, los interiores de refrigeradores y congeladores en las cuales se almacenan materiales inflamables volátiles en recipientes abiertos, fáciles de romper o mal tapados, y todos los demás lugares en donde puedan ocurrir concentraciones de gases o vapores inflamables en el curso de las operaciones.

6.1.5.2 Clase I, División 2

Se denomina así a los lugares en los cuales:

- a) Se manejen, procesen o empleen líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero en los cuales los líquidos, gases o vapores peligrosos se encuentran normalmente contenidos en recipientes o en sistemas cerrados, de donde puedan escapar solamente en caso de ruptura accidental o explosión de dichos recipientes o sistemas, o en caso de funcionamiento anormal del equipo; o
- b) Se evitan normalmente las concentraciones peligrosas de gases o vapores por medio de la ventilación mecánica del tipo de extracción pero que pudiera hacerse peligroso por falla o funcionamiento anormal del sistema de ventilación; o
- c) Estén adyacentes a lugares de Clase I, División 1, y a los cuales pueden llegar ocasionalmente concentraciones de gases o vapores peligrosos, a menos que se evite dicha comunicación por medio de un sistema de ventilación por inyección de aire limpio y se provean medios seguros contra fallas de la ventilación.

Esta clasificación incluye generalmente lugares donde se usen gases o vapores inflamables o líquidos volátiles inflamables, pero que sólo puedan hacerse peligrosos en caso de accidente o de alguna condición anormal de funcionamiento. La cantidad de material peligroso que pueda escaparse en caso de accidente, la eficacia del equipo de ventilación, el área total afectada y el historial de la industria o negocio con respecto a explosiones o incendios, son los factores que deben considerarse al determinar la clasificación y extensión de cada área peligrosa.

No se estima que las tuberías sin válvulas, ni puntos de inspección, ni medidores, ni dispositivos similares, traduzcan una condición peligrosa, aunque se usen para líquidos o gases peligrosos. Los lugares usados para almacenar líquidos o gases licuados o comprimidos en depósitos sellados, no se considerarán peligrosos si no están expuestos a otras condiciones peligrosas.

Los tubos eléctricos y sus cubiertas, separados de los fluidos procesados con un simple sello o barrera, deberán clasificarse como un lugar División 2 si el exterior del tubo y su cubierta se encuentran en un lugar no peligroso.

6.1.6 Lugares Clase II

Son aquellos lugares que son peligrosos debido a la presencia de polvos combustibles. Los lugares de Clase II son los que se indican a continuación:

6.1.6.1 Clase II, División 1

Se denomina así a los lugares en los cuales:

- a) Existan o puedan existir polvos combustibles suspendidos en el aire de manera continua, intermitente o periódica, en condiciones normales de funcionamiento, y en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables o explosivas; o
- b) Puedan producirse dichas mezclas a causa de averías mecánicas o del funcionamiento anormal de la maquinaria o del equipo, pudiendo producirse al mismo tiempo una fuente de ignición provocada por averías simultáneas de los equipos eléctricos de los sistemas de protección, o por otras causas, o
- c) Puedan estar presentes polvos combustibles de naturaleza eléctricamente conductiva.

Esta clasificación comprende corrientemente las áreas de trabajo de las plantas de almacenamiento y manejo de granos; los locales que contienen moladoras o pulverizadoras, limpiadoras, separadoras, máquinas que separan la cáscara de cereales, transportadoras abiertas o de boquilla, cajones abiertos o tolvas, mezcladoras, básculas automáticas o con tolvas, empacadoras, palas o cubos de elevadores, distribuidoras a granel, colectores de polvo y material a granel (excepto los colectores totalmente metálicos y ventilados al exterior), y a todas las demás maquinarias y equipos similares que produzcan polvo en las plantas procesadoras de granos, almidón, azúcar pulverizada, malta, picadoras de pasto y otras de despacho y entrega de naturaleza similar; plantas de pulverización de carbón (excepto cuando el equipo pulverizador es esencialmente hermético al polvo); todas las áreas de trabajo donde se produzcan, manejen, procesen, empaquen o almacenen (excepto en recipientes herméticos) polvos o partículas metálicas y en todos los demás lugares donde el polvo combustible pueda en condiciones de funcionamiento normal estar presente en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Los polvos combustibles eléctricamente no conductivos incluyen polvos producidos en el manejo y procesamiento de granos y productos de granos, azúcar o cacao pulverizados, polvos de huevo seco o de leche, especies pulverizadas, almidón y pastas, polvo de papas, de madera y de bagazo, de aceites de semillas y frijoles, pasto seco, y otros materiales orgánicos que puedan producir polvos combustibles al ser procesados o manejados. Como polvos no metálicos eléctricamente conductivos se incluyen a los que provienen del carbón, coque y carbón de leña pulverizada. Los polvos que contengan magnesio o aluminio son especialmente peligrosos y debe tomarse toda clase de precauciones para evitar su ignición y explosión.

6.1.6.2 Clase II, División 2

Son los lugares donde el polvo combustible no se encuentra normalmente suspendido en el aire, o donde no es probable que sea lanzado en suspensión, debido a la operación normal de los equipos o aparatos, en cantidades suficientes como para producir mezclas explosivas o inflamables, pero donde:

- a) Los depósitos o acumulaciones de tales polvos combustibles, puedan ser suficientes para interferir con la segura disipación de calor de los equipos o aparatos eléctricos; o

- b) Tales depósitos o acumulaciones de polvo combustible sobre, dentro o en la proximidad de los equipos eléctricos puedan ser inflamados por arcos, chispas o un material en combustión provenientes de tales equipos.

Los lugares donde no es probable que se produzcan concentraciones peligrosas de polvo en suspensión, pero donde puedan formarse acumulaciones de polvo sobre o en la proximidad del equipo eléctrico, incluyen a los locales o áreas que contengan sólo canaletas distribuidoras y transportadores cerrados, cajones y tolvas cerradas, o máquinas y equipos que dejen escapar cantidades apreciables de polvo sólo bajo condiciones anormales de operación, los locales o áreas adyacentes a los lugares Clase II, División 1, descritos en 6.1.6.1 anterior, y a los cuales no puedan penetrar concentraciones explosivas o inflamables de polvo en suspensión solamente en condiciones anormales de funcionamiento; los locales o áreas en donde se prevenga la formación de concentraciones explosivas o inflamables de polvo en suspensión mediante la operación efectiva de un equipo de control de polvo; las bodegas y locales de despacho en donde se manipulen o almacenen materiales que produzcan polvo y estén contenidos en sacos o recipientes y en otros lugares similares.

6.1.7 Lugares Clase III

Son aquellos lugares que son peligrosos debido a la presencia de fibras o pelusas inflamables, pero en los cuales no es probable que se hallen en suspensión en el aire en cantidades suficientes como para producir mezclas inflamables. Los lugares de Clase III son los que se indican a continuación:

6.1.7.1 Clase III, División 1

Son los lugares en los cuales se manipulan, fabrican o emplean fibras fácilmente inflamables o materiales que produzcan pelusas fácilmente inflamables.

Dichos lugares comprenderán determinadas partes de las fábricas de rayón, algodón y otros productos textiles; plantas para el proceso y fabricación de fibras combustibles, máquinas desmontadoras de algodón y semillas de algodón, plantas para el tratado del lino, plantas de fabricación de tejidos, plantas de carpintería, y establecimientos e industrias que involucren condiciones o procesos de peligro similares.

Las fibras y pelusas fácilmente inflamables comprenderán el rayón, algodón (incluyendo las fibras de residuo y el desecho del algodón), cáñamo, sisal,

ixtie, yute, estopa, fibra de cacao, balas de algodón de desecho, miraguano, musgo negro de Florida, virutas de relleno y otros materiales de naturaleza similar.

6.1.7.2 Clase III, División 2

Son los lugares en los cuales se almacenan o manipulan fibras fácilmente inflamables; excepto en procesos de fabricación.

6.2 LUGARES CLASE I

6.2.1 Generalidades

Salvo como se modifica en el presente subcapítulo 6.2, las reglas generales del presente Tomo deberán aplicarse al alambrado y equipos eléctricos en los lugares clasificados en 6.1.5 como Clase I.

6.2.2 Transformadores y Condensadores

6.2.2.1 Clase I, División 1

En estos lugares, los transformadores y condensadores deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Transformadores y condensadores que contengan líquidos combustibles. Deberán ser instalados solamente en bóvedas aprobadas que cumplan con 5.4.9 y con lo siguiente:
 - i) No deberá haber puerta u otro medio de comunicación entre la bóveda y el área peligrosa; y
 - ii) Deberán estar provistas de una amplia ventilación para la renovación continua de los gases o vapores peligrosos; y
 - iii) Las aberturas o ductos de ventilación deberán comunicarse con un lugar seguro que se encuentre fuera del edificio; y
 - iv) los ductos y aberturas de ventilación deberán tener suficiente área para descargar las presiones de explosión que se produzcan en la bóveda, y todas las partes de los ductos de ventilación que se encuentren dentro de la edificación deberán ser reforzadas con concreto armado.
- b) Transformadores y condensadores que no contengan líquidos combustibles. Deberán ser instalados en bóvedas que cumplan con a) anterior, o que sean aprobados para lugares Clase I.

6.2.2.2 Clase I, División 2

En estos lugares, los transformadores y condensadores deberán cumplir con 5.4.8.

6.2.3 Medidores, Instrumentos y Relés

6.2.3.1 Clase I, División 1

En estos lugares, los medidores, instrumentos y relés, incluyendo los medidores de energía, transformadores de medida, resistencias, rectificadores y los tubos termoiónicos deberán estar provistos con cubiertas aprobadas para los lugares Clase I, División 1.

Las cubiertas aprobadas para estos lugares (C-1, D-1) incluyen a las cubiertas a prueba de explosión, purgadas y presurizadas.

6.2.3.2 Clase I, División 2

En estos lugares, los medidores, instrumentos y relés deberán cumplir con lo siguiente:

a) Contactos. Los interruptores, disyuntores, así como los contactos de cierre o apertura de los pulsadores, relés, altavoces y campanas de alarma deberán tener cubiertas aprobadas para Lugares Clase I, División 1 de acuerdo con 6.2.3.1, a excepción de lo siguiente:

Se permitirán cubiertas de uso general, si los contactos de interrupción de corriente se encuentran:

i) Sumergidos en aceite; o

ii) Encerrados en un gabinete sellado contra la entrada de gases o vapores; o

iii) En circuitos que bajo condiciones normales no liberen energía suficiente como para inflamar una mezcla atmosférica peligrosa.

b) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, dispositivos con resistencia, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares que sean usados en, o en conexión con medidores, instrumentos y relés, deberán cumplir con lo indicado en 6.2.3.1, a excepción de lo siguiente:

Se permitirán cubiertas de uso general si estos equipos no tienen contactos deslizantes o de cierre y apertura (diferentes a los indicados en 6.2.3.2 a)), y si la temperatura máxima de operación de cualquier superficie expuesta no excede el 80% de la temperatura de encendido del gas o vapor presente, o ha sido aprobada y encontrada incapaz de encender dicho gas o vapor.

- c) Sin contacto de cierre o apertura. Los devanados de los transformadores, las bobinas de impedancia, los selenoides y otros devanados que lleven contactos deslizantes o de cierre o apertura, deberán estar en cubiertas que pueden ser de uso general.
- d) Ensamblaje de uso general. Cuando un ensamblaje está formado por componentes para los cuales sean aceptables cubiertas de uso general de acuerdo con a), b) y c) anteriores, se podrá aceptar una cubierta única de uso general para el ensamblaje. Cuando el ensamblaje incluye alguno de los equipos indicados en b) anterior, deberá indicarse clara y visiblemente en la parte externa de la cubierta, la temperatura máxima superficial obtenible en cualquiera de sus componentes. Como alternativa, se permitirá marcar el equipo aprobado a fin de indicar el rango de temperatura para la cual es apropiado, usando, los números de identificación dados en la Tabla 6-II.
- e) Fusibles. Cuando se permita cubiertas de uso general en a), b), c) y d) anteriores, los fusibles para protección contra sobrecorriente de los circuitos de los instrumentos podrán ser montados en cubiertas de uso general, si dichos fusibles no exceden de 1.5 A a 200 V, y si cada fusible es precedido por un interruptor que cumpla con a) anterior.
- f) Conexiones. Para facilitar los reemplazos, los instrumentos para el control de procesos se podrán conectar por medio de cordones, enchufes y tomacorrientes si se cumplan con las condiciones siguientes:
 - i) Se disponga de un interruptor que cumpla con a) anterior, para que la interrupción de la corriente no se haga con el enchufe; y
 - ii) la corriente no exceda de 1.5 A a 200 V; y
 - iii) El cordón de alimentación no tenga una longitud mayor de 1 m, y sea de un tipo aprobado para uso extra pesado, o uso pesado si está protegido por su ubicación, y es alimentado a través de un enchufe y tomacorriente del tipo de retención mecánica con toma de tierra; y
 - iv) se instalen sólo los tomacorrientes necesarios y que cada uno lleve un letrero que indique "no desconectar con carga".

6.2.4. Métodos de Instalación

6.2.4.1 Clase I, División 1

- a) En las Instalaciones deberán emplearse tubos metálicos pesados roscados, tubos metálicos intermedios con rosca de acero, o cables con aislamiento mineral del tipo MI, con accesorios terminales aprobados para el lugar.
- b) Todas las cajas, accesorios y uniones deberán ser roscados para conectarlos a los tubos o terminaciones de cables, y deberán ser a prueba de explosión, aprobados para lugares Clase I.
- c) Las uniones roscadas deben encajar por lo menos con cinco pasos completos de roca.
- d) Los cables con aislamiento mineral del tipo MI, serán instalados y soportados de modo que se eviten esfuerzos de tracción en los accesorios terminales.
- e) Donde sea necesario emplear conexiones flexibles, como en los terminales de motores, se usarán accesorios flexibles a prueba de explosión aprobados para los lugares Clase I.

6.2.4.2 Clase I, División 2

- a) En las Instalaciones deberán emplearse tubos metálicos pesados roscados, tubos metálicos intermedios con rosca de acero, canalizaciones de barras colectoras con cubiertas y empaquetaduras, cables tipo MI, MC, TC ó SNM con accesorios terminales aprobados.
- b) Se podrán instalar cables tipo MI, MC, TC ó SNM en sistemas de bandejas para cables, y deberán ser instalados de manera que se eviten esfuerzos de tracción en los accesorios terminales.
- c) Las cajas, accesorios y uniones no necesitan ser a prueba de explosión, salvo lo requerido en 6.2.3.2. a), 6.2.6.2. a) y 6.2.14.2 a).

- d) Cuando se requiera una flexibilidad limitada, como en los terminales de motores, se deberán usar accesorios flexibles de metal, tubo metálico pesado flexible con accesorios aprobados, tubo metálico pesado flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados o cordón aprobado para uso extrapesado y provisto de accesorios terminales aprobados; el cordón deberá tener un conductor adicional para la puesta a tierra, a menos de que exista otro medio aprobado de puesta a tierra.
- e) El alambrado que en condiciones normales no puede desarrollar suficiente energía para causar la ignición de una determinada mezcla atmosférica peligrosa, al ocurrir un cortocircuito, apertura, o una conexión a tierra, se podrá instalar usando cualquiera de los métodos de instalación aprobados para lugares normales.
- f) Para tensiones mayores de 600 V y donde estén adecuadamente protegidos contra daños materiales, se podrá instalar cables de alta tensión con pantalla metálica en bandejas metálicas, de acuerdo con 4.5.2.

6.2.5 Sellado y Drenaje

- a) Los sellos deberán ser provistos en los sistemas de tuberías a fin de impedir el paso de los gases, vapores o llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través de las tuberías.
- b) El paso de los gases, vapores o llamas a través del cable tipo MI se evita por el diseño propio del cable, pero en los accesorios terminales del cable se deberá usar el compuesto sellador que impida la entrada de humedad y de otros fluidos en el aislamiento, debiendo ser el compuesto de un tipo aprobado para las condiciones de uso.

6.2.5.1 Ubicación de los sellos para tuberías. Clase I, División 1

Los sellos se deberán ubicar de la manera siguiente:

- a) En cada tramo de tubería que entra en una cubierta para interruptores, disyuntores, fusibles, relés, resistencias y otros aparatos que puedan producir arcos, chispas o altas temperaturas, tan cerca como sea posible y a no más de 45 cm de la cubierta.
Las uniones, manguitos, codos, codos ciegos y condulets a prueba de explosión, similares a los tipos “L”, “T” y “Cruz”, deberán ser las únicas cubiertas o accesorios permitidos entre el accesorio

sellado y la cubierta Los condulets no deberán ser más grandes que la tubería de mayor tamaño.

- b) En cada tramo de tubería de 5 cm o más que entra en una cubierta o accesorio donde hay terminales, derivaciones o empalmes y a una distancia no mayor de 45 cm de dicha cubierta o accesorio.
- c) Donde dos o más cubiertas, para las cuales se requieren sellos de acuerdo con a) o b) anteriores, están unidas por uniones roscadas o por tramos de tubería de longitud no mayor de 90 cm. Será suficiente colocar un sólo sello en cada unión o tramo mencionado, si dicho sello no dista más de 45 cm de cada cubierta.
- d) En cada tramo de tubería que sale de un lugar peligroso Clase I, División 1. El sello puede ser colocado en cualquiera de los lados del límite de dicho lugar, pero debe estar diseñado e instalado de manera que cualquier gas o vapor que pueda entrar en la tubería en el lugar peligroso División 1, no entre o se comunique al tubo más allá del sello. No habrá unión, acoplamiento, caja o accesorio en la tubería entre el sello y el punto en que la tubería sale del lugar peligroso y de División 1; a excepción de lo siguiente:

Un tubo metálico pesado continuo que pase completamente a través de un lugar Clase I, División 1, sin accesorios hasta una distancia de 30 cm de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos terminales del tubo sin interrupción estén en lugar no peligroso.

6.2.5.2 Ubicación de los sellos para tuberías. Clase I, División 2

Los sellos se deberán ubicar de la manera siguiente:

- a) En las conexiones del tubo a las cubiertas a prueba de explosión que requieren ser aprobadas para los lugares Clase I, se colocarán sellos de acuerdo con a) y b) anteriores. Todos los tramos de tubería o uniones roscadas comprendidos entre el sello y la cubierta deberán cumplir con 6.2.4.1.
- b) En cada tramo de tubería que pasa de un lugar peligroso Clase I, División 2, a un lugar no peligroso. El sello podrá colocarse en cualquiera de los lados del límite entre los dos lugares, pero estará diseñado e instalado de tal forma que cualquier gas o vapor que pueda entrar dentro de la tubería en el lugar de División 2, no entre

o se comunique al tubo más allá del sello. Se deberá usar tubería metálica pesada o tubería metálica intermedia con rosca de acero entre el sello y el punto en que el tubo sale del lugar peligroso, y se usará una conexión roscada en el sello. No habrá unión, acoplamiento, caja o accesorio en la tubería entre el sello y el punto en que la tubería sale del lugar peligroso.

- c) Un tubo metálico pesado continuo que pase completamente a través de un lugar Clase I, División 2, sin accesorios, hasta una distancia de 30 cm de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos terminales de la tubería estén en lugares no peligrosos.

6.2.5.3 Requisitos de los sellos. Clase I, Divisiones 1 y 2

Donde se requieran, los sellos deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Accesorios. Las cubiertas para las conexiones o para los equipos, deberán estar provistas con medios integrales de sellado, o con accesorios de sellado aprobados para los lugares Clase I. Los accesorios de sellado deberán ser accesibles.
- b) Compuestos. Un compuesto de sellar deberá estar aprobado para el uso, no deberá ser afectado por la atmósfera o líquidos que lo rodean, y no deberá tener ningún punto de fusión menor de 93° C.
- c) Espesor del compuesto. El espesor mínimo del compuesto en un sello terminado no deberá ser menor que el diámetro del tubo, y en ningún caso menor de 16 mm.
- d) Empalmes y derivaciones. No se deberán hacer empalmes ni derivaciones en los accesorios destinados sólo para el sellado con compuestos, ni deberá llenarse con compuesto ningún otro accesorio en el cual se hagan empalmes o derivaciones.
- e) Ensamblaje. En un ensamblaje donde los equipos que pueden producir arcos, chispas o altas temperaturas, son colocados en un compartimiento separado de otro donde existen empalmes o derivaciones, y tengan un sello integral en el punto donde los conductores pasen de un lugar a otro, este ensamblaje deberá estar aprobado para los lugares Clase I. En lugares Clase I, División 1, se deberán colocar sellos en las entradas de las tuberías a los compartimientos que tengan empalmes o derivaciones, cuando sea requerido por 6.2.5.1 b).

6.2.5.4 Sellos para cables. Clase I, División 1

En lugares de esta clase, cada cable multiconductor en tubería deberá ser considerado como un único conductor si el cable no es capaz de transmitir gases o vapores por su interior. Estos cables deberán ser sellados de acuerdo con lo indicado en 6.2.5.1.

Los cables con pantallas continuas herméticas al gas o vapor capaces de transmitir gas o vapor por su interior, deberán ser sellados en los lugares peligrosos después de retirar la chaqueta y cualquier otra cubierta de tal forma que el compuesto sellador rodee cada conductor aislado y la chaqueta exterior.

6.2.5.5 Sellos para cables. Clase I, División 2

Los sellos para cables se deberán ubicar de la manera siguiente:

- a) Los cables que entren en cubiertas que requieran ser aprobadas para lugares Clase I, deberán ser sellados en el punto de entrada. Los accesorios de sellado deberán cumplir con 6.2.5.2 a). Los cables multiconductores deberán sellarse de acuerdo con 6.2.5.4.
- b) Los cables con una pantalla continua hermética al gas y vapor, que no transmitan en su interior gas o vapor en exceso de la cantidad permitida para los accesorios de sellado, no requerirán ser sellados, a excepción de lo exigido en a) anterior. La longitud mínima de dicho tramo de cable no deberá ser menor que la requerida para limitar el flujo de gas o vapor a las condiciones permitidas para los accesorios de sellado (200 cm³ hora de aire a la presión de 150 mm de agua).
- c) Los cables con pantalla continua hermética al gas o vapor, capaces de transmitir por su interior gas o vapor, deberán ser sellados en lugares peligrosos de forma tal que se evite el pase del gas o vapor a un lugar no peligroso.
- d) Los cables con una pantalla continua hermética al gas y vapor podrán pasar por lugares Clase I, División 2 sin requerir sellarse.
- e) Los cables que no tengan una pantalla continua hermética al gas y vapor, deberán sellarse el límite entre los lugares peligrosos y no peligrosos, a fin de evitar el pase de gases o vapores a un lugar no peligroso.

Las pantallas para cables mencionadas en 6.2.5.4 y 6.2.5.5 pueden ser de material metálico o no metálico.

6.2.5.6 Drenaje

- a) Equipo de control. Donde exista la probabilidad de acumulación de líquidos o vapores condensados dentro de las cubiertas para equipos de control o en cualquier punto de la canalización, se deberá colocar medios aprobados para evitar la acumulación y permitir el drenaje periódico de dichos líquidos o vapores condensados.
- b) Motores y generadores. Donde la Autoridad Competente juzgue que hay posibilidad de que se produzcan acumulaciones de líquidos o vapores condensados dentro de motores o generadores, deberán disponerse las uniones y tuberías de manera de reducir al mínimo la entrada del líquido en ellos. Cuando se juzgue necesario el empleo de medios para impedir las acumulaciones o para permitir el drenaje periódico, tales medios vendrán incorporados de fábrica y se considerarán como parte integral de la máquina.
- c) Bombas selladas. En las bombas selladas, conexiones para mediciones de flujo o presión para análisis de procesos, etc. que tiene un sólo diafragma o tubo sellado para impedir que los fluidos procesados entren en los tubos de instalación eléctrica, se deberá añadir un sello o barrera aprobada adicional, con un drenaje adecuado entre ambos sellos, de manera que los escapes se hagan evidentes.

6.2.6 Interruptores, Disyuntores, Controles de Motor y Fusible

6.2.6.1 Clase I, División 1

En estos lugares, los interruptores, disyuntores, controles de motor y fusibles, incluyendo pulsadores, relés y dispositivos similares, deberán estar provistos con cubierta, y en cada caso el conjunto de la cubierta y el aparato encerrado deberá estar aprobado para su uso en lugares de Clase I.

6.2.6.2 Clase I, División 2

En estos lugares, los interruptores, disyuntores, controles de motor y fusibles deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Tipo requerido. Los interruptores, disyuntores y controles de motor destinados a interrumpir la corriente de funcionamiento normal, deberán estar provistos con cubiertas aprobadas para lugares de

Clase I, División 1 de acuerdo con 6.2.3.1, a menos que se provean cubiertas de uso general, y:

- i) La interrupción de la corriente ocurra dentro de una cámara herméticamente cerrada contra la entrada de gases y vapores, o
 - ii) Los contactos de apertura y cierre de corriente sean sumergidos en aceite, y los de tipo de uso general estén sumergidos no menos de 5 cm para potencia y 2.5 cm para control.
- b) Seccionadores. Las cubiertas de tipo de uso general que no contengan fusibles podrán llevar seccionadores, los cuales no están destinados a interrumpir corriente.
- c) Fusibles. Para la protección de motores, artefactos y lámparas, diferentes a los considerados en d) posterior, se podrán utilizar fusibles roscados o de casquillo, siempre que sean colocados dentro de cubiertas aprobadas para el uso y lugar; o fusibles, si están dentro de cubiertas para uso general, las mismas que deberán ser aprobadas para el uso y de un tipo en el cual el elemento de operación esté sumergido en aceite u otro LÍQUIDOS aprobado, o el elemento de operación esté encerrado en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases y vapores.
- d) Fusibles o disyuntores de protección contra sobrecorriente. En cualquier cuarto, área, o sección de lugar Clase I, División 2, donde no más de 10 juegos de fusibles encerrados y aprobados, o no más de 10 disyuntores que no estén destinados a ser usados como interruptores para la interrupción de la corriente, son instalados para la protección del circuito derivado o alimentador, se permitirán cubiertas de uso general para dichos fusibles y disyuntores, si estos están destinados para la protección de circuitos o alimentadores que alimentan sólo lámparas en posiciones fijas.

Un juego de fusibles comprende los fusibles requeridos para la protección de todos los conductores activos de un circuito.

Los fusibles que cumplan con c) anterior no se tomarán en cuenta dentro de los 10 juegos de fusibles permitidos en cubiertas de uso general.

6.2.7 Transformadores y Resistencias de Control

Los transformadores, reactores y resistencias usados como, o en conjunto con equipos de control para motores, generadores y artefactos deberán cumplir con 6.2.7.1 y 6.2.7.2 siguientes:

6.2.7.1 Clase I, División 1

En estos lugares, los transformadores, reactores y resistencias así como cualquier mecanismo de desconexión asociado con ellos, deberán estar provistos con cubiertas aprobadas para lugares de Clase I, División 1 de acuerdo con 6.2.2.1.

6.2.7.2 Clase I, División 2

En estos lugares, los transformadores de control y resistencias deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Mecanismos de desconexión. Los mecanismos de desconexión usados en conjunto con transformadores, reactores y resistencias deberán cumplir con 6.2.6.2.
- b) Bobinas y devanados. Las cubiertas para los devanados de los transformadores, selenoides o reactores podrán ser del tipo de uso general.
- c) Resistencias. Las resistencias deberán estar dotadas de cubiertas; y el conjunto deberá estar aprobado para lugares Clase I, a menos que dichas resistencias no sean variables y que la máxima temperatura de operación no exceda al 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor relacionado, o que hayan sido aprobados y encontrados incapaces de encender el gas o vapor.

6.2.8 Motores y Generadores

6.2.8.1 Clase I, División 1

Los motores, generadores y demás máquinas eléctricas rotativas deberán ser:

- a) Aprobadas para los lugares Clase I, División 1; o
- b) De tipo completamente cerrado y con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio y con descarga a un área segura dispuesta de manera que la máquina no pueda ponerse bajo tensión hasta que la ventilación esté funcionando y el volumen interior de aire haya sido renovado por lo menos 10 veces, y que se

interrumpa automáticamente el paso de la corriente en caso de falla de ventilación; o

- c) De tipo completamente cerrado lleno de gas inerte, alimentado por una fuente adecuada y segura de gas inerte para presurizar la cubierta, con dispositivos que aseguren una presión positiva, con desconexión automática de la presión cuando falla el gas; o
- d) Diseñados para estar sumergido en un líquido que sólo sea inflamable en caso de estar vaporizados y mezclado con aire; o en un gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y el cual sólo sea inflamable mezclado con el aire; y la máquina esté dispuesta de tal modo que no pueda ponerse bajo tensión hasta que no sea purgada con el líquido o gas hasta sacar el aire, y se interrumpa automáticamente el paso de la corriente en caso de falla del suministro del LÍQUIDOS o vapor, y cuando la presión de estos baje a la atmosférica.

Los motores totalmente cerrados de los tipos descritos en b) y c) que anteceden no deberán tener ninguna superficie externa a una temperatura de trabajo de más de 80% de la temperatura de encendido del gas o vapor peligroso relacionado.

Se proveerán los dispositivos adecuados para detectar y dar alarma para cualquier aumento de temperatura del motor por encima de sus límites de diseño y desconectar automáticamente el equipo. Los equipos auxiliares serán del tipo apropiado para el lugar donde se instalen.

6.2.8.2 Clase I, División 2

En estos lugares, los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas en las que se utilicen contactos deslizantes, centrífugos u otros tipos de mecanismos de interrupción (incluyendo dispositivos de sobrecorriente, sobrecarga y sobretemperatura del motor), o dispositivos con resistencias integradas, ya sea durante el arranque o en marcha, deberán ser aprobados para los lugares Clase I, División 1, a menos que tales contactos deslizantes, mecanismos de interrupción, y dispositivos de resistencias estén provistos con cubiertas aprobadas para los lugares Clase I, División 1 de acuerdo con 6.2.3.1.

En los lugares Clase I, División 2 se permitirá la instalación de motores abiertos, o cerrados que no sean a prueba de explosión, tales

como motores de inducción de jaula de ardilla sin escobillas, mecanismos de desconexión, o dispositivos similares que produzcan arcos.

6.2.9 Aparatos de Alumbrado

6.2.9.1 Clase I, División 1

En estos lugares, los aparatos de alumbrado deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Aparatos aprobados. Cada aparato deberá estar aprobado como un ensamblaje completo para el lugar Clase I, División 1, y tendrán claramente marcada la potencia máxima de las lámparas para las cuales está aprobado. Los aparatos portátiles deberán estar específicamente aprobados como un ensamblaje completo para este uso.
- b) Daños materiales. Deberán estar protegidos contra daños materiales por medio de un resguardo adecuado o por su propia ubicación.
- c) Aparatos colgantes. Deberán estar suspendidos y alimentados por medio de tubos metálicos y pesados roscados y las uniones roscada deberán llevar tornillos de fijación y otros medios efectivos para impedir que se aflojen. Los tubos de longitud mayor de 30 cm deberá fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales, con un sistema de soporte a no más de 30 cm de altura sobre el extremo inferior del tubo, o bien se les dará la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este propósito y para lugares Clase I, División 1, y colocados a más de 30 cm del punto de unión con la caja o accesorio de soporte.
- d) Soportes. Las cajas, cajas ensambladas, o accesorios que se usen para soporte de aparatos de alumbrado deberán ser aprobados para el uso y para lugares Clase I.

6.2.9.2 Clase I, División 2

En estos lugares, los aparatos de alumbrado deberán estar de acuerdo con lo siguiente:

- a) Lámparas portátiles. Deberán cumplir con lo indicado en 6.2.9.1 a) anterior.

- b) Alumbrado fijo. Los aparatos de alumbrado fijo deberán estar protegidos contra daños materiales por medio de resguardos apropiados o por su propia ubicación. Cuando haya peligro de que caigan chispas o metal caliente de las lámparas o aparatos de alumbrado que puedan provocar el incendio de concentraciones de gases o vapores inflamables, es preciso proveer cubiertas adecuadas u otros medios efectivos de protección. Cuando las lámparas sean de tipo o tamaño capaz de alcanzar, en condiciones normales, temperaturas superficiales en exceso del 80% de la temperatura de encendido del gas o vapor relacionado, los aparatos deberán cumplir con 6.2.9.1 a) o deberán ser de un tipo que haya sido aprobado y encontrado incapaz de encender el gas o vapor, si la temperatura de encendido no se alcanza.
- c) Aparatos colgantes. Deberán estar suspendidos por medio de tubos metálicos pesados roscados u otro sistema aprobado. Los tubos de longitud mayor de 30 cm deberán fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales, con un sistema de soporte a no más de 30 cm de altura sobre el extremo inferior del tubo, o bien se le dará la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este propósito y colocado a no más de 30 cm del punto de unión con la caja o accesorio de soporte.
- d) Soportes. Las cajas, cajas ensambladas o accesorios que se usan para soporte de aparatos de alumbrado, deberán ser aprobados para esto propósito.
- e) Interruptores. Los interruptores que forman parte de un aparato de alumbrado ensamblado o de un portalámpara individual deberán cumplir con lo establecido en 6.2.6.2 a).
- f) Equipo de arranque. Los equipos de arranque y control de las lámparas de descarga deberán cumplir con lo establecido en 6.2.7.2. Se exceptúan a los protectores térmicos incorporados en los balastos con protección térmica para lámparas fluorescentes, si el aparato de alumbrado es aprobado para lugares Clase I, División 2.

6.2.10 Equipos de Utilización, Fijos y Portátiles

6.2.10.1 Clase I, División 1

En estos lugares, todos los equipos de utilización deberán ser aprobados para el lugar.

6.2.10.2 Clase I, División 2

En estos lugares, todos los equipos de utilización deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Calentadores. Los calentadores eléctricos deberán cumplir con i) o ii) siguientes:
 - i) La temperatura máxima de operación de cualquier superficie expuesta del calentador no deberá exceder el 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor que lo rodea, cuando:
 - está continuamente energizado.
 - se tiene la temperatura ambiente máxima.
 - se tiene el 120% de la tensión nominal; en este caso no es necesario un control de temperatura para el calentador.
 - ii) El calentador deberá ser aprobado para lugares de Clase I, División 1.
- b) Motores. Los motores de accionamiento de equipos de utilización deberán cumplir con 6.2.8.2.
- c) Interruptores, disyuntores y fusibles. Estos equipos deberán cumplir con 6.2.6.2.

6.2.11 Cordonos Clase I, Divisiones 1 y 2

Los cordones se permitirán sólo para la conexión entre una lámpara u otro equipo de utilización portátiles y la parte fija del circuito de alimentación, debiendo cumplir dicho cordón con lo siguiente:

- a) ser de un tipo aprobado para trabajo extrapesado; y
- b) contenga un conductor de protección que cumpla con 4.3.2.10, y
- c) sea conectado a los terminales o a los conductores de alimentación de una manera apropiada; y
- d) sea soportado por grapas u otros medios adecuados de manera que no se ejerza esfuerzo mecánico en las conexiones terminales; y
- e) ser provisto con sellos apropiados donde el cordón entre en cajas, accesorios o cubiertas a prueba de explosión. Se exceptúa de cumplir con este acápite 6.2.11 a lo prescrito en 6.2.3.2 f) y 6.2.4.2.

6.2.12 Tomacorrientes y Enchufes. Clase I, Divisiones 1 y 2

Los tomacorrientes y enchufes deberán ser de un tipo provisto de contactos para la conexión del conductor de protección del cordón, y ser aprobados para lugares Clase I; con excepción de lo previsto en 6.2.3.2 f).

6.2.13 Aislantes de los Conductores. Clase I, Divisiones 1 y 2

Donde vapores o líquidos condensados puedan depositarse en, o entrar en contacto con el aislante de los conductores, dicho aislante deberá ser del tipo aprobado para usarse bajo tales condiciones, o el aislante deberá estar protegido por una cubierta de plomo o por otros medios adecuados.

6.2.14 Sistemas de Señalización, Alarma, Control Remoto y Comunicación

6.2.14.1 Clase I, División 1

En estos lugares, todos los aparatos y equipos de los sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicación, a excepción de la tensión, deberán ser aprobados para lugares Clase I, División 1, y la instalación deberá cumplir con 6.2.4.1, 6.2.5.1 y 6.2.5.3.

6.2.14.2 Clase I, División 2

En estos lugares, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicación deberán cumplir con lo siguiente:

a) Contactos. Los interruptores, disyuntores, contactos de apertura y cierre de los pulsadores, relés, alarmas de campana o de altavoz, deberán tener cubiertas aprobadas para lugares Clase I, División 1 de acuerdo con 6.2.3.1; a excepción de lo siguiente:

Se permitirán cubiertas de uso general, si los contactos de interrupción de corriente se encuentran:

i) sumergidos en aceite; o

ii) encerrados en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores; o

en circuitos que bajo condiciones normales no liberan energía suficiente como para inflamar una mezcla atmosférica peligrosa.

b) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, dispositivos con resistencias, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares, deberán cumplir con 6.2.3.2 b).

c) Protectores. Para los dispositivos de protección contra los rayos y fusibles deberán proveerse cubiertas que podrán ser del tipo para uso general.

d) Alambrado y sellado. Todo el alambrado deberá cumplir con 6.2.4.2, 6.2.5.2 y 6.2.5.3.

6.2.15 Partes Activas. Clase I, Divisiones 1 y 2

Las partes activas no deberán estar expuestas.

6.2.16 Puesta a Tierra. Clase I, Divisiones 1 y 2

Las Instalaciones y equipo deberán ser puestos a tierra de acuerdo con el presente acápite.

6.2.16.1 Partes expuestas

Las partes conductivas de los equipos, tales como las estructuras o partes externas de motores, lámparas fijas o portátiles, aparatos de alumbrado u otros equipos de utilización, y los gabinetes, cajas o tubos metálicos, deberán estar puestos a tierra de acuerdo con 3.6.

6.2.16.2 Puentes de unión

La continuidad eléctrica deberá asegurarse por medio de puentes de unión con accesorios apropiados u otros medios adecuados y no depender del contacto obtenido por uniones con tuerca y boquilla o doble tuerca. Tales puentes de unión deberán ser usados en todas las canalizaciones, accesorios, cajas, cubiertas, etc., que se hallen entre el lugar peligroso y el punto de puesta a tierra del equipo de conexión. Cuando se utilice tubería flexible de acuerdo con 6.2.4.2 se usarán puentes de unión internos o externos con accesorios adecuados.

6.2.16.3 Protección contra rayos

Cada conductor activo de acometida, de una instalación efectuada en un lugar Clase I y alimentado por una línea aérea en un área donde son frecuentes las descargas atmosféricas, deberá estar protegido por un dispositivo de protección contra rayos de tipo adecuado. Los dispositivos de protección contra rayos deberán conectarse a los conductores de la acometida en el lado de alimentación de los medios de desconexión, y serán puenteados al sistema de canalización a la entrada de la acometida.

6.2.16.4 Unión del conductor de acometida puesto a tierra a la canalización

Cuando la instalación en un lugar Clase I esté alimentada por un sistema de corriente alterna puesto a tierra, en el cual un conductor puesto a tierra forme parte de la acometida, este conductor se conectará a la canalización y al conductor de protección de dicha canalización.

La conexión mencionada se deberá efectuar en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida.

6.2.16.5 Unión de la canalización a la tierra de un transformador

Cuando la instalación en un lugar Clase I esté alimentada por un sistema de corriente alterna puesto a tierra, en el cual ningún conductor puesto a tierra forme parte de la acometida, deberá colocarse. Una conexión metálica entre la tierra del sistema de alimentación y la cubierta del equipo de conexión. La conexión metálica deberá cumplir con 3.6.4.3 b).

6.2.16.6 Tomas de tierra múltiples

Cuando sea necesario abandonar una o más tomas de tierra en aplicación del punto 3.6.4.1 para evitar que haya un paso de corriente excesivo por los conductores a tierra, no debe abandonarse la conexión requerida en 6.2.16.4 y 6.2.16.5 mientras quede conectada al sistema de alimentación cualquier otra conexión a tierra.

6.3 LUGARES CLASE II

6.3.1 Consideraciones Generales

Las reglas generales del presente Tomo deberán ser aplicadas a las Instalaciones y equipos eléctricos en lugares clasificados como de Clase II de acuerdo al acápite 6.16, a excepción de lo modificado por este subcapítulo.

"A prueba de ignición de polvo", significa encerrado de tal manera que no permita la penetración de polvo en su interior en cantidades susceptibles de inflamarse o de afectar el funcionamiento o la capacidad nominal y que, cuando la instalación y su protección se hagan de acuerdo con este Tomo, no permita tampoco que la generación de arcos, chispas, o de calor que pueda producirse o liberarse de cualquier otra manera en su interior, provoque la ignición de acumulaciones externas o de suspensiones atmosféricas de un polvo específico sobre, o en las cercanías de la cubierta.

Los equipos instalados en los lugares Clase II deberán funcionar a su capacidad nominal sin desarrollar temperaturas superficiales lo bastante altas para provocar una deshidratación excesiva o una carbonización gradual de cualquier depósito de polvos orgánicos que puedan acumularse allí.

El polvo que está carbonizado o excesivamente seco es altamente susceptible a la ignición espontánea.

Las temperaturas máximas superficiales bajo condiciones de operación no deberán exceder a las indicadas en la siguiente Tabla:

TABLA 6-III
TEMPERATURAS MÁXIMAS SUPERFICIALES EN °C

Clase II Grupo	Equipos que no estén sujetos a sobrecarga	Equipos (tales como motores o transformadores de potencia) que pueden estar sujetos a sobrecarga	
		Operación normal	Operación anormal
E	200	200	200
F	200	150	200
G	165	120	165

Los equipos e Instalaciones del tipo definido en el Capítulo I como "a prueba de explosión", no son obligatorios en los lugares Clase II, y no se deberán aceptar si no están aprobados para dichos lugares.

6.3.2 Transformadores y Condensadores

6.3.2.1 Clase II, División 1

En estos lugares, los transformadores y condensadores deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Transformadores y condensadores que contengan líquidos combustibles. Deberán ser instalados solamente en bóvedas aprobadas que cumplan con 5.4.9 y con lo siguiente:
 - i) Las puertas u otras aberturas de comunicación con el lugar peligroso deberán tener puertas contra el fuego que cierren automáticamente a ambos lados de la pared, ajustadas cuidadosamente y dotadas de sellos adecuados (tales como bandas para intemperie) para reducir al mínimo la entrada de polvo a la bóveda; y
 - ii) Las aberturas y ductos de ventilación se comunicarán con el exterior; y
 - iii) se dotarán de aberturas adecuadas de descarga de sobrepresión en comunicación con el aire exterior.

- b) Transformadores y condensadores que no contengan líquidos combustibles. Deberán:
 - i) Instalarse en bóvedas de acuerdo con 5.4.9; o
 - ii) ser de un tipo aprobado para lugares Clase II como un conjunto, incluyendo sus conexiones terminales.
- c) Polvos metálicos. No deberá instalarse ningún transformador en donde puedan estar presentes polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce, de aluminio, o de cualquier otro metal de características peligrosas similares.

6.3.2.2 Clase II, División 2

En estos lugares, los transformadores y los condensadores deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Transformadores y condensadores que contengan líquidos combustibles. Deberán ser instalados en bóvedas de acuerdo con 5.4.9.
- b) Transformadores que contengan líquido no inflamable y tengan una potencia nominal mayor de 25 kVA deberán:
 - i) Estar dotados de válvulas de escape de presión; y
 - ii) tener medios para absorber cualquier gas generado dentro de él a causa de arcos o las válvulas de escape de presión conectados a una chimenea o tubería que conduzca dichos gases fuera del edificio; y
 - iii) estar a una distancia libre no menor de 15 cm de cualquier material combustible adyacente.
- c) Transformadores de tipo seco. Se deberán instalar en bóvedas; o bien tendrán sus devanados y conexiones terminales encerrados en cámaras metálicas herméticas, sin aberturas de ventilación o de otra clase, y operar a tensiones que no excedan de 600 V.

6.3.3 Protección Contra Sobretensiones Transitorias. Clase II, Divisiones 1 y 2

En regiones donde hayan frecuentes descargas eléctricas atmosféricas, las Instalaciones efectuadas en lugares Clase II y alimentadas por líneas aéreas, deberán estar protegidas de manera adecuada contra las sobretensiones transitorias. Esta protección debe incluir dispositivos adecuados de protección contra rayos, la interconexión de todas las tierras, y condensadores de protección contra sobretensiones transitorias.

La interconexión de todas las tierras debe incluir las tierras para los dispositivos primarios y secundarios de protección contra rayos, las tierras de

los sistemas secundarios existentes, y las tierras de las tuberías y equipos de la conexión. En los sistemas secundarios aislados pueden colocarse dispositivos secundarios protectores contra descargas, tanto en la conexión como en el punto donde se alimenta el sistema secundario, y los conductores secundarios pueden aceptarse como conexión metálica entre los dispositivos protectores secundarios, siempre que las tierras de los dispositivos primarios y secundarios estén interconectadas metálicamente en el extremo de la alimentación del sistema secundario, y que los dispositivos secundarios estén puestos a tierra junto con el sistema de canalización en el lado de la carga del sistema secundario.

Los condensadores de protección contra sobretensiones transitorias, deberán ser de un tipo diseñado especialmente para ello; estar conectados a cada conductor activo de la acometida y estar puestos a tierra por medio de la red interna de tuberías. Los condensadores deberán estar protegidos con fusibles de 30 Amperes, de tipo y tensión nominal adecuados, o por disyuntores de tipo y capacidad nominal adecuados, y deberán conectarse a los conductores de suministro en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida.

6.3.4 Métodos de Instalación

Las Instalaciones deberán cumplir con 6.3.4.1 y 6.3.4.2 siguientes:

6.3.4.1 Clase II, División 1

En estos lugares deberán hacerse las Instalaciones con tubos metálicos pesados roscados, tubos metálicos intermedios con rosca de acero, o con cables tipo MI con accesorios terminales aprobados para estos lugares. El cable tipo MI debe instalarse y fijarse de manera que se eviten esfuerzos en los accesorios terminales.

- a) Accesorios y cajas. Deberán estar dotados de bocinas roscadas para la conexión a las tuberías o a los terminales de cables. Tendrán tapas ajustadas, sin aberturas (tales como huecos para tornillo de fijación) a través de los cuales pudiera entrar el polvo o escaparse chispas o material en combustión.

Los accesorios y cajas en las cuales se hagan derivaciones, uniones o conexiones terminales, o que se usen en lugares donde haya polvos combustibles eléctricamente conductivos, deberán ser aprobados para lugares Clase II.

- b) Conexiones Flexibles. Cuando se requieran conexiones flexibles, deberán utilizarse conectores flexibles herméticos al polvo, tubos metálicos flexibles herméticos a los líquidos con accesorios

aprobados, o cordón aprobado para uso extra-pesado y dotado de accesorios con boquilla. Cuando el polvo es eléctricamente conductivo se utilizarán cordones con sellos herméticos al polvo en ambos extremos. El cordón deberá tener un conductor adicional para la puesta a tierra, a menos que dicha puesta a tierra se realice por otro medio aceptable. Cuando las conexiones flexibles estén expuestas a condiciones corrosivas o al aceite, el aislante de los conductores deberá ser de un tipo aprobado para ello o estar protegido por una cubierta adecuada.

6.3.4.2 Clase II, División 2

En estos lugares se deberán efectuar las Instalaciones con tubos metálicos pesados, intermedios o livianos, con canalizaciones herméticas al polvo, con cables tipo MI, MC o SNM con accesorios terminales aprobados.

- a) Canales metálicos con tapa, accesorios y cajas. Los canales metálicos con tapas y los accesorios y cajas para derivaciones, uniones o conexiones terminales deberán ser diseñados para reducir al mínimo la entrada de polvo y además estar provistos de tapas telescópicas o bien ajustadas o de otro medio efectivo para impedir el escape de chispas o material inflamable, y no deberán tener aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación), a través de los cuales pudieran escapar chispas o material inflamable después de instalados, o se pudiera provocar el encendido de materiales combustibles cercanos.
- b) Conexiones Flexibles. Donde sea necesario hacer este tipo de conexiones deberá aplicarse los requisitos 6.3.4.1 b) anterior.

6.3.5 Sellado. Clase II, Divisiones 1 y 2

Cuando una canalización comunica una cubierta que debe ser a prueba de encendido de polvo con otra que no lo es, se deben tomar medidas adecuadas para impedir el paso de polvo de una a otra. Se permitirá una de las siguientes medidas:

- a) un sello permanente y efectivo (los accesorios de sellado deberán ser accesibles); o
- b) un tramo horizontal de la canalización de longitud no menor de 3 m, o
- c) un tramo vertical de la canalización de longitud no menor de 1.50 m y que baje verticalmente de la canalización a prueba de encendido de polvo.

6.3.6 Interruptores, Disyuntores, Controles de Motor y Fusible.

6.3.6.1 Clase II, División 1

Deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Tipo requerido. Los interruptores, disyuntores, controles de motor y fusibles, incluyendo pulsadores, relés y dispositivos similares que estén destinados para interrumpir corriente durante su operación normal, o que sean instalados donde pueda haber polvos combustibles eléctricamente conductivos, deberán estar provistos con cubiertas a prueba de ignición de polvo, junto con los equipos encerrados en cada caso, y ser aprobados en su conjunto para lugares Clase II.
- b) Seccionadores. Los seccionadores que no contengan fusibles y no estén destinados a interrumpir corriente y que no sean instalados donde pueda haber polvos eléctricamente conductivos, estarán dentro de cubiertas metálicas herméticas, diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo y equipadas con tapas telescópicas o bien ajustadas, o con otros medios eficaces para impedir el escape de chispas o materiales en combustión; tampoco deberán tener aberturas a través de las cuales puedan escaparse, después de la instalación, chispas o materiales en combustión o puedan encenderse acumulaciones exteriores de polvo o de material inflamable adyacente.
- c) Polvos metálicos. En lugares donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce o aluminio o de otros metales de características peligrosas similares, los fusibles, interruptores, disyuntores y controles de motor deberán encerrarse en cubiertas aprobadas específicamente para tales lugares.

6.3.6.2 Clase II, División 2

En estos lugares, las cubiertas para fusibles, interruptores, disyuntores y controles de motor, incluyendo pulsadores, relés y otros dispositivos similares; deberán cumplir con los requisitos de 6.3.6.1 b).

6.3.7 Transformadores y Resistencias de Control

6.3.7.1 Clase II, División 1

En estos lugares, los transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia, resistencias, así como cualquier dispositivo de sobrecorriente o mecanismo de desconexión asociado con ellos, deberán tener cubiertas a prueba de encendido de polvo, aprobadas para lugares Clase II. No se instalará ningún transformador de control, bobina impedancia, o resistencia, en un lugar donde pueda haber polvo de magnesio, aluminio, partículas de bronce de aluminio u otros metales de características peligrosas similares, a menos que tenga una cubierta específicamente aprobada para tales lugares.

6.3.7.2 Clase II, División 2

En estos lugares, los transformadores y las resistencias deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Mecanismos de desconexión. Estos mecanismos, incluyendo los dispositivos de sobrecorriente, usados con transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias deberán tener cubiertas que cumplan con los requisitos de 6.3.6.1 b).
- b) Bobinas y devanados. Los transformadores de control, solenoides y bobinas de impedancia que no estén encerrados en la misma cubierta con los mecanismos de desconexión, deberán estar en cajas metálicas herméticas sin orificios de ventilación.
- c) Resistencias. Las resistencias y los dispositivos con resistencia deberán estar dotados de cubiertas a prueba de encendido de polvo aprobados para lugares Clase II.

Cuando la temperatura máxima de funcionamiento de la resistencia no excede de 120° C, las resistencias no ajustables o las resistencias que formen parte de una secuencia de arranque automáticamente programada, podrán tener cubiertas que cumplan con los requisitos del párrafo b) anterior.

6.3.8 Motores y Generadores

6.3.8.1 Clase II, División 1

En estos lugares, los motores, generadores y demás máquinas eléctricas rotativas deberán ser:

- a) aprobadas para lugares Clase II, División 1; o
- b) totalmente encerrados con tubería de ventilación, sin exceder los límites de temperaturas fijados en la Tabla 6-III.

6.3.8.2 Clase II, División 2

En estos lugares, los motores, generadores y demás máquinas eléctricas rotativas deberán ser a prueba de encendido de polvo, o totalmente cerrados y ventilados por tubería, y su temperatura máxima superficial no será mayor de 120° C.

Si la acumulación de polvo no conductivo ni abrasivo fuera pequeña, y si las máquinas son fácilmente accesibles para su limpieza y mantenimiento de rutina, se podrán instalar:

- a) Máquinas normalizadas de tipo abierto sin contactos deslizantes ni mecanismos centrífugos de desconexión o de otro tipo (incluyendo dispositivos de sobrecorriente de motores) o dispositivos de resistencia incorporados.
- b) Máquinas normalizadas de tipo abierto con tales contactos, mecanismos de desconexión o dispositivos de resistencia, encerrados dentro de cajas metálicas herméticas, sin aberturas de ventilación u otras aberturas.
- c) Motores con autolimpieza para textileras, del tipo de jaula de ardilla.

6.3.9 Tubería de Ventilación

Los tubos de ventilación de los motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotativas o de las cubiertas de los equipos eléctricos, deberán ser de lámina metálica de espesor no menor de 0.635 mm (No. 24 MSG), o de otro material igualmente incombustible, y deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del edificio; y
- b) tener rejillas en los extremos exteriores para impedir la entrada de animales pequeños o pájaros; y
- c) estar protegidos contra daños materiales, contra la oxidación y demás influencias corrosivas.

Los tubos de ventilación deberán cumplir también con 6.3.9.1 y 6.3.9.2 siguientes:

6.3.9.1 Clase II, División 1

En estos lugares, o tubos de ventilación y sus conexiones a los motores o a las cubiertas a prueba de encendido de polvo para otros equipos o aparatos, deberán ser herméticos al polvo en toda su longitud. Para tubos metálicos, las costuras y uniones deberán cumplir con una de las condiciones siguientes:

- a) Ser remachadas y soldadas; o
- b) ser empernadas y soldadas; o
- c) ser soldadas por arco; o
- d) ser confeccionadas herméticas al polvo o por cualquier otro medio igualmente efectivo.

6.3.9.2 Clase II, División 2

En estos lugares, los tubos de ventilación y sus conexiones deberán ser lo suficientemente herméticos como para impedir la entrada de cantidades apreciables de polvo en el interior de la cubierta o equipo ventilado, así como el escape de chispas, llamas, o materiales en combustión que pudieran encender las acumulaciones de polvo o materiales inflamables en las cercanías. En los tubos metálicos y pueden utilizarse costuras de cierre y uniones remachadas o soldadas, y donde se necesite cierta flexibilidad, como en las conexiones a los motores eléctricos, se pueden usar uniones deslizantes herméticamente ajustadas.

6.3.10 Equipos de Utilización

6.3.10.1 Clase II, División 1

En estos lugares, todos los equipos de utilización deberán estar aprobados para lugares de Clase II. Donde pueda haber polvo de magnesio, aluminio, partículas de bronce de aluminio, o de otros metales de características peligrosas similares, los equipos deberán estar aprobados específicamente para tales lugares.

6.3.10.2 Clase II, División 2

En estos lugares, todos los equipos de utilización deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Calentadores. Los equipos de utilización calentados eléctricamente deberán ser aprobados para lugares Clase
- b) Motores. Los motores de accionamiento de los equipos de utilización deberán cumplir con 6.3.8.2.
- c) Interruptores, disyuntores y fusibles. Las cubiertas para interruptores, disyuntores y fusibles deberán cumplir con 6.3.6.1 b).

- d) Transformadores, bobinas de impedancia y resistencia. Los transformadores, solenoides, bobinas de impedancia, y resistencias deberán estar de acuerdo con 6.3.7.2.

6.3.11 Aparatos de Alumbrado

6.3.11.1 Clase II, División 1

En estos lugares, los aparatos de alumbrado deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Aparatos aprobados. Cada aparato deberá estar aprobado para lugares Clase II y tener claramente marcada la potencia máxima de las lámparas para las cuales está aprobado. En los lugares donde puedan haber polvo de magnesio y aluminio, partículas de bronce, aluminio, o de otros metales de iguales características peligrosas, los aparatos para alumbrado fijos o portátiles, y todos sus equipos auxiliares, deberán estar aprobados para el lugar específico.
- b) Daños materiales. Cada aparato debe estar protegido contra daños materiales por medio de un resguardo adecuado, o por su propia ubicación.
- c) Aparatos colgantes. Los aparatos colgantes deberán estar suspendidos por medio de tubos metálicos pesados roscados o por cadenas con accesorios aprobados, o por otros medios similares. Los tubos rígidos mayores de 30 cm se fijarán de manera efectiva y permanente, para impedir desplazamientos laterales, a un nivel no mayor de 30 cm sobre el extremo inferior del tubo, o se les dará la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este uso y para el lugar de montaje, colocado a no más de 30 cm del punto de fijación a la caja o accesorios de soporte. Las uniones roscadas estarán dotadas de tornillos de fijación u otros medios efectivos para evitar que se aflojen. Cuando los conductores entre la caja o el accesorio de salida y el aparato colgante no vayan en un tubo, se usará cordón aprobado para trabajo pesado, y se colocarán sellos adecuados donde el cordón entra en el aparato y en la caja de salida o el accesorio. No deberá utilizarse el cordón como medio de soporte del aparato.
- d) Soportes. Las cajas, cajas ensambladas o accesorios usados para soporte de los aparatos de alumbrado deberán estar aprobados para dicho propósito.

6.3.11.2 Clase II, División 2

En estos lugares, los aparatos de alumbrado deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Lámparas portátiles. Las lámparas portátiles deberán estar aprobadas para lugares Clase II y tener claramente marcada la potencia máxima de las lámparas para las cuales son aprobadas.
- b) Alumbrado fijo. Los aparatos para alumbrado fijo que no estén aprobados para lugares Clase II, deberán tener cubiertas para lámparas y portalámparas, diseñadas de tal manera que minimicen el depósito de polvo sobre las lámparas y prevengan el escape de chispas, material en combustión o metal caliente. Cada aparato deberá ser claramente marcado con la potencia máxima de la lámpara que se permite sin exceder una temperatura superficial de 165° C bajo condiciones normales de uso.
- c) Daños materiales. Los aparatos para alumbrado fijo deberán ser protegidos de daños materiales por resguardos adecuados o por su ubicación.
- d) Aparatos colgantes. Los aparatos colgantes deberán ser suspendidos por medio de tubos metálicos pesados roscados, tubos metálicos intermedios con rosca de acero, por cadenas con accesorios aprobados, o por cualquier otro medio aprobado. Los tubos rígidos mayores de 30 cm se fijarán de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales, a un nivel no mayor de 30 cm sobre el extremo inferior del tubo, o se les dará la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para el uso, colocado a no más de 30 cm del punto de fijación a la caja de soporte o accesorio. Cuando los conductores entre la caja o accesorio de salida y el aparato colgante no vaya ningún tubo, se usará cordón aprobado para trabajo pesado. No deberá utilizarse el cordón como medio de soporte del aparato.
- e) Soportes. Las cajas, cajas ensambladas o accesorios usados para soportes de los aparatos de alumbrado deberán estar aprobados para dicho uso.
- f) Lámparas de descarga eléctrica. Los equipos de control y arranque de descarga eléctrica deberán cumplir con 6.3.7.2.

6.3.12 Cordones Clase I, Divisiones 1 y 2

Los cordones usados en lugares Clase II deberán cumplir con lo siguiente:

- a) ser de un tipo aprobado para trabajo extrapesado; y
- b) tener un conductor de protección que cumpla con 4.3.2.10; y
- c) estar conectados a los terminales o a los conductores de alimentación de manera aprobada; y
- d) estar soportados por grapas u otros medios adecuados, de tal manera que no se ejerzan esfuerzos en las conexiones terminales; y
- e) estar dotados de los sellos adecuados para impedir la penetración de polvo por donde el cordón entra en la caja o en los accesorios que sean a prueba de encendido de polvo.

6.3.13 Tomacorrientes y Enchufes

6.3.13.1 Clase II, División 1

En estos lugares, los tomacorrientes y enchufes deberán ser del tipo que tenga una conexión para el conductor de protección del cordón y aprobados para lugares Clase II.

6.3.13.2 Clase II, División 2

En estos lugares, los tomacorrientes y enchufes deberán ser del tipo que tenga una conexión para el conductor de protección del cordón y diseñados de tal manera que la conexión al circuito no se pueda abrir o cerrar mientras las partes activas estén expuestas.

6.3.14 Sistemas de Señalización, Alarma, Control Remoto y Comunicación; y Medidores, Instrumentos y Relés

6.3.14.1 Clase D, División 1

En estos lugares, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicación; y los medidores, instrumentos y relés deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Métodos de instalación. Donde puedan producirse arcos, chispas o altas temperaturas por causas accidentales o perforación del aislante, la instalación deberá efectuarse con tubería metálica pesada, tubería metálica intermedia, tubería metálica liviana, o con cable tipo MI con accesorios terminales aprobados. En la tubería metálica pesada, tubería metálica intermedia, o tubo metálico liviano, el número de conductores deberá estar limitado sólo por el requisito de que la sección recta de todos los conductores no sea mayor del 40% del área de la canalización. Donde se desee una

flexibilidad limitada o donde el peligro de daños materiales no sea muy grande, se puede usar cordón aprobado para trabajo extrapesado.

- b) Contactos. Los interruptores, disyuntores, relés, contactores, fusibles y contactos que interrumpan corriente de campanas, altavoces y sirenas, así como otros dispositivos en los cuales puedan producirse chispas o arcos, deberán estar encerrados en cubiertas aprobadas para lugares Clase II.

Cuando los contactos de interrupción estén sumergidos en aceite o la interrupción de la corriente se produzca dentro de una cámara sellada contra la entrada de polvo, las cubiertas podrán ser del tipo para uso general.

- c) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, transformadores, bobinas de choque, rectificadores, tubos termoiónicos y demás equipos generadores de calor, deberán estar encerrados en cubiertas aprobadas para lugares Clase II.

Cuando las resistencias o equipos similares estén sumergidos en aceite, o encerrados en una cámara sellada contra la entrada de polvo, se permitirá cubiertas del tipo de uso general.

- d) Máquinas rotativas. Los generadores, motores y demás máquinas eléctricas rotativas deberán cumplir con 6.3.8.1.

- e) Polvos combustibles eléctricamente conductivos. Donde haya polvos combustibles de naturaleza eléctricamente conductiva, todo el alambrado y los equipos deberán estar aprobados para lugares Clase II.

- f) Polvos metálicos. Donde pueda existir polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce aluminio o de otros metales de características peligrosas similares, todos los aparatos y equipos estarán aprobados para esas condiciones específicas.

6.3.14.2 Clase II, División 2

En estos lugares, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicación; y los medidores, instrumentos y relés deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Contactos. Las cubiertas deberán cumplir con 6.3.14.1 b), o los contactos deberán estar dentro de las cubiertas metálicas

herméticas diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo, con tapas telescópicas o bien ajustadas, y sin aberturas a través de las cuales pudieran salir chispas o materiales encendidos.

- b) Transformadores y equipos similares. Los devanados y las conexiones terminales de los transformadores, bobinas de choque y equipos similares, deberán estar dentro de cubiertas metálicas herméticas sin aberturas de ventilación.
- c) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, dispositivos de resistencia, tubos termoiónicos, rectificadores y equipos similares deberán cumplir con 6.3.14.1 c). Las cubiertas de los tubos termoiónicos, de las resistencias no ajustables o de los rectificadores cuya temperatura máxima de funcionamiento no sea mayor de 120° C, podrán ser del tipo de uso general.
- d) Máquinas rotativas. Los motores, generadores y demás máquinas eléctricas rotativas deberán cumplir con 6.3.8.2.

6.3.15 Partes Activas. Clase II, Divisiones 1 y 2

Las partes activas no deberán estar expuestas.

6.3.16 Puesta a Tierra, Clase II, Divisiones 1 y 2

El alambrado y los equipos deberán ser puestos a tierra de acuerdo con el presente acápite.

6.3.16.1 Partes expuestas

Las partes conductivas de los equipos tales como las armaduras o cubiertas metálicas de los motores, lámparas fijas o portátiles, aparatos de alumbrado, u otros equipos de utilización; o gabinetes, cajas y tubos metálicos, deberán ponerse a tierra de acuerdo con 3.6.

6.3.16.2 Puentes de unión

La continuidad de la instalación deberá asegurarse por medio de puentes de unión con accesorios u otros medios adecuados y no depender del contacto obtenido con tuerca y pernos. Tales puentes de unión se aplicarán a todas las cubiertas, cajas, accesorios y canalizaciones que se encuentren entre las áreas peligrosas y el punto de puesta a tierra del equipo de conexión. Cuando se usen tubos flexibles de acuerdo con 6.3.4, se utilizarán puentes de unión con accesorios adecuados que envuelvan la tubería.

6.3.16.3 Protección contra rayos

Cada conductor activo de acometida, de una instalación efectuada en un lugar Clase II y alimentado por una línea aérea en un área donde son frecuentes las descargas atmosféricas, deberá estar protegido por un dispositivo de protección contra rayos de tipo adecuado. Los dispositivos de protección contra rayos deberán conectarse a los conductores de la acometida en el lado de alimentación de los medios de desconexión, y deberán ser puenteados al sistema de canalización a la entrada de la acometida.

6.3.16.4 Unión del conductor de acometida puesto a tierra a la canalización.

Cuando la instalación en un lugar Clase II esté alimentada por un sistema de corriente alterna puesto a tierra, en el cual un conductor deberá conectarse a la canalización y al conductor de protección de dicha canalización. La conexión mencionada se deberá efectuar en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida.

6.3.16.5 Unión de la canalización a la tierra de un transformador

Cuando la instalación en un lugar Clase II esté alimentada por un sistema de corriente alterna puesto a tierra, en el cual ningún conductor puesto a tierra forme parte de la acometida deberá colocarse una conexión metálica entre la tierra del sistema de alimentación y la cubierta del equipo de conexión. La conexión metálica deberá cumplir con 3.6.4.3 b).

6.3.16.6 Tomás de tierra múltiples

Cuando sea necesario abandonar una o más tomas de tierra en aplicación del punto 3.6.4.1, para evitar que haya un paso de corriente excesivo por los conductores a tierra, no debe abandonarse la conexión requerida en 6.3.16.4 y 6.3.16.5 mientras quede conectada al sistema de alimentación cualquier otra conexión a tierra.

6.4 LUGARES CLASE III

6.4.1 Generalidades

Las reglas generales del presente Tomo deberán aplicarse a las Instalaciones y equipos eléctricos en los lugares clasificados como Clase III de acuerdo al acápite 6.1.7, a excepción de lo que se modifique en este subcapítulo.

Los equipos instalados en lugares Clase III, deberán poder funcionar a su máxima capacidad nominal sin desarrollar temperaturas superficiales lo

bastante altas como para provocar una deshidratación excesiva o una carbonización gradual de cualquier depósito de fibras o pelusas que puedan acumularse allí. Los materiales orgánicos que se carbonizan o resecan excesivamente se hacen altamente susceptibles a la combustión espontánea. Las temperaturas máximas superficiales en condiciones de funcionamiento no deberán exceder 165° C en los equipos que no estén sometidos a sobrecargas, y 120° C en los equipos (tales como motores, transformadores de potencia) que puedan ser sobrecargados.

6.4.2 Transformadores y Condensadores en Lugares Clase III, Divisiones 1 y 2
Los transformadores y condensadores deberán cumplir con 6.3.2.2.

6.4.3 Métodos de Instalación

6.4.3.1 Clase III, División 1

En estos lugares, las Instalaciones deberán hacerse en tubos metálicos roscados pesados o intermedios o en cables aprobados tipos MI o MC.

- a) Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios para derivaciones, uniones o conexiones terminales deberán estar dotados de tapas telescópicas o bien ajustadas o provistas de otros medios eficaces para impedir el escape de chispas o de materiales en combustión. No deberán tener aberturas tales como (huecos para tornillos de fijación), a través de los cuales pudieran escapar después de la instalación chispas o materiales en combustión, o que pudieran provocar la inflamación de materiales combustibles cercanos.
- b) Conexiones flexibles. Donde sea necesario hacer conexiones flexibles, deberán aplicarse las Disposiciones de 6.3.4.1 b).

6.4.3.2 Clase III, División 2

En estos lugares el método de instalación deberá estar de acuerdo con 6.4.3.1 anterior.

En las partes aéreas o compartimientos usados únicamente para el almacenamiento y que no contengan maquinarias, se permitirá utilizar conductores a la vista sobre aisladores, cuando estén instalados de acuerdo con 4.5.3 pero sólo con la condición de que se provea la protección indicada en 4.5.3.4 k).

6.4.4 Interruptores, Disyuntores, Controles de Motor y Fusibles. Clase III, Divisiones 1 y 2

Los interruptores, disyuntores, controles de motor y fusibles, incluidos los pulsadores, relés y dispositivos similares, deberán estar encerrados en cubiertas metálicas herméticas para reducir al mínimo la entrada de fibras y pelusas, además deberán estar equipados con tapas telescópicas o bien ajustadas, u otros medios eficaces que impidan el escape de chispas o de materiales en combustión; no deberán tener aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación) a través de las cuales puedan escaparse, después de la instalación, chispas o materiales en combustión que puedan encender las acumulaciones externas de fibras o pelusas, o cualquier otro material combustible que pueda haber en la cercanía.

6.4.5 Transformadores y Resistencias de Control. Clase III, Divisiones 1 y 2

Los transformadores, las bobinas de impedancia y las resistencias que se usen como, o asociados con equipos para el control de motores, generadores y artefactos, deberán cumplir con el punto 6.3.7.2.

En lugares Clase III, División 1, donde estos dispositivos están en la misma cubierta con los dispositivos de seccionamiento de tales equipos de control y son usados sólo para el arranque y el servicio de corta duración, la cubierta deberá cumplir con 6.4.4.

6.4.6 Motores y Generadores

6.4.6.1 Clase III, División 1

En estos lugares, los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotativas deberán estar totalmente cerrados sin ventilación, totalmente cerrados con ventilación por tubería, o totalmente cerrados con enfriamiento por ventilador.

En aquellos lugares donde, a juicio de la Autoridad Competente, no se puedan producir sino acumulaciones moderadas de hilachas o pelusas sobre, dentro o cerca de máquinas eléctricas rotativas y que éstas sean de acceso fácil para su limpieza y mantenimiento rutinarios, se permitirán:

- a) Motores con auto-limpieza para textileras de tipo de jaula de ardilla;

- b) Máquinas abiertas normales sin contactos deslizantes ni centrífugas, ni otros mecanismos interruptores incluyendo los dispositivos de protección contra sobrecargas de motores.
- c) Máquinas abiertas normales que tengan tales contactos, mecanismos, interruptores o dispositivos de resistencias, encerrados en cubiertas metálicas ajustadas sin aberturas de ventilación, ni otras aberturas.

6.4.6.2 Clase III, División 2

En estos lugares, los motores, generadores, y demás máquinas eléctricas rotativas deberán ser totalmente cerrados sin ventilación, totalmente cerrados con ventilación por tubería, o totalmente cerrados con enfriamiento por ventilador.

6.4.6.3 Tipos no permitidos. Clase III, Divisiones 1 y 2

Los motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotativas de tipo a prueba de salpicaduras o parcialmente encerrados, no deberán instalarse en lugares Clase III.

6.4.7 Tuberías de Ventilación. Clase III, Divisiones 1 y 2

Los tubos de ventilación para motores, generadores y demás máquinas eléctricas rotativas o para las cubiertas de equipos eléctricos, deberán ser de un metal con espesor no menor de 0.635 mm (24 MSG), o de otro material igualmente incombustible, y deberán cumplir además con llegar directamente a una fuente de aire limpio fuera del edificio, tener rejillas en los extremos para impedir la entrada de pequeños animales, y estar protegidos contra daños materiales, la oxidación y otras influencias corrosivas.

Los tubos de ventilación y sus conexiones deberán ser lo suficientemente herméticas para impedir la entrada de cantidades apreciables de fibras o pelusas en el equipo ventilado o cubierta, y el escape de chispas, llamas, o materiales en combustión que puedan encender las acumulaciones de fibras, pelusas o cualquier material inflamable que esté en las cercanías. En los tubos metálicos podrán usarse costuras engargoladas y uniones remachadas o soldadas, pudiendo usarse juntas deslizantes muy ajustadas cuando se necesite alguna flexibilidad, como en las conexiones a los motores.

6.4.8 Equipos de Utilización. Clase III, Divisiones 1 y 2

6.4.8.1 Calentadores

Los equipos de utilización calentados eléctricamente deberán ser aprobados para lugares Clase III.

6.4.8.2 Motores

Los motores de equipos de utilización accionados por motores deberán cumplir con 6.4.6.

6.4.8.3 Interruptores, disyuntores, controles de motor y fusibles

Deberán cumplir con 6.4.4.

6.4.9 Aparatos de Alumbrado. Clase III, Divisiones 1 y 2

6.4.9.1 Alumbrado fijo

Los aparatos de alumbrado para la iluminación fija deberán tener cubiertas para las lámparas y portalámparas, diseñadas con el fin de reducir al mínimo la entrada de fibras y pelusas, y de impedir el escape de chispas, materiales en combustión o metal caliente. Cada aparato deberá estar claramente marcado con la potencia máxima de las lámparas que se permita usar en él, sin exceder una temperatura superficial de 165° C, en condiciones normales de uso.

6.4.9.2 Daños materiales

Cada aparato de alumbrado que pueda estar expuesto a daños materiales deberá estar protegido por un resguardo adecuado.

6.4.9.3 Lámparas colgantes

Las lámparas colgantes deberán estar suspendidas por tubos metálicos roscados pesados o intermedios, o tubos metálicos roscados de espesor equivalente. Cuando el tubo tenga una longitud mayor de 30 cm, debe sujetarse de manera eficaz para impedir los desplazamientos laterales. La fijación se hará a un nivel no mayor de 30 cm por encima del extremo inferior del tubo, o habrá que darle una flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para ese uso y colocado a no más de 30 cm del punto de fijación a la caja o accesorio de soporte.

6.4.9.4 Soportes

Las cajas, conjunto de cajas o accesorios usados para soportar las luminarias deberán ser de un tipo aprobado para este propósito.

6.4.9.5 Lámparas portátiles

Las lámparas portátiles deberán estar equipadas con mangos, y protegidos con resguardos sólidos, y las portalámparas deberán ser del tipo sin desconexión, sin partes metálicas expuestas y sin aprovisionamiento de receptores para enchufes. Para todo lo demás deberán cumplir con 6.4.9.1 anterior.

6.4.10 Cordones. Clase III, Divisiones 1 y 2

Los cordones deberán cumplir con 6.3.12.

6.4.11 Tomacorriente y Enchufes. Clase II, Divisiones 1 y 2

Los tomacorrientes y enchufes deberán cumplir con 6.3.13.2.

6.4.12 Sistemas de Señalización, Alarma, Control remoto y de Intercomunicación por Altavoces. Clase III, Divisiones 1 y 2

Los sistemas de señalización, alarma, control remoto y de intercomunicación por altavoces locales deberán cumplir con 6.3.14.1.

6.4.13 Grúas, Elevadores y Equipos Eléctricos Similares. Clase II, Divisiones 1 y 2

Las grúas y elevadores transportadores de materiales, los limpiadores móviles de maquinarias textil y los equipos similares, instalados para trabajar sobre fibras combustibles o sobre acumulaciones de pelusas, deberán cumplir con el presente acápite.

6.4.13.1 Suministro de energía

El suministro de energía por conductores de contacto deberá estar aislado de todos los demás sistemas eléctricos, no deberá estar puesto a tierra, y deberá además estar equipado con un detector registrador de tierras adecuado, que pueda dar una alarma y desenergizar automáticamente los conductores de contacto en casos de falla a tierra, o con un indicador aceptable de fallas a tierra, que dé una alarma visual y audible, y manteniendo la alarma mientras el sistema esté alimentado y persista la falla a tierra.

6.4.13.2 Conductores de contacto

Los conductores de contacto deberán estar ubicados o resguardados para ser inaccesibles a las personas no autorizadas, y estar protegidos contra contactos accidentales con objetos extraños.

6.4.13.3 Colectores de máquinas rotativas

Los colectores de máquinas rotativas deberán estar dispuestos o resguardados de modo que el chisporroteo normal quede confinado y que se impida la salida de chispas o partículas calientes. Cada conductor de contacto debe tener dos o más superficies de contacto separadas para reducir el chisporroteo. Deberán proveerse dispositivos seguros para que los conductores de contacto y los colectores se mantengan libres de acumulaciones de hilachas o pelusas.

6.4.13.4 Equipos de control

Los equipos de control deberán cumplir con los puntos 6.4.4 y 6.4.5.

6.4.14 Equipos de Carga de Acumuladores. Clase III, Divisiones 1 y 2

Los equipos de carga de acumuladores deberán estar colocados en cuartos separados, hechos o recubiertos con materiales no combustibles, y construidos de tal modo que no entren pelusas o hilachas, y estén bien ventilados.

6.4.15 Partes Activas. Clase III, Divisiones 1 y 2

Las partes activas no deberán estar expuestas, a excepción de lo indicado en 6.4.13.

6.4.16 Puesta a Tierra. Clase III, Divisiones 1 y 2

La instalación y los equipos deberán ponerse a tierra de acuerdo con 6.3.16.

6.5 GARAJES DE REPARACIÓN Y ESTACIONAMIENTO

6.5.1 Alcance

Estos lugares incluyen los locales empleados para trabajos de servicio y reparación de vehículos automotores (incluyendo autos de pasajeros, autobuses, camiones, tractores, etc.), en los cuales los líquidos volátiles inflamables se usan como combustible o fuente de energía. Los lugares en los cuales el combustible volátil inflamable es transferido a los tanques de vehículos deberán cumplir con 6.7.

Los garajes para estacionamiento usados solamente para estacionamiento o almacenamiento y en los cuales no se hacen reparaciones, excepto cambio de piezas o mantenimiento de rutina que no requieren el uso de herramientas eléctricos, llamas al aire libre, soldadura o el uso de líquidos volátiles inflamables, no se clasifican como lugares peligrosos, pero deben tener una ventilación adecuada para eliminar los vapores de escape de los vehículos.

6.5.2 Áreas Peligrosas (Clasificación efectuada de acuerdo a 6.1)

- a) En cada piso, el área hasta un nivel de 45 cm sobre el piso deberá ser considerado como un lugar Clase I, División 1, excepto cuando la Autoridad Competente determine que existe ventilación mecánica que provea un mínimo de cuatro cambios de aire por hora.
- b) Todo foso o depresión del piso, hasta el nivel del piso, deberá ser considerado como lugar Clase I, División 1, excepto que cuando en ellos hayan seis cambios de aire por hora y que el aire sea expedido a nivel del piso, la autoridad competente puede declararlos como un lugar Clase I, División 2.
- c) No se consideran como peligrosas las áreas adyacentes en las cuales no es probable que se desprendan vapores peligrosos, tales como los locales de almacenamiento, los locales de tableros de distribución eléctrica y demás locales similares, cuando tengan ventilación mecánica al ritmo de 4 o más cambios por hora o estén adecuadamente separados por paredes o tabiques.
- d) Los lugares adyacentes que por razón de ventilación, diferencias de presión de aire o distanciamiento físico, que según la opinión de la Autoridad Competente no ofrezcan peligro, se clasificarán como no peligrosos.
- e) Cuando existen unidades de despacho de combustible (que no sea gas licuado, lo que está prohibido) colocadas dentro de Edificaciones, se deberá cumplir con los requisitos dados en 6.7. Cuando se provea la ventilación forzada del lugar de despacho, los controles deben estar enclavados para que la bomba de despacho no pueda funcionar sin la ventilación prescrita en 6.1.5.2.
- f) Las lámparas portátiles deberán estar equipadas con mango, portalámparas, gancho y protección sustancial fijada al portalámparas o al mango. Todas las superficies exteriores que puedan hacer contacto con terminales de baterías, terminales de alambrado u objetos, deben ser de material no conductor o deben estar protegidas con aislación. Los portalámparas deben ser de un tipo sin interruptor y no deben estar provistos de medios para conectar enchufes o tomacorrientes. La envoltura exterior debe ser de compuesto moldeado o de otro material aprobado para el uso. A menos que la lámpara y su cordón esté soportados o dispuestos de manera que puedan utilizarse en lugares peligrosos clasificados en 6.5.2, deberán ser de tipo aprobado para tales lugares peligrosos.

6.5.3 Instalaciones y Equipos en Áreas Peligrosas

Las Instalaciones y equipos instalados en las áreas peligrosas que se definen en 6.5.2, deberán cumplir con las Disposiciones aplicables de 6.2.

Las canalizaciones embutidas en paredes de mampostería o enterradas bajo el piso, se consideran como pertenecientes al área peligrosa que está por encima del piso, si cualquier conexión o extensión llega dentro o atraviesa tales áreas.

6.5.4 Sellado

Se deberán colocar sellos aprobados de acuerdo con 6.2.5, y se deberán aplicar los requisitos dados en 6.2.5.2. b), a los límites horizontales y verticales de las áreas clasificadas como peligrosas.

6.5.5 Instalación en Espacios por Encima de Áreas Peligrosas

- a) Toda instalación fija deberá estar dentro de canalizaciones metálicas, tuberías rígidas no metálicas, o en cables tipo MI, TC, SNM, MC, CS o ALS.

Las canalizaciones de pisos celulares metálicos pueden utilizarse solamente para alimentar salidas de techo o ramales hacia el área por debajo del piso, pero dichas canalizaciones no pueden tener conexiones que lleven hacia o atraviesen áreas peligrosas por encima del piso. No deberá instalarse ningún conductor eléctrico en celdas o en ductos que contengan tubos de vapor, agua, aire, gas, plomería o demás servicios que no sean el eléctrico o de aire comprimido.

- b) Los cordones para suspender aparatos colgantes deberán ser adecuados para ese tipo de servicio, y aprobados para uso pesado.
- c) Cuando un circuito que alimente aparatos colgantes o portátiles, incluya un conductor neutro, los tomacorrientes, enchufes, conectores y demás dispositivos similares deberán ser del tipo polarizado, y el conductor neutro del cordón deberá ser conectado al casquillo roscado de los portalámparas o al terminal identificado de los equipos de utilización.
- d) Los tomacorrientes fijos deberán estar colocados por encima del nivel de cualquier área peligrosa o estar aprobados para el lugar.

6.5.6 Equipos por Encima de Áreas Peligrosas

- a) Equipos que producen arcos. Los equipos que estén a menos de 3.60 m por encima del nivel del piso, y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como seccionadores, interruptores, paneles de carga de baterías de acumuladores, generadores, motores y otros equipos (excluyendo los tomacorrientes, lámparas y portalámparas) que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deberán ser del tipo totalmente cerrado o contruidos de tal modo que se impida la salida de chispas o partículas metálicas calientes.
- b) Alumbrado fijo. Los portalámparas y las lámparas de alumbrado fijo, que estén colocados sobre vías por las cuales circulan habitualmente vehículos, o que puedan estar expuestos a daños materiales de otra clase, deberán estar colocados a no menos de 3.60 m por encima del nivel del piso, a menos que sean de tipo totalmente cerrado, o contruidos de tal modo que se impida la salida de chispas o partículas metálicas calientes.

6.5.7 Equipos de Carga de Acumuladores

Los cargadores de acumuladores y sus equipos de control, y los acumuladores en proceso de carga no deberán colocarse dentro de las áreas peligrosas clasificadas en 6.5.2.

6.5.8 Carga de Vehículos Eléctricos

- a) Conexiones. Los cordones y conectores utilizados para la carga deberán ser adecuados para el tipo de servicio y estar aprobados para uso especialmente pesado. Su capacidad de corriente será la adecuada para la corriente de carga.
- b) Capacidad de corriente de los conectores. Los conectores deberán tener una capacidad nominal no menor que la capacidad de corriente del cordón, y en ningún caso menor de 50 Amperes.
- c) Diseño y ubicación de los conectores. Los conectores deberán estar diseñados e instalados de tal modo que puedan desconectarse fácilmente en cualquier posición del cable de carga, y las partes activas deberán estar resguardadas de los contactos accidentales. No deberá colocarse ningún conector en un área peligrosa de las definidas en 6.5.2.

- d) Enchufes de conexión a vehículos. Donde haya enchufes de conexión directa a vehículos, el punto de conexión no deberá estar en el área peligrosa definida en 6.5.2. Cuando el cordón esté suspendido, deberá estar colocado de tal modo que el punto inferior de la flecha quede por lo menos a 15 cm por encima del piso. Cuando el vehículo esté equipado con un enchufe aprobado que se desconecte fácilmente y cuando se haya previsto un dispositivo automático para que el cordón y el enchufe queden fuera del alcance de daños materiales, no se requiere ningún conector adicional en el cable o en el tomacorriente.

6.6 HANGARES DE AVIACIÓN

6.6.1 Alcance

Los hangares de aviación incluyen los lugares usados para estacionamiento y mantenimiento de las aeronaves en las que se use gasolina, combustibles para motores a chorro, u otros líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero no aquellos destinados exclusivamente aeronaves que no contienen esos líquidos o gases, o que han sido vaciadas y purgadas de manera adecuada.

6.6.2 Clasificación de Lugares

6.6.2.1 Por debajo del nivel del piso

Todo foso o depresión por debajo del nivel del hangar deberá considerarse como lugar Clase I, División 1, hasta el nivel del piso.

6.6.2.2 Áreas no separadas o ventiladas

Toda el área del hangar, incluyendo las arcas adyacentes y de acceso, que no estén adecuadamente separadas de él, deberán ser consideradas como Clase I, División 2, desde el nivel de piso hasta una altura de 45 cm.

6.6.2.3 Proximidad de aeronaves

Las áreas circundantes hasta una distancia de 1.50 m, medida horizontalmente a partir de los motores, tanques o estructuras de aeronaves que puedan contener combustibles, deberán ser consideradas como lugares peligrosos Clase I, División 2 y se extenderán hacia arriba hasta un nivel de 1.50 m por encima de la superficie superior de las alas y de las cubiertas de los motores.

6.6.2.4 Áreas adecuadamente separadas o ventiladas

Las áreas adyacentes en las cuales no es probable el desprendimiento de vapores peligrosos, tales como depósitos, cuartos de control eléctrico y otros lugares similares, no se clasificarán como peligrosas cuando estén ventiladas de manera adecuada y efectivamente incomunicadas del hangar por medio de muros o tabiques.

6.6.3 Instalaciones y Equipos en Lugares Peligrosos.

Toda la instalación y equipos que estén, o puedan ser instalados o manejados en cualesquiera de los lugares peligrosos descritos en 6.6.2, deberán cumplir con los requisitos aplicables de 6.2. Toda instalación hecha en el piso del hangar o por debajo de él, deberá cumplir con las exigencias de los lugares Clase I, División 1. Cuando tal instalación se efectúe en bóvedas, fosos o ductos, éstos estarán dotados de un drenaje adecuado y la instalación no deberá estar colocada en un mismo compartimiento que otro servicio cualquiera, excepto las tuberías de aire comprimido.

Los enchufes y tomacorrientes en locales peligrosos deberán ser aprobados para lugares Clase o estar diseñados de modo que no sean susceptibles de tener un potencial respecto a tierra, mientras se conecta o desconecta el enchufe.

6.6.4 Instalación Fuera de los Lugares Peligrosos

6.6.4.1 Instalaciones fijas

Todas las Instalaciones fijas en un hangar, fuera de las áreas peligrosas descritas en 6.6.2, deberán estar hechas en canalizaciones metálicas o con cables tipo MI, TC, SNM, MC, CS o ALS; a excepción de las Instalaciones que están en lugares no peligrosos de los descritos en 6.6.2.4, que pueden ser de cualesquiera de los tipos especificados en el Capítulo 4.

6.6.4.2 Aparatos colgantes.

En los aparatos colgantes deberá usarse un cordón adecuado al tipo de servicio y aprobado para servicio pesado. Cada cordón incluirá un conductor separado de protección.

6.6.4.3 Equipos portátiles

En los aparatos de utilización y lámparas portátiles deberá usarse cordón adecuado al tipo de servicio y aprobado para servicio pesado. Cada cordón deberá incluir un conductor separado de protección.

6.6.4.4 Conductores neutro y de protección.

Cuando un circuito que alimente aparatos colgantes o portátiles incluya un conductor neutro, los enchufes, tomacorrientes, conectores y otros dispositivos similares deberán ser de tipo polarizado, y el conductor neutro del cordón deberá estar conectado al casquillo roscado del portalámparas o al terminal a tierra de cualquier equipo de utilización. Deberán proveerse los medios necesarios para mantener la continuidad del conductor de protección entre el sistema de canalización fijo y las partes metálicas que no transportan corriente de los aparatos colgantes, lámparas y equipos de utilización portátiles.

6.6.5 Equipos Fuera de Lugares Peligrosos

6.6.5.1 Equipos que producen arcos

En las áreas que no son las determinadas en 6.6.2, los equipos que estén a menos de 3 m por encima de las alas y de las cubiertas de los motores de las aeronaves, y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para el alumbrado fijo, seccionadores, interruptores, tomacorrientes, tableros para carga de baterías de acumuladores, generadores, motores u otros equipos que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deberán ser de tipo completamente cerrado o construido de tal modo que se impida el escape de las chispas o partículas de metal caliente; a excepción de los equipos en las áreas descritas en 6.6.2.4, que pueden ser de tipo de uso general.

6.6.5.2 Portalámparas

Los portalámparas de casquillo metálico, revestidos de fibra no deberán usarse para alumbrado fijo incandescente. 6.6.5.3 Lámparas portátiles

6.6.5.3 Lámparas Portátiles

Las lámparas portátiles que se usen o que pueden usarse dentro de un hangar deberán ser de un tipo aprobado para lugares Clase I.

6.6.5.4 Equipos portátiles

El equipo portátil de utilización, que esté en uso o pueda usarse dentro de un hangar, debe ser de un tipo adecuado para lugares Clase I, División 2.

6.6.6 Plataformas de Descarga o de Trabajo

6.6.6.1 En lugares peligrosos

Los conductores, salidas y equipos (incluso las lámparas) que estén ubicados encima o fijados a plataformas de descarga o de trabajo, que estén o puedan estar en un área peligrosa de las descritas en 6.6.2.3, deberán cumplir con los requisitos de los lugares Clase I, División 2.

6.6.6.2 En lugares que no sean peligrosos

Donde plataformas de descarga o de trabajo no estén colocadas, ni tengan probabilidades de estarlo, en un área peligrosa de las descritas en 6.6.2.3, la instalación y los equipos deberán cumplir con 6.6.4 y 6.6.5, excepto que cuando estén a menos de 45 cm del suelo en cualquier posición, deben cumplir con 6.6.6.1. Los tomacorrientes y enchufes deberán tener un dispositivo de retención para que no puedan separarse fácilmente.

6.6.6.3 Tipos móviles

Las plataformas móviles con equipos eléctricos que cumplan con 6.6.6.2, deberán llevar por lo menos una señal fija de advertencia que diga. "PELIGRO. MANTENER A MÁS DE METRO Y MEDIO DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS ÁREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE".

6.6.7 Sellado

Deberán colocarse sellos aprobados de acuerdo con 6.2.5. Se deberán aplicar los requisitos de sellado dados 6.2.5.1 d) y 6.2.5.2 b) a los límites, tanto horizontales como verticales de las áreas clasificadas como peligrosas. Las canalizaciones embutidas en un piso de mampostería o enterradas debajo de un piso se considerarán como pertenecientes al área peligrosa que esté por encima del piso, si cualquier conexión conduce dentro o a través de tal área.

6.6.8 Sistemas Eléctricos de las Aeronaves

Los sistemas eléctricos de las aeronaves no deberán estar nunca alimentados cuando la aeronave esté estacionada por cierto período de tiempo en un hangar ni tampoco, si es posible evitarlo, durante el servicio de mantenimiento.

6.6.9 Acumuladores de Aeronaves. Carga y Equipos

Los acumuladores de las aeronaves no deberán cargarse mientras estén instalados en una aeronave estacionada, completa o parcialmente dentro de un hangar.

Los cargadores de acumuladores y sus equipos de control no deberán estar colocados, ni funcionar en ninguna de las áreas peligrosas descritas en 6.6.2, y deberán colocarse de preferencia en un local separado o en un área de las descritas en 6.6.2.4. Los cargadores móviles deberán llevar por lo menos una señal fija de advertencia que diga:

"PELIGRO MANTENER A MÁS DE METRO Y MEDIO DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS ÁREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE". Las mesas, bastidores, bandejas y los alambrados, no deberán estar colocados dentro de un área peligrosa, y además deberán cumplir con los requisitos dados en 5.5.

6.6.10 Alimentación Externa de los Circuitos Eléctricos de las Aeronaves

6.6.10.1 A no menos de 45 cm sobre el piso

Los dispositivos eléctricos externos destinados a dar energía a las aeronaves deberán estar diseñados y montados de tal modo que todo su equipo eléctrico y la instalación fijos estén por lo menos a 45 cm por encima del nivel del piso, y no deberán hacerse funcionar en un área peligrosa, de las descritas en 6.6.2.3.

6.6.10.2 Marcación en las unidades móviles

Los dispositivos móviles de alimentación eléctrica deberán llevar por lo menos una señal fija de advertencia que diga: "PELIGRO. MANTENER A MÁS DE METRO Y MEDIO DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS ÁREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE".

6.6.10.3 Cordones

Los cordones para equipos externos de alimentación de las aeronaves y equipos auxiliares en tierra, deberán estar aprobados para el tipo de servicio y para uso pesado, y deberán incluir un conductor de protección.

6.6.11 Equipos Móviles de Mantenimiento con Componentes Eléctricos

6.6.11.1 Generalidades

Los equipos móviles de mantenimiento (tales como aspiradoras, compresores, ventiladores, etc.) que tengan equipos e instalación eléctricos inadecuados para los lugares Clase I, División 2, deberán estar diseñados y montados de tal modo que tales equipos y la instalación fijos queden a por lo menos 45 cm sobre el nivel del piso. Estos equipos móviles no se harán funcionar en las áreas peligrosas

descritas en 6.6.2.3, y deberán llevar por lo menos una señal fija de advertencia que diga: "PELIGRO. MANTENER A MÁS DE METRO Y MEDIO DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS ÁREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE".

6.6.11.2 Cordones y conectores

Los cordones para equipo móvil deberán ser adecuados para el tipo de servicio y aprobados para uso especialmente pesado e incluirán un conductor de protección. Los enchufes y tomacorrientes deberán estar aprobados para el lugar en que sean instalados, y tendrán un medio para la conexión al conductor de protección de la canalización del sistema.

6.6.11.3 Usos restringidos

El equipo que no sea adecuado para lugares Clase I, División 2, no deberá hacerse funcionar en áreas donde se estén efectuando maniobras de mantenimiento susceptibles de provocar el desprendimiento de líquidos inflamables o vapores.

6.6.12 Puesta a tierra

Todas las canalizaciones metálicas, así como todas las partes conductoras de los equipos fijos o portátiles cualquiera que sea su tensión, deberán estar puestos a tierra de acuerdo con 3.6.

6.7 SURTIDORES DE GASOLINA Y ESTACIONES DE SERVICIO

6.7.1 Alcance

Bajo esta clasificación se incluyen los lugares donde se transvasa gasolina u otros líquidos volátiles inflamables, o gases licuados inflamables, a los tanques de combustible (incluyendo los tanques auxiliares) de vehículos automotores.

Las áreas usadas para engrase, servicio y reparaciones, así como las oficinas, salas de venta, locales de compresores y otros lugares similares, deberán cumplir con 6.5 en lo que respecta a la instalación y los equipos eléctricos.

Cuando la Autoridad Competente pueda determinar positivamente que no van a ser manejados líquidos inflamables de un punto de inflamabilidad inferiores a 38 °C, como la gasolina, puede clasificar el área como no peligrosa.

6.7.2 Áreas Peligrosas

6.7.2.1 Proximidad de los surtidores de gasolina

Deberá considerarse como un lugar de Clase I, División 1, el espacio comprendido dentro de los surtidores hasta una altura de 1.20 m desde

la base de los mismos y el espacio alrededor de los surtidores que se aplicase extiende horizontalmente 45 cm cuya altura en de 1.20 m. Esta clasificación deberá aplicarse también a cualquier espacio por debajo del surtidor que pueda contener instalación o equipos eléctricos.

6.7.2.2 A 6 m de un equipo de despacho

En una ubicación al aire libre, deberá considerarse como lugar Clase I, División 2, cualquier área (excepto las de Clase I, División 1, pero incluyendo las Edificaciones que no estén netamente incomunicadas), que esté dentro de una distancia horizontal de 6 m de la envoltura de cualquier surtidor hasta una altura de 45 cm por encima del nivel del piso o vías de circulación.

6.7.2.3 Tubo para llenado de tanques

En una ubicación al aire libre, deberá considerarse como lugar Clase I, División 2, cualquier área (excluyendo las de Clase I, División 1, pero incluyendo las Edificaciones que no estén netamente incomunicadas), que esté dentro de una distancia horizontal de 3 m de cualquier tubo para llenarlo de tanques, hasta una altura de 45 cm sobre el nivel de la pista de rodamiento o del piso.

6.7.2.4 Por debajo de la superficie

Los conductores y equipos eléctricos, que tengan cualesquiera de sus partes por debajo de las áreas definidas como Clase I, División 1 ó 2 en 6.7.2.1, 6.7.2.2 y 6.7.2.3, deberán considerarse como pertenecientes a un lugar Clase I, División 1, que se extenderá por lo menos hasta el punto de salida del suelo.

6.7.2.5 Surtidores aéreos

Cuando los surtidores, incluyendo el tubo y la tobera de la válvula, estén suspendidos de un baldoquín, techo o estructura de soporte, el lugar clasificado como Clase I, debe incluir el volumen encerrado por estas Instalaciones, el cual deberá también extenderse 46 cm en todas las direcciones desde la envoltura, cuando no haya interrupción por techo o pared. El lugar Clase I, División 2, debe extenderse 61 cm horizontalmente en todas las direcciones, más allá de las áreas clasificadas como División 1, y extenderse hasta el nivel del suelo por debajo de la zona clasificada. Adicionalmente el área horizontal de 46 cm por encima del suelo, en una distancia de 6.10 m, medida verticalmente debajo de los bordes de la cubierta del surtidor, debe clasificarse como División 2. Todos los equipos eléctricos que formen parte integral del tubo o de la tobera, deberán ser adecuados para ser usados en lugares Clase I.

6.7.2.6 Proximidad tubos de ventilación de tanques

El volumen esférico comprendido en un radio de 1 m del punto de descarga de cualquier tubo de ventilación de un tanque, deberá ser considerado como lugar Clase I, División 1. El volumen comprendido entre dos esferas de 1 m y 1.50 m de radio a partir del punto de descarga de ventilación, debe considerarse como un lugar Clase I, División 2. Cuando el tubo de ventilación no descargue hacia arriba, el volumen cilíndrico que se extiende hasta el suelo desde las dos esferas Divisiones 1 y 2, mencionadas, deberá ser considerado como Clase I, División 2. El área peligrosa no deberá prolongarse más allá de las paredes que no tengan aberturas.

6.7.2.7 Fosos por debajo del nivel

Adicionalmente a los requisitos dados en 6.7.1, el área dentro de cualquier foso o espacio por debajo del nivel del suelo en un ambiente de engrase, deberá ser considerado como lugar Clase I, División 1. Toda el área dentro del ambiente de engrase hasta una altura de 45 cm sobre el nivel del piso o suelo y el área dentro de un radio de 1 m, medido en cualquier dirección desde el punto de suministro de una unidad manual que suministre líquidos Clase I, deberán ser consideradas lugares Clase I, División 2.

6.7.3 Instalación y Equipos Dentro de las Áreas Peligrosas

Todo el equipo eléctrico y la instalación dentro de las áreas peligrosas descritos en 6.7.2, deberán cumplir con las Disposiciones dadas en 6.2 que les sean aplicables; a excepción de lo permitido en 6.7.8.

Para requisitos especiales sobre aislantes de conductores, véase 6.2.13.

6.7.4 Instalaciones y Equipos por Encima de las Áreas Peligrosas

Las Instalaciones y equipos colocados por encima de las áreas peligrosas descritas en 6.7.2, deberán cumplir con 6.5.5 y 6.5.6.

6.7.5 Medios de desconexión de circuitos.

Cada circuito que termine o pase a través de un surtidor, deberá estar dotado de un interruptor o de otro medio aceptable para desconectar simultáneamente de la fuente de alimentación todos los conductores del circuito, incluyendo el neutro si lo hay.

6.7.6 Sellado

6.7.6.1 En el surtidor

Cada tramo de tubería eléctrica que entre o salga de un surtidor o de otros recintos en comunicación directa con él, deberá estar sellado de una manera aprobada. El accesorio de sellado deberá ser el primer accesorio que se coloque en el conducto a su salida de la tierra o del concreto.

6.7.6.2 En los límites

Deberá proveerse sellos adicionales de acuerdo con los requisitos 6.2.5.1 d) y 6.2.5.2 b) se deberán aplicar a los límites horizontales y verticales de las áreas clasificadas peligrosas.

6.7.7 Puesta a tierra

Las partes metálicas de las bombas surtidoras, las canalizaciones metálicas y todas las partes conductivas de los equipos eléctricos, cualquiera que sea su tensión, deberán estar puestas a tierra de acuerdo con 3.6.

6.7.8 Instalación Eléctrica Subterránea

La instalación subterránea se hará en tubos metálicos pesados, tubos metálicos intermedios con rosca de acero, o si está enterrada a no menos de 60 cm bajo tierra, podrá hacerse en tuberías rígida no metálicas que cumplan con 4.5.15. Cuando se utilice tubería no metálica rígida se incluirá un conductor de protección para procurar la continuidad metálica del sistema de canalización y para poner a tierra las partes conductivas de los equipos; a excepción de los cables de tipo MI, que se pueden utilizar cuando son instalados de acuerdo con 4.5.5.

6.8. PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS INFLAMABLES

6.8.1 Alcance

Esta designación incluye los lugares donde se almacena gasolina u otros líquidos volátiles inflamables, en tanques que tengan en total una capacidad de 30.000 litros o más y desde los cuales se haga la distribución de dichos productos (generalmente por camiones cisternas)

6.8.2 Áreas Peligrosas

6.8.2.1 Bombas, purgaderos, accesorios de vaciado, medidores y dispositivos similares

- a) Las áreas interiores adecuadamente ventiladas que contengan bombas, purgaderos, accesorios de vaciado, medidores y dispositivos similares ubicados en tuberías que lleven LÍQUIDOS Inflamables a presión, deberán consideradas como lugares Clase I, División 2, hasta una distancia en toda dirección de 1.50 m de la superficie exterior de los dispositivos mencionados. El área Clase I, División 2, se extenderá también horizontalmente hasta 7.50 m de cualquier superficie de estos dispositivos y hasta 90 cm por encima del piso o de nivel del terreno.
- b) Las áreas interiores sin ventilación adecuada que contengan bombas, purgaderos, accesorios de vaciado, medidores y otros dispositivos similares colocados en tubería que lleven líquidos

inflamables a presión, deberán considerarse como lugares Clase I, División 1, hasta una distancia en todas direcciones de 1.50 m de su superficie exterior. El área Clase I, División 1, se extenderá también horizontalmente hasta 7.50 m de cualquier superficie de estos dispositivos y hasta 90 cm por encima del piso o del nivel del terreno.

- c) Las áreas al aire libre que contengan bombas, purgadores, accesorios de vaciado, medidores y dispositivos similares colocados en tuberías que lleven líquidos inflamables a presión, deberán considerarse lugares Clase I, División 2, hasta una distancia en todas direcciones, de 90 cm de su superficie exterior. El área Clase I, División 2 se extenderá también hasta 45 cm por encima del nivel del piso dentro de los 3 m horizontales de cualquier superficie de dichos dispositivos.

6.8.2.2 Transvasado de líquidos inflamables a envases individuales

- a) Las áreas al aire libre o que siendo interiores estén dotadas de medios mecánicos seguros de ventilación positiva y en las cuales se hayan de transvasar líquidos inflamables a envases individuales, deberán considerarse lugares Clase I, División 1 hasta la superficie de una esfera de 90 cm de radio, al rededor del respiradero u orificio de llenado, y lugares Clase I, División 2, en el espacio comprendido entre dicha superficie y otra concéntrica a ella de 1,50 m de radio, incluyendo además el área horizontal comprendida en una circunferencia de 3 m de radio alrededor del mismo punto, extendida hasta una altura de 45 cm sobre al nivel del piso o suelo.
- b) las áreas interiores en las cuales se transvasan líquidos inflamables a envases individuales, sin que hayan sido dotadas de medios mecánicos seguros de ventilación positiva, deberán ser consideradas lugares Clase I, División 1.

6.8.2.3 Carga y descarga de vehículos o camiones cisterna en lugares al aire libre

- a) El espacio que se extiende en todas direcciones hasta 90 cm de la cúpula abierta por la cual se efectúa la carga, o a partir del respiradero cuando se está cargando con la cúpula cerrada y respiradero al aire libre, deberá considerarse lugar Clase I, División 1.
- b) El espacio comprendido entre dos esferas de radio de 90 cm y 1.50 m, respectivamente, a partir de la cúpula abierta por la cual se efectúa la carga, o a partir del respiradero cuando se está cargando

con la cúpula cerrada y respiradero al aire libre, deberá considerarse lugar Clase I, División 2.

- c) El espacio que se extiende en todas direcciones hasta 90 cm de una conexión fija usada para carga o de carga por el fondo, o para carga por la cúpula cerrada y respiradero al aire libre o con un sistema de recuperación de vapores, deberá considerarse lugar Clase I, División 2. En el caso de descarga y descarga por el fondo se aplicará también esta clasificación al área comprendida en una circunferencia de 3 m de radio alrededor del punto de carga, extendida hasta una altura de 45 cm sobre el nivel del suelo.

6.8.2.4 Tanques sobre el suelo

- a) El área que se extiende por encima del techo y por dentro de la cubierta externa de un tanque de techo flotante, deberá considerarse lugar Clase I, División 1.
- b) En todos los tipos de tanques a nivel del suelo que no sean de techo flotante, el área de 3 m de ancho que rodea su cubierta externa, sus extremos y su techo deberá considerarse lugar Clase I, División 2. Cuando los tanques están rodeados por muros cortafuego, se considerará que el área interior extendida hasta el tope del muro, es un lugar Clase I, División 2.
- c) El área que se extiende en todas direcciones hasta 1.50 m alrededor de un orificio de ventilación deberá considerarse lugar Clase I, División 1.
- d) El área comprendida entre 1.50 m y 3 m que se extiende en todas direcciones alrededor de un orificio de ventilación, deberá considerarse lugar Clase I, División 2.

Para tanques subterráneos, véase 6.7.

6.8.2.5 Fosos

- a) Todo foso o depresión, parte del cual esté dentro de un lugar División 1 o División 2 antes definidos, deberá considerarse lugar Clase I, División 1, a menos que esté dotado de ventilación positiva mecánica y segura.
- b) Cuando un área de este tipo esté provista de ventilación mecánica positiva y segura, deberá considerarse lugar Clase I, División 2.

- c) Todo foso o depresión que no esté dentro de un lugar División lo División 2 de los definidos anteriormente, pero que contenga tuberías, válvulas o accesorios, se clasificarán lugar Clase I, División 1

6.8.2.6 Garajes de estacionamiento y reparación para vehículos cisterna

Estos locales deberán ser considerados lugares Clase I, División 2, hasta 45 cm sobre el nivel del piso o del suelo; excepto cuando a juicio de la Autoridad Competente, las condiciones exijan una clasificación más severa o una extensión mayor del área peligrosa.

6.8.2.7 Lugares adyacentes

Cuando estén fuera de los límites de las áreas peligrosas definidas anteriormente y no se usen para el manejo o almacenamiento de líquidos volátiles inflamables o de sus recipientes, no deberán ser considerados como áreas peligrosas.

6.8.3 Instalaciones y Equipos en Áreas Peligrosas

Toda la instalación y los equipos eléctricos de las áreas peligrosas definidas en 6.8.2, deberán cumplir con las condiciones aplicables del subcapítulo 6.2, a excepción de lo permitido en 6.8.5.

6.8.4 Instalaciones y Equipos por Encima de Áreas Peligrosas

Toda instalación fija que pase por encima de áreas peligrosas debe estar dentro de tuberías metálicas, o deben ser cables tipo MI, TC, SNM. Los equipos fijos que puedan producir arcos, chispas o partículas metálicas calientes, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, seccionadores, interruptores, tomacorrientes, motores o demás equipos que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deberán ser de tipo totalmente cerrado, o contruidos de tal modo que se impida el escape de las chispas o partículas calientes de metal. Las lámparas o los equipos portátiles y sus cordones deberán cumplir con las condiciones exigidas en 6.2 para la clase de lugar sobre el cual han de estar colocados.

6.8.5 Instalación Subterránea

6.8.5.1 Métodos de instalación

La instalación subterránea deberá efectuarse con tubos metálicos pesados, tubos metálicos intermedios con rosca de acero, pero si están enterrados a 60 cm o más de profundidad, pueden instalarse en tubos o ductos no metálicos, o en forma de cables aprobados para ello. Cuando se use cables, deberán estar dentro de tubos metálicos pesados o intermedios con rosca de acero, desde el punto de nivel más bajo del cable enterrado, hasta el punto de conexión a la canalización exterior.

6.8.5.2 Aislante

El aislante de los conductores deberá cumplir con 6.2.13.

6.8.5.3 Instalaciones no metálicas

Cuando se use tubos no metálicos pesados o cables sin cubierta metálica, deberá incluirse un conductor de protección para proveer la continuidad eléctrica del sistema de canalización y para la puesta a tierra de las partes conductivas de los equipos.

6.8.6 Sellado

Deberán proveerse sellos aprobados, de acuerdo con los requisitos dados en 6.2.5. Deberán aplicarse los requisitos del sellado dados en 6.2.5.1 d) y 6.2.5.2 b) a los límites, tanto horizontales como verticales de las áreas clasificadas peligrosas. Las canalizaciones enterradas bajo áreas clasificadas peligrosas, deberán considerarse como pertenecientes a dichas áreas.

6.8.7 Distribución de Gasolina

Cuando se efectúe la distribución de gasolina al mismo tiempo que las operaciones de almacenamiento, deberá cumplirse con las Disposiciones aplicables del subcapítulo 6.7.

6.8.8 Puesta a Tierra

Todas las canalizaciones metálicas y todas las partes conductivas de los equipos eléctricos deberán ser puestas a tierra de acuerdo con 3.6.

6.9 PROCESOS DE ACABADO

6.9.1 Alcance

El presente subcapítulo 6.9 incluye a los locales donde se hacen aplicaciones regulares o frecuentes de pinturas, lacas u otros acabados inflamables, por medio de pulverización, baños de brocha o de otra forma, donde se usan solventes o diluyentes volátiles inflamables, o pueda haber depósitos o residuos de dichas pinturas, lacas o acabados.

6.9.2 Lugares Peligrosos

La clasificación se hace con respecto a los efectos de la exposición a vapores inflamables y en algunos casos a depósitos de residuos de pinturas por pulverización.

Para depósitos y residuos véase 6.9.3.2 y 6.9.8.3.

6.9.2.1 Lugares Clase I, División 1

Deberán considerarse lugares Clase I, División 1: el interior de las cabinas de pulverización y sus ductos de escape; todo el espacio comprendido horizontalmente dentro de un radio de 6 m a partir de cualquier operación de pulverización que no sea sólo de retoques y no se efectúe dentro de una cabina de pulverización; todo el espacio

comprendido horizontalmente en cualquier dirección dentro de un radio de 6 m a partir de un depósito de inmersión y sus bandejas de escurrimiento, y cualquier otro espacio donde puedan producirse concentraciones peligrosas de vapores inflamables.

6.9.2.2 Lugares Clase I División 2

Los espacios siguientes deberán considerarse lugares Clase I, División 2, a menos de un juicio contrario de la Autoridad Competente:

- a) Para lugares abiertos de pulverización intensiva, todo el espacio circundante y comprendido dentro de una distancia de 6 m horizontalmente y 3 m verticalmente del lugar Clase I, División 1 definido en 6.9.2.1 y no separado por particiones.
- b) Para lugares de pulverización hecha dentro de cabinas con tope cerrado y un lado o frente abierto:
 - i) El espacio comprendido dentro de 0.90 m en cualquier dirección desde las aberturas que no sean el frente o lado muerto.
 - ii) El espacio comprendido dentro de 1.50 m en cualquier dirección desde el frente o lado abierto fuera de la cabina, si el sistema de ventilación está enclavado con el equipo de pulverización de manera que no se pueda accionar si la ventilación no funciona.
 - iii) El espacio comprendido dentro de 3 m en cualquier dirección desde el frente o lado abierto fuera de la cabina, si el sistema de ventilación no está enclavado con el equipo de pulverización.
- c) Para operaciones de pulverización confinadas dentro de una cabina totalmente cerrada, el espacio dentro de 0.90 m de cualquier abertura de la cabina.
- d) Para tanques profundos y canales de drenaje, y para otras operaciones peligrosas, todos los lugares dentro del cuarto pero que estén más allá de los límites de la Clase I, División 1, definidos en 6.9.2.1.

6.9.2.3 Lugares adyacentes

Las áreas adyacentes que estén incomunicadas de las áreas definidas como peligrosas por medio de tabiques herméticos, sin aberturas de comunicación y en las cuales no hay posibilidad de escape de vapores peligrosos, pueden clasificarse como no peligrosas, a menos de un juicio diferente por parte de la Autoridad Competente.

6.9.2.4 Lugares no peligrosos

Las áreas de secado y horneado, o donde haya aparatos para fundir, dotadas de una ventilación positiva mecánica adecuada para impedir la

formación de concentraciones inflamables de vapores y provista de los enclavamientos efectivos para dejar sin tensión todo el equipo eléctrico (que no sea el aprobado para lugares Clase I) en caso de que el equipo de ventilación deje de funcionar, pueden clasificarse como no peligrosas si así lo juzga la Autoridad Competente.

6.9.3 Instalación y Equipos en Áreas Peligrosas

6.9.3.1 Vapores

Toda la instalación y equipos eléctricos dentro de las áreas peligrosas (que contengan solamente vapores y no residuos) descritas en 6.9.2, se ajustarán a las Disposiciones pertinentes dadas en 6.2

6.9.3.2 Vapores y residuos

Ningún equipo eléctrico podrá instalarse o usarse en los sitios donde puedan estar expuestos a acumulaciones peligrosas de depósitos o residuos fácilmente inflamables, si no está aprobado tanto para acumulación de depósitos fácilmente inflamables como para ubicación en ambientes de vapores inflamables, teniendo en cuenta que la posibilidad de producirse calentamiento espontáneo e ignición de algunos depósitos o residuos aumenta considerablemente a temperaturas más altas que la normal. En tales lugares se puede usar cables tipo MI e instalación en tubería metálica pesada roscada, o tubería intermedia metálica con rosca de acero, siempre que las cajas a prueba de explosión o los accesorios no contengan derivaciones, empalmes o conexiones terminales que puedan aflojarse en servicio y como consecuencia, provocar aumentos anormales de temperatura en las superficies externas de las cajas o accesorios.

6.9.3.3 Iluminación

La iluminación de las áreas fácilmente inflamables, a través de láminas de vidrio o de otras materias transparentes o translúcidas, sólo se permite cuando:

- a) Se use sólo aparatos de alumbrado fijos como medio de iluminación.
- b) La lámpara aisle efectivamente el área peligrosa del área en la que están situados los aparatos de alumbrado.
- c) El aparato de alumbrado esté aprobado específicamente para ese lugar.
- d) La lámina sea de material prácticamente irrompible o esté protegida para impedir su ruptura accidental.
- e) La disposición sea tal que las acumulaciones normales de residuos peligrosos en la superficie de la lámina no puedan calentarse hasta temperaturas peligrosas por radiación o conducción desde la fuente de iluminación.

6.9.3.4 Equipos Portátiles

No se deberán usar lámparas portátiles ni otros equipos de utilización durante el desarrollo de procesos de acabado en un área peligrosa. Cuando se utilicen tales lámparas o equipos durante operaciones de limpieza o reparación, serán de un tipo aprobado para lugares Clase I, Grupo D, División 1, y todas las partes metálicas al descubierto deberán estar puestas a tierra de manera efectiva.

6.9.3.5 Equipos electrostáticos

Los equipos electrostáticos de pulverización o escurrimiento se deberán instalar y usar solamente de acuerdo con 6.9.4.

6.9.4 Equipos Electrostáticos Fijos

El presente acápite se aplica a cualquiera de los equipos que utilizan elementos cargados electrostáticamente para la atomización, el cargado y/o la precipitación de materiales peligrosos para revestimiento de piezas o para propósitos similares en los cuales el dispositivo de carga o de atomización está sujetado a un soporte mecánico y no soportado o manipulado a mano. Cuando se instalen equipos electrostáticos fijos de pintura y de escurrimiento, deben ser de tipo aprobado y cumplir con los requisitos siguientes:

6.9.4.1 Equipos de suministro de potencia y de control

Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las otras partes eléctricas de los equipos, deberán instalarse fuera de lugares peligrosos definidos en 6.9.2, o deberán ser de un tipo aprobado para tales lugares; a excepción de las rejillas de alta tensión, electrodos, pistolas de pulverización electrostática y sus conexiones que serán permitidos dentro de lugares peligrosos.

6.9.4.2 Equipos electrostáticos

Los electrodos y las pistolas de pulverización electrostáticos deberán colocarse en casillas no combustibles o recintos provistos de una ventilación mecánica adecuada y deben ser adecuadamente soportados en sitios permanentes y estar efectivamente aislados de tierra. Los electrodos y las pistolas de pulverización electrostáticos que estén permanentemente fijados a sus bases, soportes o mecanismos de vaivén, deben cumplir con los requisitos de este punto. Los aisladores no deberán ser porosos.

6.9.4.3 Terminales de alta tensión

Los terminales de alta tensión deberán estar debidamente aislados y protegidos contra daños mecánicos o expuestos a productos químicos destructores. Cualquier elemento expuesto a alta tensión deberá ser efectiva y permanentemente soportados en aisladores adecuados y deberán estar protegidos de manera eficaz contra contactos accidentales o puestas a tierra. Deberá proveerse medios automáticos de puesta a tierra del sistema de electrodos, cuando el primario de su

alimentación en alta tensión esté eléctricamente desenergizado por alguna razón.

6.9.4.4 Separación de piezas de los equipos electrostáticos

Deberá mantener una distancia segura entre piezas a pintar y los electrodos o las pistolas de pulverización electrostática a los conductores, la cual debe ser de por lo menos dos veces la distancia de chispa. Se colocará cerca del conjunto y de manera que quede fácilmente visible, un letrero adecuado que indique dicha distancia segura.

6.9.4.5 Soportes de piezas

Las piezas que se pinten por este proceso deben ser soportados sobre transportadores, o colgadores. Los transportadores o colgadores deberán estar dispuestos de manera que se mantengan en todo momento las distancias seguras entre las piezas y los electrodos o pistolas de pulverización electrostática. Cualquier pieza que tenga una forma irregular o que pueda estar sujeta a movimiento o balanceo, debe ser soportado rígidamente para impedir que el movimiento o el balanceo reduzca las distancias a menos de lo especificado en 6.9.4.4.

6.9.4.6 Controles automáticos

Los aparatos electrostáticos deben estar equipados con medios automáticos que funcionen sin retardo de tiempo para desconectar la energía en el lado de alimentación del transformador de alta tensión y para señalar al operador cuando ocurran cualquiera de las condiciones siguientes:

- a) Parada de los ventiladores del sistema de ventilación o fallas del equipo de ventilación por cualquier causa.
- b) Parada del transportador que conduce las piezas a través del campo de alta tensión.
- c) Puesta a tierra o corriente de fuga excesiva en cualquier punto del sistema de alta tensión.
- d) Reducción de las distancias seguras valores que estén por debajo de lo especificado en 6.9.4.4.

6.9.4.7 Puesta a tierra

Todos los objetos eléctricamente conductivos dentro del área en la cual puedan cargarse por influencia de los electrodos, deberán estar adecuadamente puestos a tierra. Este requisito se deberá aplicar a los recipientes de pintura, latas de limpieza, resguardos y cualquier otro objeto conductivo o dispositivo en el área. El equipo deberá llevar un letrero que destaque permanentemente, indicando la necesidad de la puesta a tierra de estos objetos.

6.9.4.8 Aislamiento

Deberán colocarse resguardos tales como cabinas, rejas, barandas y otros medios adecuados alrededor de los equipos, de tal manera que proporcionen un aislamiento seguro del proceso, de los depósitos de la planta y del personal. Si se usan resguardos mecánicos, se instalarán a una distancia del equipo de fabricación de por lo menos 1.50 m.

6.9.5 Equipo Manual de Pulverización Electroestática

El presente acápite se aplicará a cualquier equipo que use elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga y/o precipitación de materiales para recubrimientos sobre productos, o para otros propósitos similares en los cuales el dispositivo de atomización es sujetado por la mano o manipulado durante la operación de pulverización. El equipo de pulverización de tipo manual y los dispositivos usados en las conexiones con las operaciones de puntado por pulverización serán de tipo aprobado y cumplirán con lo siguiente:

6.9.5.1 Generalidades

Los circuitos para alta tensión estarán diseñados para no producir chispas de intensidad suficiente para encender cualquier mezcla de vapor y aire, ni para provocar un peligro de conmoción apreciable al ponerse en contacto con un objeto puesto a tierra, en condiciones normales de funcionamiento. Los elementos de la pistola pulverizada con carga electrostática y al descubierto, no podrán ser puestos bajo tensión sino con un dispositivo de actuación que controle al mismo tiempo la alimentación de la pintura.

6.9.5.2 Equipos de suministro de potencia

Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas del equipo, estarán colocados fuera del área peligrosa, a menos que estén aprobados para uso en lugares peligrosos.

6.9.5.3 Mango

El mango de la pistola de pulverización estará conectado eléctricamente a tierra por medio de una conexión metálica y estará construido de forma que el operario en posición normal de trabajo, esté en contacto eléctrico íntimo con el mango puesto a tierra para impedir que se cumpla una carga estática en el cuerpo del operativo. Se deben colocar letreros muy visibles que indiquen la necesidad de la continuidad eléctrica con tierra de otras personas que entren en el área de pulverización.

6.9.5.4 Equipos electrostáticos

Todos los objetos eléctricamente conductivos que se encuentren en áreas de pulverización deberán estar puestos a tierra de manera adecuada. Este requisito se aplica a los envases de pintura, depósitos

de lavado y demás dispositivos y objetos del área. El equipo llevará un letrero que se destaque permanentemente exponiendo la necesidad de dicha puesta a tierra.

6.9.5.5 Soportes de objetos

Los objetos que se estén pintando se mantendrán en contacto metálico con el transportador o con cualquier otro soporte puesto a tierra. Los ganchos de fijación se limpiarán periódicamente para asegurar ese contacto, que se hará siempre que sea posible por medio de puntas o cuchillas afiladas. Los puntos de soporte del objeto deberán estar, siempre que sea posible, fuera del alcance de una inadvertida pulverización, y cuando estén fijados al transportador, el punto de fijación deberá estar colocado de manera que no reciba material pulverizado durante el trabajo normal.

6.9.5.6 Ventilación

La operación de pulverización deberá realizarse dentro de un área con ventilación adecuada para expulsar los vapores de solventes desprendidos en el proceso. El equipo eléctrico deberá estar enclavado con la ventilación del área de pulverización de modo que no pueda ponerse a funcionar sin que los ventiladores estén trabajando.

6.9.6 Revestimiento con Polvos

El presente acápite se aplica a los procesos en los cuales se emplean polvos combustibles secos. Los peligros asociados con los polvos combustibles son inherentes a este proceso en un grado que depende de la composición química del material el tamaño de las partículas, sus formas y su distribución.

6.9.6.1 Equipos eléctricos y fuentes de ignición

Los equipos eléctricos y las otras fuentes de ignición deben cumplir con los requisitos dados en 6.3. Las lámparas eléctricas portátiles y los demás equipos de utilización no deben usarse dentro de un lugar peligroso durante el desarrollo de procesos de acabado. Cuando estas lámparas o equipos de utilización se utilicen durante las operaciones de limpieza o de reparaciones, deben ser de tipo aprobado para lugares Clase II, División 1, y todas las partes metálicas expuestas deben estar puestas a tierra.

6.9.6.2 Equipos electrostáticos fijos de pulverización

Las prescripciones de 6.9.4 y 6.9.6.1 deberán aplicarse a los equipos fijos de pulverización electrostática.

6.9.6.3 Equipos manuales electrostáticos de pulverización

Las prescripciones de 6.9.5 y 6.9.6.1 deberán aplicarse a los equipos de pulverización electrostática manuales.

6.9.6.4 Lechos fluidizados electrostáticamente

Los lechos fluidizados electrostáticamente y sus equipos asociados deberán ser de tipo aprobado. Los circuitos de alta tensión deberán estar diseñados de manera que cualquier chispa producida cuando un objeto puesto a tierra se acerca o entra en contacto con los electrodos de carga del lecho, no sea de intensidad suficiente como para provocar la ignición de cualquier mezcla de aire y polvo que pueda encontrarse, ni presente un peligro de conmoción apreciable.

- a) Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas del equipo deberán estar colocados fuera del área de acabado con polvo o deberán cumplir con 6.9.6.4; a excepción de los electrodos de carga y sus conexiones al equipo de suministro, que podrán estar dentro del área de acabado con polvo.
- b) Todos los objetos eléctricamente conductivos dentro del área de acabado con polvo deberán estar adecuadamente puestos a tierra. Los equipos de acabado con polvo deberán llevar un letrero en el que se destaque permanentemente la necesidad de la puesta a tierra de estos objetos.
- c) Los objetos sometidos al proceso de recubrimiento deberán mantenerse en contacto eléctrico con el transportador u otro soporte, de manera de asegurar una puesta a tierra adecuada. Los ganchos de soporte se limpiarán con regularidad para proporcionar un contacto eficiente y las áreas de contacto deberán ser puntiagudas o como filos de cuchillo, cuando sea posible.
- d) El equipo eléctrico deberá estar enclavado con un sistema de ventilación de manera tal, que el equipo no pueda funcionar a menos que el sistema de ventilación esté en funcionamiento.

6.9.7 Instalaciones y Equipos por Encima de Áreas Peligrosas

6.9.7.1 Instalación

Todos los conductores fijos por encima de las áreas peligrosas deben estar en canalizaciones metálicas o ser cables tipo MI, TC, SNM, MC, CS, ALS o similares. Las canalizaciones en pisos celulares metálicos pueden usarse sólo para salidas de techo o para prolongaciones hacia el área debajo del piso de un área peligrosa, pero dichas canalizaciones no tendrán conexiones que terminen, o pasen a través del área peligrosa que esté por encima del piso, a menos que tengan los sellos adecuados. Ningún conductor eléctrico se instalará en una celda, colector o ducto que contenga una tubería de vapor, agua, aire, gas, drenaje u otro servicio que no sea el eléctrico.

6.9.7.2 Equipos

Los equipos que puedan producir arcos chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, seccionadores, interruptores, tomacorriente, motores u otros equipos que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, cuando estén instalados por encima de un área peligrosa o por encima de un área en la cual se manejan objetos recién acabados, deberán ser del tipo totalmente cerrados o contruidos de tal modo que se impida el escape de las chispas o partículas metálicas calientes.

6.9.8 Puesta a tierra

Todas las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas conductivas de los equipos fijos o portátiles deberán estar puestas a tierra de acuerdo con 3.6, cualquiera que sea la tensión eléctrica de trabajo de los equipos.

6.10 INSTALACIONES DE ASISTENCIA MÉDICA

6.10.1 Generalidades

6.10.1.1 Alcances

- a) Las prescripciones del presente subcapítulo deberán aplicarse a todas las Instalaciones de asistencia médica.
- b) Las Disposiciones del acápite 5.9.8 deberán aplicarse a los equipos médicos de rayos X, a excepción de lo que sea modificado por el presente subcapítulo.
- c) Las Disposiciones dadas en 6.10.3,6.10.4 y 6.10.5 no sólo deberán aplicarse a Edificaciones de una sola función, sino también deben ser individualmente aplicadas a sus respectivas formas de ocupaciones dentro de un edificio multifuncional (p.e.: una sala de examen médico ubicada dentro de un sanatorio deberá cumplir con lo prescrita en 10.3).

6.10.1.2 Definiciones

- Alumbrado de Trabajo. Facilidades para obtener el nivel de iluminación mínimo indispensable para realizar las tareas necesarias en las áreas descritas en el presente subcapítulo, incluyendo el acceso seguro a las fuentes de energía y al equipo, y para el acceso a las salidas.
- Anestésicos inflamables. gases o vapores tales como fluoreno, cicloprano, éter, divinilo, cloruro etílico, éter etílico y etileno, que pueden formar mezclas inflamables o explosivas con aire, oxígeno o gases reductores tales como el óxido nitroso.

- Circuito Crítico. Un subsistema del sistema de emergencia, compuesto de circuitos derivados y alimentadores, que suministra energía al alumbrado de trabajo y a tomacorrientes seleccionados en áreas al cuidado de pacientes, y que puede ser conectado a grupos de emergencia por uno o más interruptores de transferencia
- Circuito para la Seguridad de la Vida. Un subsistema del sistema de emergencia, compuesto de alimentadores y circuitos derivados, que cumple con los requisitos del subcapítulo 7.1, y que está destinado a suministrar la potencia adecuada que se requiere para la seguridad de la vida de los pacientes y del personal, y que puede ser conectado a grupos de emergencia por uno o más interruptores de transferencia.
- Corriente Peligrosa. Para un grupo dado de conexiones en un sistema aislado, es la corriente total que fluye a través de una pequeña impedancia si ésta fuera conectada entre el conductor aislado y tierra. De falla. La corriente peligrosa de un determinado sistema aislado con todos sus dispositivos conectados, excepto el monitor de aislación de línea.
Del monitor. La corriente peligrosa del monitor de aislación de línea solamente.
Total. Es la corriente peligrosa de un sistema aislado dado, con todos sus dispositivos conectados, incluyendo el monitor de aislación de línea.
- Equipo Terapéutico Diatérmico de Alta Frecuencia. Equipos de inducción terapéutica y calefacción dieléctrica.
- Grupo de Emergencia. uno o más grupos generadores que se destinan para suministrar energía durante la interrupción del servicio eléctrico normal o del servicio eléctrico suministrado por la Empresa de Servicio Público de Electricidad.
- Hospital. Edificación o parte de ella, usada para asistencia médica, psiquiátrica, obstétrica o quirúrgica, durante 24 horas, de 4 o más pacientes internados. Donde se use la palabra hospital en el presente Código, deberá incluir hospitales generales, hospitales para enfermos mentales, para tuberculosos, para niños, y otros similares destinados para el cuidado de enfermos internos.
- Instalaciones de Asistencia Médica. Edificaciones, parte de ellas, y medios móviles que contienen pero no están necesariamente limitados únicamente a predios destinados para el uso como hospitales, sanatorios, Instalaciones residenciales de asistencia y cuidados, clínicas o consultorios médicos y dentales.
- Instalaciones Húmedas de Asistencia Médica. Es un área para el cuidado de pacientes, que se encuentran normalmente sujeta a condiciones húmedas, incluyendo estancamientos de agua en el piso o lugares mojados que se usan como áreas de trabajo. No se definen como lugares húmedos aquellos donde se realizan rutinas domésticas y derrames accidentales de LÍQUIDOS.
- Locales de Anestesia. Son áreas destinadas a la administración de agentes anestésicos inhalatorios inflamables o no inflamables durante

los exámenes o tratamientos, incluyendo salas de operación, de parto, de emergencia, de anestesia; corredores, cuartos de faena, y otras áreas, las cuales son destinadas para la inducción de anestesia con agentes anestésicos inflamables o no inflamables.

- Locales de Anestesia Inflamable. Cualquier sala de operación, de parto, de anestesia; corredor, cuartos de faena, u otros lugares que se destinan a la aplicación de anestésicos inflamables.
- Monitor de Aislación de línea. Instrumento de prueba diseñado para controlar continuamente la impedancia balanceada y desbalanceada de cada línea de un circuito aislado con respecto a tierra, y equipado con un circuito de prueba integrado para accionar la alarma sin aumentar el peligro de la corriente de fuga.
- Puesto de Enfermeras. Lugares destinados al desarrollo de las actividades profesionales de un grupo de enfermeras que trabajan bajo una enfermera supervisora y que atienden a los pacientes en cama, donde las llamadas de los pacientes son recepcionadas, las enfermeras redactan los informes, se abren las fichas sobre los pacientes que ingresan y se preparan las medicinas para ser distribuidas a los pacientes. Cuando tales actividades se desarrollan en más de un lugar, dentro de una unidad de hospitalización, todos los lugares separados se consideran como parte del puesto de enfermeras.
- Punto de Interconexión de una Habitación. Terminal o grupo de terminales de puesta a tierra que sirven como punto de interconexión para la puesta a tierra de todas las partes conductivas expuestas de la edificación en la habitación.
- Punto de Puesta a Tierra en la Vecindad del Paciente. Toma de clavija o barra terminal de puesta a tierra que sirve como punto colector para la puesta a tierra de artefactos en la vecindad del paciente.
- Punto de Puesta a Tierra de Referencia. Una barra terminal que es la barra de puesta a tierra del equipo o una extensión de la misma y que sirve como un punto conveniente de interconexión de todas las puestas a tierra de los artefactos, equipos y partes conductivas en la vecindad del paciente.
- Restablecimiento Inmediato del Servicio. Restablecimiento automático del servicio con una interrupción no mayor de 10 segundos, utilizado en aquellos lugares y actividades que requiere el Sistema de Emergencia, excepto los lugares y las actividades para los cuales el subcapítulo 7.1 indica requisitos específicos distintos.
- Sanatorio. Una edificación o parte de ella, usada para la hospitalización, cuidado de internos y enfermos sobre la base de 24 horas, de 4 o más personas quienes, a causa de incapacidad mental o física, no puedan valerse para la satisfacción de sus propias necesidades y seguridad sin la ayuda de otras personas. Los sanatorios donde quiera que se use en el presente Tomo, deberá incluir sanatorios de hospitalización y convalecientes y asilos.

- Instalaciones Residenciales de Asistencia y Cuidado. Una edificación o parte de ella, usada para la hospitalización o internado de 4 ó más personas que son incapaces de su propia conservación a causa de limitación de edad física o mental.
Se incluyen Instalaciones tales como asilos de ancianos, cunas (custodios para el cuidado de niños menores de 6 años de edad)) e instituciones para el cuidado de retardados mentales. Se exceptúan las Instalaciones no previstas para cuidados y hospedaje.
- Sistema Aislado de Alimentación. Un sistema que comprende un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de aislamiento de línea y sus conductores del circuito de puesta a tierra.
- Sistema de Emergencia. Sistema de alimentadores y circuitos derivados que cumplen con los requisitos del subcapítulo 7.1, conectados a un grupo de emergencia por un interruptor de transferencia y que suministra energía a un número limitado de funciones prescritas que son vitales para la protección de la vida y seguridad del paciente, con restablecimiento automático de energía eléctrica dentro de los 10 segundos de haberse interrumpido la alimentación.
- Sistema de Equipos. Sistema compuesto de alimentadores y circuitos derivados, arreglado para la conexión con retardo, automática o manual, al grupo de emergencia y que alimenta principalmente equipos de carga trifásica.
- Sistema Eléctrico Esencial. Sistema constituido por grupos de emergencia, conmutadores, dispositivos de protección contra sobrecorrientes, gabinetes de distribución, alimentadores, circuitos derivados, control de motores, y todos los equipos eléctricos conectados, que están diseñados para proporcionar la continuidad del servicio eléctrico en áreas especificadas, durante la interrupción del servicio normal de energía, y también están diseñados para reducir los efectos de una interrupción repentina del sistema de alambrado interno.
- Transformadores de Aislamiento. Un transformador del tipo de devanados múltiples con los devanados primario y secundario físicamente separados, el cual acopla inductivamente su devanado secundario al sistema alimentador puesto a tierra que alimenta al devanado primario, de tal modo que se prevenga que la tensión del circuito primario repercuta en los circuitos secundarios.
- Tomacorriente en Locales de Anestesia. Tomacorriente diseñado para usarse con enchufes adecuados para tales lugares.
- Vecindad del Paciente. En un área en la cual los pacientes son cuidados normalmente, la vecindad del paciente es el espacio con superficies que probablemente puedan estar en contacto con el paciente. Esta área comprende un espacio dentro de la habitación de 1.80 m alrededor del perímetro de la cama en su lugar previsto, y se extiende verticalmente 2.30 m por encima del piso.

6.10.2 Sistemas de Alambrado

6.10.2.1 Métodos de instalación

Con excepción de lo que se modifica en el presente subcapítulo 6.10, los métodos de instalación deberán cumplir con los requisitos establecidos en los Capítulos del 1 al 5 del presente Tomo.

6.10.2.2 Puesta a tierra

- a) Tomacorrientes y equipos eléctricos fijos. En áreas usadas para el cuidado de enfermos, todos los tomacorrientes y toda parte conductiva (de cualquier equipo eléctrico fijo) que pueda energizarse y se encuentre al alcance de personas, con tensiones mayores de 100 voltios, deberá ponerse a tierra por un conductor de cobre aislado con sección de acuerdo con la Tabla 3-XI instalado junto con los conductores del circuito derivado que alimenta estos tomacorrientes o equipos fijos.
- b) Equipos conectados por cordón y enchufe. Toda parte conductiva expuesta fácil de ser energizada, de equipos conectados mediante cordón y enchufe que trabajan a una tensión mayor de 100 volts, deberán estar puestas a tierra; a excepción de los dispositivos protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente, y que no tienen partes conductivas expuestas; tales equipos deberán ser marcados con un distintivo.

6.10.2.3 Protección contra fugas a tierra

- a) Cuando una protección contra fallas a tierra está provista para operar los medios de desconexión de la acometida, una protección contra fallas a tierra adicional de un escalón inferior deberá ser provisto en el alimentador al lado de la carga. Toda protección deberá estar compuesta con dispositivos de sobrecorriente y transformadores de corriente u otros equipos de protección equivalentes, los cuales deberán abrir los dispositivos de desconexión del alimentador.
- b) Los dispositivos de protección de fugas a tierra deberán ser seleccionados cuidadosamente, de tal maneja que en caso de falla a tierra en el lado de la carga del alimentador, actúe el dispositivo del alimentador y no el de la acometida. Se deberá proveer una separación mínima de 6 ciclos entre las bandas de disparo para falla a tierra de la acometida y del alimentador. Se deberá considerar asimismo, el tiempo de operación de los dispositivos de desconexión en la selección del lapso de tiempo entre las dos bandas para alcanzar el 100% de selectividad.

6.10.3 Clínicas, Consultorios Médicos y Dentales, e Instalaciones Médicas de Atención Ambulatoria

6.10.3.1 Generalidades

Las prescripciones del presente acápite deberán aplicarse a los lugares como clínicas, consultorios médicos y dentales, e Instalaciones médicas de atención ambulatoria, donde los pacientes van a ser examinados o tratados. Esto no es aplicable a sus oficinas, corredores, salas de espera y similares.

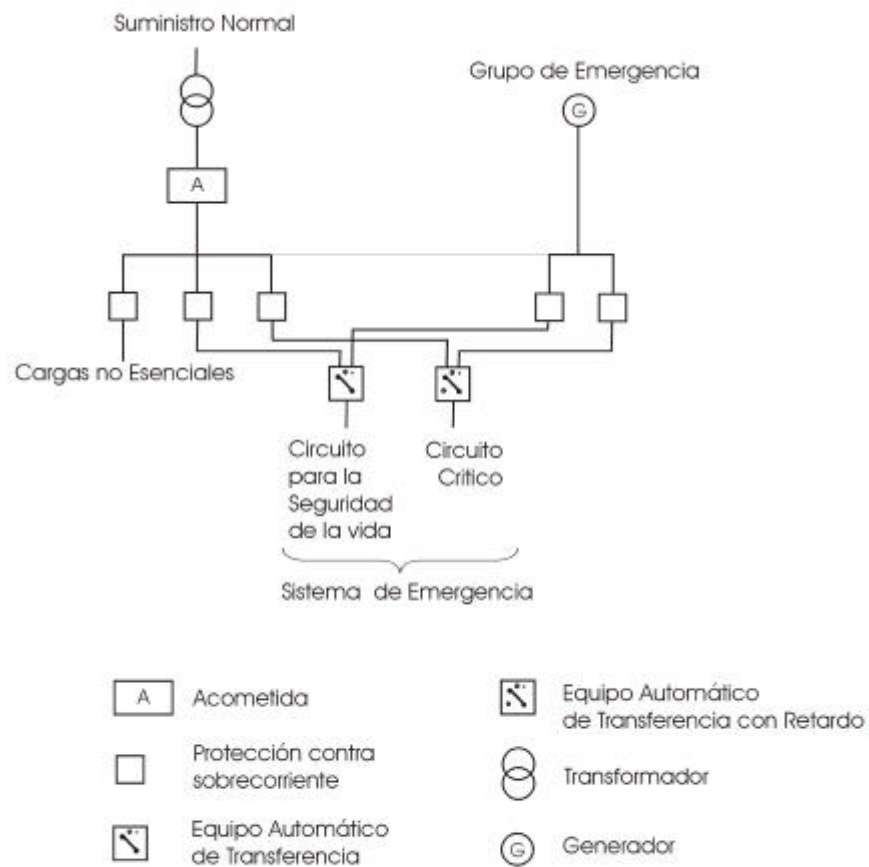
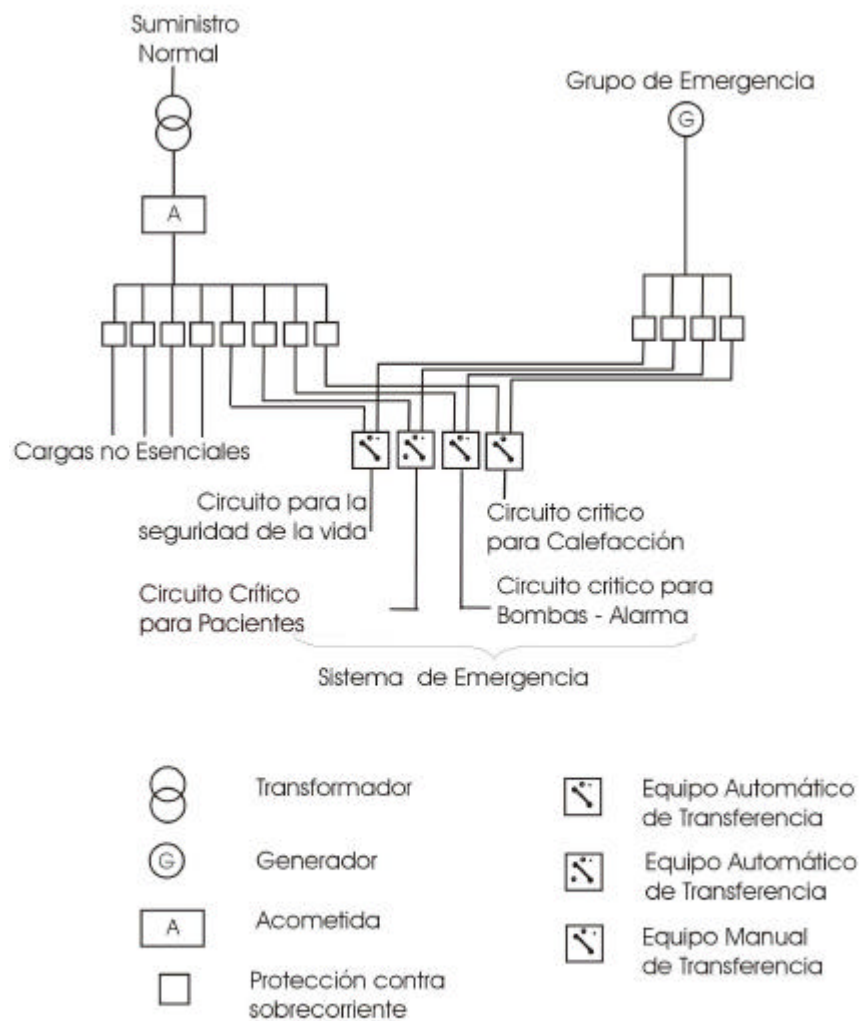


Diagrama 1
SISTEMA ELÉCTRICO TÍPICO
Pequeño Sanatorio e Instalación Residencial de Asistencia y Cuidado



6.10.3.2 Requerimientos especiales

La instalación de puestas a tierra y tomacorrientes deberán estar de acuerdo con las prescripciones de 6.10.2.1 y 6.10.2.2.

6.10.4 Sanatorios e Instalaciones Residenciales de Asistencia y Cuidado

8.10.4.1 Instalaciones limitadas a servicios específicos

Los sanatorios e Instalaciones residenciales de asistencia que no proporcionan, para el cuidado de pacientes, aparatos de sobrevivencia tales como: respiradores eléctricos, aparatos de succión, marcapasos

externos para el corazón y similares; y los que no proporcionan servicios para tratamientos quirúrgicos que requieran anestesia general, deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Estar provistos de un grupo de emergencia de acuerdo con 7.1.2.1.
- b) Estar provistos para la transferencia del grupo de emergencia con un máximo de 10 segundos de interrupción de la fuente normal.
- c) Estar provistos de un mínimo de 4 horas de energía efectiva para el alumbrado de señales de escape, corredores de escape, escaleras, puestos de enfermeras, áreas de preparación de medicamentos, salas de calderas, áreas de comunicación y la operación de todos los sistemas de alarma.

6.10.4.2 Asistencia no limitada a Servicios Específicos

Los sanatorios e Instalaciones residenciales de asistencia y cuidados o parte de ellos, los cuales están provistos de asistencia médica que sobrepase los límites de 6.10.4.1, deberán cumplir con 6.10.4.3 hasta 6.10.4.7.

6.10.4.3 Alambrado, puestas a tierra y tomacorrientes

Deberán cumplir con los incisos 6.10.2.1 y 6.10.2.2.

6.10.4.4 Sistemas de emergencia

- a) El sistema de emergencia en sanatorios e Instalaciones residenciales de asistencia y cuidado, deberá instalarse y conectarse al grupo de emergencia de modo que todas las funciones específicas principales sean restablecidas automáticamente para operar dentro de los 10 segundos de interrumpirse la fuente normal.
- b) El sistema de emergencia deberá consistir del circuito para la seguridad de la vida y el circuito crítico.
- c) Los interruptores de transferencia separados para cada circuito mostrados en los diagramas 1 y 2 para fines de ilustración, son requeridos sólo si lo imponen las consideraciones de carga. Para un pequeño servicio, puede ser suministrado por un sólo interruptor de transferencia.

6.10.4.5 Circuitos para la seguridad de la vida

- a) Los circuitos para la seguridad de la vida deberán alimentar a los aparatos de alumbrado, tomacorrientes y equipos, que estén relacionados con la seguridad de la vida, como se indica a continuación:
 - i) iluminación de los medios de escape, tales como la iluminación requerida para corredores, pasajes, escaleras y accesos a

puertas de salida, y de todas las vías necesarias para llegar a las salidas.

ii) Señales de salida

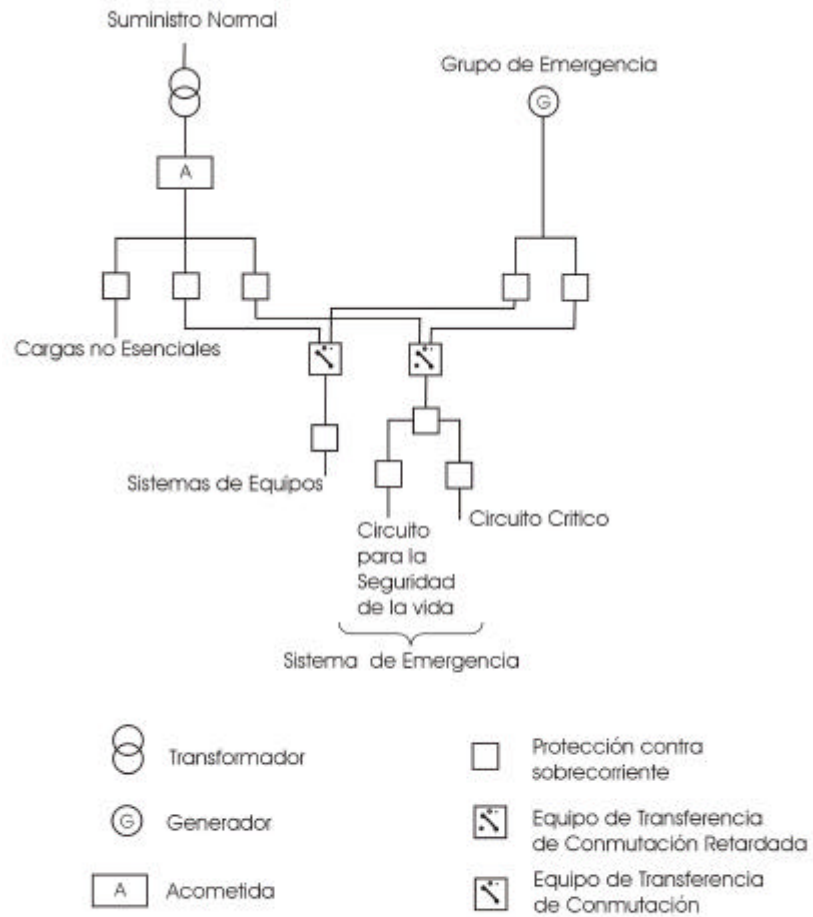


Diagrama 3
SISTEMA ELÉCTRICO TÍPICO MÍNIMO
Hospitales Pequeños - Típicos

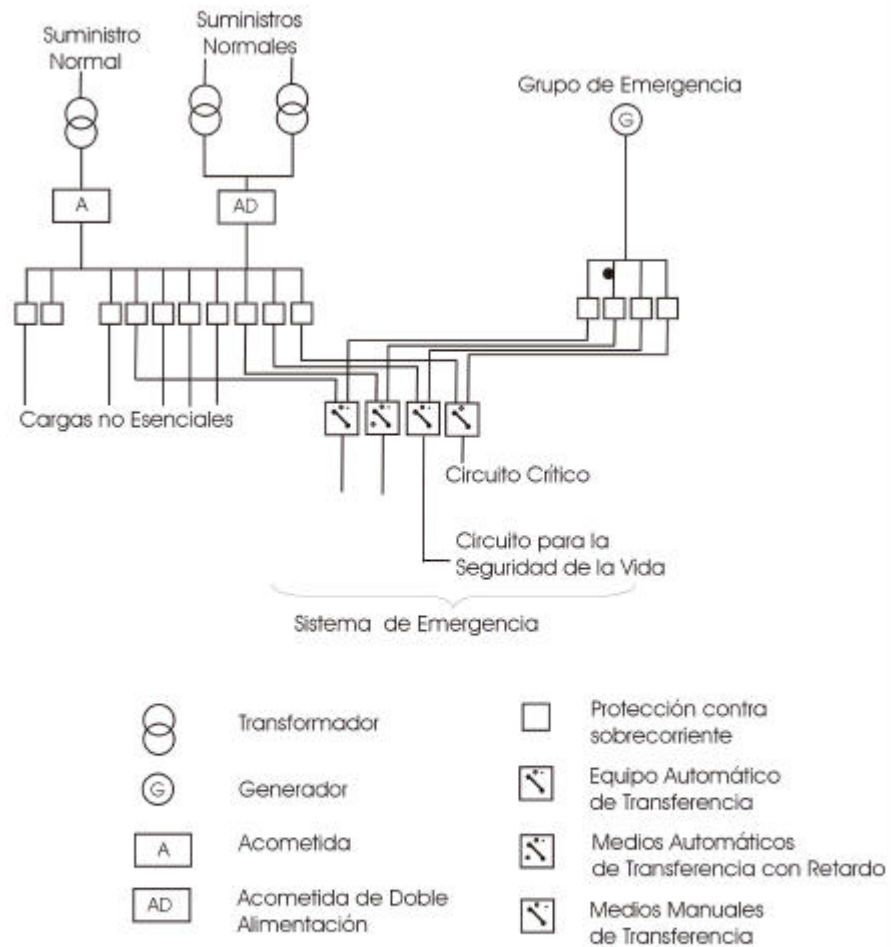


Diagrama 4
SISTEMA ELÉCTRICO TÍPICO GRANDE
Hospitales

iii) Sistemas de alarma que incluyen:

- Alarmas contra incendio accionados en estaciones manuales por dispositivos de alarma eléctrica de flujo de agua conectados al sistema de rociadores, y dispositivos automáticos de detección de incendio, de humos o de productos de combustión.
- Alarmas requeridas para los sistemas que se usan para la distribución de gases medicinales no inflamables.

iv) Sistemas de comunicación, cuando éstos se usan para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia, incluyendo las necesidades de energía para el sistema local de teléfono.

v) Lugar donde está ubicado el grupo generador, incluyendo el alumbrado de trabajo y los tomacorrientes seleccionados.

- b) Iluminación de los corredores para la transferencia nocturna Para la transferencia nocturna de los pacientes en sanatorios e Instalaciones residenciales de asistencia y cuidado, las Disposiciones de maniobra de la iluminación de corredores desde los circuitos de iluminación general a los circuitos de iluminación nocturna deberán ser permitidos de tal manera que uno de los dos circuitos pueda ser seleccionado y ambos circuitos no puedan ser apagados al mismo tiempo.

6.10.4.6 Circuitos críticos

- a) El circuito crítico deberá ser instalado y conectado a un grupo de emergencia de tal manera que la operación del equipo mencionado en 6.10.4.6 b), sea restablecido automáticamente en intervalos de tiempo retardados apropiados después del restablecimiento del servicio del circuito crítico. Estas Disposiciones deberán proveerse también para la conexión de los equipos adicionales indicados en 6.10.4.6 c) por cualquiera de las dos operaciones con retardo automático o manual.
- b) Los siguientes equipos deberán estar dispuestos para conectarse automáticamente al grupo de emergencia:
 - i) Áreas para el cuidado de pacientes. El alumbrado de los puestos de trabajo y los tomacorrientes seleccionados en: lugares de preparación de medicinas, áreas de distribución de medicinas y puestos de enfermeras.
 - ii) Las bombas de aguas negras u otros equipos que deben funcionar para la seguridad de aparatos principales, incluyendo los sistemas relacionados de control y las alarmas.
 - iii) La iluminación de la cabina del ascensor y los sistemas de comunicaciones.
- c) El servicio de ascensores, si existe, deberá estar dispuesto para ser conectado automáticamente o manualmente al grupo de emergencia. Este servicio debe incluir las conexiones para la iluminación de la cabina, los controles y el sistema de señalización. En caso de que una interrupción de energía provoque una parada de ascensores entre pisos, puede ser deseable proveer interruptores de transferencia que permitan el funcionamiento temporal de cualquier ascensor para poder sacar a los pacientes u otras personas que hayan quedado atrapadas entre pisos.

6.10.5 Hospitales

6.10.5.1 Generalidades

- a) Las Disposiciones del presente acápite deberán aplicarse a los hospitales y otras Instalaciones de asistencia médica para servicio de pacientes que puedan valerse por sí mismos.
- b) Los Sistemas eléctricos esenciales en los hospitales, deberán componerse de dos partes; el Sistema de Emergencia y el Sistema de Equipos. Estos sistemas deberán ser capaces de alimentar a los servicios de alumbrado y fuerza que se consideran esenciales para la seguridad de la vida y el funcionamiento efectivo de las Instalaciones durante el tiempo de interrupción del servicio eléctrico normal que ocurra por cualquier causa.

6.10.5.2 Sistema de emergencia

- a) El sistema de emergencia puede estar compuesto de dos partes: el circuito para la seguridad de la vida y el circuito crítico. Estos circuitos deben estar limitados a circuitos esenciales para funciones específicas.
- b) Se deberá exigir en todos los hospitales un circuito para la seguridad de la vida y un circuito crítico.
 - i) El circuito para la seguridad de vida deberá alimentar a los equipos de iluminación, alarma y alerta, que deben funcionar permanentemente para la seguridad de la vida durante las emergencias.
 - ii) El circuito crítico deberá alimentar a los aparatos de iluminación y tomacorrientes en áreas de cuidado de pacientes críticos.
- c) Los alimentadores del sistema de emergencia deberán estar físicamente separados de la instalación normal o deberán estar protegidos de manera que se reduzcan las posibilidades de interrupción simultánea.
- d) El circuito para la seguridad de la vida y el circuito crítico de un sistema de emergencia, deberán instalarse en canalizaciones metálicas. Estos circuitos deberán mantenerse completamente independientes de todas las Instalaciones y equipos, y no deberán instalarse en las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes con cualquier otra instalación. Se exceptuará los interruptores de transferencia, los artefactos de iluminación de escape o emergencia alimentados por las fuentes, y los circuitos separadamente derivados de baja tensión para señalización, comunicación y

alarma, los cuales deberán cumplir con los subcapítulos correspondientes.

- e) Se deberán conectar al sistema de emergencia solamente los aparatos de alumbrado y los equipos que desempeñan las funciones indicadas en 6.10.5.3 y 6.10.5.4.
- f) Todos los circuitos de un Sistema de Emergencia deberán instalarse y conectarse a una fuente auxiliar de energía para que el suministro al alumbrado y a los equipos sea automáticamente restablecido en los 10 segundos siguientes a la interrupción de la fuente normal.
- g) Los interruptores de transferencia separados para cada circuito mostrados en los diagramas 3 y 4 para fines de ilustración, deberán ser requeridos sólo si lo disponen las consideraciones de carga. Para un pequeño servicio, puede ser suministrado por un interruptor de transferencia simple.

6.10.5.3 Circuitos para la seguridad de la vida

- a) El circuito para la seguridad de la vida de un sistema de emergencia deberá alimentar a los aparatos de iluminación, los tomacorrientes y otros equipos que estén relacionados con la seguridad de la vida, como se indica a continuación:
 - i) Iluminación de los medios de escape, tales como la iluminación requerida para corredores, pasajes, escaleras y accesos a puertas de salidas, y todas las vías necesarias para llegar a las salidas.
 - ii) Señales de salida.
 - iii) Sistemas de alarma, que incluyen: alarmas de incendio accionadas en estaciones manuales, por dispositivos de alarma eléctrica de flujo de agua conectadas al sistema de rociadores, y dispositivos automáticos de detección de incendio, de humos o de productos de combustión.
 - iv) Alarmas requeridas para los sistemas que se usan para la distribución de gases medicinales no inflamables.
 - v) Sistemas de comunicación en hospitales, cuando éstos se usan para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia, incluyendo las necesidades de energía para el sistema local de teléfono
 - vi) Lugar donde está ubicado el grupo generador, incluyendo al alumbrado de trabajo y los tomacorrientes seleccionados.
- b) Iluminación de los corredores para la transferencia nocturna. Para la transferencia nocturna de pacientes en hospitales, las Disposiciones de maniobras de la iluminación de corredores desde

los circuitos de iluminación general a los circuitos de iluminación nocturna, deberán ser permitidos de tal manera que uno de los dos circuitos pueda ser seleccionado y ambos circuitos no puedan ser apagados al mismo tiempo.

6.10.5.4 Circuito crítico para Hospitales

El circuito crítico de un Sistema de Emergencia deberá servir solamente a las áreas y funciones relacionadas con el cuidado de pacientes que se indican a continuación:

- a) Transformadores Aisladores que alimenten lugares de anestesia.
- b) Alumbrado de trabajo y tomacorrientes seleccionados en Guarderías infantiles, lugares de preparación y expendio de medicinas, lugares seleccionados para el cuidado minucioso de recién nacidos, lugares camas de psiquiatría (sólo alumbrado de trabajo), puestos de enfermera, salas comunes de tratamiento, salas quirúrgicas y obstétricas, laboratorios anglográficos, laboratorio de cateterización cardiaca, unidades de cuidado de las coronarias, salas de parto, unidades para diálisis, salas de tratamiento de emergencia, laboratorios de fisiología humana, unidades de cuidado intensivo, salas de operaciones, salas de recuperación postoperatoria, corredores en áreas para el cuidado de pacientes generales.

6.10.5.5 Sistemas de Equipos para Hospitales

- a) El Sistema de Equipos deberá instalarse y conectarse al grupo de emergencia, de manera que los equipos indicados en 6.10.5.5 d) se pongan automáticamente en servicio, Con un retardo adecuado, después que el Sistema de Emergencia funcione nuevamente. Con esta disposición se debe obtener también la reconexión de los equipos indicados en 6.10.5.5 e) y f) con acción retardante automática o manual.
- b) Los Sistemas de Equipos podrán instalarse en canalizaciones y cajas con Instalaciones de tipo general.
- c) El Sistema de Equipos deberá ser conectado al equipo indicado en 6.10.5.5 d) y e). Puede también conectarse al equipo enumerado en 6.10.5.5 f) y g).
- d) Los componentes siguientes del Sistema de Equipos deberán estar dispuestos para ponerse nuevamente en servicio automáticamente:
 - i) Sistemas centrales de vacío y de aire que cumplen funciones medicinales y quirúrgicas.

- ii) Bombas de sumidero y otros equipos que incluyan sistemas de control y alarma necesarios para el funcionamiento con seguridad de los aparatos esenciales.
- e) Se requiere que los componentes siguientes del sistema de equipos estén dispuestos para ser conectados manual o automáticamente al grupo de emergencia:

- i) El equipo de calefacción, si lo hay, en salas de cirugía, partos, faenas, recuperación, habitaciones de pacientes, unidades de cuidado intensivo y salas de recién nacidos.

Se exceptuará la calefacción de las habitaciones de los pacientes durante una interrupción del servicio eléctrico normal, cuando el hospital está alimentado al menos por dos servicios de energía eléctrica con fuentes distintas de energía para cada uno, o por una red de distribución alimentada por dos o más generadores.

- ii) El servicio de los ascensores que sirve a los pisos de pacientes, planta baja y los pisos donde están ubicadas las salas de operaciones y salas de partos, con sus ambientes anexos. Esto debe incluir las conexiones para el alumbrado de la cabina y para los sistemas de control y señalización.
 - iii) Los sistemas de ventilación de inyección y extracción para las campanas de humos de laboratorios, para salas quirúrgicas, salas obstétricas, sala de recién nacidos y para locales de asistencia médica de emergencia, cuando tales áreas no tienen ventanas.
- f) Los componentes del sistema de equipos indicados a continuación pueden estar dispuestos para ser conectados manual o automáticamente al grupo de emergencia.
- i) Autoclaves seleccionadas, cuando están calentadas o controladas eléctricamente.
 - ii) Otros equipos seleccionados en lugares tales como cocinas, lavanderías, cuartos de radiología y el cuarto central de refrigeración.
- g) Las bombas contra incendios podrán ser manualmente conectadas al Sistema de Equipos con tal que haya suficiente capacidad, o podrán ser conectadas a un grupo de emergencia particular.

6.10.5.6 Fuentes de energía

- a) Los Sistemas Eléctricos Esenciales deberán tener por lo menos dos fuentes independientes de alimentación; una fuente normal que

alimente generalmente todo el hospital y uno o varios grupos de emergencia para uso cuando el servicio normal está interrumpido.

- b) El grupo de emergencia deberá estar formado por uno o varios grupos generadores accionados por alguna clase de fuerza motriz y ubicados en algún lugar de la edificación.
Cuando la fuente normal está formada de unidades generadoras ubicadas en dependencias de la edificación, el grupo de emergencia puede ser otro grupo generador o un servicio de energía eléctrica exterior.
- c) Todos los equipos deberán estar ubicados de tal modo que se evite en lo posible su daño completo por causas tales como inundaciones, fuegos y formación de hielo.
- d) Las características eléctricas de los grupos generadores deberán ser adecuados para el funcionamiento de todo el sistema de alumbrado y de los equipos que deberán ser alimentados.

6.10.5.7 Apertura y cierre, y protección contra sobrecorriente

- a) En hospitales. El sistema de emergencia y el sistema de equipos deberán diseñarse de manera que, al fallar la fuente normal, se conecte automáticamente en un lapso no mayor de 10 segundos, un grupo de emergencia a los tableros de distribución del Sistema de Emergencia, y a los interruptores automáticos o manuales provistos de retardo del Sistema de Equipos.
- b) En sanatorios e Instalaciones residenciales de asistencia y cuidado. El Sistema de Emergencia y el Sistema Crítico deberán estar dispuestos para que en el caso de fallas la fuente normal, se conecte automáticamente el grupo de emergencia en un lapso no mayor de 10 segundos a los tableros de distribución del Sistema de Emergencia y a los interruptores automáticos o manuales provistos de retardo, conectados al Sistema Crítico. Cuando se proveen uno o más generadores además de uno o más servicios externos de energía, como grupos de emergencia, la secuencia de conexión automática deberá conectarse al grupo exterior de emergencia o a los generadores, como se haya establecido para la conexión automática.

Cuando el servicio externo y los generadores están provistos para la conexión automática, el orden de conexión a estas fuentes de alimentación de emergencia es opcional.

- c) Los equipos automáticos de interrupción, deberán estar aprobados para servicios de emergencia y deberán estar diseñados e instalados con los enclavamientos necesarios para impedir la interconexión de las fuentes normal y de emergencia, o de dos fuentes de alimentación separadas, durante cualquier funcionamiento de los equipos automáticos de interrupción. Los equipos deberán conectarse de tal manera que la carga esté alimentada por la fuente normal de energía, excepto cuando dicha fuente esté fuera de servicio. Los controles y equipos de interrupción deberán estar dispuestos de tal manera que una falla de la fuente normal provoque el arranque automático del grupo de emergencia, la desconexión automática del interruptor de la fuente normal de emergencia y la conexión del grupo de emergencia, en una secuencia adecuada. Si el generador es la única fuente de alimentación de emergencia, deberá dársele el tiempo necesario para que llegue a su tensión nominal antes que sea conectado, pero nunca mayor de 10 segundos. En la transferencia de la fuente normal al grupo de emergencia, las cargas conectadas al sistema de emergencia, deben ser inmediatamente energizadas en forma automática. Las cargas conectadas al Sistema de Equipos en hospitales, y al Sistema Crítico en sanatorios e Instalaciones residenciales de asistencia y cuidado, deberán conectarse automática o manualmente con retardo y con tal secuencia que no se sobrecargue el generador.

Cuando sea restablecida la fuente normal de alimentación, los dispositivos de transferencia automática deberán desconectar el grupo de emergencia y conectar la alimentación normal, permitiendo el funcionamiento de los interruptores manuales para reconectar la fuente normal.

Si la reconexión de las cargas es automática se proveerán dispositivos de retardo de 15 minutos o más, para evitar que la reconexión en corto tiempo a la fuente normal pueda provocar el funcionamiento equivocado del interruptor de transferencia.

- d) Los interruptores instalados en circuitos de alambrado de salidas se dispondrán de acuerdo a los requisitos dados en 7.1.4.1 para interruptores en circuitos de iluminación de emergencia, excepto lo dispuesto en 6.10.5 b) sobre el arreglo de las operaciones de interrupción para transferir la iluminación de los pasillos a los aparatos de iluminación nocturna en las áreas de pacientes.

- e) Para la ubicación e instalación de interruptores en circuitos de iluminación distintos de los que controlan lámparas y señales direccionales de salida se deberán aplicar las Disposiciones de 7.1.4.1.
- f) El circuito para la seguridad de la vida, el circuito crítico, el Sistema de Equipos en hospitales, deberán estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente, de manera que la interrupción del servicio en otros sistemas de circuitos debidos a una falla interna, no interrumpa la alimentación de estos circuitos o sistemas.
- g) Las características eléctricas de los interruptores de transferencia deberán ser adecuadas para la carga conectada.
Los interruptores de transferencia deberán tener capacidad para transportar las corrientes a plena carga y para soportar los efectos térmicos y electromagnéticos de corrientes de cortocircuito.

6.10.6 Áreas de Cuidado de Pacientes

6.10.6.1 Generalidades

- a) El presente acápite tiene por objeto determinar los criterios de funcionamiento y los métodos de instalación que deberán emplearse para disminuir los peligros eléctricos mediante el mantenimiento de bajas diferencias de potencial en forma adecuada entre partes conductoras que pudieran entrar en contacto con un paciente.

En Instalaciones de asistencia médica, es difícil prevenir la presencia de un trayecto conductor o capacitivo desde el cuerpo del paciente o algún objeto puesto a tierra, porque este trayecto puede establecerse accidentalmente, o a través de instrumentos directamente conectados al paciente. Todas las demás superficies eléctricamente conductoras que puedan proporcionar un contacto adicional con el paciente y otros instrumentos que puedan conectarse al paciente, constituyen posibles fuentes de corrientes eléctricas que pasarán por su cuerpo. Al aumentar el número de aparatos relacionados con el paciente, se aumenta el peligro y en consecuencia se deberán tomar mayores precauciones. Se presenta un problema especial con pacientes cuyo corazón está conectado a un conductor eléctrico llevado hasta fuera. Los pacientes pueden ser electrocutados con niveles de corriente tan bajos que se debe

tener consideraciones especiales al diseñar las condiciones eléctricas alrededor de los pacientes. Se requieren protecciones adicionales en el diseño de artefactos y en los controles de las prácticas médicas.

- b) Las áreas de cuidado de pacientes deberán clasificarse en una de las dos categorías siguientes:
 - i) Áreas de cuidado general.
 - ii) Áreas de cuidado crítico
- c) La designación de las áreas en los hospitales, de acuerdo con la clasificación de los pacientes estará bajo la responsabilidad del cuerpo médico encargado de este servicio.

6.10.6.2 Funcionamiento de la puesta a tierra

Entre dos superficies cualesquiera expuestas y conductoras en la vecindad del paciente, no debe existir diferencias de potencial mayores que las indicadas a continuación en frecuencias de 1000 Hz o menores, medidas a través de una resistencia de 1000 Ohmios.

- i) Áreas de cuidado general. 500 mV en funcionamiento normal.
- ii) Áreas de cuidado crítico. 1000 mV en funcionamiento normal.

6.10.6.3 Áreas de cuidado general

- a) Cada ubicación de la cama del paciente debe estar provista de un mínimo de 4 tomacorrientes simples o dos tomacorrientes dobles; cada tomacorriente debe ser puesto a tierra por medio de un conductor de cobre aislado de acuerdo a la Tabla 3-XI.
- b) Cada ubicación de la cama del paciente debe estar alimentada por lo menos con dos circuitos derivados, al menos uno de los cuales provenga del tablero del sistema normal; todo circuito derivado del sistema normal deberá originarse en el mismo tablero. Se exceptúa los circuitos derivados que alimentan sólo a salidas o tomacorrientes para usos especiales, tales como una salida para rayos X portátil, que no requiere una alimentación directa desde el tablero.
- c) Las barras terminales de puesta a tierra de protección de los tableros del sistema eléctrico normal y esencial deben

interconectarse por medio de un puente de unión continuo de cobre aislado de sección no menor de 4 mm^2 .

6.10.6.4 Áreas de cuidado crítico

- a) Cada ubicación de la cama del paciente debe estar provista de un mínimo de 6 tomacorrientes simples ó de 3 dobles y puestos a tierra al punto de puesta a tierra de referencia, por medio de un conductor de protección de cobre.
- b) Cada ubicación de la cama del paciente debe estar alimentada por lo menos con dos circuitos derivados, perteneciendo uno o más de ellos al sistema de emergencia. Al menos uno de ellos deberá ser un circuito derivado individual. Todo circuito derivado del sistema normal deberá provenir desde un único tablero; todo circuito derivado del sistema de emergencia deberá provenir desde un simple tablero. Los tomacorrientes del sistema de emergencia deberán identificarse indicándose el número del tablero y circuito que lo alimentan. Se exceptúan los circuitos derivados que alimentan sólo aparatos o equipos de usos especiales, los cuales pueden ser alimentados por otros tableros.
- c) Cada ubicación de la cama del paciente deberá estar provista de un punto de puesta a tierra en la vecindad del paciente, conectado al punto de puesta a tierra de referencia por medio de un conductor continuo de cobre aislado, no menor de 4 mm^2 , conectado directamente con el punto de puesta a tierra de referencia o por medio de un conductor conectado permanentemente al conductor de protección desde un tomacorriente cercano. El punto de puesta a tierra del paciente deberá contener una o más tomas de clavijas aprobadas para el propósito de la puesta a tierra de los equipos portátiles no eléctricos.
- d) Las barras terminales de puesta a tierra de equipos de los tableros del sistema de emergencia y normal deberán unirse entre sí por medio de un conductor de cobre continuo aislado de sección no menor de 4 mm^2 .
- e) Deberá proveerse uno o más puntos de interconexión de la habitación y deberán estar conectados al punto de puesta a tierra de referencia por medio de un conductor de cobre continuo aislado de una sección no menor de 4 mm^2 .

- f) Las partes conductivas expuestas en la vecindad del paciente, deberán conectarse al (los) punto(s) de interconexión de la habitación o al punto de puesta a tierra de referencia, por conductores de cobre continuos o a partes conductivas de la estructura de la edificación que tengan una conductancia al menos igual a la del conductor de cobre de 4 mm^2 . Los conductores de interconexión, si están instalados, pueden ser dispuestos de manera radial o en anillo según convenga.
- g) Un puesto de cama de paciente puede tener solamente un punto de puesta a tierra de referencia.

6.10.6.5 Sistema eléctrico de distribución puesto a tierra

Cuando el sistema eléctrico de distribución está puesto a tierra, la puesta a tierra del tubo del alimentador deberá asegurarse por medio de boquillas de puesta a tierra y por medio de conductores de cobre continuo, de una sección no menor de 2.5 mm^2 , extendido desde la boquilla de puesta a tierra hasta la barra de puesta a tierra del tablero.

6.10.6.6 Fuente de energía aislada no puesta a tierra

Cuando se utiliza una fuente de energía aislada puesta a tierra y limita la corriente inicial de falla a una baja magnitud, el conductor de protección asociado con el circuito secundario, puede ser corrido fuera de la cubierta de los conductores de fuerza en el mismo circuito.

6.10.6.7 Conductor de protección para tomacorrientes de uso especial

El conductor de protección para tomacorrientes de uso especial tales como los equipos de rayos X móviles, deberá prolongarse hasta el punto de puesta a tierra de referencia para todos los lugares donde puedan necesitarse estos tomacorrientes. Si un circuito es alimentado desde un sistema aislado no puesto a tierra, el conductor de protección no requerirá tenderse junto con los otros conductores de fuerza del circuito, sin embargo el terminal de puesta a tierra de equipo del tomacorriente de uso especial deberá conectarse al punto de puesta a tierra de referencia.

6.10.6.8 Técnicas de protección adicional en sistemas de fuerza aislada

- a) Un sistema de fuerza aislada puede usarse en áreas de cuidado crítico.
- b) El sistema de fuerza aislada deberá ser aprobado para su finalidad y también diseñado e instalado para que el sistema reúna las

Disposiciones y esté de acuerdo con 6.10.7.5. Los indicadores audible y visual del monitor de aislación de línea pueden ser ubicados en los puestos de enfermeras de las áreas que sean alimentadas.

6.10.6.9 Lugares mojados

Los tomacorrientes de 220 V monofásicos de 15 y 20 A utilizados en lugares mojados deberán estar provistos de interruptores de protección contra fugas a tierra si la interrupción de energía en condiciones de falla a tierra son tolerables, o deberá utilizarse un sistema de energía aislada, si estas interrupciones de energía no pueden ser tolerables.

6.10.7 Locales de Anestesia por Inhalación

6.10.7.1 Clasificación de lugares de anestesia

- a) Lugares peligrosos
 - i) En un local donde se usen anestésicos inflamables, el área total deberá considerarse como lugar Clase I, División 1, extendida hasta 1.50 m por encima del piso. El volumen restante hasta el techo de la estructura está considerada por encima del lugar peligroso.
 - ii) Cualquier sala o lugar donde se almacenan anestésicos inflamables o agentes desinfectantes inflamables volátiles, deberá considerarse como lugar Clase I, División 1, desde el piso hasta el techo.

- b) Lugares no peligrosos.
 - i) Cualquier lugar, incluyendo salas de operación, de parto, de anestesia, corredores, cuartos de faena, destinados y diseñados permanentemente para el uso exclusivo de agentes anestésicos no inflamables, deberán considerarse como lugares no peligrosos.
 - ii) La designación y confirmación de los lugares no peligrosos debe ser hecho mediante un certificado escrito de la administración del hospital en el cual se prohíba el uso de anestésicos inflamables en dichos locales, acompañado por el anuncio de notas sobresalientes exhibidas en cada localización ya designada. En tales casos, los lugares no necesitan cumplir con los requisitos de 6.10.7.2, 6.10.7.3 y 6.10.7.5 f), i) y ii) que se refieren solamente a sistemas de rayos X.

6.10.7.2 Instalaciones y equipo, dentro de lugares peligrosos de anestesia

- a) En lugares peligrosos definidos en 6.10.7.1, todas las Instalaciones y equipos, y todo equipo portátil, incluyendo lámparas y otros equipos de utilización que funcionan a más de 8 V entre conductores, deberán cumplir con los requisitos de 6.2.1 al 6.2.15, 6.2.16.1 y 6.2.16.2 para lugares Clase I, División 1. Tales equipos deberán estar aprobados específicamente para las atmósferas peligrosas relacionadas.
- b) Cuando una caja, cubierta o accesorio, está paralelamente ubicado en un lugar peligroso, deberá considerarse que dicho lugar se extiende hasta incluir completamente la caja, accesorio o envoltura.
- c) Cordones
 - i) Los cordones que se usan en áreas peligrosas para la conexión de equipos de utilización portátiles, incluyendo lámparas que funcionan a más de 8 V entre conductores, deberán ser de un tipo aprobado para el uso extra pesado de acuerdo con la Tabla 4-IX, e incluirán un conductor de protección adicional.
 - ii) Deberán tener un dispositivo para almacenar el cordón evitando curvaturas de un radio menor de 80 cm.
- d) Los tomacorrientes y los enchufes en lugares peligrosos deberán ser del tipo aprobado para lugares Clase I, Grupo C, y deberán tener un conector para la puesta a tierra

6.10.7.3 Instalaciones y equipos ubicados encima de lugares de anestesia peligrosos

- a) Los alambrados y equipos que pasen por encima de un área peligrosa mencionada en 6.10.7.1, deberán ser instalados en un tubo metálico pesado, intermedio o liviano, o en cables tipo MI, o MC tengan una cubierta metálica continua hermética a gases y vapores.
- b) Los equipos que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para iluminación fija, seccionadores, interruptores, tomacorrientes, generadores, motores u otros que tengan contactos de cierra y apertura o deslizantes, deberán ser de tipo totalmente cerrado o

construidos de tal modo que se impida el escape de chispas o partículas de metal caliente.

- c) Los artefactos de alumbrado quirúrgico y otros, deberán cumplir con las Disposiciones de 6.2.9.2, a excepción de las limitaciones de temperatura superficial dictadas en 6.2.8.2 b). Los interruptores incorporados o colgantes que estén colocados más arriba de la zona peligrosa y no puedan descender hasta ella, no necesitarán ser a prueba de explosión.
- d) Deberán proveerse sellos aprobados de acuerdo con 6.2.5, y deberá aplicarse el párrafo 6.2.5.1 d) a los límites tanto horizontales como verticales de lugares clasificados como peligrosos.
- e) Los tomacorrientes y los enchufes de locales de anestesia, por encima de lugares peligrosos de anestesia, deberán ser de un tipo aprobado para la tensión frecuencia, características nominales y número de conductores requeridos con provisión para la conexión del conductor de protección. Este requisito deberá aplicarse a los enchufes y tomacorrientes de tipo de 2 polos, 3 conductores, con puesta a tierra, para sistemas monofásicos de 220 V, en corriente alterna.
- f) Los tomacorrientes y los enchufes para la conexión de equipos médicos de 250 V en corriente alterna, de 50 y 60 A, para uso en lugares peligrosos deberán estar contruidos de tal manera que los tomacorrientes de 60 A, sirvan para los enchufes de 50 y 60 A, pero que los tomacorrientes de 50 A, no puedan recibir enchufes de 60 A. Los enchufes deberán ser del tipo de 2 polos, 3 conductores, con un tercer contacto para la conexión del conductor de protección aislado del sistema eléctrico.

6.10.7.4 Alambrado y equipos en lugares de anestecia no peligroso

- a) En Instalaciones en lugares no peligrosos ya definidos en 6.10.7.1 deberán ser instalados en canalizaciones rígidas o deberán estar en cables tipo MI o MC, los cuales deberán emplear una cubierta metálica continua hermética a gases y vapores.
- b) Los tomacorrientes y los enchufes instalados en lugares no peligrosos deberán ser de un tipo aprobado para la tensión, frecuencia, características nominales y número de conductores

requeridos con provisión para la conexión del conductor de protección. Este requisito deberá aplicarse a los enchufes y tomacorrientes del tipo de 2 polos, 3 conductores, con puesta a tierra, para sistemas monofásicos de 220 V en corriente alterna.

- c) Los tomacorrientes y los enchufes para la conexión de equipos médicos de 250 V en corriente alterna, de 50 y 60 A, para uso en lugares no peligrosos, deberán estar constituidos de tal manera que los tomacorrientes de 60 A, sirvan para los enchufes de 50 y 60 A, pero que los tomacorrientes de 50 A no puedan recibir enchufes de 60 A. Los enchufes deberán ser del tipo de 2 polos, 3 conductores, con un tercer contacto para la conexión del conductor con protección del sistema eléctrico.

6.10.7.5 Circuitos en locales de anestesia

- a) Con excepción de lo permitido en 6.10.7.5 f) y g), cada circuito de fuerza que está total o parcialmente dentro de un local de anestesia definido en 6.10.7.1, deberá ser aislado de cualquier sistema de distribución que alimenta lugares no destinados para anestesiar. Cada circuito de fuerza aislado deberá estar controlado por un interruptor que tenga un polo de desconexión para cada conductor del circuito aislado. Tal aislamiento deberá hacerse por medio de uno o más transformadores sin conexión eléctrica entre los devanados primario y secundario, por medio de un grupo motor-generator, o por baterías adecuadamente aisladas.
- b) Los circuitos que alimentan los primarios de los transformadores aisladores, no deberán funcionar a más de 300 V entre conductores y deberán estar provistos de la protección adecuada contra sobrecorriente. La tensión secundaria de dichos transformadores no deberá exceder 300 V entre conductores de cada circuito. Ninguno de los circuitos alimentados por estos secundarios deberá estar puesto a tierra y todos deberán estar provistos de dispositivos aprobados contra sobrecorriente, en todos los conductores.

Los circuitos alimentados directamente por baterías o por grupos motor-generator no deberán estar puestos a tierra, y deberán protegerse contra sobrecorriente de la misma manera que los circuitos alimentados por el secundario del transformador.

- c) Los transformadores aisladores, grupos motor-generador, o baterías y cargadores de baterías, conjuntamente con sus dispositivos contra sobrecorriente en el primario y/o secundario, deberán estar instaladas en lugares no peligrosos, y deberán cumplir con los requisitos del presente Código para tales lugares. Los alambrados del circuito secundario aislado instalado dentro de los lugares peligrosos de anestesia, deberán ser instalados de acuerdo al subcapítulo 6.2.
- d) Circuitos aislados. Un circuito derivado aislado que alimenta un local de anestesia, no deberá alimentar otro lugar.
- e) Monitor de aislación para la línea.
 - i) Además de los dispositivos usuales de control y protección contra sobrecorriente, cada sistema de energía independiente deberá estar provisto de un monitor de aislación (detector de tierra) de funcionamiento continuo, aprobado para este uso que indique la posibilidad de fugas o corriente de falla entre cada conductor aislado y tierra. El monitor deberá estar diseñado para que una luz verde bien visible para el personal del local de anestesia permanezca encendida mientras el sistema esté adecuadamente aislada de tierra. Deberá haber una lámpara roja junto a ella y una señal audible de alarma, remota si se desea, que deberá activarse cuando la corriente peligrosa total (compuesto de las posibles corrientes de fuga resistiva y capacitiva) desde cualquier conductor aislado hacia tierra, alcance un valor máximo de 2 mA en condiciones de tensión nominal de la línea. El monitor de aislación de la línea no debe dar alarma para una corriente peligrosa menor de 0.7 mA.
 - ii) El monitor de aislación de línea debe estar diseñado para tener suficiente impedancia interna, de manera que cuando está adecuadamente conectado al sistema aislado, cuando la máxima corriente interna que pueda pasar por el detector, cuando cualquier punto del sistema aislado esté puesto a tierra, sea de 1 mA.
 - iii) Deberá instalarse un amperímetro ajustado con la corriente peligrosa total del sistema (compuesta de la corriente peligrosa de falla más la corriente peligrosa del monitor) en un lugar visible para el personal del área de anestesia, montado sobre el monitor de aislación. El amperímetro deberá tener la zona de "alarma en funcionamiento" (corriente peligrosa total = 2 mA) aproximadamente en la mitad del centro de la escala.

- f) Los circuitos derivados que alimentan sólo aparatos de alumbrado fijo encima de lugares peligrosos o no peligrosos definidos en 6.10.7.1 (sin aparatos de alumbrado quirúrgicos), o que alimentan sólo equipos de rayos X aprobados, permanentemente instalados, pueden ser alimentados por un sistema convencional puesto a tierra siempre que:
 - i) Un circuito de alumbrado para uso general conectado a una acometida normal, puesto a tierra pueda ser instalado en cada sala de operación.
 - ii) Los aparatos de alumbrado y los equipos de rayos X, (excepto el tubo de rayos X encerrado y los terminales del tubo de alta tensión con cubierta metálica) estén situados a por lo menos 2.45 m por encima del piso o fuera de los locales de anestesia.
 - iii) Los interruptores de los circuitos puestos a tierra estén ubicados fuera de los lugares de anestesia.

- g) Las partes que componen un centro de energía independiente y aprobado para el uso, y su alimentador primario puesto a tierra, se podrán instalar en un local de anestesia, siempre que estén ubicados por encima de un lugar peligroso o de un lugar no peligroso.

6.10.7.6 Equipos e instrumentos de baja tensión

- a) Los equipos de baja tensión que estén frecuentemente en contacto con el cuerpo de personas o tengan elementos expuestos que transportan corriente, deberán:
 - i) Funcionar con tensión de 8 voltios o menos.
 - ii) Ser aprobados como equipo intrínsecamente seguro o equipo de doble aislamiento.
 - iii) Ser resistente a la humedad.

- b) La alimentación eléctrica, deberá ser suministrada desde los equipos de baja tensión por medio de:
 - i) Un transformador de aislamiento portátil individual (no deberá usarse autotransformadores) conectado a una salida de tomacorriente por medio de un cordón y enchufe apropiado; o
 - ii) Un transformador de aislamiento común de baja tensión instalado en lugares no peligrosos; o

 - iii) Baterías de pilas secas individuales; o

- iv) Baterías comunes compuestas de celdas colocadas en un lugar no peligroso.
- c) Los transformadores de aislamiento para la alimentación de circuitos de baja tensión deberán:
 - i) Tener medios aprobados de aislación entre el circuito secundario y el primario, y
 - ii) Tener el núcleo y la cubierta puestos a tierra de manera aprobada.
- d) Se puede usar dispositivos de impedancia o resistencia para controlar equipos de baja tensión, pero éstos no deberán usarse para limitar la máxima tensión disponible del equipo.
- e) Los artefactos accionados por baterías no podrán recargarse cuando estén en funcionamiento, a menos que el circuito de carga tenga incorporado un transformador de aislamiento.
- f) Los tomacorrientes y enchufes que se usan en circuitos de baja tensión, deben ser de un tipo que no permita conectarlos a circuitos de mayor tensión.

6.10.7.7 Otros equipo.

- a) Los equipos de succión, presión o insuflación que tengan elementos eléctricos y estén ubicados o sean empleados en lugares peligrosos, deben estar aprobados para lugares Clase I.
- b) Los equipos de rayos X instalados o empleados en un local de anestesia definido en 6.10.1.2, deberán estar dotados de los medios aprobados para impedir la acumulación de cargas electrostáticas.

Todos los dispositivos de control de rayos X, interruptores, relés, medidores y transformadores, deberán ser de tipo totalmente cerrado y cuando estén instalados o sean empleados en un lugar peligroso, deberán ser registrados para usarlos en locales Clase I, grupo C. El alambrado de alta tensión deberá estar aislado de tierra de manera efectiva y adecuadamente resguardados contra contactos accidentales. Toda la instalación deberá cumplir con los incisos 6.10.7.2 y con 6.10.7.3.

6.10.7.8 Puesta a tierra

En todos los locales de anestesia deberá conectarse a tierra todas las canalizaciones metálicas y todas las partes conductoras de equipos fijos y portátiles, incluyendo los pisos conductoras. Cuando los equipos funcionen a no más de 8 voltios entre conductores no necesitarán ser puestos a tierra.

6.10.8 Comunicaciones, Sistemas de Señalización, Sistemas de Procesamiento de Datos, Sistemas de Señalización para la Protección Contra Incendios y Sistemas de Baja Tensión

6.10.8.1 Áreas para el cuidado de pacientes

Un aislamiento equivalente y una puesta a tierra que sean requeridos para el sistema de distribución eléctrica en los lugares de cuidado de pacientes, deberán estar suministrados para la comunicación, sistemas de señalización, circuitos de sistemas de datos, sistema de señalización contra incendios y sistemas de baja tensión.

6.10.8.2 Otros lugares que no están destinados para el cuidado de pacientes

Véase los requisitos de los subcapítulos 7.4, 7.6 y 8.1.

6.10.8.3 Transmisión de señales entre aparatos

- a) Generalidades. Los cables de señalización instalados permanentemente desde un aparato en una habitación de pacientes hasta los aparatos de control remoto, deberán usar un sistema de transmisión de señalización el cual prevenga el peligro de puesta a tierra de los aparatos interconectados.
- b) Conductor común de puesta a tierra de señalización. Los conductores comunes de puesta a tierra de señalización (p.e. la tierra del chasis para terminales de transmisión simple) pueden usarse entre todos los aparatos ubicados dentro de la vecindad del paciente, siempre que los aparatos estén conectados desde el mismo punto de puesta a tierra de referencia.
- c) Corriente en conductores de protección. Cuando no sea factible el aislamiento eléctrico entre los aparatos en la vecindad del paciente y los aparatos de control remoto, o si es indispensable por razones funcionales interconectar por vía chasis un conductor en el cable de señal (p.e. el blindaje de un cable conectado a cada chasis) deberá hacerse una conexión adicional de puesta a tierra en la vecindad del

paciente entre este conductor y el punto de puesta a tierra de referencia o el punto de puesta a tierra del paciente o la barra de puesta a tierra del cuarto dentro de la vecindad del paciente. Estas conexiones adicionales de puesta a tierra consistirán de un conductor de cobre aislado, permanentemente conectado no menor de 4 mm². No necesitarán cumplir con este párrafo los aparatos que no tengan superficies conductivas expuestas, ni terminales conectados al paciente.

- d) Transmisión de señales exteriores. La línea de transmisión de señales exteriores de artefactos fijados al paciente, deberá ser equipada con protección apropiada al tipo de línea de transmisión usada.

6.10.9 Equipo Terapéutico de Alta Frecuencia Diatérmica

6.10.9.1 Instalación

- a) No esencialmente portátil. Cuando el equipo no sea esencialmente portátil, deberá instalarse permanentemente de acuerdo con los capítulos 1 a 4.
- b) Esencialmente portátil. Cuando el equipo sea esencialmente portátil, el cordón de alimentación deberá ser de tipo de servicio pesado con 3 conductores, y de una capacidad de corriente no menor que la nominal del equipo. El cordón deberá terminar en un enchufe con toma de tierra de tipo aprobado. Para la puesta a tierra del equipo se deberá utilizar un conductor aislado de color amarillo.

6.10.9.2 Aplicadores de los equipos terapéuticos de alta frecuencia diatérmica

La aplicación de la energía de alta frecuencia al paciente se puede efectuar por medio de un campo eléctrico o de un campo inductivo. Las partes conductivas de los aplicadores deberán ser aisladas o cubiertas de manera que presenten un aislamiento seguro para el paciente.

6.10.9.3 Cubierta

Los aparatos convertidores, incluyendo la línea de corriente continua y los circuitos eléctricos de alta frecuencia, pero con exclusión del cordón de alimentación para las unidades portátiles y de los circuitos

de salida, deberán instalarse dentro de una cubierta de material no combustible.

6.10.9.4 Panel de controles

Todo panel de controles deberá ser de construcción de frente muerto.

6.10.9.5 Acceso al equipo interno

El acceso deberá ser a través de paneles que no sean fácilmente desmontables. Los paneles que necesiten quitarse para tener acceso a fusibles, tubos electrónicos, interruptores, elementos de ajuste y para la reposición de dispositivos de sobrecarga, y similares deberán tener rótulos para indicar que hay peligro al retirarlos, o deberán estar provistos de dispositivos de enclavamiento eléctrico adecuado.

6.10.10 Equipos de Rayos X

6.10.10.1 Equipos de rayos X instalados permanentemente

- a) Los equipos de rayos X, instalados permanentemente, además de cumplir con los requisitos de 5.9.8, deberán tener un conductor de cobre aislado, separado, continuo, de una sección no menor de 25 mm^2 que esté asegurado a la estructura del soporte del paciente y a la parte estacionaria del sistema.
- b) Un sistema de rayos X instalado permanentemente, que incluya todo el equipo alimentado por el generador de rayos X, no requiere ser alimentado por un sistema independiente. Los conductores de protección anexos con el equipo tendrán una resistencia máxima de corriente continua de 0.025 ohms, medida entre el chasis y el punto de tierra del paciente.

6.10.10.2 Equipo portátil, movable y transportable

Los equipos de rayos X para usos médicos, movibles o transportables de una capacidad no mayor de 60 Amperes, no necesitarán de circuitos derivados individuales.

6.10.10.3 Capacidades nominales de los conductores de alimentación y de la protección contra sobrecorriente

- a) Las capacidades nominales de los conductores de alimentación de los circuitos derivados y los dispositivos de protección contra sobrecorriente, no deben ser menores que el 50% de la potencia del

régimen momentáneo o el 100% de la potencia del régimen prolongado del equipo de rayos X, escogiéndose el mayor de los dos valores.

- b) La capacidad de corriente y la capacidad nominal de los dispositivos contra sobrecorrientes de un alimentador para dos o más circuitos derivados que alimentan unidades de rayos X, no deberá ser menor que el 100% de la capacidad del régimen momentáneo (como se indica en a) de los dos aparatos de rayos X de diagnóstico médico más grande, más el 20% de la capacidad del régimen momentáneo de otros aparatos de rayos X de diagnóstico médico. Los equipos de rayos X para terapia médica o uso industrial deberán calcularse al 100%.

La capacidad de corriente de los conductores de los circuitos derivados y la capacidad de los medios de desconexión y protección contra sobrecorriente de los equipos de rayos X son generalmente indicados por el fabricante para una instalación específica.

6.11 LOCALES DE REUNIONES PÚBLICAS

6.11.1 Alcances

Las Disposiciones del presente subcapítulo deberán aplicarse a todos los edificios o parte de ellos, diseñados o destinados a ser usados para reuniones de 100 o más personas.

Estos locales de reuniones públicas deberán incluir pero no ser limitadas a: salas de reuniones, auditorios (incluyendo auditorios escolares), mercantiles, negocios, salas de exhibiciones, salas de armas; comedores (incluyendo restaurantes), capillas, salas de baile, museos, pistas de patinaje, gimnasios, boliches, piscinas, clubes, estaciones de medios de transporte público, tribunales y salas de conferencia.

Cuando se ocupe alguna habitación o espacio con el propósito de reuniones para menos de 100 personas en un edificio destinado con otros propósitos, deberá clasificarse como parte de otras ocupaciones y sujetas a las Disposiciones aplicables a ellas.

Cuando cualquiera de estas estructuras de edificios o parte de ellas contiene escenarios de representaciones o de teatros o áreas para la presentación de piezas de teatro o conciertos, que sean fijas o portátiles, las Instalaciones

eléctricas de estas áreas deben cumplir con las Disposiciones aplicables del subcapítulo 6.12.

6.11.2 Otros Capítulos Aplicables

- a) Las áreas peligrosas ubicadas en cualquier lugar de reunión deben instalarse de acuerdo al subcapítulo 6.1 "Lugares peligrosos".
- b) En salas de exhibición, usadas para la presentación de artículos comerciales, las Instalaciones provisionales deben hacerse de acuerdo con el subcapítulo 4.2.

6.11.3 Métodos de Instalación

Los métodos de instalación fijos deben hacerse en canalizaciones metálicas o no metálicas, empotradas en no menos de 5 cm de concreto, con cables tipo de aislamiento mineral con cubierta metálica o con cables tipo MC o similares.

Los cables con cubierta no metálica, cables tipo AC y tubos rígidos no metálicos pueden instalarse en los edificios "o" parte de ellos que no requieren ser clasificados como resistentes al fuego, de acuerdo con el Reglamento Nacional de Construcciones aplicable sobre edificios.

Se exceptuará lo que está permitido en el acápite sobre equipos de sonido y similares, en el subcapítulo 8.1 para circuitos de comunicaciones, en el subcapítulo 7.4 para circuitos de control remoto y de señalización Clase II y Clase III, y en el subcapítulo 7.6 para circuitos de señalización para la protección contra incendios.

6.12 TEATROS Y LUGARES SIMILARES

6.12.1 Generalidades

6.12.1.1 Alcances

Las, prescripciones del presente subcapítulo deberán aplicarse a todos los edificios o partes de edificios diseñados, destinados o utilizados para representaciones teatrales, de óperas, proyección de películas, o usos similares y a estudios de cine o de televisión que incluyan salas de reuniones públicas.

6.12.1.2 Otros capítulos aplicables

Los proyectores para cinematógrafo, la reproducción del sonido y sus Instalaciones deberán cumplir con 6.14 y 5.9.5 respectivamente.

6.12.1.3 Métodos de instalación

El método de instalación fijo deberá ser a base de canalizaciones metálicas, conductos no metálicos empotrados en no menos de 5 cm de concreto, cables con cubierta metálica aislante mineral y cables tipo MC, o similares.

Se exceptuará lo que está permitido en el acápite 5.9.5, en el subcapítulo 8.1 para circuitos de comunicación, en el subcapítulo 7.4 para circuitos de control remoto y de señalización Clase II y Clase III, y en el subcapítulo 7.6 para circuitos de señalización para la protección contra incendios.

Cuando el alambrado para iluminación del escenario y para los efectos de luz del mismo y otras Instalaciones que no sean fijas, deben hacerse con cordones y cables del tipo aprobado.

6.12.1.4 Número de conductores en canalizaciones

El número de conductores permitidos en cualquier tubo metálico liviano para circuitos de escenario o para conductores de control remoto, no deberá ser mayor del indicado en la Tabla 4-XXXIII. Cuando los conductores estén contenidos en un canal auxiliar o en un canal metálico con tapa, la suma de las áreas de las secciones rectas de todos los conductores contenidos en cualquier sección no deberá ser mayor del 20% del área de la sección recta interior del canal auxiliar o del canal con tapa.

6.12.1.5 Resguardo de las partes activas

Las partes activas deberán estar encerradas o protegidas para impedir el contacto accidental con personas y objetos, Todos los interruptores deberán ser del tipo accionado desde afuera. Los reguladores del nivel luminoso, incluidos los reóstatos, deberán ser colocados en caja o gabinete aprobado que contenga todas las partes activas.

6.12.2 Cuadros Eléctricos para Escenarios Fijos

6.12.2.1 Frente muerto

Los cuadros eléctricos para escenarios deberán ser del tipo de frente muerto, de preferencia de caja de acero.

6.12.2.2 Resguardo de la parte posterior del cuadro eléctrico

Los cuadros eléctricos del escenario que tengan partes activas descubiertas en su parte posterior, deberán estar encerrados por las paredes del edificio, por un enrejado de tela metálica u otros medios apropiados. La entrada a esta cubierta deberá ser por medio de una puerta de cierre automático.

6.12.2.3 Control y protección contra sobrecorriente de circuitos de tomacorrientes

En el cuadro eléctrico deberán instalarse los medios necesarios para el control y la protección individual contra sobrecorriente de los circuitos derivados que abastezcan a los tomacorrientes del escenario y de la galería, que se usan para conectar con cordón y enchufe un equipo portátil.

6.12.2.4 Techo metálico

Deberá haber una protección o techo metálico encima del cuadro eléctrico del escenario que lo cubra completamente en toda su longitud, para proteger el equipo instalado en el tablero contra los objetos que puedan caerle accidentalmente, a menos que el tablero esté empotrado o que sea del tipo completamente blindado.

6.12.2.5 Reguladores de intensidad luminosa (dimmers)

Los reguladores de intensidad luminosa deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Desconexión y protección contra sobrecorriente. Cuando los reguladores de intensidad luminosa estén instalados en conductores activos, cada regulador deberá tener una protección contra sobrecorriente no mayor del 125% de su capacidad nominal y se desconectará de todos los conductores activos, cuando el interruptor de alimentación esté en posición de abierto.
- b) Reguladores de intensidad luminosa del tipo de resistencias o de reactancias. Los reguladores de intensidad luminosa del tipo de resistencias o de reactancias en serie pueden ser instalados en cualquier conductor puesto o no a tierra. Si están contruidos para abrir el circuito que los abastece o el que controlan, deberán cumplir con las Disposiciones dadas para los interruptores.

Los reguladores de intensidad luminosa del tipo de resistencia o reactancias instalados en el conductor neutro, no deben interrumpir el circuito.

- c) Reguladores de intensidad luminosa del tipo de autotransformador. El circuito de alimentación de un regulador del tipo de autotransformador, no deberá tener una tensión mayor de 250 V entre conductores. El conductor neutro deberá ser común a los circuitos de entrada y de salida del autotransformador.
- d) Regulador de intensidad luminosa del tipo de estado sólido. El circuito que alimenta un regulador de estado sólido no deberá tener una tensión mayor de 250 V entre conductores. Cuando un conductor neutro alimenta un regulador, deberá ser común para los circuitos de entrada y de salida. La armazón del regulador deberá estar conectada al conductor de protección.

6.12.2.6 Tipos de cuadros eléctricos

Los cuadros eléctricos de escenarios deberán ser uno de los tipos siguientes o de una combinación de ellos:

- a) Manuales. Los reguladores de intensidad luminosa e interruptores se controlan por palancas mecánicamente acopladas a los dispositivos de control.
- b) Control remoto. Los dispositivos están accionados eléctricamente desde un tablero o panel de control piloto. Los tableros de control piloto deben formar parte del cuadro eléctrico o pueden estar ubicados en otro lugar.

6.12.2.7 Alimentadores de cuadros eléctricos de escenarios

Los alimentadores de cuadros eléctricos de escenarios deben ser uno de los que se indican a continuación:

- a) Un alimentador individual controlado por un dispositivo de desconexión individual.
- b) Alimentadores múltiples controlados o protegidos o ambas cosas, por dispositivos separados en un cuadro eléctrico de escenario intermedio, siempre que todos los alimentadores formen parte de un sólo sistema. Cuando se usan varios alimentadores, todos los conductores deben ser de una misma longitud. Los conductores

neutros de alimentadores múltiples deben combinarse; sin embargo, los conductores neutros deben disponerse para que la suma de conductores neutros en una canalización determinada tenga una capacidad de corriente adecuada para la corriente de fase de desequilibrio máxima, permitida para los conductores de otro alimentador de la misma canalización.

6.12.3 Equipos Fijos de Escenarios

6.12.3.1 Carga de los circuitos

Las luces de candilejas, luces colgantes y laterales del proscenio, deberán disponerse de tal manera que ningún circuito derivado que alimente a este equipo lleve una carga mayor de 20 A.

6.12.3.2 Candilejas

- a) Si se emplea un canal metálico para las candilejas, éste deberá ser de placa metálica de espesor no menor de 0.91 mm y especialmente tratada para impedir la corrosión, o de placa galvanizada o acero inoxidable. Los terminales de los portalámparas deberán mantenerse separados del metal del canal por un espacio no menor de 1.5 cm. Los conductores del circuito deberán soldarse a los terminales de cada portalámparas.
- b) Cuando no se utilice el canal metálico especificado en a), las candilejas deberán alimentarse por salidas individuales provistas de portalámparas, instaladas con tubos metálicos pesados, tubo metálico intermedio, o tubo metálico flexible, cables tipo MC, cables de aislante mineral y cubierta metálica, o similares. Los conductores del circuito deberán soldarse a los terminales de los portalámparas.

Las candilejas que puedan ocultarse deberán disponerse en tal forma que la alimentación de corriente se desconecte automáticamente cuando queden ocultas bajo el piso del escenario.

6.12.3.3 Aislamiento de los conductores

Los equipos para candilejas, luces colgantes, luces laterales del proscenio y las líneas de luces portátiles y sus conectores, deberán conectarse con conductores cuyo aislamiento pueda resistir una temperatura no menor de 125 °C.

6.12.3.4 Luces colgantes y luces laterales del proscenio

- a) Generalidades. las luces colgantes y luces laterales del proscenio deberán ser:
 - i) Construidas como se especifica en 6.12.3.2.
 - ii) Adecuadamente soportados
 - iii) Diseñadas de manera que los bordes de los reflectores o alguna otra protección adecuada protejan a las lámparas de daños, mecánicos y de contactos accidentales con las decoraciones y con otros materiales combustibles.
- b) Los cordones para alimentar las luces colgantes deberán ser de los tipos S, ST, SO, STO o similares, de acuerdo ala Tabla 4-IX.

6.12.3.5 Tomacorrientes

- a) Los tomacorrientes destinados a la alimentación de lámparas de arco deberán tener una capacidad no menor de 45 A, y los conductores no deberán ser de sección menor de 10 mm².
- b) Los tomacorrientes destinados a la alimentación de lámparas incandescentes deberán tener una capacidad no menor de 15 A y los conductores no deberán ser de sección menor de 2.5 mm².
- c) Los enchufes para tomacorrientes de lámparas de arco o incandescente no deberán ser intercambiables.

6.12.3.6 Lámparas en compartimentos en la escena

Las lámparas instaladas en compartimentos en la escena deberán estar ubicada y protegidas de tal manera que estén libre de averías mecánicas y tengan una separación de 5 cm entre ellas y de cualquier material combustible.

6.12.3.7 Motores para telones

Los motores para telones provistos de escobillas o contactos deslizantes deberán cumplir con una de las condiciones siguientes:

- a) Ser del tipo totalmente cerrado.
- b) Estar encerrados en cuartos independientes o en cubiertas hechas de materiales incombustibles de manera que no pueda introducirse

en ellas pelusas u otras partículas y estar adecuadamente ventiladas con aire limpio.

- c) Tener las escobillas o los contactos deslizantes dentro de cubiertas metálicas, resistentes y bien cerrados.
- d) Tener el extremo donde están las escobillas o los contactos deslizantes, protegido con una malla metálica o una cubierta de metal perforada, que no tenga orificios de más de 2 mm, en cualquier dirección.

6.12.3.8 Control de reguladores en los ductos de ventilación

Cuando los reguladores en los ductos de ventilación del escenario son controlados por un dispositivo eléctrico, el circuito que acciona el dispositivo deberá estar normalmente cerrado y deberá estar controlado por lo menos por dos interruptores accionados desde afuera y situados en lugares convenientes. El dispositivo se ubicará en la galería alta del escenario y estará encerrado en una caja metálica adecuada.

6.12.4 Cuadro Eléctrico Portátil sobre Escenarios

6.12.4.1 Alimentación

Los cuadros eléctricos portátiles deberán únicamente alimentarse desde salidas instaladas especialmente para este uso. Dichas salidas deberán incluir interruptores con fusibles encerrados o disyuntores accionados desde afuera, instalados en la pared del escenario o en el cuadro eléctrico permanentemente, en lugares fácilmente accesibles desde el piso del escenario.

6.12.4.2 Protección contra sobrecorriente

Los circuitos de los cuadros eléctricos portátiles que alimenten directamente a equipos que contengan lámparas incandescentes de no más de 300 W, deberán tener dispositivos de protección contra sobrecorriente de una capacidad nominal o ajuste no mayor de 20 A. Los circuitos para portalámparas de más de 200 W pueden emplearse si la protección contra sobrecorriente satisface las Disposiciones dadas para los circuitos derivados en 3.1 Los demás circuitos deberán tener dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad o ajuste no mayor que la corriente requerida para la carga conectada.

6.12.4.3 Construcción

Los cuadros de distribución portátiles que se usen en el escenario deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Cubiertas. Los cuadros eléctricos portátiles deberán estar dentro de una cubierta de construcción sólida, que permanezca abierta durante la operación. Las cajas de madera deberán estar completamente forradas con láminas metálicas de 0.6 mm de espesor y en el caso de que la lámina no sea de un tipo resistente a la corrosión, deberá ser galvanizada, pintada o sometida a otro proceso que la proteja contra la corrosión.
- b) Partes activas. Exceptuando lo dispuesto en 6.12.4.3 e) para los reguladores de intensidad luminosa, no deberá existir dentro de la cubierta partes activas expuestas.
- c) Interruptores. Todos los interruptores y disyuntores deberán ser de tipo cerrado y accionado desde afuera.
- d) Protección de los circuitos. Cada conductor activo alimentado desde el cuarto eléctrico deberá tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente. Todos los dispositivos de protección deberán estar provistos de cubiertas en adición a la cubierta del cuadro eléctrico.
- e) Reguladores de intensidad luminosa. Los terminales de los reguladores de intensidad luminosa deberán tener cubiertas, y sus placas frontales deberán disponerse de tal manera que no pueda producirse fácilmente un contacto accidental con los contactos de la placa frontal.
- f) Conductores interiores. Los conductores que vayan dentro de la cubierta del cuadro eléctrico deberán ser del tipo trenzado con revestimiento de asbesto o de otros tipos aprobados para resistir una temperatura de 200 °C. Cada conductor deberá tener una capacidad por lo menos igual a la capacidad del disyuntor, interruptor o fusibles a los cuales alimenta. Se exceptuarán a los conductores para los circuitos de alumbrado con lámparas incandescentes que tengan protección contra sobrecorriente hasta 20 A.

Los conductores deberán estar encerrados en canalizaciones metálicas o sujetas de manera segura, debiendo llevar boquillas, cuando pasen a través de partes metálicas.

- g) Luz piloto. Dentro de la cubierta del cuadro se instalará una luz piloto conectada al circuito general de alimentación del cuadro de tal manera que la abertura del interruptor principal no corte el suministro de la lámpara. Esta lámpara estará en un circuito independiente con una protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajuste no mayor de 15 A.
- h) Conexiones de alimentación. La alimentación a un cuadro eléctrico portátil deberá hacerse por medio de un cordón de los tipos 5,50, ST, STO o similares, que termine dentro de la cubierta del cuadro, o en un interruptor manual principal con fusibles, o un disyuntor que pueda operarse desde el exterior de la cubierta.
- j) Disposiciones de los cables. Los cables deberán protegerse con boquillas cuando entren o salgan de la caja y deberán instalarse de manera que los esfuerzos de tensión no se transmitan a las conexiones.
- k) Terminales. Los terminales donde se conectan cables del escenario deberán colocarse de manera que sean accesibles.

6.12.5 Equipo Portátil de Escenario

6.12.5.1 Lámparas de arco

Las lámparas de arco deberán ser registradas.

6.12.5.2 Cajas de tomacorrientes portátiles

Las cajas de tomacorrientes portátiles deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Caja. La construcción deberá hacerse en forma tal, que no quede expuesta ninguna parte que conduzca corriente.
- b) Tomacorrientes y protección contra sobrecorriente. Cada tomacorriente deberá tener una capacidad no menor de 25 A y deberá protegerse contra sobrecorriente con dispositivos instalados en una caja apropiada.

- c) Barras colectoras y terminales. Las barras colectoras deberán tener una capacidad de corriente igual a la suma de las capacidades en Amperes de todos los tomacorrientes.

La barra deberá proveerse de terminales para la conexión del cable principal.

6.12.5.3 Alambrado de aparatos de alumbrado con brazos

- a) Alambrado del brazo. Los brazos que se usan en las luces de pared del escenario deberá llevar alambrado interior, y el brazo del aparato de alumbrado deberá salir por la parte posterior del escenario, en cuyo extremo se colocará una boquilla. Se podrán usar brazos u otros aparatos con alambrado exterior cuando se utilice cordón reforzado o de otro tipo aprobado para servicio pesado.
- b) Montaje. Los aparatos de alumbrado deberán fijarse firmemente en su sitio.

6.12.5.4 Luces portátiles

Las luces portátiles deberán construirse de acuerdo con los requisitos para luces colgantes y luces laterales del proscenio según 6.11.4.3 a). El cable de alimentación deberá protegerse con boquillas cuando atraviese partes metálicas e instalarse de forma que los esfuerzos de tensión sobre el cable no se transmitan a las conexiones.

6.12.5.5 Guirnaldas

Las uniones en un alambrado de guirnalda deberán ser escalonadas cuando sea factible. Las lámparas dentro de faroles o dispositivos similares de material combustible deberán equiparse con protectores.

6.12.5.6 Efectos especiales

Los dispositivos eléctricos utilizados para simular rayos, cascadas y efectos similares, deberán construirse y ubicarse de manera que las llamas, chispas o partículas calientes no puedan tener contacto con material combustible.

6.12.5.7 Conectores

Los conectores para conductores flexibles deberán construirse de manera que las tensiones mecánicas aplicadas al cordón o cable no se transmitan a las conexiones. El extremo hembra del conector deberá unirse al extremo del cordón o cable de alimentación.

6.12.5.8 Conductores para aparatos portátiles

Los conductores flexibles utilizados para la alimentación del equipo portátil de escenario deberán ser de los tipos S, SO, ST, STO o similares.

6.12.6 Camerinos

6.12.6.1 Portalámparas colgantes

No se deberán instalar portalámparas colgantes en los camerinos.

6.12.6.1 Protectores para lámparas

Todas las lámparas incandescentes de los camerinos que estén a menos de 2.40 m del nivel del piso, deberán equiparse con protectores abiertos en su extremo y permanentemente fijados a la tapa de la caja de salida

6.12.6.3 Interruptores requeridos

Todas las luces y tomacorrientes de los camerinos deberán controlarse por interruptores de pared instalados dentro de los camerinos. Cada interruptor que controle tomacorrientes deberá tener una luz piloto para indicar cuando los tomacorrientes estén bajo tensión.

6.12.7 Puesta a Tierra

Todas las canalizaciones metálicas deberán estar puestas a tierra. Todas las estructuras y cubiertas metálicas del equipo, incluyendo las luces colgantes deberán estar puestas a tierra. Se exceptuarán las estructuras y cubiertas de equipos portátiles con circuitos puestos a tierra que trabajan a una tensión no mayor de 150 V a tierra. Las puestas a tierra deberán hacerse en la forma especificada en 3.6.

6.13 ESTUDIOS DE CINE Y TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES

6.13.1 Alcances

Las prescripciones del presente subcapítulo deberán aplicarse a los estudios de televisión y estudios de cine que usen ya sea películas o cámaras electrónicas, excepto lo dispuesto en el inciso 6.12.1.1 y centros, fábricas, laboratorios, escenarios, o una parte de la edificación en donde se fabrican, exponen, revelan, copian, cortan, editan, rebobinan, reparan o almacenan películas o cintas de un espesor mayor de 22 mm.

6.13.2 Escenario o Estudio

6.13.2.1 Alambrado permanente

El alambrado permanente deberá hacerse con cables tipo MC, MI o en canalizaciones aprobadas. Los circuitos de comunicación, equipos de registro y reproducción de sonido pueden ser instalados de acuerdo al subcapítulo 8.1 y al acápite 5.9.5 respectivamente.

6.13.2.2 Alambrado portátil

El alambrado para luces de estudios, efectos de escena, equipos eléctricos usados para cualquier escenario, y otros alambrados que no tengan ubicación fija, deberá hacerse con cordones y cables flexibles aprobados para el uso. Se permitirán empalmes o derivaciones con cordones usados para alimentar cualquier escenario cuando son efectuados con dispositivos aprobados y el circuito es protegido para no más de 20 A. Tales cables y cordones no deberán sujetarse con grapas o clavaduras.

6.13.2.3 Control de efectos y luces de escenarios

Los interruptores utilizados para el control de efectos y luces de escena (en los escenarios o en exterior), deberán ser del tipo de manipulación externa. Cuando se utilicen contactores como medio de desconexión de fusibles, se deberá instalar un interruptor individual del tipo de manipulación externa a una distancia no mayor de 1.80 m del contactor además de los interruptores de control remoto.

Se puede utilizar un sólo interruptor de manipulación externa para desconectar simultáneamente todos los contactores ubicados sobre cualquier cuadro eléctrico individual, siempre que se ubique a una distancia no mayor de 1.80 m de dicho cuadro.

6.13.2.4 Cajas de tomacorrientes múltiples

Cada tomacorriente de estas cajas deberá tener una capacidad no menor de 30 A.

6.13.2.5 Protección y resguardo de las partes activas

- a) Las partes activas deberán estar encerradas o protegidas para impedir el contacto accidental de personas y objetos.
- b) Los interruptores deberán ser del tipo controlado externamente.

- c) Los reóstatos deberán colocarse en cajas apropiadas, con la palanca de control en la parte exterior.
- d) Las partes de los interruptores principales, cuadros locales, conexiones volantes y cajas de tomacorrientes que transportan corriente, deberán ser encerrados, protegidos o ubicados de manera que las personas no puedan ponerse accidentalmente en contacto con ellas o introducir materiales conductivos que entren en contacto con ellas.

6.13.2.6 Lámparas portátiles

Las lámparas portátiles y luces de trabajo deberán estar equipadas con cordones portalámparas de porcelana recubiertos de metal o de una composición aprobada, y con resguardos sólidos. Se exceptúan las lámparas portátiles empleadas como utilerías en un estudio de cine, estudio de televisión, o en los escenarios exteriores.

6.13.2.7 Lámparas portátiles de arco

Estas lámparas deberán ser de construcción sólida. El arco deberá estar dentro de una caja diseñada para retener las chispas y los carbones, e impedir que las personas o materiales puedan ponerse en contacto con el arco o las partes activas desnudas. Estas cajas deberán estar ventiladas. Todos los interruptores deberán ser del tipo de manipulación externa.

6.13.2.8 Protección contra sobrecorriente. Régimen de corte duración

Los dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente (disyuntores o fusibles) para el sistema de iluminación y los cables de los escenarios en estudios de cine; deberán cumplir con las Disposiciones siguientes:

- a) Cables de escenarios. Los cables para sistemas de iluminación deberán estar protegidos por medio de dispositivos de sobrecorriente ajustados a no más de 400% de los valores indicados en las Tablas 4-V, 4-VI y 4-X.
- b) Alimentadores. En los edificios usados principalmente como estudios de cine para producción de películas, los alimentadores desde las subestaciones a los escenarios deberán estar protegidos por medio de dispositivos de sobrecorriente que tengan la adecuada capacidad de corriente (generalmente ubicados en las subestaciones). Los dispositivos de protección contra

sobrecorriente deberán estar ajustados a no más de 400% de la capacidad de corriente de los alimentadores conforme a la Tabla 4-V, según la clase de aislante usado.

- c) Tableros locales. Se deberá instalar protección contra sobrecorriente en los tableros "locales". Los fusibles de dichos tableros no tendrán una capacidad mayor del 400% de la capacidad de corriente de los cables entre estos tableros y las cajas de tomacorrientes.
- d) Cajas de tomacorrientes múltiples. Cuando las cajas de tomacorrientes no tienen dispositivos de protección contra sobrecorriente, cada cable o cordón de sección menor de 6 mm² alimentado a través de la caja de tomacorrientes deberá fijarse a dicha caja por medio de un enchufe que tenga dos fusibles de cartucho o de un disyuntor. La capacidad de los fusibles o el ajuste de los disyuntores no será mayor del 400% de la capacidad de corriente dada en las Tablas 4-V, 4-VI, 4- X.
- e) Alumbrado. Las luces de trabajo, lámparas de pie y equipo de iluminación se deberán conectar a las cajas de tomacorrientes por medio de enchufes que tengan dos fusibles de cartucho no mayores de 20 A o pueden ser conectados a salidas especiales en circuitos protegidos por fusibles o disyuntores no mayores de 20 A. Los enchufes con fusibles no se usarán, a menos que estén del lado de la carga de los fusibles o disyuntores de los "Tableros Locales".

6.13.2.9 Sección de los conductores alimentadores para estudios de televisión

- a) Generalidades. Para todos los alimentadores instalados permanentemente entre subestaciones y escenarios, y para todos los subalimentadores instalados permanentemente entre el cuadro eléctrico principal del escenario y los diferentes centros de distribución o tableros locales, se podrán usar los factores de demanda que se dan en la Tabla 6-III, aplicados a la parte del máximo valor posible de la carga conectada, que corresponda al alumbrado del estudio o escenario.
- b) Alimentadores portátiles. Para los alimentadores portátiles, podrá aplicarse un factor de demanda de 50% al máximo valor posible de la carga conectada.

TABLA 6-III A
FACTORES DE DEMANDA DE ALUMBRADO DEL ESCENARIO

Carga total de alumbrado del escenario (W)	Factor de demanda del alimentador %
Hasta 50,000	100
De 50,001 hasta 100,000	75
De 100,001 hasta 200,000	60
Sobre 200,000	50

6.13.2.10 Puesta a Tierra

Los tubos, cables blindados, canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas de los artefactos, dispositivos y equipos que no transportan corriente, deberán ponerse a tierra como se indican en 3.6. Esto no se aplicará a las lámparas colgantes y portátiles, a los equipos de alumbrado y de sonido del escenario, ni a otro equipo especial de escenario portátil, o semiportátil que trabaje a una tensión no mayor de 150 V a tierra

6.13.3 Lámparas en la Masas de Vistas, Corte y Empalme

En las mesas de vista, corte y empalme de películas, se deberán utilizar portalámparas de porcelana recubiertos de metal o de una composición aprobada, y deberán ser del tipo sin interruptor, equipadas con resguardos para proteger las lámparas contra daños mecánicos.

6.13.4 Bóvedas para el Almacenamiento de Películas

6.13.4.1 Lámpara en bóveda para almacenamiento de películas

Las lámparas en las bóvedas para el almacenamiento de películas deberán ser de tipo rígido, y deberán estar equipadas con globos estancos al vapor. Las lámparas deberán controlarse con un interruptor de dos polos instalados fuera de la bóveda, y provistos de una luz piloto. Este interruptor deberá desconectar todos los conductores activos que alimenten cualquier salida dentro de la bóveda.

6.13.4.2 Motores y otros equipo. eléctricos dentro de la bóveda

En las bóvedas para almacenamiento de películas no deberán instalarse tomacorrientes, motores eléctricos, calentadores, lámparas portátiles u otros equipos portátiles.

6.13.5 Subestaciones

6.13.5.1 Generalidades

El alambrado y equipo para más de 600 V deberá estar de acuerdo con el subcapítulo 7.2.

6.13.5.2 Cuadros eléctricos de baja tensión

Los cuadros eléctricos con tensiones de 600 V o menos, deberán cumplir con el subcapítulo 4.10.

6.13.5.3 Protección contra sobrecorriente de los generadores de corriente continua

Los generadores de corriente continua de tres conductores, deberán tener una protección mediante los dispositivos de sobrecorriente que tengan las capacidades o ajustes de acuerdo con la capacidad nominal del generador. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente pueden ser de un polo o de doble polo y no necesitan tener un polo o una bobina de sobrecorriente en el conductor neutro.

6.13.5.4 Espacio de trabajo y resguardos

El espacio de trabajo y los resguardos en las subestaciones fijas y permanentes deberán estar de acuerdo con los acápites 2.1.15 y 2.1.16; a excepción de los cuadros eléctricos de DC para tensiones no mayores de 250 V entre conductores, que no necesitan ser del tipo de frente muerto cuando estos se encuentran instalados en subestaciones o en locales de tableros, solamente accesibles al personal calificado.

6.13.5.5 Subestaciones portátiles

El alambrado y el equipo en subestaciones portátiles deberán estar de acuerdo con los acápites que se aplican a las Instalaciones de subestaciones fijas y permanentes, pero debido al limitado espacio disponible, los espacios de trabajo pueden ser reducidos, siempre que el equipo esté dispuesto para que el operador pueda hacer su trabajo con seguridad y que otras personas en su proximidad no puedan ponerse accidentalmente en contacto con las partes con corriente, ni poner objetos conductores en contacto con ellas mientras estén con corriente.

6.13.5.6 Puesta a tierra de las subestaciones

Las partes conductivas deberán estar puestas a tierra; a excepción de la armazón de los disyuntores de corriente continua instalados en los cuadros eléctricos.

6.14 PROYECTORES DE CINE

6.14.1 Alcances

Las prescripciones del presente subcapítulo se aplican a los lugares donde se proyectan películas, proyectores de cine y equipos asociados de tipo profesional usando fuentes de luz tipo incandescentes, arcos de carbón, xenón u otros, los cuales producen gases, polvos o radiaciones peligrosas.

6.14.2 Definiciones

6.14.2.1 Proyector profesional

Es aquel tipo de proyector que usa películas de 35 ó 70 mm con un ancho mínimo de 13/8 pulgadas, y que tiene 5.4 perforaciones por pulgada en cada margen, o es aquel tipo de proyector que usa equipos con fuentes de luz de arco de carbón, xenón u otros, los cuales producen gases, polvos o radiaciones peligrosas.

6.14.2.2 Proyector no profesional

Es aquel tipo de proyector diferente al descrito en 6.14.2.1.

6.14.3 Equipo. y Proyectores del Tipo Profesional

6.14.3.1 Lugares requeridos para proyectores de cine

Cada proyector del tipo profesional deberá estar ubicado dentro de una sala de proyecciones. Toda sala de proyección deberá ser de construcción fija, aprobada para el tipo de edificación en el cual la sala de proyección está ubicada. Todas las aberturas de proyección, aberturas para la reflexión de la luz, aberturas de observación y aberturas similares, deberán estar provistas con lunas u otros materiales aprobados tal que la abertura esté cerrada completamente. Tales lugares no deberán considerarse como lugares peligrosos.

6.14.3.2 Lugares para equipos eléctricos juntos

- a) Los grupos motor-generator, transformadores, rectificadores, reóstatos y equipo similar para el suministro o control de corriente para un equipo de proyección o reflexión deberán ubicarse, siempre que sea factible, en locales separados. Cuando se ubiquen en el mismo local de proyección se colocarán o resguardarán de forma que los arcos o las chispas no puedan alcanzar la película, y los grupos motor-generator tendrán el extremo o extremos del

conmutador protegidos de acuerdo con las Disposiciones de 6.12.3.7.

- b) Los interruptores, dispositivos de sobrecorriente u otro equipo que normalmente no son requeridos o usados para proyectores, reproducción de sonido, reflectores u otras lámparas de efectos especiales u otros equipos, no deberán instalarse en locales o cabinas de proyección. Salvo interruptores de mando a distancia para el control de luces del auditorio o el interruptor para el motor que acciona el telón de la pantalla cinematográfica.

6.14.3.3 Espacio de trabajo

Cada proyector de cine, lámpara proyectante, proyector o equipo similar deberá tener un espacio de trabajo libre no menor que 765 mm de ancho en cada lado y al fondo de éste.

6.14.3.4 Sección del conductor

Los conductores que alimentan salidas para proyectores de arco y xenón de tipo profesional no deberán ser menores que 6 mm² de sección y serán de suficiente capacidad para el proyector empleado. Los conductores para proyectores de lámparas incandescentes se ajustarán a las reglas para el alambrado normal como está prevista en 3.1.2.6.

6.14.3.5 Conductores o lámparas y equipos calientes

En todas las lámparas u otro equipo donde la temperatura ambiente en los conductores aislados sea mayor de 50 °C, deberán utilizarse conductores con aislante que tengan una temperatura máxima de trabajo de 200 °C.

6.14.3.6 Cordones

Para el equipo portátil deberá utilizarse cordones para trabajo pesado, de acuerdo a la Tabla 4-IX

6.14.3.7 Aprobación

Los proyectores y las cubiertas para lámparas de arco, xenón e incandescentes y rectificadores, transformadores, reóstatos y equipo similar deberán ser de tipo aprobado.

6.14.3.8 Marcación

Los proyectores y demás equipos deberán estar identificados con el nombre del fabricante o marca de fábrica, y con la tensión y corriente para los cuales han sido diseñados, de acuerdo con 2.1.19.

6.14.4 Proyectores del Tipo no Profesional

Los proyectores del tipo no profesional o del tipo miniatura no necesitan de una sala de proyección si solamente utilizan películas de acetato de celulosa o similar.

6.15 CONSTRUCCIONES PREFABRICADAS

6.15.1 Alcances

Las prescripciones del presente subcapítulo deberán aplicarse a todas las construcciones prefabricadas y/o sus componentes.

6.15.2 Definiciones

6.15.2.1 Construcciones prefabricadas

Son aquellas construcciones de tipo cerrado y que están hechas de partes prefabricadas que se fabrican o ensamblan fuera o en la obra, para ser instaladas juntas y formar un conjunto que no sea una vivienda móvil o vehículo de recreo.

6.15.2.2 Componentes de Construcciones

Subsistema, subconjunto o cualquier sistema diseñado para formar parte integral o ser usado en una estructura que puede incluir sistemas estructurales, eléctricos, mecánicos, de plomerías y de protección contra incendios y otros sistemas relacionados con la salud y la seguridad.

6.15.3 Acometidas

- a) Los conductores de acometidas deben cumplir con los requisitos del subcapítulo 4.4 del Tomo IV, y deberán ser instalados en la obra después de ser levantada la construcción, a menos que el punto de conexión sea conocido con anterioridad.
- b) El equipo de conexión ubicado dentro o fuera de la construcción, deberá estar en un punto accesible y lo más cercano posible a la entrada de los conductores.

- c) Se deberá proporcionar las facilidades necesarias para el paso del conductor de protección desde el equipo de conexión hasta el punto de conexión al electrodo.

6.15.4 Métodos de Instalación

- a) Todos los métodos de instalación de canalizaciones y cables incluidos en el presente Código y otros sistemas especialmente diseñados y aprobados para uso en construcciones prefabricadas, se permitirán con accesorios aprobados para construcciones prefabricadas.
- b) En construcciones cerradas, los cables pueden ser asegurados solamente en cabinas, cajas o accesorios donde los conductores de una sección de 4 mm^2 o menos sean usados o protegidos contra daños físicos.
- c) Los tableros prealambrados y/o los componentes de construcciones, deberán proveer los puentes de unión y la puesta a tierra de todas las partes metálicas expuestas que pudieran hacer contacto con partes activas, conforme a lo prescrito en 4.4. del Tomo IV.
- d) Se permite instalar cajas de salidas de dimensiones distintas a las que se encuentran especificadas en la Tabla 4-XLIII, cuando estén aprobados por normas aplicables. Las cajas hasta 1600 cm^3 aprobadas para su uso e instaladas en una construcción cerrada, deberán ser sujetadas de una manera rígida y segura.

6.15.5 Accesorios y Conectores

Los accesorios y conectores podrán ser encerrados en el momento del ensamblaje de la obra, para la interconexión de módulos o de otros componentes en la obra, cuando estén aprobados por normas aplicables. Estos accesorios y conectores deberán ser iguales a los del método de instalación empleado, con relación a las características de aislación, incremento de temperatura, resistencia a la corriente del cortocircuito, además de soportar las vibraciones y movimientos pequeños relativo que se produzcan

6.15.6 Protección de los Conductores y de los Equipos

Deberá proveerse la protección adecuada para los conductores y equipos expuestos durante los procesos de fabricación, embalaje, transporte y el montaje en las obras de construcción.

6.16 EMBARCADEROS Y ESTACIONAMIENTO DE EMBARCACIONES

6.16.1 Alcances

Las prescripciones del presente subcapítulo se aplican a las Instalaciones de alambrados y equipos en muelles flotantes o fijos; embarcaderos, diques secos y en otras áreas utilizadas para el estacionamiento de embarcaciones y en lugares usados para la construcción, reparación, depósito de pequeñas embarcaciones, como también Instalaciones de rampas de botaduras, atracaderos y suministro de combustibles.

6.16.2 Otros capítulos aplicables

Las Instalaciones y equipos para embarcaderos u estacionamientos para embarcaciones deben cumplir con el presente subcapítulo y con la Disposiciones de otros capítulos del presente Código que sean aplicables.

6.16.3. Tomacorrientes

Los tomacorrientes que suministren energía desde la orilla a embarcaciones, deberán tener una capacidad nominal no menor de 15 A y serán simples y del tipo de cierre de enganche y de puesta a tierra.

6.16.4 Circuitos Derivados

Cada tomacorriente simple que suministre energía desde la orilla a embarcaciones, deberá estar alimentado por un circuito derivado individual, de tensión y capacidad que correspondan a la capacidad del tomacorriente.

6.16.5 Alimentadores y Acometidas

La carga de los alimentadores de los conductores de acometida que suministren energía a tomacorriente que alimenten embarcaciones, se calculará de acuerdo a la Tabla 6-IV siguiente:

**TABLA 6-IV
CARGA DE LOS ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS**

Número de Tomacorrientes	Porcentaje de la Suma de las Capacidades Nominales de los Tomacorrientes
De 1 a 4	100
De 5 a 8	90
De 9 a 13	80
De 14 a 30	70
De 31 a 50	50
De 51 a 100	40
Más de 100	30

6.16.6 Métodos de Instalación

Cuando el alambrado esté expuesto a la intemperie o al agua, deberán usarse uno o varios de los métodos siguientes:

- Tubo rígido no metálico aprobado para este uso.
- Cables tipo MI o similar.
- Cables no metálicos para este uso.
- Tubo metálico pesado o intermedio resistente a la corrosión y aprobado para el uso.
- Alambrado subterráneo que cumpla con los requisitos de este Código.
- Cable tipo MC o similar aprobado para el uso.

Cuando se requiera flexibilidad, deberán usarse otros tipos aprobados para el uso; o se podrá instalar conductores a la vista con autorización de la Autoridad Competente.

6.16.7 Puesta a Tierra

6.16.7.1 Equipos para ser puestos a tierra

Las partes indicadas a continuación deberán ser conectadas a un conductor de protección instalado con los conductores del circuito de una misma canalización o cable:

- Cajas, gabinetes y todas las cubiertas metálicas
- Las estructuras metálicas de los equipos de utilización.
- Los terminales de puesta a tierra de los tomacorrientes de tipo puesto a tierra

6.16.7.2 Tipo de conductor de protección

El conductor de protección deberá ser un conductor de cobre con aislamiento de color amarillo.

6.16.7.3 Sección del conductor de protección

El conductor aislado de protección deberá tener una sección determinada de acuerdo con 3.6.10.5, pero no menor de 2.5 mm².

6.16.7.4 Conductor de protección del circuito derivado

El conductor aislado de protección para circuito derivado terminará en un terminal de puesta a tierra en un tablero distante o en el terminal de puesta a tierra del equipo de conexión.

6.16.7.5 Conductor de protección de los alimentadores

Cuando un alimentador sirve a un tablero distante, deberá instalarse un conductor aislado de protección desde un terminal de puesta a tierra en

el equipo de conexión, hasta un terminal de puesta a tierra en el tablero distante.

6.16.8 Alambrado por Encima y por Debajo del Nivel de Agua

Las Instalaciones eléctricas por encima o por debajo del agua en vías navegables deben estar aprobadas por la Autoridad Competente.

6.16.9 Estación de Servicio de Expendio de Gasolina

6.16.9.1 Lugares clasificados peligrosos

Los lugares indicados a continuación deberán clasificarse como Clase I, División 1:

- a) El espacio dentro del surtidor desde su base hasta un nivel de 1.22 m, medido verticalmente desde su base.
- b) El espacio exterior al surtidor hasta una distancia de 1.22 m, medido horizontalmente desde cualquier punto del surtidor y de 0.45 m desde el nivel de la base del surtidor hacia arriba.
- c) Todo el espacio entre la base del surtidor y el nivel más bajo del agua hasta una distancia de 1.22 m medido horizontalmente desde cualquier punto anterior del surtidor.

6.16.9.2 Lugares al aire libre

Los lugares indicados a continuación deberán clasificarse como Clase I, División 2. (Los lugares clasificados en 6.16.9.1 que antecede, no se incluyen en esta clasificación. Los edificios que estén dentro de los lugares indicados a continuación y que no tengan su atmósfera adecuadamente separada, deben incluirse). Cada lugar debe incluir el volumen completo contenido dentro de los límites siguientes:

- a) Un límite horizontal de 6 m desde todos los puntos de las paredes exteriores del surtidor.
- b) Un límite superior de 0.45 m, medido verticalmente desde el nivel de la base del surtidor.
- c) Un límite inferior que debe ser el nivel más bajo del agua.

6.16.10 Sellado

6.16.10.1 En el surtidor

Deberá proveerse un sello adecuado en cada tubería que entre o salga del surtidor o de cualquier cavidad o recinto que esté en comunicación directa con él.

6.16.10.2 En los linderos

Deberá proveerse otros sellos de acuerdo con 6.2.4. Los puntos 6.2.4.1 d) y 6.2.4.2 b) deberán aplicarse a los linderos horizontales y verticales de los lugares peligrosos indicados anteriormente.

CAPÍTULO 7

CONDICIONES ESPECIALES

7.1 SISTEMA DE EMERGENCIA

7.1.1 Generalidades

7.1.1.1 Alcance

El presente subcapítulo se deberá aplicar en la instalación, operación y mantenimiento de circuitos, sistemas y equipos destinados a suministrar iluminación y fuerza esenciales para la seguridad de la vida y la propiedad, en el caso de fallar el suministro normal, y donde tales circuitos o sistemas sean exigidos y/o clasificados como de "Emergencia" por un Reglamento o Código Nacional, regional o local.

Los sistemas de emergencia son generalmente instalados en lugares de reunión donde se necesita alumbrado artificial, tales como Edificaciones ocupadas por gran número de personas, hoteles, teatros, campos de deportes, hospitales e instituciones similares.

Los sistemas de emergencia pueden suministrar energía para funciones como las de refrigeración esencial, operación de aparatos de respiración mecánicas, ventilación cuando sea esencial para el mantenimiento de la vida, iluminación y fuerza para salas de operaciones en hospitales, los sistemas de alarma contra incendio, las bombas de incendio, los equipos destinados a procesos industriales donde la interrupción de corriente produciría serios peligros, los sistemas de altavoces públicos y equipos similares.

7.1.1.2 Aprobación del equipo

Todos los equipos deberán estar aprobados para ser utilizados en sistemas de emergencia.

7.1.1.3 Pruebas y mantenimiento

- a) La Autoridad Competente deberá realizar o presenciar una prueba del sistema completo al ser instalado y posteriormente a intervalos periódicos de tiempo.
- b) Los sistemas deberán comprobarse periódicamente siguiendo un plan aceptado por la Autoridad Competente, para asegurar su mantenimiento en buenas condiciones de funcionamiento.
- c) Cuando se emplee baterías, incluyendo los acumuladores utilizados para el arranque o encendido de máquinas auxiliares, la Autoridad Competente deberá exigir un mantenimiento periódico.
- d) Deberá guardarse un registro escrito de tales comprobaciones y mantenimiento.
- e) Deberá proveerse medios para la prueba con carga de los sistemas de emergencia de alumbrado y fuerza, en el lugar del generador, interruptor de transferencia, batería central u otros lugares adecuados a juicio de la Autoridad Competente.

7.1.1.4 Capacidad

Los sistemas de emergencia deberán tener capacidad y régimen adecuados para el funcionamiento de emergencia de todos los equipos conectados al sistema.

7.1.2 Suministro de Energía

7.1.2.1 Sistemas

El suministro de corriente deberá ser tal que en caso de falla del suministro normal a la edificación o grupo de Edificaciones, el alumbrado o la fuerza de emergencia o ambos, estén disponibles de inmediato. Debe tenerse en cuenta la clase de servicio que se necesite, si es de corta duración como son las luces de salida de un teatro, o de larga duración como el suministro de emergencia para fuerza y alumbrado debido a la falta de corriente durante un largo período provocado por anomalías dentro o fuera de la edificación como es el caso de un hospital.

- a) Baterías de acumuladores. Deberán tener suficiente capacidad para mantener suministrada, con no menos del 87.5% de la tensión del sistema, la carga total de los circuitos que alimentan el alumbrado y la fuerza de emergencia durante un período de por lo menos una hora y media.

Las baterías, ya sean del tipo alcalino o ácido deberán estar diseñadas y construidas de modo que reúnan los requisitos para servicio de emergencia, y deberán ser compatibles con el cargador para la instalación específica.

Las baterías del tipo ácido-plomo que necesitan que se les agregue agua deberán estar provistos de envases transparentes o translúcidos, a menos que la batería de acumuladores no requiera mantenimiento. No deberán usarse baterías de acumuladores del tipo para automóvil. Deberá proveerse medios para cargar automáticamente las baterías.

- b) Grupo generador. Un grupo generador accionado por fuerza motriz deberá ser aceptable por la Autoridad Competente y de una capacidad de acuerdo con lo señalado en 7.1.1.4. Se le deberá proveer medios para el arranque automático cuando falle el servicio normal, y medios automáticos de transferencia de la alimentación normal a la de emergencia para alimentar las cargas necesarias para la protección de la vida humana. Para los hospitales, el intervalo de tiempo entre el instante de la interrupción del servicio normal y la puesta en funcionamiento del servicio de emergencia, no deberá ser mayor de 10 segundos. Deberá proveerse un dispositivo con ajuste mínimo de tiempo de 15 minutos para impedir el restablecimiento en corto tiempo del servicio normal.

Cuando se use como fuerza motriz un motor de combustión interna, deberá proveerse en el sitio suficiente combustible para hacer funcionar la fuerza motriz a plena carga durante 2 horas.

Cuando el medio de arranque de la fuerza motriz sea una batería, ésta deberá ser adecuada para el uso y deberá estar equipada con medios de carga automáticos.

- c) Unidades. Las unidades individuales para iluminación de emergencia deberán incluir:
- Una batería de acumuladores recargable.
 - Un cargador de baterías
 - Una instalación para una o más lámparas montadas en una unidad y/o puede tener terminales para lámparas remotas.
 - Un dispositivo de relé dispuesto para energizar automáticamente las lámparas al fallar la alimentación de la unidad.

Las baterías de acumuladores deberán ser de características nominales y de capacidad adecuadas para alimentar y mantener a no menos del 87.5% de la tensión nominal de la batería, la carga total de lámparas anexas a la unidad, durante un período de 1.5 horas, o deberán alimentar y mantener no menos del 60% de la iluminación inicial de emergencia por un período de 1.5 horas. Las

baterías que sean del tipo ácido o alcalino deberán diseñarse y fabricarse para cumplir con los requisitos del servicio de emergencia.

Las unidades deberán sujetarse permanentemente en su lugar (no deberán ser portátiles) y todo el alambrado o cada unidad deberá estar de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de instalación del capítulo 4.

Las conexiones con cordón y enchufe pueden usarse siempre que la longitud del cordón no sea mayor de un metro.

El circuito derivado que alimenta la unidad debe ser el mismo circuito derivado que alimenta normalmente el alumbrado en el área y debe estar conectado antes que cualquier interruptor local.

Los aparatos de iluminación de emergencia que reciban su alimentación de una unidad y que no forman parte de ella, deberán estar alambrados a la unidad como se indica en 7.1.3.5 y por uno de los métodos de instalación del capítulo 4.

7.1.2.2 Suministro auxiliar

Los requisitos de 7.1.1.4 y 7.1.2.1, deberán aplicarse también a las Instalaciones en las cuales toda la carga eléctrica de un alimentador o derivación se disponga para ser alimentado por un segundo suministro.

7.1.3 Circuitos de Emergencia para Alumbrado y Fuerza

7.1.3.1 Cargas en circuitos derivados de emergencia

Los circuitos de alumbrado de emergencia no deberán alimentar artefactos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para su utilización en servicio de emergencia.

7.1.3.2 Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia deberá incluir las luces de salida requeridas y todas las demás luces especificadas como necesarias para obtener un alumbrado suficiente.

Los sistemas de emergencia para alumbrado deben ser diseñados e instalados de manera tal que la falla de un elemento individual, como el caso de quemarse el filamento de una bombilla, no deje áreas en completa oscuridad.

7.1.3.3 Señalización

Donde sea factible deberán instalarse dispositivos de señales audibles y visibles para los fines siguientes:

- Dar aviso de avería del suministro de emergencia o auxiliar.

- Indicar cuando las baterías de acumuladores o el grupo generador estén suministrando carga.
- Indicar mediante una señal visual que el cargador de baterías está funcionando normalmente.

7.1.3.3 Circuitos para alumbrado de emergencia

Los circuitos derivados para alumbrado de emergencia deberán instalarse de forma tal que entren en funcionamiento cuando el suministro normal de alumbrado se interrumpa; y tal instalación deberá obtenerse por uno de los medios siguientes:

- a) Un suministro de alumbrado de emergencia, independiente del sistema general de alumbrado con medios para sistema provea suficiente corriente para el alumbrado de emergencia. A menos que ambos sistemas se utilicen para el alumbrado normal y se mantengan encendidos los dos, deberán proveerse medios automáticos para que cada uno se ponga en marcha cuando falle el otro. Uno u otro sistema o ambos pueden formar parte del sistema general de alumbrado del local protegido, si los circuitos que alimentan las luces para alumbrado de emergencia están instalados de acuerdo con los otros acápite del presente subcapítulo.

7.1.3.4 Circuitos de fuerza para emergencia

Los circuitos derivados que alimentan equipos clasificados como de emergencia, deberán tener una fuente de alimentación de emergencia a la cual deberá transferirse automática e inmediatamente la carga cuando falla el suministro normal

7.1.3.5. Alambrado independiente

El alambrado de los circuitos de emergencia deberá ser completamente independiente de otras Instalaciones y equipos, y no deberá instalarse en la misma canalización, caja o gabinete con otro alambrado, a menos que:

- Sea para interruptores de transferencia.
- Sea para aparatos de alumbrado de salida o de emergencia, alimentados por dos fuentes.

7.1.4 Control

7.1.4.1 Requisitos para los interruptores

Los interruptores instalados en los circuitos de alumbrado de emergencia deberán disponerse de forma que solamente sean controlados por personas autorizadas. No deberán instalarse interruptores conectados en serie, ni interruptores de 3 ó 4 vías.

- a) Cuando dos o más interruptores de una vía están conectados en paralelo para controlar un sólo circuito, por lo menos uno de estos

interruptores deberá ser accesible solamente a personas autorizadas.

- b) Se permiten interruptores adicionales que puedan solamente encender las luces de emergencia, pero no apagarlas.

7.1.4.2 Ubicación de los interruptores

- a) Todos los interruptores manuales que controlen circuitos de emergencia deberán estar ubicados en lugares convenientes para las personas responsables de su maniobra. En un lugar de reuniones como en el caso de un teatro, deberá ubicarse un interruptor en el vestíbulo para controlar el sistema de alumbrado de emergencia, o en un lugar al que se pueda llegar con facilidad.
- b) En ningún caso el interruptor de control del sistema de alumbrado de emergencia de un teatro o de una sala de proyecciones de cine, deberá colocarse en la cabina de proyección o en el escenario.

7.1.4.3 Otros interruptores

Las luces exteriores de una edificación que no se necesitan para la iluminación cuando la luz del día es suficiente, pueden ser controladas mediante un dispositivo automático accionado por la luz, de tipo aprobado para el uso.

7.1.5 Protección contra sobrecorriente

Los dispositivos de sobrecorriente de los circuitos derivados de emergencia, deberán ser accesibles solamente a personas autorizadas.

7.2 TENSIONES NOMINALES MAYORES DE 600 V

7.2.1 Generalidades

7.2.1.1 Alcance

El presente subcapítulo abarca los requisitos generales para todos los circuitos y equipos que trabajan a más de 600 V. Para instalaciones específicas véase otros capítulos del presente Tomo.

7.2.1.2 Método de instalación de cables y conductores

- a) Conductores y cables por encima del nivel del piso. Los conductores deberán ser aislados y deberán ser instalados en tubería metálica pesada, en bandejas metálicas o en cualquier otra canalización adecuada, o se deberá utilizar un cable con armadura colocado a la vista y adecuado para el uso y fin al que se le destina.

En lugares accesibles únicamente a personal calificado, se puede usar cable a la vista con cubierta no metálica; también se pueden usar barras o conductores desnudos.

- b) Cables subterráneos. Los cables subterráneos deberán ser adecuados para la tensión y condiciones en que sean instalados y deberán cumplir con el acápite 2.3.1 del Tomo IV. Para tensiones mayores que las indicadas en el acápite anteriormente mencionado se podrán adoptar las características garantizadas por los fabricantes.

Los cables subterráneos podrán instalarse directamente enterrados o en ductos a las profundidades mínimas indicadas en la Tabla 7-I.

TABLA 7-I
PROFUNDIDAD MÍNIMA DE INSTALACIÓN EN mm

Tensión del circuito	Cables directamente enterrados	Tubería rígida no metálica aprobada para colocación directamente enterrada (*)	Tubería metálica pesada y tubería metálica intermedia
Mayor de 600 V – 22kV	700	450	150
Mayor de 22k V – 40kV	900	600	150
Mayor de 40kV	1050	750	150

* Registrada por un laboratorio de pruebas como apropiada para su colocación directamente enterrada sin embutirla. Cualquier otro sistema con elementos no metálicos necesita una capa de concreto de 5 cm o equivalente por encima de la tubería, adicionalmente a las profundidades indicadas en la Tabla 7-1.

Deberán considerarse las siguientes excepciones:

- Se podrá reducir las profundidades mínimas señaladas en la Tabla 7-1 en 15 cm por cada 5 cm de espesor de concreto o equivalente por encima de los cables.
- Se permiten profundidades menores donde los cables y conductores salen de la tierra con fines de empalme o determinación o donde requieran ser accesibles por alguna otra razón.
- Para las áreas sometidas a circulación intensa de vehículos, tales como estacionamientos comerciales, la profundidad mínima debe ser de 60 cm.
- En pistas de aeropuertos incluyendo áreas adyacentes en las cuales el acceso esté prohibido, los cables pueden ser enterrados sin canalización ni revestimiento de concreto o equivalente, a profundidades no menores de 45 cm.

- Las canalizaciones instaladas en rocas sólidas pueden estar enterradas a profundidades menores, cuando estén recubiertas de concreto de 5 cm de espesor, el cual puede extenderse por la superficie de la roca.
- i) Protección contra daños. Los cables que salen del suelo deberán estar contenidos en canalización aprobada. Las canalizaciones instaladas en postes deberán ser de tubería metálica pesada, de tubería metálica intermedia o de otra equivalente, alcanzando una altura de 2.40 m por encima del nivel del piso terminado.
Los cables que entran a una edificación deberán estar protegidos por una envoltura adecuada desde su salida del suelo hasta el punto de entrada. Las envolturas metálicas deberán ser puestas a tierra.
- ii) Empalmes. Se podrán empalmar los cables directamente enterrados o hacer derivaciones en ellos sin utilizar cajas de empalmes, siempre que se utilicen materiales adecuados para esta aplicación.
Las derivaciones y empalmes deben ser herméticos al agua y estar protegidos contra daños mecánicos.
Cuando los cables son apantallados, la pantalla debe ser continua a través de los empalmes o derivaciones.
- iii) Rellenos. Los materiales de relleno que contengan rocas grandes, pavimentos, escorias, sustancias angulares con bordes agudos o de gran dimensión o materiales corrosivos, no deberán colocarse en excavaciones donde los materiales pudieran dañar canalizaciones, cables u otras subestructuras o impedir la compactación adecuada del relleno o contribuir a la corrosión de las canalizaciones, cables u otras subestructuras.
- iv) Sellos de canalización. Cuando una canalización salga de un sistema subterráneo, el terminal dentro de una edificación deberá sellarse con un material compuesto y adecuado que impida la entrada de humedad o gases, o deberá estar dispuesta en tal forma que evite el contacto de la humedad con las partes activas.

7.2.1.3 Terminación de conductores apantallados

Los materiales de pantallas metálicas y de cualquier otra pantalla de material estático conductor o semiconductor de los cables con pantalla, deberá quitarse hasta una distancia segura de acuerdo con la tensión del circuito en todos los terminales de la pantalla. En tales puntos deberán instalarse terminales de cables o dispositivos similares para producir los esfuerzos eléctricos.

Los materiales metálicos de pantallas tales como cintas, alambres, o mallas, o combinaciones de ellos y sus componentes conductores o semi-conductores deberán ser puestas a tierra.

7.2.1.4 Puesta a tierra

El alambrado y las Instalaciones de equipos deberán ponerse a tierra de acuerdo con las Disposiciones aplicables en el subcapítulo 3.6.

7.2.1.5 Protección de los conductores

Cuando los conductores de un cable salen de una cubierta metálica y cuando sea necesaria la protección contra la humedad o los daños materiales, el aislante de los conductores deberá estar protegido por un terminal de cables.

7.2.2 Disposiciones Generales para Equipos

7.2.2.1 Instalaciones interiores

Véase 2.2.2.1.

7.2.2.2 Instalaciones exteriores

Véase 2.2.2.2.

7.2.2.3 Equipos con cajas o gabinetes metálicos

Véase 2.2.2.3.

7.2.2.4 Equipos en aceite

La instalación de equipos eléctricos distintos de los transformadores, abarcados en 5.4, que contengan más de 40 litros de aceite inflamable por unidad deberán cumplir con 5.4.8. y 5.4.9.

7.2.3 Disposiciones Específicas para Equipos

7.2.3.1 Protección contra sobrecorriente

Deberá proveerse protección contra sobrecorriente en cada conductor activo de alguna de las maneras siguientes:

- a) Relés de sobrecorriente y transformadores de corriente. Los disyuntores utilizados para la protección contra sobrecorriente de circuitos trifásicos de corriente alterna deberán tener como mínimo tres relés de sobrecorriente accionados por tres transformadores de corriente, excepto que:
 - i) En circuitos de 3 fases, 3 conductores, se permite un relé de sobrecorriente en el circuito residual de los transformadores de corriente para reemplazar uno de los relés de fase.
 - ii) Un relé de sobrecorriente accionado por un transformador de corriente que interconecte todas las fases de un circuito de 3 fases, 3 conductores, puede reemplazar al relé residual y uno de los transformadores de corriente sobre un conductor activo.
- b) Fusibles. Deberá conectarse un fusible en serie con cada conductor activo.

7.2.3.2 Dispositivos de interrupción de circuitos

a) Disyuntores

- i) Las Instalaciones interiores deberán estar provistas de disyuntores en cubierta metálica o montados en celdas resistentes al fuego.

Se permite el montaje a la vista de disyuntores en los lugares accesibles solamente a personas calificadas.

- ii) Los disyuntores utilizados para el control de transformadores de aceite, deberán estar ubicados fuera de la bóveda de transformación o en un lugar que permita accionarlos desde fuera de la bóveda.
- iii) Los disyuntores en baño de aceite deberán disponerse o ubicarse de manera que los materiales o estructuras adyacentes de fácil combustión queden protegidos de manera aprobada.
- iv) Los disyuntores deberán tener los siguientes equipos o características de operación:
 - Un medio mecánico accesible u otro medio aprobado para apertura manual, independiente del control de fuerza.
 - Ser de desenganche libre.
 - Si es capaz de abrir o cerrar manualmente, mientras está energizado, los medios de contacto deberán operar independientemente de la velocidad de operación manual.
 - Un indicador de posición mecánico en el disyuntor para indicar la apertura o cierre de los medios de contacto.
 - Un medio indicador de la posición de apertura o cierre del disyuntor en el punto o puntos desde los cuales puede ser operado.
 - Una placa de características permanente y legible con las siguientes indicaciones: nombre del fabricante o marca de fábrica, tipo de fabricación o número identificador, corriente nominal permanente, capacidad de interrupción en MVA o Amperes y máxima tensión nominal. Las modificaciones del circuito del disyuntor que afecten su capacidad nominal deberán ser acompañadas por un cambio apropiado en las indicaciones de la placa de características.
- v) La corriente nominal permanente no deberá ser menor que la máxima corriente permanente de dicho interruptor.
- vi) La capacidad nominal de interrupción no deberá ser menor que la máxima corriente de falla que requerirá interrumpir, incluyendo las contribuciones desde todas las fuentes de energía conectadas.
- vii) La capacidad nominal de cierre no deberá ser menor que la máxima corriente de falla asimétrica con la cual puede cerrarse.
- viii) La capacidad nominal momentánea no deberá ser menor que la máxima corriente de falla asimétrica en el punto de instalación.
- ix) La máxima tensión nominal no deberá ser menor que la máxima tensión del circuito.

- b) Fusibles de potencia y bases portafusibles.
- i) Uso. Cuando se usen fusibles para proteger conductores y equipos, deberá instalarse uno en cada conductor activo. Se permitirá usar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger la misma carga, si ambos tienen idéntica capacidad nominal, y son instalados en un montaje común aprobado para el uso con conexiones eléctricas que dividan la corriente por igual.
 - ii) Capacidad nominal de interrupción. La capacidad nominal de interrupción de un fusible de potencia, no deberá ser menor que la máxima de corriente de falla que requerirá interrumpir, incluyendo las contribuciones desde todas las fuentes de energía conectadas.
 - iii) Tensión nominal. La máxima tensión nominal de los fusibles de potencia no deberá ser menor que la máxima tensión del circuito. A los fusibles que tengan una mínima tensión de operación recomendada no deberán aplicárseles una tensión menor que ésta.
 - iv) Identificación de portafusible y fusible. Deberán tener una placa de características legible y permanente en la que se indique lo siguiente: tipo de fabricación, y designación, corriente nominal permanente, corriente nominal de interrupción y máxima tensión nominal.
 - v) Los fusibles que desprendan llamas al abrirse el circuito, deberán diseñarse o disponerse de modo que funcionen debidamente y sin peligro para personas o propiedades.
 - vi) Los portafusibles deberán diseñarse de modo que puedan ser desenergizados durante el cambio de sus fusibles, a menos que el fusible y el portafusible estén diseñados de modo que personas calificadas puedan cambiar el fusible utilizando equipo especializado sin desenergizar el portafusible.
 - vii) Las subestaciones que usen fusibles de alta tensión, deberán estar provistas de seccionadores de accionamiento con fusibles simultáneo.
La desconexión de los fusibles del circuito deberá lograrse con un interruptor instalado entre la fuente y los fusibles o con un interruptor de tipo retirable con fusibles provistos de un mecanismo deslizante.
El interruptor deberá ser del tipo de interrupción con carga, a menos que esté mecánica o eléctricamente enclavado con un dispositivo que permita reducir la carga o la capacidad de interrupción.
- c) Seccionadores fusibles y fusibles cinta Tipo expulsión.
- i) Instalación. Los seccionadores fusibles deberán estar ubicados de manera que puedan manipularse y cambiarse los fusibles

con facilidad y seguridad, y que cuando abra el circuito en el cual está insertado, lo haga sin peligro para las personas.

Los seccionadores fusibles no deberán ser usados en interiores, subterráneos, o en cubiertas metálicas a menos que estén aprobados para el uso.

- ii) Operación. Cuando los seccionadores no son adecuados para interrumpir manualmente el circuito a plena carga, deberá instalarse un medio aprobado para interrumpir la corriente de plena carga. A menos que los seccionadores fusibles estén enclavados con el interruptor para prevenir la apertura de los seccionadores bajo carga, deberá colocarse un letrero claramente legible con la inscripción: "Advertencia. No abrir bajo carga".
 - iii) Capacidad nominal de interrupción. La capacidad nominal de interrupción de los seccionadores fusibles no deberá ser menor que la máxima corriente de falla que requiera interrumpir, incluyendo las contribuciones desde todas las fuentes de energía.
 - iv) Tensión nominal. La máxima tensión nominal de los seccionadores no deberá ser menor que la tensión máxima del circuito.
 - v) Identificación. Los seccionadores fusibles deberán tener sobre su estructura, puerta, o tubo fusible, una placa de características permanente y legible en la que se indicará: Tipo de fabricación o designación, corriente nominal permanente, máxima tensión nominal, y capacidad de interrupción.
 - vi) Los fusibles cinta deberán tener una placa de características legible y permanente donde se indicará la corriente nominal permanente y el tipo.
 - vii) Estructuras montadas a la intemperie. La altura de montaje sobre estructuras, de los seccionadores fusibles a la intemperie deberá proveer un espacio libre seguro entre las partes energizadas (en la posición abierto o cerrado) y las superficies más elevadas de acuerdo con 2.2.5.5.
- d) Seccionadores fusibles en aceite.
- i) Corriente nominal permanente. La corriente nominal permanente de los seccionadores fusibles en el aceite no deberá ser menor que la máxima corriente permanente a través del seccionador fusible.
 - ii) Capacidad de interrupción. La capacidad de interrupción de los seccionadores fusibles en aceite no deberá ser menor que la máxima corriente de falla que requerirá interrumpir, incluyendo las contribuciones desde todas las fuentes de energía conectadas.
 - iii) Tensión nominal. La máxima tensión nominal de los

- seccionadores fusibles en aceite no deberá ser menor que la máxima tensión del circuito.
- iv) Capacidad nominal de cierre con falla. Los seccionadores fusibles en aceite deberán tener una capacidad nominal de cierre con falla no menor que la máxima corriente de falla asimétrica que puede ocurrir en la ubicación del seccionador fusible, a menos que se disponga un enclavamiento u otra operación apropiada de modo de impedir que el seccionador fusible cierre existiendo una falla.
 - v) Identificación. Los seccionadores fusibles en aceite deberán tener una placa de características permanente y legible en la que se indique la corriente nominal permanente, máxima tensión nominal y capacidad nominal de interrupción.
 - vi) Los fusibles cinta deberán tener una identificación que indique la corriente nominal permanente.
 - vii) Ubicación. Los seccionadores fusibles deberán estar ubicados de modo que puedan manipularse y cambiarse los fusibles con facilidad y seguridad, con la parte más alta del seccionador fusible a no más de 1.50 m del piso o plataforma.
 - viii) Cubiertas. Deberán proveerse cubiertas o baterías apropiadas para prevenir contactos con cables no blindados o partes energizadas de los seccionadores fusibles en aceite.
- e) Interruptores de circuito con carga. Los interruptores con carga se pueden utilizar, siempre que se provean en combinación de éstos, fusibles o disyuntores para interrumpir las corrientes de fallas. Cuando se usen estos interruptores, deberán estar coordinados eléctricamente de tal manera que resistan con seguridad los efectos de cierre, conducción o interrupción de todas las corrientes posibles hasta la máxima corriente de cortocircuito que corresponda al sitio.

7.2.3.3 Previsión de seccionadores

Deberán proveerse los medios para aislar completamente el equipo de sus componentes. El uso de seccionadores no se requerirá cuando se provean otras maneras de desenergizar el equipo para inspecciones y reparaciones, como es el caso de los cuadros de distribución en gabinetes metálicos con partes removibles y el de los paneles deslizantes retirables.

Los seccionadores que no están enclavados con un dispositivo adecuado de interrupción del circuito deberán estar provistos de una indicación apropiada para que no sean accionados con carga.

Un juego de portafusibles y sus fusibles, diseñados para este propósito pueden considerarse como un seccionador.

7.2.3.4 Regulador de tensión

La secuencia adecuada de interrupción para reguladores deberá obtenerse con el uso de uno de los dispositivos indicados a continuación:

- a) Interruptores de puentado con secuencia mecánica.
- b) Enclavamientos mecánicos.
- c) Instrucciones de interrupción expuestas de manera visible en el lugar de accionamiento de dicho dispositivo.

7.2.3.5 Ensamblados de dispositivos de fuerza y controles industriales dentro de cubiertas metálicas

- a) Alcance. Este inciso cubre lo relacionado con ensamblados de dispositivos de fuerza y controles industriales dentro de cubiertas metálicas, incluyendo pero no limitado a interruptores, dispositivos de interrupción y sus controles, medición, equipos de protección y regulación, cuando estos constituyen una parte integral del ensamble con las interconexiones asociadas y estructuras de soporte. Esta sección también incluye ensamblados de dispositivos de fuerza dentro de cubiertas metálicas que forman parte de subestaciones, centros de carga o equipos similares.
- b) Disposición de dispositivos en el ensamble. La disposición de dispositivos en el ensamble deberá ser tal que los componentes individuales puedan realizar apropiadamente sus funciones sin afectar la seguridad de operación de otros componentes.
- c) Resguardo de partes energizadas de alta tensión dentro de un compartimiento. Cuando se requiere acceso a un compartimiento que contiene partes energizadas de alta tensión para realizar una actividad que no sea una inspección visual, deberá proveerse barreras de acuerdo a lo siguiente:
 - i) Para prevenir contacto accidental con partes energizadas excepto cuando:
 - Los fusibles y portafusibles estén diseñados para permitir que sólo personas calificadas puedan realizar el cambio de fusibles, usando equipo diseñado para este propósito, sin desenergizar los portafusibles.
 - Las partes activas son accesibles sólo a personal calificado.
 - ii) Para prevenir que herramientas u otros equipos caigan sobre partes energizadas.
- d) Resguardo de partes energizadas de baja tensión dentro de un compartimiento. Las partes energizadas desnudas montadas sobre puertas, deberán ser resguardadas cuando dichas puertas puedan ser abiertas para realizar el mantenimiento o retiro del equipo.
- e) Espacio libre para cables que entran a cubiertas. Los espacios libres al frente de terminales o al frente de tuberías y otras canalizaciones que entren a ensamblados de dispositivos de distribución o control,

deberán ser los adecuados para el tipo de cable y método de terminación.

- f) Accesibilidad de partes energizadas.
- i) Las puertas que pueden ser accesibles a personas no calificadas a partes energizadas de alta tensión, deberán estar debidamente cerradas con llave.
- ii) Los equipos de control de baja tensión, relés, motores y similares, no deberán instalarse en compartimientos con partes energizadas expuestas de alta tensión. Pueden instalarse si la puerta o cubierta de acceso está enclavada con el interruptor de alta tensión. Pueden instalarse si la puerta o cubierta de acceso está enclavada con el interruptor en alta tensión para prevenir que sean abiertas sin que el interruptor o medio de desconexión esté en la posición de abierto. No requieren cumplir con esta prescripción los instrumentos o transformadores de control conectados en alta tensión.
- g) Puesta a tierra. Las estructuras de ensambles de dispositivos de distribución y control deberán ser puestas a tierra.
- h) Puesta a tierra de dispositivos. Los dispositivos con cubiertas o estructuras metálicas, tales como instrumentos, relés, medidores, instrumentos y transformadores de control que forman parte de un conjunto de dispositivos de distribución o control, deberán tener la estructura o cubierta puesta a tierra.
- i) Topes de puertas y cubiertas. Las bisagras exteriores de puertas o cubiertas deberán estar provistas de topes para retenerlas en la posición de abierto. Las cubiertas destinadas a ser removidas para realizar inspecciones de las partes energizadas, deberán estar equipadas con ganchos manuales que no excedan los 78 cm² de área ó 27 Kg de peso, a menos que estén accionados con bisagras y cerrojo o cerradura.
- j) Descarga de gas desde dispositivos de interrupción. Los gases descargados durante la operación de los dispositivos de interrupción deberán dirigirse de modo de no poner en peligro al personal.
- k) Ventanas de inspección. Las ventanas destinadas para inspección de los interruptores de desconexión u otro dispositivo deberán ser de un material transparente apropiado.
- l) Ubicación de dispositivos. El control y los instrumentos manuales de un interruptor de transferencia o botones pulsadores, deberán estar en una ubicación fácilmente accesible, a una altura no mayor de 2 m. Se considerarán las siguientes excepciones:
 - Cuando la operación manual requiere más de 23 Kg de fuerza, la altura no deberá ser mayor que 1.7 m, en cualquiera de las dos posiciones, abierto o cerrado.
 - La ubicación de la operación manual para dispositivos que no sean operados frecuentemente, no requiere ser fácilmente

- accesible, cuando están seguramente operados de algún otro modo desde una plataforma portátil.
- m) Enclavamientos-Interruptores. Los interruptores equipados con mecanismos de energía almacenada deberán tener enclavamientos, para prevenir el acceso a sus compartimientos sin que el mecanismo de energía almacenada esté en la posición de descargado o bloqueado.
 - n) Energía almacenada para apertura El operador de la energía almacenada puede estar en la posición de descargado, después que el interruptor ha sido cerrado, si un simple movimiento de la operación manual carga al operador y abre el interruptor.
 - o) Interruptores con fusible.
 - i) Los fusibles de los interruptores deberán ser instalados de tal modo, que todos los terminales alimentadores deberán estar en la parte superior del encerramiento del interruptor, a menos que se instalen barreras para prevenir que las personas hagan contacto accidental con partes energizadas o que caigan herramientas o fusibles dentro de partes energizadas.
 - ii) Cuando los fusibles pueden ser energizados por realimentación, deberá colocarse una indicación en la puerta de la cubierta que diga: "CUIDADO, LOS FUSIBLES PUEDEN SER ENERGIZADOS POR REALIMENTACIÓN".
 - p) Enclavamientos-Disyuntores
 - i) Los disyuntores equipados con mecanismos de energía almacenada deberán estar diseñados para prevenir la descarga de ésta, sin que el mecanismo esté cargado plenamente.
 - ii) Los enclavamientos mecánicos deberán proveerse en el alojamiento del disyuntor para prevenir el completo retiro de éste, cuando el mecanismo de energía almacenada esté en la posición de cargado plenamente.

7.2.4 Instalaciones Accesibles a Personas Calificadas

7.2.4.1 Cubiertas para Instalaciones eléctricas

Véase 2.2.2.

7.2.4.2 Conductores de los circuitos

Los conductores de los circuitos se pueden instalar en canalizaciones, bandejas para cables, utilizando cables con armadura metálica, conductores desnudos, cables, barras colectoras o cables con cubierta no metálica o conductores como está previsto en 7.2.1.2 y 7.2.1.3. Los conductores desnudos activos deberán estar de acuerdo con 7.2.4.3 y 7.2.4.4.

Cuando se usen aisladores como soportes para conductores, cables unipolares y barras, estos aisladores, así como sus accesorios de

montajes y los de fijación de los conductores, deben ser capaces de soportar sin dañarse, la máxima fuerza magnética que pueda surgir en el caso de que dos o más conductores de un circuito fuesen sometidos a una corriente de cortocircuito.

Los conductores tendidos a la vista, ya sea con cubierta de plomo, desnudos o con revestimiento exterior trenzado, deberán ser soportados de tal manera que se impida el daño material del plomo o del revestimiento exterior trenzado.

Los soportes para los cables con cubierta de plomo serán diseñados para evitar la destrucción de la cubierta por efecto de electrólisis.

- 7.2.4.3 Separación mínima entre las partes activas y las superficies adyacentes
En las Instalaciones fabricadas en obra, las separaciones mínimas en el aire, entre conductores activos desnudos y entre dichos conductores y superficies adyacentes puestas a tierra, no deberán ser menores que los valores dados en la Tabla 7-II.

Se exceptúan los equipos diseñados, fabricados y probados de acuerdo a normas internacionales aprobadas.

Los valores dados son los picos libre mínimos para partes rígidas y conductores desnudos bajo condiciones favorables de servicio. Estos valores pueden ser incrementados para conductores móviles o bajo condiciones desfavorables de servicio, o dondequiera que los espacios disponibles lo permitan.

Cuando el equipo sea empleado en altitudes mayores de 1000 m, el nivel de aislamiento deberá incrementarse en 1.25% por cada 100 m sobre los 1000 m.

- 7.2.4.4 Espacio de trabajo y resguardo
Se deberá tomar en cuenta lo prescrito en 2.2.5.

7.2.5 Equipos Móviles y Portátiles

7.2.5.1 Generalidades

Las Disposiciones del presente acápite deberán aplicarse a la instalación y uso de equipos de distribución y de utilización mayores de 600 V, que sean portátiles y/o móviles, tales como subestaciones, cuadros de interruptores montados sobre dispositivos de deslizamiento, trailers o vehículos, palas móviles, dragas, grúas, elevadores, taladros, excavadoras, compresores, bombas, transportadores, excavadoras subterráneas y similares.

Deberán proveerse envolturas adecuadas y/o resguardos para proteger los equipos portátiles y móviles contra daños materiales.

TABLA 7-II
ESPACIO LIBRE MÍNIMO DE PARTES ACTIVAS

Tensión máxima del Equipo kV	Espacio libre mínimo de partes activas cm			
	Entre fases		Fase a tierra	
	Interiores	Exteriores	Interiores	Exteriores
4.6	12	18	8	15
7.2	14	18	10	15
13.8	19	31	13	18
14.4	23	31	17	18
23	27	38	19	26
34.5	32	38	24	26
	46	46	33	33
46		46		33
		53		43
69		53		43
		79		64
115		135		107
138		135		107
		160		127
161		160		127
		183		147
230		183		147
		226		180
		267		211

Las Disposiciones del presente acápite son adicionales o enmiendan los requisitos del presente Tomo, debiendo prestarse especial atención al subcapítulo 3.6.

7.2.5.2 Protección contra sobrecorriente

Los motores que accionan generadores individuales o múltiples de corriente continua, que alimentan un sistema accionado a base de una carga cíclica, no necesitan protección contra sobrecorriente, siempre que el régimen térmico nominal del motor de corriente alterna que impulsa el grupo no pueda ser sobrepasado bajo ninguna condición de funcionamiento. Sin embargo los dispositivos de protección del circuito derivado, los cuales pueden estar separados del equipo, deberán proporcionar la protección contra cortocircuito y rotor bloqueado.

7.2.5.3 Cubiertas

Todas las partes energizadas de interruptores y controles deberán estar encerradas en gabinetes o cubiertas efectivamente puestas a tierra. Estos gabinetes o cubiertas deben llevar un letrero que indique PELIGRO-ALTA TENSIÓN y deben estar provistos de cerraduras de manera que sólo personas calificadas puedan tener acceso.

Los disyuntores y los equipos de protección deben tener el medio de accionamiento que se proyecte a través del gabinete o cubierta metálica, de manera que las unidades puedan ser rearmadas sin tener que abrir puertas. Se deberá proporcionar un acceso para el funcionamiento normal de estas unidades con las puertas cerradas.

7.2.5.4 Anillos colectores

Los anillos colectores en máquinas rotatorias (palas, excavadoras, etc.) deben estar resguardados para impedir un contacto accidental del personal que atiende la máquina con las partes energizadas.

7.2.5.5 Conexiones con cables de fuerza a máquinas móviles

Deberá proveerse una cubierta metálica en la máquina móvil para contener los terminales de los cables de fuerza. La cubierta deberá incluir medios para la conexión segura del terminal del conductor de protección a una estructura de la máquina efectivamente puesta a tierra.

Los conductores activos deben sujetarse a aisladores o terminar en un conector aprobado para los cables mayores de 600 V (el cual incluya conectores para los conductores de protección) y capacidad de corriente adecuados.

El método de terminación del cable utilizado debe impedir que los esfuerzos mecánicos o de tracción en el cable se transmitan a las conexiones eléctricas.

La cubierta deberá estar provista de cerradura de manera que solamente personas calificadas puedan abrirlas y deberá estar marcada: "PELIGRO - ALTA TENSIÓN".

7.2.5.6 Cables portátiles como medio principal de suministro

Los cables flexibles mayores de 600 V que alimentan equipos portátiles o móviles deberán cumplir lo establecido en el subcapítulo 3.6 del presente Tomo.

7.2.5.7 Puesta a tierra

Los equipos móviles deberán ponerse a tierra de acuerdo con el subcapítulo 3.6.

7.2.6 Instalación en Túnel

7.2.6.1 Generalidades

Las prescripciones del presente acápite deberán aplicarse a la instalación y uso de equipos de distribución y utilización mayores de 600 V que sean portátiles o móviles o ambas conforme se indica en 7.2.5.1.

7.2.6.2 Protección contra sobrecorriente

Los equipos accionados por motor deberán protegerse contra sobrecorriente de acuerdo con 5.2 y los transformadores de acuerdo con 5.4.

7.2.6.3 Conductores

Los conductores mayores de 600 V en túneles deberán instalarse en:

- a) Tubería metálica u otra canalización metálica.
- b) Cables con armaduras metálicas o con cinta metálica
- e) Otros cables multiconductores aprobados. Los cables portátiles multiconductores pueden alimentar equipos

7.2.6.4 Punteado y conductor de protección

- a) Todas las partes de equipos eléctricos no destinados a transportar corriente, canalizaciones metálicas y las cubiertas metálicas de cables deberán estar efectivamente puestas a tierra y puenteadas a todas las tuberías metálicas y rieles en la entrada y a intervalos no mayores de 300 m a todo lo largo del túnel.
- b) Dentro de una canalización metálica o dentro de las cubiertas de un cable multiconductor deberá tenderse un conductor de protección, junto con los conductores del circuito. El conductor de protección puede estar aislado.

7.2.6.5 Transformadores, interruptores y equipos eléctricos

Todos los equipos eléctricos y sus accesorios instalados bajo tierra deberán protegerse contra daños físicos ubicándolos o resguardándolos apropiadamente.

7.2.6.6 Partes activas

Los terminales de transformadores, interruptores, controles de motores o de otros equipos, deberán estar encerrados apropiadamente para impedir un contacto accidental con las partes activas.

7.2.6.7 Control del sistema de ventilación

Los controles del sistema de ventilación deben disponerse de manera que la circulación de aire pueda invertirse.

7.2.6.8 Medios de desconexión

Deberá instalarse un medio de desconexión que cumpla con los requisitos de 5.2 y 5.4, para desconectar un transformador, o un motor, en cualquier sitio donde estuviesen instalados. El dispositivo de interrupción deberá abrir simultáneamente todos los conductores activos del circuito.

7.2.6.9 Cubiertas

Las cubiertas para uso en túneles deben ser a prueba de: goteo, intemperie o sumergibles, según lo requieran las condiciones locales. Las cubiertas de interruptores o de contactores no deberán usarse como cajas de empalme ni como canalización, para los conductores alimentadores, a menos que esas envolturas sean de diseño especial para que provea suficiente espacio para el uso.

7.2.6.10 Puesta a tierra

Deberá hacerse de acuerdo al subcapítulo 3.6 del presente Tomo

7.2.7 Calderas Tipo Electrodo

7.2.7.1 Generalidades

Las Disposiciones del presente acápite deberán aplicarse a calderas operadas a más de 600 V, en las cuales el calor es generado por el paso de la corriente entre los electrodos que atraviesan al LÍQUIDOS que es calentado.

7.2.7.2 Sistema eléctrico de alimentación

Las calderas tipo electrodo sólo deberán alimentarse desde un sistema trifásico de 4 conductores, en estrella, con el neutro sólidamente puesto a tierra, o desde un transformador de aislamiento arreglado para proveer tal sistema. Las tensiones del circuito de control, no deberán exceder 150 V, y deberán alimentarse desde un sistema puesto a tierra y tener los controles en el conductor activo.

7.2.7.3 Requisitos del circuito derivado

- a) Cada caldera deberá alimentarse desde un circuito derivado individual de capacidad nominal no menor que el 100% de la carga total.
- b) El circuito deberá protegerse por un dispositivo de interrupción trifásico, de disparo común, el cual podrá volver a cerrar el circuito automáticamente después de la eliminación de una condición de

sobrecarga, pero no después de una condición de falla.

- c) Deberá proveerse protección contra fallas monofásicas, consistente de un relé de sobrecorriente separado por fase, conectado a un transformador de corriente de la fase.
- d) Se deberá proveer un dispositivo de detección de la corriente del neutro, el cual deberá abrir el dispositivo de interrupción del circuito, si la corriente del neutro excede 5 Amperes.
- e) La puesta a tierra del conductor neutro deberá cumplir con lo siguiente:
 - i) Estar conectado al recipiente de presión que contiene los electrodos.
 - ii) Estar aislada para no menos de 600 V
 - iii) Tener una capacidad de corriente no menor que la del conductor activo de mayor sección del circuito derivado.
 - iv) Estar instalado en la misma canalización o bandeja con los conductores activos.
 - v) No ser usado por cualquier otro circuito.

7.2.7.4 Control de presión y temperatura limite

Cada caldera deberá estar equipada con un medio para limitar la temperatura y/o presión máxima, por interrupción directa o indirecta de toda la corriente que fluye a través de los electrodos. Tal medio deberá estar adicionado a los sistemas de regulación de temperatura y presión, válvulas aliviadoras de presión y válvulas de seguridad.

7.2.7.5 Puesta a tierra

Todas las partes conductivas expuestas de las calderas y las estructuras o equipos asociados expuestos y puestos a tierra, deberán ser puenteadas al recipiente de presión o al conductor neutro al cual esté conectado, de acuerdo con 3.6.8.7, excepto que la capacidad de corriente de los puentes de unión no deberá ser menor que la del conductor neutro.

7.3 CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE FUNCIONAN A MENOS DE 50 V

7.3.1 Alcance

Las Disposiciones del presente subcapítulo deberán aplicarse a Instalaciones que funcionen a menos de 50 V, ya sean de corriente continua o alterna, exceptuando lo siguiente:

- Organos accionados eléctricamente que se usan en el mando de aparatos de sonido y de teclado.
- Las Disposiciones dadas en 7.4 sobre circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada.

- Las Disposiciones dadas en 7.6 sobre señalización para protección contra incendio.

7.3.2 Lugares Peligrosos

Las Instalaciones comprendidas en el presente subcapítulo y hechas en lugares peligrosos deberán cumplir con las Disposiciones adecuadas del capítulo 6 del presente Tomo.

7.3.3 Conductores

La sección de los conductores no deberá ser menor de 2.5 mm^2 para cobre o equivalente. Los conductores para circuitos derivados que alimenten más de un artefacto o tomacorriente para artefactos, no deberán ser menores de 4 mm^2 para cobre o equivalente.

7.3.4 Portalámparas

Se deberán usar portalámparas normales de capacidad no menor de 660 W.

7.3.5 Capacidad de los Tomacorrientes

Los tomacorrientes deberán tener una capacidad no menor de 10 A.

7.3.8 Tomacorrientes Necesarios

Se deberán instalar tomacorrientes de capacidad no menor de 20 A en cocinas, lavaderos y otros lugares donde es probable el uso de artefactos portátiles.

7.3.7 Protección contra Sobrecorriente

La protección contra sobrecorriente deberá cumplir con las Disposiciones de 3.5.

7.3.8 Baterías de Acumuladores

Las Instalaciones de baterías de acumuladores deberán cumplir con 5.5

7.3.9 Puesta a Tierra

Los circuitos y equipos deberán conectarse a tierra de acuerdo con 3.6.3.2 a) y 3.6.6.4.

7.4 CIRCUITOS DE CONTROL REMOTO, DE SEÑALIZACIÓN Y DE POTENCIA LIMITADA

7.4.1 Generalidades

7.4.1.1 Alcance

El presente subcapítulo abarca los circuitos de control remoto, los circuitos de señalización y los circuitos de potencia limitada que no forman parte integral de un dispositivo o de un artefacto y además deberá cumplir con:

- a) El inciso 4.1.1.20.

- b) Los subcapítulos 6.1 hasta 6.9, cuando se instalen en lugares peligrosos.
- c) El inciso 4.1.1.21, cuando se instalen en ductos o cámaras de aire, excepto:
Los conductores de Clase II y Clase III que tienen características propias de resistencia a la llama y de poca producción de humo y que estén aprobados para el uso, pueden instalarse en ductos, espacios libres utilizados como ductos y cámaras de aire, distintos de los descritos en 4.1.1.22 a).
- d) Con el acápite 4.5.2 cuando estén instalados en bandejas para cables.

7.4.1.2 Clasificación

Un circuito de control remoto, de señalización o de potencia limitada es la parte de un sistema de alambrado comprendida entre el lado de carga de un dispositivo de protección contra sobrecorriente o la fuente de alimentación de potencia limitada y todos los equipos conectados. Estos circuitos deberán clasificarse en Clase I, Clase II y Clase III.

7.4.1.3 Equipos de control para seguridad

Los circuitos de control remoto para equipos de control de seguridad cuya falla de funcionamiento puede ocasionar directamente un incendio o peligro de muerte, deberán considerarse como circuitos Clase I. Los termostatos de ambiente, dispositivos de regulación de la temperatura del agua y controles similares, utilizados con equipos domésticos de calefacción y de aire acondicionado controlados eléctricamente, no son considerados como dispositivos de control de seguridad.

7.4.1.4 Cables de comunicaciones

Los circuitos de Clase I no deberán tenderse en el mismo cable con los circuitos de comunicaciones.

Los conductores de circuitos de las clases 2 y 3 podrán tenderse en el mismo cable con los circuitos de comunicaciones en cuyo caso los circuitos Clase II y Clase III deberán clasificarse como circuitos de comunicación y deberán cumplir con las Disposiciones de tales circuitos.

7.4.2 Circuitos Clase I

7.4.2.1 Limitaciones de potencia para circuitos Clase I

- a) Circuitos de potencia limitada, Clase I. Estos circuitos deben alimentarse por una fuente con potencia de salida nominal no mayor de 1,000 VA y una tensión nominal no mayor de 30 V. La fuente debe protegerse con dispositivos de protección contra sobrecorriente de capacidad no mayor del 167 % de la potencia

nominal de la fuente en voltamperes, dividido por la tensión nominal.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente y su montaje deben estar aprobados para el uso y no podrán intercambiarse con dispositivos de protección de mayor capacidad. Estos dispositivos de protección pueden formar parte integral de la fuente de alimentación.

- i) Transformadores. Los transformadores utilizados con circuitos de potencia limitada, Clase I, deberán cumplir con 5.4.
 - ii) Otras fuentes de potencia. Para cumplir con la limitación de 1,000 VA, las fuentes de potencia distintas de transformadores, no deberán sobrepasar una potencia de salida de 2,500 VA y el producto de la corriente máxima por la tensión máxima no deberá sobrepasar 10,000 VA con el dispositivo de protección contra sobrecorriente puenteado.
- b) Circuitos de señalización y de control remoto, Clase I. La tensión de los circuitos de señalización y de control remoto no deberá exceder de 600 V, sin embargo la potencia de salida de la fuente no requiere limitaciones.

7.4.2.2 Protección contra sobrecorriente

- a) Conductores de sección de 1.5 mm² ó mayores. Estos conductores deberán protegerse contra sobrecorriente de acuerdo con las capacidades de corriente indicadas en las Tablas 4-V y 4-VI.
- b) Conductores de secciones 0.75 mm², 1.00 mm² y 1.5 mm². Estos conductores deberán considerarse protegidos por dispositivos de sobrecorriente de capacidad no mayor de 20 A, excepto:
 - Cuando otras prescripciones del presente Tomo, específicamente permitan otras protecciones contra sobrecorriente.
 - En los circuitos de potencia limitada, Clase I, provisto de una protección principal contra sobrecorriente, los circuitos derivados no necesitan protección individual contra sobrecorriente.

7.4.2.3 Ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente

Los dispositivos deberán situarse en el punto donde el conductor a proteger recibe su alimentación, a menos que el dispositivo que proteja el conductor de mayor sección, también proteja al de menor sección.

7.4.2.4 Métodos de instalación

Las Instalaciones de los circuitos Clase I deberán cumplir con las Disposiciones apropiadas del capítulo 4; salvo lo permitido en 7.4.2.5 hasta 7.4.2.7, y otros métodos permitidos en otras partes del presente Tomo.

7.4.2.5 Conductores de circuitos diferentes en la misma cubierta, cable o canalización

Los circuitos Clase I pueden ocupar la misma cubierta, canalización o cable, sin tener en cuenta si los circuitos individuales son de corriente alterna o continua, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima que pueda tener cualquier conductor dentro de la cubierta, cable o canalización.

Los conductores de alimentación pueden ocupar la misma cubierta o canalización que los conductores del sistema Clase II, solamente cuando estén conectados al mismo equipo.

7.4.2.6 Conductores

- a) Secciones y usos. Los conductores con secciones de 0.75 mm^2 y 1.00 mm^2 pueden ser utilizados en circuitos Clase I, siempre que alimenten cargas que no sobrepasen las capacidades indicadas en 4.3.3.3, y estén instalados en canalizaciones o cables aprobados para este propósito.

Los conductores de secciones mayores no deberán alimentar cargas que sean mayores que las capacidades indicadas en las Tablas 4-V y 4-VI.

Los cordones deberán cumplir con los requisitos de 4.3.

- b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores deberá ser adecuado para 600 V.

Los conductores de sección de 1.50 mm^2 y mayores, deberán cumplir con el subcapítulo 4.2.

Los conductores de secciones 0.75 mm^2 y 1.00 mm^2 , deberán ser del tipo de conductores para aparatos: RFH2, FFH2, TF, TFF, TFN, TFFN, PF, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTF, SF-2, SFF-2 ó similares.

7.4.2.7 Número de conductores en canalizaciones y cables o factores de reducción

- a) Cuando en una canalización haya solamente circuitos Clase I y el número de conductores deberá determinarse de acuerdo con 4.1.1.16.

Los factores de reducción de 4.2.3 g) de las Tablas 4-V y 4-VI deberán aplicarse solamente si los conductores transportan cargas continuas.

- b) Cuando en una canalización se permite colocar conductores de alimentación y conductores de circuitos Clase I, de acuerdo con 7.4.2.5, el número de conductores se determinará según 4.1.1.16.

Los factores de corrección de 4.2.3 g) de las Tablas 4-V y 4-VI deberán aplicarse:

- i) A todos los conductores, cuando los de circuitos Clase I, transportan cargas continuas, y cuando el número total de los conductores de alimentación sea mayor de tres.
- ii) Solamente a los conductores de alimentación, cuando los circuitos Clase I no transportan cargas continuas y cuando el número de conductores de alimentación sea mayor de tres.

7.4.2.8 Protección mecánica

Cuando un daño material a un circuito de control remoto de un equipo de control de seguridad pueda ocasionar un peligro como se señala en 7.4.1.3, todos los conductores de dichos circuitos de control remoto deberán instalarse en tuberías metálicas rígidas, tuberías metálicas intermedias, cables con cubierta metálicas de los tipos MI, MC o similar o deberán protegerse contra daños materiales de otra manera adecuada.

7.4.2.9 Circuitos que extienden más allá de una edificación

Los circuitos Clase I que se extienden por línea área más allá de una edificación deberán cumplir con los requisitos del subcapítulo 3.4.

7.4.2.10 Puesta a tierra

Los equipos y circuitos Clase I, deberán ponerse a tierra de acuerdo con 3.6.

7.4.3 Circuitos Clase II y Clase III

7.4.3.1 Limitaciones de potencia de los circuitos Clase II y Clase III

La potencia para circuitos Clase II y Clase III, deberá ser inherentemente limitada y no necesitará protección contra sobrecorriente, o limitada por una combinación de una fuente de potencia y la protección contra sobrecorriente como está especificada en la Tabla 7-III para circuitos de corriente alterna y en la Tabla 7-IV para circuitos de corriente continua.

7.4.3.2 Interconexión de las fuentes de potencia

Las fuentes de potencia para circuitos de Clase II ó Clase III no deberán interconectarse en paralelo, ni de otra manera, a menos que estén aprobadas para el uso.

7.4.3.3 Marcación

Una fuente de potencia de Clase II ó Clase III deberá llevar marcas duraderas y fácilmente visibles que indiquen la clase de alimentación y las características eléctricas.

7.4.3.4 Protección contra sobrecorriente

Cuando se necesita una protección contra sobrecorriente, esta protección y su instalación deberán estar aprobadas para el uso y no deberá ser intercambiable con una protección de mayor valor.

La protección contra sobrecorriente puede ser una parte integral de un transformador o de otro dispositivo alimentador aprobado para el uso.

7.4.3.5 Métodos de instalación en el lado de alimentación

Los conductores y el equipo del lado de alimentación del dispositivo de protección contra sobrecorriente, de transformadores o de dispositivos limitadores de corriente se deberán instalar de acuerdo con los requisitos del capítulo 4.

Los transformadores u otros dispositivos alimentados desde circuitos de alumbrado o de fuerza deberán tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente de capacidad no mayor de 20 A.

Los terminales de entrada de un transformador o de otra fuente de potencia que alimenta circuitos Clase II y Clase III, pueden ser de una sección menor de 1.5 mm^2 , pero no menor de 0.75 mm^2 , si su longitud no es mayor de 30 cm y si tienen un aislante que cumpla con 7.4.2.6 b).

7.4.3.7 Métodos de instalación en el lado de la carga

Los conductores del lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente, de transformadores, o de dispositivos limitadores de corriente, deben estar aislados de acuerdo con 7.4.3.10 y cumplir con a) y b) a continuación:

- a) Separación de conductores para alumbrado, fuerza y de Clase I.
 - i) Conductores a la vista. Los conductores de circuitos Clase II y Clase III deberán estar separados por lo menos 5 cm de los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza o de Clase I; a menos que:
 - Los conductores de alumbrado, de fuerza o los de circuitos Clase I estén colocados en una canalización, o en un cable con cubierta metálica o no metálica.
 - Los conductores de los circuitos Clase II ó Clase III estén permanentemente separados de los conductores de otros circuitos por un material no conductor continuo y firmemente sujeto, tal como tubo de porcelana o tubería flexible, adicional al aislamiento del conductor.
 - ii) En canalizaciones, cubiertas, bandejas y cables. Los conductores de los circuitos Clase II y Clase III no deberán instalarse en ninguna canalización, compartimiento, bandeja, caja de salida, cable o accesorio similar, junto con conductores

de circuitos de alumbrado, de fuerza o de la Clase I, a menos que:

- Los conductores de los diferentes circuitos estén separados por una división.
- Los conductores en cajas de salida, cajas de empalmes, o accesorios semejantes, donde los conductores de alimentación se introducen solamente para alimentar al equipo conectado a los circuitos de Clase II ó Clase III, al cual están conectados los otros conductores contenidos en la caja.

- iii) En ductos verticales. Los conductores de Clase II ó Clase III podrán instalarse en el mismo ducto vertical con los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza y de Clase I, cuando los conductores de los diferentes circuitos estén separados por lo menos en 3 centímetros, a menos que los conductores de uno de los circuitos estén dentro de una tubería incombustible.
- iv) En pozos de ascensores. En estos lugares, los conductores de Clase II ó Clase III, deberán instalarse en tubería metálica pesada, intermedia o liviana.

- b) Tendidos verticales. En un tendido vertical dentro de un ducto vertical o dentro de un tabique, los conductores deberán tener una cubierta a prueba de fuego capaz de impedir la propagación del fuego de un piso a otro; excepto cuando los conductores estén dentro de una tubería u otra cubierta exterior de material incombustible, o estén ubicados en un ducto a prueba de fuego que tenga cortafuegos en cada piso.

7.4.3.8 Conductores de diferente circuito de Clase II y Clase III en un mismo cable, cubierta o canalización

- a) Los conductores de dos o más circuitos de Clase II podrán colocarse en el mismo cable, canalización o cubierta, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima que pueda tener cualquier conductor dentro de la canalización o cubierta.
- b) Los conductores de dos o más circuitos de Clase III podrán colocarse en el mismo cable.
- c) Los conductores de uno o más circuitos Clase II podrán colocarse en el mismo cable, canalización o cubierta con los conductores de los circuitos de Clase III, siempre que el aislante de los conductores de los circuitos de Clase II sea por lo menos el requerido por los circuitos de Clase III.

7.4.3.9 Conductores

- a) Circuitos de Clase II. La sección y el aislante deben ser adecuados para el uso particular.
- b) Circuitos Clase III. Deberán cumplir con i) y ii) siguientes:
- c) Los conductores unipolares no deberán ser menores de 0.75 mm^2 y deberán aislarse de acuerdo con 7.4.2.6 b).
- d) Los conductores de un cable multiconductor deberán ser de cobre, sólidos o trenzados, de una sección no menor de 0.75 mm^2 , con un aislante de termoplástico.

7.4.3.10 Circuitos que se extienden más allá de una edificación

Los circuitos de Clase II ó Clase III que se extienden más allá de una edificación y estén tendidos de tal manera que puedan entrar en contacto con conductores de alumbrado o fuerza que funcionan a una tensión a tierra mayor de 300 V, deberán cumplir también con 8.1.2.1, 8.1.3.1 y 8.1.3.2 sobre circuitos de comunicaciones.

7.4.3.11 Puesta a tierra

Los circuitos y equipos de Clase II y Clase III deberán ponerse a tierra de acuerdo con 3.6.

TABLA 7-III
LIMITACIONES DE POTENCIA PARA CIRCUITOS CLASE II Y CLASE III DE CORRIENTE ALTERNA

		Fuente de potencia inherentemente limitada (no requiere protección contra sobrecorriente)				Fuente de potencia no inherentemente limitada (requiere protección contra sobrecorriente)			
Circuito		Clase II		Clase III	Clase II		Clase III		
Tensión del circuito V máx (nota 1)		0 a 20 (*)	Mayor de 20 a 30 (*)	0 - 150	Mayor de 30 a 100	0 a 20 (*)	Mayor de 20 a 30 (*)	Mayor de 30 a 100	Mayor de 100 a 150
Limitación de potencia (VA) máx (nota 1) (voltamperes)		-	-	-	-	250 (ver nota 3)	250	250	N.D.
Limitación de corriente I máx (nota 1) (Amperes)		8.0	8.0	0.005	150/V máx	1000/V máx	1000/V máx	1000/V máx	1.0
Máxima protección contra sobrecorriente (Amperes)		-	-	-	-	5.0	100/V máx	100/V máx	1.0
Fuente de potencia, capacidad nominal máxima en la placa de características	VA (voltamperes)	5.0 x Vmax	100	0.005 x V máx	100	5.0 x Vmax	100	100	100
	Corriente (Amperes)	5.0	100/V máx	0.005	100/V máx	5.0	100/V máx	100/V máx	100/V máx
Alimentación de conductores y cables ver 7.4.3.6									
Conductores y cables del circuito Ver 7.4.3.9									

* los rangos de tensiones dados son para corriente alterna sinusoidal en interiores o donde no es probable que ocurran contactes mojados. Para tensiones no sinusoidales o condiciones de contacto mojado ver la Nota 2.

N.D Valor no determinado.

TABLA 7-IV
LIMITACIONES DE POTENCIA PARA CIRCUITOS CLASE II Y CLASE III DE CORRIENTE CONTINUA

Circuito		Fuente de potencia inherentemente limitada (no requiere protección contra sobrecorriente)					Fuente de potencia no inherentemente limitada (requiere protección contra sobrecorriente)			
		Clase II			Clase III		Clase II		Clase III	
Tensión del circuito V máx (nota 1)		0 a 20 (**)	Mayor de 20 a 30 (**)	Mayor de 30 a 60 (**)	0 - 150	Mayor de 36 a 100	0 a 20 (**)	Mayor de 20 a 60 (**)	Mayor de 60 a 100	Mayor de 100 a 150
Limitación de potencia (VA) máx (nota 1) (voltamperes)		-	-	-	-	-	250 (ver nota 3)	250	250	N.D.
Limitación de corriente I máx (nota 1) (Amperes)		8.0	8.0	150/V máx	0.005	150/V máx	1000/V máx	1000/V máx	100/V máx	1.0
Máxima protección contra sobrecorriente (Amperes)		-	-	-	-	-	5.0	100/V máx	100/V máx	1.0
Fuente de potencia, capacidad nominal máxima en la placa de características	VA (voltamperes)	5.0 x Vmáx	100	100	0.005 x V máx	100	5.0 x Vmáx	100	100	100
	Corriente (Amperes)	5.0	100/V máx	100/V máx	0.005	100/V máx	5.0	100/V máx	100/V máx	100/V máx
Alimentación de conductores y cables Ver 7.4.3.6					Conductores y cables del circuito Ver 7.4.3.9					

() Los rangos de tensiones dados para corriente continua permanente en interiores o donde no es probable que ocurran contactos mojados.**

Para corriente continua interrumpida o condiciones de contacto mojado ver la Nota 5.

N.D Valor no determinado.

NOTAS PARA LAS TABLAS 7-III y 7-IV

- Nota 1.- V máx.:** Tensión máxima de salida, independiente de la carga con tensión nominal de entrada aplicada.
I máx.: Corriente máxima de salida después de un minuto de operación bajo cualquier carga no capacitiva, incluyendo cortocircuitos, con el dispositivo de protección contra sobrecorriente puentado.
(VA) máx: VoltAmperes máximos de salida, independiente de la carga, con el dispositivo de protección contra sobrecorriente puentado.
- Nota 2.-** Para corriente alterna no sinusoidal, V máx no debe ser mayor de 42.4 V de valor de cresta. Donde sea probable que se produzcan contactos mojados (no incluyendo la inmersión), V máx no debe sobrepasar: 15 V para corriente alterna sinusoidal; 21.2 V del valor de cresta para tensión alterna no sinusoidal.
- Nota 3.-** Si la fuente de potencia es un transformador, (VA) máx, es 350 ó menos cuando V máx sea 15 ó menos.
- Nota 4.-** Una batería de pilas secas deberá ser considerada como una fuente de potencia inherentemente limitada, siempre que provea una tensión de 30 V ó menos, y su capacidad sea igual o menor que la de las pilas carbón-zinc No. 6 conectadas en serie.
- Nota 5.-** Para corriente continua interrumpida a un ritmo de 10 a 200 Hz, V máx no deberá ser mayor de 24.8 V. Donde sea probable que se produzcan contactos mojados (no incluyendo la inmersión) V máx no deberá ser mayor que: 30 V para corriente continua permanente; 12.4V para corriente continua que es interrumpida a un ritmo de 10 a 200 Hz.

7.5 SISTEMA DE GENERACIÓN DE FUERZA DE RESERVA

7.5.1 Alcance

Los requisitos del presente subcapítulo se aplican a la instalación, funcionamiento y mantenimiento de circuitos, sistemas y equipos destinados a suministrar energía generada localmente a determinadas cargas (distintas a las mencionadas en 7.1, Sistemas de emergencia), de manera automática o manual, en casos de falla de la fuente normal del servicio eléctrico, incluyendo los sistemas especificados y clasificados como de reserva por la Autoridad Competente.

Los sistemas abarcados por el presente subcapítulo consisten solamente en los que están permanentemente instalados, formando un conjunto con el elemento de fuerza motriz.

Los sistemas de generación de fuerza de reserva se instalan generalmente para proveer una fuente de energía eléctrica que alimente cargas, tales como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones, procesos industriales, cuya interrupción provocada por una falla del suministro eléctrico originaría molestias, discontinuidad del proceso o daños al producto.

Además deberá tenerse en cuenta todos los requisitos aplicables de este Tomo a los sistemas de reserva.

7.5.2 Aprobación del Equipo

Todo equipo deberá estar aprobado para el uso al que está destinado.

7.5.3 Capacidad del Sistema

Un sistema de generación de fuerza de reserva deberá tener una capacidad y un régimen nominal adecuados para el funcionamiento de todos los equipos que deben ser alimentados al mismo tiempo.

7.5.4 Equipo de Control y de Transferencia

El equipo debe ser adecuado para el uso al que está destinado y debe ser diseñado e instalado de manera tal que se evite una interconexión inadvertida de las fuentes normal y de reserva durante el funcionamiento del equipo de transferencia.

Un dispositivo de retardo de tiempo evitará el funcionamiento del sistema de generación de fuerza durante tiempos cortos.

7.5.5 Protección de los Sistemas

Los equipos de transferencia y el alambrado correspondiente al sistema de generación de fuerza de reserva deberán estar provistos de dispositivos de protección adecuadamente calibrados.

7.5.6 Alambrado

El alambrado de un sistema de generación de fuerza de reserva no necesita estar conforme con los requisitos de 7.1.3.5, y dicho alambrado puede ser colocado en las mismas canalizaciones, cajas, gabinetes y tableros con otro alambrado, con la excepción de que no debe ocupar las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes que los alambrados de sistemas de emergencia.

7.5.7 Sistemas de Generación de Fuerza de Reserva Requeridos Legalmente

Estos sistemas deberán cumplir con todas las Disposiciones del presente subcapítulo y además los sistemas deberán:

- a) Estar equipados con medios adecuados de arranque automático basados en la falla del servicio normal y con equipos de transferencia de funcionamiento automático de todos los servicios eléctricos a plena carga, que funcionen en un tiempo no mayor de 60 segundos después de la falla.
- b) Estar provistos de sistemas de tanques de combustible suficiente para un tiempo no menor de 2 horas, con el sistema funcionando a plena carga.
- c) Ser probados a la recepción y periódicamente según un programa y de manera aceptable para la Autoridad Competente, para asegurar el mantenimiento del sistema en condiciones de funcionamiento adecuado.

7.6 SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

7.6.1 Generalidades

7.6.1.1 Alcance

Las Disposiciones del presente subcapítulo deberán aplicarse a la instalación de alambrados y equipos para los sistemas de señalización de protección contra incendios que funcionan con 600 V o menos.

7.6.1.2 Clasificación

Los circuitos de señalización para protección contra incendio deberán clasificarse como circuitos de potencia limitada y circuitos de potencia no limitada.

7.6.1.3 Identificación

Los circuitos de señalización contra incendio deberán estar identificados en sus terminales y en los puntos de empalmes, para evitar interferencias no intencionales de los circuitos durante las pruebas y los servicios de mantenimiento.

7.6.1.4 Ubicación

Los equipos y circuitos deberán cumplir con 4.1.1.20.

Los equipos y sus respectivos alambrados instalados en lugares peligrosos deberán cumplir con las Disposiciones de 6.1 al 6.10.

Los equipos y sus respectivos alambrados instalados en lugares corrosivos, húmedos o mojados, deberán cumplir con los requisitos de 2.1.11, 4.1.1.6 y 4.2.1.8, y los instalados en ductos y cámaras de aire, deberán cumplir con 4.1.1.2.1.

7.6.1.5 Circuitos de señalización que se extienden a otras Edificaciones

Los circuitos de señalización para protección contra incendio que se prolongan más allá de una edificación, en líneas aéreas, deberán cumplir con los requisitos del capítulo 8 y clasificarse como circuitos de comunicaciones, o cumplir con 3.4.

7.6.1.6 Puesta a tierra

Los circuitos de señalización para protección contra incendio y los equipos, se deberán poner a tierra de acuerdo con 3.6; excepto lo siguiente: los circuitos de señalización para protección contra incendio de corriente continua de intensidad no mayor de 0.030 A.

7.6.1.7 Vigilancia

Los circuitos deben ser vigilados eléctricamente para que al producirse cualquier desperfecto o puesta a tierra de un conductor que impida el funcionamiento correcto, se produzca una señal de avería.

7.6.2 Circuitos de Señalización para Protección Contra Incendio sin Limitación de Potencia

7.6.2.1 Limitaciones de potencia

Las fuentes de alimentación para circuitos de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio deberán cumplir con las Disposiciones de los capítulos 1 hasta el 5, y la tensión máxima de salida no deberá ser mayor de 600 V.

7.6.2.2 Protección contra sobrecorriente

- a) Conductores de sección de 2.5 mm² y mayores. Los conductores de sección de 1.5 mm² y mayores deberán tener protección contra sobrecorriente, de acuerdo con las capacidades de corriente indicadas en las Tablas 4-V y 4-VI.
- b) Conductores de secciones 0.75 mm², 1.00 mm² y 1.5 mm². Estos conductores deberán estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de capacidad no mayor de 20 A.

7.6.2.3 Ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente

Deberán ubicarse en el punto donde se alimentan los conductores a proteger, a menos que el dispositivo que protege contra sobrecorriente al conductor de mayor sección protege también al conductor de menor sección.

7.6.2.4 Métodos de instalación

Las Instalaciones eléctricas deberán realizarse de acuerdo con las Disposiciones relacionadas del capítulo 4, exceptuando lo estipulado en los incisos 7.6.2.5 hasta 7.6.2.8.

7.6.2.5 Conductores de diferentes circuitos en un mismo cable, canalización o cubierta

Los circuitos de Clase I y los circuitos de señalización para protección contra incendio sin limitación de potencia podrán colocarse en un mismo cable, canalización o cubierta, independientemente de que los distintos circuitos sean de corriente alterna o continua, siempre que todos los conductores tengan el aislamiento necesario para la tensión máxima que pueda tener cualquier conductor dentro de la canalización, cable o cubierta.

Los conductores de alimentación y los conductores de los circuitos de señalización para protección contra incendio pueden colocarse en un mismo cable, canalización o cubierta solamente cuando se conecten a los mismos equipos.

7.6.2.6 Conductores

- a) Secciones y usos. Se permite el uso de conductores de sección 1.00 mm^2 y 0.75 mm^2 siempre que las cargas que alimentan no sobrepasen las capacidades de corriente que se dan en la Tabla 4-XII y estén instalados en cables o canalizaciones aprobadas para el uso.

Los conductores de sección de 1.50 mm^2 y mayores no deberán alimentar cargas mayores que las que corresponden a las capacidades de corriente indicadas en las Tablas 4-V y 4-VI.

- b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores deberá ser adecuado para 600 V.

Los conductores de sección de 1.50 mm^2 y mayores, deben cumplir con 4.2.

Los conductores de sección 0.75 mm^2 y 1.00 mm^2 deben ser del tipo de conductores para aparatos RFH-2, FFH-2, TF, TFF, TFN, TFFN, PF, PGF, PFF, PGFF, PTF, PTF, SF-2, SFF-2 ó similares.

7.6.2.7 Cables multiconductores para circuitos que funcionan a 150 V o menos

Los cables multiconductores de dos o más conductores de cobre, sólidos, de 1.00 mm^2 ó 0.75 mm^2 , aprobados para el uso, se pueden usar para circuitos de señalización que funcionen a 150 V o menos. Los cables multiconductores deberán instalarse en canalizaciones o expuestos, de acuerdo con los requisitos del capítulo 4, excepto que los cables instalados sobre superficies, los que no podrán estar a menos de 2 metros sobre el nivel del piso.

7.6.2.8 Número de conductores y capacidades de corriente para conductores en cables y en canalizaciones, y reducciones en los valores nominales

- a) Cuando en una canalización haya solamente circuitos de señalización para protección contra incendio de potencia no limitada y circuitos Clase I, el número de conductores deberá determinarse de acuerdo con 4.1.1.16. Los factores de corrección indicados en 4.2.3 g) de la Tabla ~V, deberán aplicarse si estos conductores transportan cargas continuas.
- b) Cuando se permite en una misma canalización conductores de alimentación de energía y de circuitos de señalización para

protección contra incendio, de acuerdo con 7.6.2.5, el número de conductores se determinará de acuerdo con 4.1.1.16.

Los factores de reducción dados en 4.2.3 g) de la Tabla 4-V deberán aplicarse de la manera siguiente:

- i) A todos los conductores de señalización para alarma contra incendio, cuando transportan una carga continua y el número total de conductores es mayor que tres.
- ii) Solamente a los conductores de alimentación, cuando los conductores de los circuitos de señalización no transportan una carga continua y el número total de conductores de alimentación es mayor que tres.

7.6.3 Circuitos de Señalización para Protección contra Incendio de Potencia Limitada

7.6.3.1 Limitaciones de potencia

La energía para circuitos de señalización para protección contra incendio de potencia limitada, debe ser inherentemente limitada sin requerir protección contra sobrecorriente o limitada por una combinación de una fuente de potencia y una protección contra sobrecorriente, como está especificado en la Tabla 7-V para circuitos de corriente alterna y en la Tabla 7-VI para circuitos de corriente continua.

7.6.3.2 Vigilancia

Además de cumplir con 7.6.1.7 una señal de avería o de alarma debe indicar la presencia de múltiples fallas a tierra o de cualquier cortocircuito que impediría el funcionamiento normal de alarmas.

7.6.3.3 Marcación

Los circuitos deben ser marcados en forma duradera y visible en sus terminales, para indicar que son circuitos de señalización para protección contra incendio de potencia limitada.

7.6.3.4 Protección contra sobrecorriente

Cuando se requiere protección contra sobrecorriente, los dispositivos de protección y su montaje deben ser aprobados para el uso, y no deben ser intercambiables con dispositivos de mayor valor nominal. El dispositivo de protección contra sobrecorriente puede ser parte integral de un transformador o de otro dispositivo de alimentación aprobado para el uso.

7.6.3.5 Ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente

El dispositivo de protección contra sobrecorriente deberá colocarse en el punto donde los conductores a ser protegidos reciben su alimentación.

7.6.3.6 Métodos de instalación en el lado de alimentación

Los conductores y equipos ubicados en el lado de alimentación del dispositivo de protección de sobrecorriente, de los transformadores, o de los dispositivos limitadores de corriente, deben ser instalados de acuerdo con los requisitos adecuados de 7.6.2 y del capítulo 4. Los transformadores u otros dispositivos que están alimentados por los conductores de alimentación deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente de capacidad nominal no mayor de 20 A.

7.6.3.7 Métodos de instalación en el lado de la carga

Los conductores del lado de la carga de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, de los transformadores y de los dispositivos limitadores de corriente deberán estar aislados de acuerdo con 7.6.3.9 y deberán cumplir con las Disposiciones siguientes:

- a) Separación de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de la Clase I y de señalización para protección contra incendio sin limitación de potencia.
 - i) Los circuitos de potencia limitada deberán estar separados por lo menos 5 cm de los conductores descubiertos de circuitos de alumbrado, de fuerza, de la Clase I, o de señalización para protección contra incendio de potencia no limitada; a menos que:
 - Los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase I, o de señalización para protección contra incendio estén instalados en canalizaciones, o en cables con cubierta metálica o no metálica; o
 - Los conductores de circuitos de potencia limitada estén permanentemente separados de los conductores de los otros circuitos por un material no conductor firmemente sujeto, tal como tubo de porcelana o tubería flexible, además del aislante del conductor.
 - ii) Los circuitos de potencia limitada no deben instalarse dentro de canalizaciones, cables, compartimientos, cajas de salida o accesorios similares que contengan conductores de alumbrado, fuerza, Clase I o de señalización para protección contra incendio; a menos que los conductores de diferentes sistemas estén separados.
 - iii) Los circuitos de potencia limitada deben permanecer con una separación mínima de 5 centímetros de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de la Clase I y de circuitos de señalización para protección contra incendio sin límite de potencia, cuando están instalados en un mismo ducto vertical;

excepto cuando los conductores estén encerrados en una tubería no combustible o en canalizaciones, cables con armadura metálica, cubierta metálica o sin ella.

- iv) Los cables para circuitos de potencia limitada deben instalarse en tubería metálica pesada, intermedia o liviana en pozos de ascensores.
- b) Tendidos verticales. Los conductores de circuitos de potencia limitada tendidos dentro de ductos verticales o tabiques deberán estar provistos de cubiertas resistentes al fuego, capaces de impedir la propagación de un incendio de un piso a otro, excepto cuando los conductores sean colocados en tuberías no combustibles o en ductos a prueba de fuego que tengan cortafuegos en cada piso.
- c) Conductores de diferentes circuitos de señalización para protección contra incendio de potencia limitada y de circuitos clases 2 y 3 en un mismo cable, canalización o cubierta.
 - i) Los cables y conductores de dos o más circuitos de señalización para protección contra incendio de potencia limitada o circuitos Clase III pueden colocarse en un mismo cable, canalización o cubierta.
 - ii) Los conductores de uno o más circuitos Clase II, pueden colocarse en un mismo cable, canalización o cubierta con conductores para circuitos de señalización contra incendio de potencia limitada, siempre que el aislamiento de los conductores de los circuitos Clase II, sea por lo menos igual al requerido para circuitos de señalización para protección contra incendio de potencia limitada.

7.6.3.8 Protección mecánica

Los conductores para circuitos de potencia limitada pueden instalarse como se indica a continuación:

- a) Expuestos sobre superficies de cielos rasos y paredes o en espacios cerrados. Los cables deberán fijarse en forma adecuada y terminados en accesorios aprobados y deberán instalarse en tal forma que se pueda obtener la máxima protección contra daños mecánicos de la estructura de las Edificaciones, tales como son los zócalos, marcos de puertas, anaqueles, etc. Cuando los cables se instalen a no más de 2 metros de altura por encima del piso, deberán fijarse en forma adecuada con grapas aislantes a intervalos no mayores de 50 centímetros.
- b) Para la protección contra daños mecánicos, los conductores y cables deberán ser instalados en canalizaciones metálicas cuando

pasen a través de un piso o pared hasta una altura de 2 metros sobre el piso, a menos que se obtenga una adecuada protección por elementos de la construcción como se detalla en el párrafo a) anterior, o que se utilice otro tipo de resguardo sólido.

7.6.3.9 Conductores y cables

Los conductores y cables para uso en circuitos de señalización para la protección contra incendio deberán ser aprobados para el uso y deberán cumplir las siguientes Disposiciones:

- a) Los conductores deberán ser de cobre, sólido o trenzado no concéntrico y estañado.
- b) Los conductores deberán ser no menores de 1.00 mm^2 para conductores unipolares, 0.75 mm^2 para 2 ó 3 conductores, y 0.5 mm^2 para 4 ó más conductores en cables multiconductores.
- c) Los conductores de un cable multiconductor deberán estar recubiertos con un aislante termoplástico de espesor no menor que 0.20 mm . Los conductores de un cable deberán estar recubiertos por un aislante termoplástico de espesor nominal de 0.75 mm .

Cuando el número de conductores en un cable es mayor de 4, el espesor del aislante deberá aumentarse para proporcionar iguales características de funcionamiento.

En igual manera, cuando un conductor es de 1.5 mm^2 o mayor, el espesor del aislante debe aumentarse para proporcionar las características de funcionamiento equivalentes a menos que se pueda usar dos conductores de construcción plana paralela con un aislante integral nominal de 0.75 mm y una cubierta exterior de espesor nominal de 1.00 mm .

- d) Los cables deberán tener un rango de tensión no menor que 300 V y su cubierta deberá tener un alto grado de resistencia a la abrasión.

7.6.3.10 Detectores de incendio del tipo de línea que transporta corriente constantemente

- a) Aplicación. Los detectores de incendio de línea que transporta corriente constantemente, incluyendo los tubos de cobre aislados de detectores operados neumáticamente, empleados para la detección y transporte de corriente de señales, pueden utilizarse en circuitos con características de potencia limitada de acuerdo con 7.6.3.1.

- b) Aislamiento. Los detectores de incendio de líneas que transportan corriente constantemente deberán tener un aislamiento de acuerdo con 7.6.3.9 o de tipo equivalente adecuado para el uso.
- c) Instalación. Estos detectores de incendio deberán instalarse de acuerdo con 7.6.3.2 a 7.6.3.8.

TABLA 7-V
LIMITACIONES DE POTENCIA PARA CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN DE
CORRIENTE ALTERNA PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

		Fuente de potencia inherentemente limitada (no requiere protección contra sobrecorriente)			Fuente de potencia no inherentemente limitada (requiere protección contra sobrecorriente)		
		0 a 20	Mayor de 20 a 30	Mayor de 30 a 100	0 a 20	Mayor de 20 a 100	Mayor de 100 a 150
Tensión del circuito V máx (nota 1)		0 a 20	Mayor de 20 a 30	Mayor de 30 a 100	0 a 20	Mayor de 20 a 100	Mayor de 100 a 150
Limitación de potencia (VA) máx (nota 1) (voltamperes)		-	-	-	250 (ver nota 2)	250	N.D.
Limitación de corriente I máx (nota 1) (Amperes)		8.0	8.0	150/V máx	1000/V máx	1000/V máx	1.0
Máxima protección contra sobrecorriente (Amperes)		-	-	-	5.0	100/V máx	1.0
Fuente de potencia, capacidad nominal máxima en la placa de características	VA (voltamperes)	5.0 x Vmax	100	100	5.0 x Vmáx	100	100
	Corriente (Amperes)	5.0	100/V máx	100/V máx	5.0	100/V máx	100/V máx
Alimentación de conductores y cables		Ver 7.6.3.6					
conductores y cables del circuito		Ver 7.6.3.9					

N.D: Valor no determinado.

TABLA 7-VI
LIMITACIONES DE POTENCIA PARA CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN DE SOBRECORRIENTE ALTERNA PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

		Fuente de potencia inherentemente limitada (no requiere protección contra sobrecorriente)				Fuente de potencia no inherentemente limitada (requiere protección contra sobrecorriente)		
		0 a 20	Mayor de 20 a 30	Mayor de 30 a 100	Mayor de 100 a 150	0 a 20	Mayor de 20 a 100	Mayor de 100 a 250
Tensión del circuito V máx (nota 1)								
Limitación de potencia (VA) máx (nota 1) (voltamperes)		-	-	-	-	250 (ver nota 3)	250	N.D
Limitación de corriente I máx (nota 1) (Amperes)		8.0	8.0	150/V máx	0.030	1000/V máx	1000/V máx	1.0
Máxima protección contra sobrecorriente (Amperes)		-	-	-	-	5.0	100/V máx	1.0
Fuente de potencia, capacidad nominal máxima en la placa de características	VA (VoltAmperes)	5.0 x Vmáx	100	100	0.030/V máx	5.0 x Vmax	100	100
	(Amperes)	5.0	100/V máx	100/V máx	0.030	5.0	100/V máx	100/V máx
Alimentación de conductores y cables		Ver 7.6.3.6						
conductores y cables del circuito		Ver 7.6.3.9						

N.D: Valor no determinado.

NOTAS PARA LAS TABLAS 7-V y 7-VI

Nota 1.- V máx: Tensión máxima de salida, independiente de la carga, con tensión nominal de entrada aplicada.

I máx: Corriente máxima de salida después de un minuto de operación bajo cualquier carga no capacitiva, incluyendo cortocircuitos, con el dispositivo de protección contra sobrecorriente puentado

(VA) máx: VoltAmperes máximos de salida, independiente de la carga, con el dispositivo de protección contra sobrecorriente puentado.

Nota 2.- Si la fuente de potencia es un transformador; (VA) máx es 350 V ó menos cuando V máx es 15 V ó menos.

CAPÍTULO 8

SISTEMA DE COMUNICACIÓN

8.1 CIRCUITOS DE COMUNICACIONES

8.1.1 Alcance

Las prescripciones del presente capítulo deberán aplicarse a teléfonos, telégrafos (excepto radio), alarmas contra incendio y contra robo, sistemas similares con estación central, y teléfonos internos que tengan tipos similares de equipos, de métodos de instalación y de mantenimiento.

8.1.2 Protección

8.1.2.1 Dispositivos de protección

Deberá proveerse un dispositivo de protección aprobado para el uso en cada circuito que, parcial o completamente, esté compuesto de conductores o cables aéreos, no limitados a una manzana. También deberá proveerse un dispositivo de protección aprobado para el uso, en cada circuito aéreo o subterráneo, instalado en la manzana que contenga la edificación servida, si está expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza con tensión mayor de 300 Volts a tierra.

La palabra “manzana” tal como se usa en el presente subcapítulo, significa una porción de una ciudad, pueblo o distrito, encerrada por calles, incluyendo las vías peatonales, jardines, parqueos, a excepción de las calles.

La palabra “expuesto” tal como se usa en el presente subcapítulo, significa que el circuito está en tal posición que en caso de falla de los soportes o del aislamiento, puede ocurrir contacto con otros circuitos.

a) Ubicación. El dispositivo de protección deberá estar ubicado dentro, encima o inmediatamente adyacente a la estructura o edificación servida y tan cerca como sea posible del punto en el cual los conductores expuestos entran o están fijados.

- b) Lugares peligrosos. El dispositivo de protección no deberá ubicarse en ninguno de los lugares definidos como peligrosos en 6.1, ni en la proximidad de materiales fácilmente inflamables.
- c) Requisitos para la protección. La protección deberá estar formada por un pararrayos conectado entre cada conductor de línea y tierra, montado de manera adecuada. Los terminales de la protección deberán estar claramente marcados para identificar las conexiones de línea y tierra.
 - i) Puede utilizarse un dispositivo de protección sin fusible en cualquiera de las condiciones siguientes:
 - Donde los circuitos entran en una edificación por medio de un cable con cubierta metálica o por medio de un cable con cubierta no metálica que tenga una pantalla metálica puesta a tierra entre la cubierta y el conjunto de conductores, siempre que la cubierta o la pantalla metálica esté efectivamente puesta a tierra y que los conductores en el cable se fundan sin presentar peligro, para corrientes mayores que la capacidad de corriente del dispositivo de protección y la del conductor de protección del dispositivo de protección.
 - Donde se utilicen conductores aislados de acuerdo con 8.1.3.1 c) i) y ii) para extender circuitos a una edificación desde un cable con cubierta metálica o desde un cable con cubierta no metálica que tenga una pantalla metálica puesta a tierra entre la cubierta y el conjunto de los conductores, siempre que la cubierta o la pantalla metálica esté efectivamente puesta a tierra y que los conductores en el cable o segmento de cable, o las conexiones entre los conductores aislados y el equipo de comunicaciones se fundan sin presentar peligro, para cualquier corriente mayor que la capacidad de corriente del dispositivo de protección y la de los conductores aislados anexos y la del conductor de protección del dispositivo de protección.
 - Donde se utilicen conductores aislados que no sean cables con cubierta metálica o cables con pantalla metálica de acuerdo con 8.1.3.1 c) i) y ii) para extender circuitos a una edificación, siempre que: el dispositivo de protección esté aprobado para el uso; el conductor de protección del dispositivo de protección esté conectado a un electrodo de tubería de agua o al conductor de protección o al electrodo a tierra de un sistema de distribución cuyo neutro esté puesto a tierra en múltiples lugares, y que las conexiones de los conductores aislados al equipo de comunicaciones expuesto a los conductores del equipo de comunicaciones expuestos, se fundan sin presentar peligro para corrientes mayores de la capacidad de corriente del dispositivo de protección, y la de

los conductores aislados anexos y la del conductor de protección del dispositivo de protección.

- ii) Cuando no se cumplan los requisitos indicados en algunos de los párrafos de 8.1.2.1 c) i), se deberán utilizar dispositivos de protección del tipo con fusible. Un dispositivo de protección del tipo con fusible deberá estar formado por un pararrayos conectado entre el conductor de línea y tierra, un fusible en serie con cada conductor de línea y un montaje adecuado. Los terminales de protector deberán estar claramente marcados para identificar las conexiones de línea y tierra.

8.1.2.2 Instalación de conductores

Los conductores que salgan del dispositivo de protección hasta el equipo, o donde no se necesite dicho dispositivo, los conductores fijados al exterior o dentro de una edificación, deberán cumplir con a) hasta d) a continuación.

a) Separación entre conductores.

- i) Conductores a la vista. Los conductores deberán estar separados por lo menos 5 cm de cualquier conductor de alumbrado o de fuerza o de circuito Clase I, a menos que:
 - Los conductores de alumbrado o de fuerza o de Clase I estén colocados en una canalización o formen parte de un cable con cubierta metálica, armadura metálica o cubierta no metálica.
 - Los conductores estén permanentemente separados de los conductores de otros sistemas por un material no conductor continuo y firmemente fijado, tal como tubo de porcelana o tubería flexible, adicionalmente al aislante de los conductores.
- ii) En canalizaciones y cejas. Los conductores de comunicaciones no deberán instalarse en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida, caja de empalmes o accesorios similares, junto con conductores de alumbrado, fuerza o circuitos Clase I, a menos que:
 - Los conductores de los diferentes sistemas estén separados por una división.
 - Los conductores en cajas de salida, de empalmes, o accesorios similares o compartimientos, entren solamente para alimentar el equipo de comunicaciones o para conectar un equipo de control remoto.
- iii) En ductos verticales. Los conductores pueden instalarse en el mismo ducto vertical que los conductores para alumbrado y fuerza, cuando los conductores de los sistemas estén separados por lo menos 5 cm, a menos que:
 - Los conductores de uno de los sistemas estén colocados en tubería incombustible.

- Los conductores de alumbrado o de fuerza estén instalados en canalizaciones, o formen parte de un cable con cubierta metálica, armadura metálica o cubierta no metálica.
- b) Recorridos verticales. Los conductores agrupados en un ducto vertical deberán tener una cubierta a prueba de fuego, capaz de impedir la propagación del fuego de un piso a otro, a menos que:
 - Los conductores estén colocados en una tubería incombustible o estén ubicados en un ducto vertical a prueba de fuego y que tenga cortafuegos en cada piso.
- c) Prevención contra la propagación del fuego o humo. Las Instalaciones deberán hacerse de modo que no se aumente apreciablemente la posibilidad de propagación del fuego o productos de combustión a través de paredes a prueba de incendio o resistentes al fuego o cortafuego, tabiques, techos y pisos a prueba de fuego, cavidades, ductos verticales, ductos de ventilación o de retorno de aire.
- d) Ubicación. Los circuitos y equipos instalados en ductos y cámaras de aire deberán cumplir también con 4.1.1.21 en lo que respecta al alambrado, excepto los conductores que tengan características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo, que serán permitidos en ductos, espacios vacíos usados como ductos, y cámaras de aire y otros lugares similares que no estén incluidos en 4.1.1.21 a).

8.1.3 Conductores en el Exterior de una Edificación

8.1.3.1 Conductores aéreos

Los conductores aéreos que entren en las Edificaciones, deberán cumplir con:

- a) Sobre postes. Cuando los conductores de comunicaciones, de alumbrado o de fuerza están soportados por el mismo poste, deberán cumplir con los requisitos siguientes:
 - i) Ubicación relativa. Los conductores de comunicaciones, deberán estar preferiblemente ubicados debajo de los conductores de alumbrado o de fuerza.
 - ii) Fijación a las crucetas. Los conductores de comunicaciones no deberán fijarla las crucetas que lleven conductores de alumbrado o de fuerza.
 - iii) Espacio de trepado. El espacio de trepado a través de conductores de comunicaciones, deberá satisfacer los requisitos de 3.4.11.4.
- b) Sobre techos. Los conductores que pasen por encima de Edificaciones, deberán estar separados por lo menos 2.40 m de

cualquier techo sobre el que se pueda caminar con facilidad, excepto las Edificaciones auxiliares, tales como garajes y similares.

- c) Circuitos que necesitan dispositivos de protección. Los circuitos que necesitan dispositivos de protección como los señalados en 8.1.2.1, deberán cumplir con lo siguiente:
- i) Aislante de conductores individuales o pareados. Cada conductor desde el último soporte exterior al dispositivo de protección, deberá tener un aislante de elastómero de un espesor de 0.80 mm, excepto que cuando dichos conductores estén completamente dentro de una manzana, el espesor del aislante puede ser menor que 0.80 mm, pero no menor de 0.65 mm. Además, el conductor, ya sea individual o pareado, deberá tener una cubierta fibrosa resistente o una protección equivalente. Se pueden utilizar conductores aprobados para el uso, que tengan otras clases de aislantes.
 - ii) Aislantes para cables. Los conductores de un cable de tipo con cubierta metálica o de un cable con cubierta de elastómero de un espesor no menor de 0.80 mm y cubierto con una cubierta fibrosa resistente, pueden tener un aislante de papel u otro aislante adecuado. Cuando se omite la cubierta metálica o de elastómero, cada conductor deberá estar aislado como lo señala 8.1.3.1 c) i) y el grupo de conductores deberá tener una cubierta fibrosa resistente o una cubierta equivalente.
 - iii) Sobre Edificaciones. Los conductores a la vista deberán estar separados por lo menos 10 cm de los conductores de alumbrado o de fuerza que no están en canalización o cable, a menos que estén permanentemente separados de los conductores del otro sistema por una cubierta adicional, continua, no conductora y firmemente sujeta, tal como tubo de porcelana o tubo flexible. Los conductores a la vista expuestos a contactos accidentales con conductores de alumbrado y de fuerza que trabajan a tensiones mayores de 300 V a tierra y fijados a las Edificaciones, deberán estar separados de acabados de madera por soporte de vidrio, porcelana u otro material aislante aprobado para el uso.
La separación de acabados de madera no es necesaria cuando se omiten los fusibles como está previsto en 8.1.2.1 c) i) o donde se utilicen conductores aprobados para el uso para prolongar circuitos a una edificación desde un cable que tenga cubierta puesta a tierra.
 - iv) Entrada a Edificaciones. Cuando se instale un dispositivo de protección dentro de una edificación, los conductores deberán entrar a la edificación, ya sea por medio de una boquilla aislante no absorbente e incombustible, o por medio de una canalización metálica. Puede omitirse la boquilla aislante en los conductores que entran, en los casos siguientes:

- Si forman parte de un cable con cubierta metálica.
- Si pasan a través de mampostería.
- Si están aprobados para el uso y se han omitido los fusibles como se señala en 8.1.2.1 c).
- Si están aprobados para el uso y se utilizan para prolongar circuitos a una edificación, desde un cable que tiene cubierta metálica puesta a tierra.

Las canalizaciones o boquillas deben tener una pendiente hacia arriba desde el exterior o cuando esto no es posible, se harán curvas de goteo en los conductores inmediatamente antes de su entrada a la edificación. Las tuberías u otras canalizaciones metálicas colocadas del lado de entrada del dispositivo de protección, deberán estar puestas a tierra. Por una canalización o boquilla puede entrar más de un conductor.

8.3.1.2 Conductores de pararrayos

Se deberá mantener una separación mínima de 1.80 m donde sea factible, entre los conductores de comunicación exteriores a la edificación y los conductores de bajada del pararrayos.

8.1.4 Circuitos Subterráneos que entran en las Edificaciones

Los conductores subterráneos de circuitos de comunicaciones que entren en las Edificaciones, deberán cumplir con a) y b) a continuación.

- a) Con conductores de alumbrado o de fuerza. Los conductores subterráneos, en ductos, buzones o sótanos que contengan conductores de alumbrado o de fuerza, deberán instalarse separados de dichos conductores por medio de tabiques de ladrillo, concreto o bloques.
- b) Distribución subterránea en la manzana. Cuando el circuito total de la calle es subterráneo y el circuito dentro de la manzana está colocado de manera tal que no haya riesgo de contacto accidental con circuitos de alumbrado o de fuerza de tensiones mayores de 300 V a tierra, no deberán aplicarse los requisitos de aislamiento de 8.1.3.1 c) i) y ii), y los conductores no necesitan colocarse sobre soportes aislantes ni se necesitan boquillas donde entran a la edificación.

8.1.5 Puesta a Tierra

El equipo deberá ser puesto a tierra como se indica, en a) hasta h) a continuación:

- a) Cubierta de cable. La cubierta metálica de los cables aéreos que entran en las Edificaciones y que estén expuestos a contactos con conductores de alumbrado o de fuerza; deberá estar puesta a tierra o estar interrumpida junto a la entrada de la edificación por una unión aislante o un dispositivo equivalente.

- b) Aislante. El conductor de protección del dispositivo de protección deberá tener un aislante de elastómero y una cubierta fibrosa resistente. Se pueden utilizar conductores que tengan otra clase de aislante, siempre que estén aprobados para el uso.
- c) Sección. La sección del conductor de protección no deberá ser menor de 0.75 mm^2 para cobre o equivalente.
- d) Recorrido. El conductor de protección se deberá instalar en línea recta, tanto como sea factible, hasta el electrodo de tierra.
- e) Daños materiales. Donde sea necesario, el conductor de protección deberá estar resguardado o protegido contra daños materiales.
- f) Electrodo. El conductor de protección deberá conectarse como sigue:
 - i) En el lugar más próximo accesible al sistema de electrodos a tierra de la edificación o estructura, de acuerdo con 3.6.9.1; o
 - ii) Al tubo metálico de la acometida o a la cubierta del equipo de conexión, cuando el neutro de la acometida esté conectado al sistema de electrodos a tierra; o
 - iii) Si la edificación o estructura no tiene sistema de electrodos a tierra, deberá conectarse cualquiera de los electrodos individuales descritos en 3.6.9.1; o
 - iv) Si la edificación o estructura no tiene los medios de puesta a tierra indicados en i), ii), deberá conectarse al electrodo a tierra, al tubo metálico de la acometida o a la cubierta del equipo de conexión, si forman parte de un sistema de distribución con neutro de múltiples puestas a tierra.
 - v) Si la edificación o estructura no tienen los medios de puesta a tierra indicados en i), iii) ó iv) deberá conectarse a:
 - Una estructura metálica efectivamente puesta a tierra.
 - A una barra a tierra o tubo hincado en terreno permanentemente húmedo. No deberán utilizarse como electrodos protectores, las tuberías de vapor o de agua caliente, los conductores de bajados de pararrayos, o los electrodos de tubo o de barra utilizados para la puesta a tierra que no sean del neutro de un circuito de energía con puestas a tierra múltiples.
- g) Conexión al electrodo. El conductor de protección deberá ser fijado a un electrodo de tubo por medio de una mordaza con tornillos, a la cual el conductor deberá conectarse de manera efectiva. En todos los casos, la conexión al electrodo a tierra deberá hacerse tan cerca como sea factible del nivel del terreno.
- h) Interconexión de electrodos. Deberá hacerse un puente de unión de sección mayor que 10 mm^2 para cobre o equivalente, entre los electrodos a tierra

de los circuitos de comunicaciones y de potencia, cuando los requisitos de f) indicados antes, especifiquen el uso de electrodos separados. Todos los electrodos a tierra individuales pueden interconectarse.

8.2 EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISIÓN

8.2.1 Generalidades

8.2.1.1 Alcance

El presente subcapítulo deberá aplicarse a los equipos receptores de radio y televisión y a los equipos transmisores y receptores de radio para aficionados, pero no deberá aplicarse a equipos y antenas utilizados para acoplar las corrientes portadoras a las líneas de transmisión de energía eléctrica.

8.2.1.2 Otros capítulos aplicables

El alambrado desde la fuente de suministro de energía a los dispositivos o entre los dispositivos conectados al sistema de alambrado interior, deberá cumplir con los capítulos 1 a 5, excepto lo modificado en 5.9.5.4. El alambrado para equipos de radiofrecuencia, audiofrecuencia y para altavoces, deberá regirse por 5.9.5.

8.2.1.3 Antenas de televisión colectivas

La antena deberá cumplir con los requisitos del presente subcapítulo. El sistema de distribución deberá regirse por 8.3.

8.2.1.4 Supresores de ruido para radio

Los eliminadores de interferencia de radio, los condensadores de interferencia o los supresores de ruido de radio conectados a los conductores de alimentación, deberán ser de tipo aprobado para el uso y no deberán estar expuestos a daños materiales.

8.2.2. Sistemas de Antenas para Equipos Receptores

8.2.2.1 Material

Los conductores de antena y de entrada, deberán ser de cobre duro o de otro material de alta resistencia mecánica y resistente a la corrosión. Para los conductores de entrada puede emplearse el cobre blando o semiduro, donde los tramos entre soportes no sean mayores de 10 m.

8.2.2.2 Soportes

Los conductores de entrada y de antena exterior deberán estar firmemente soportados. La antena no debe ser fijada al poste de la acometida eléctrica. Los conductores no deberán fijarse a postes o estructuras análogas que tengan conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza o a conductores de trole que trabajen a más de 250 V entre conductores. Los aisladores que sostienen los conductores de antena

deberán tener suficiente resistencia mecánica para sostenerlos firmemente. Los conductores de entrada deberán conectarse firmemente a las antenas.

8.2.2.3 Modo de evitar contactos con conductores de otros sistemas

Los conductores de entrada y antena exterior que van desde la antena a la edificación, no deberán cruzar por encima de circuitos de alumbrado o de fuerza y deberán mantenerse bien alejados de tales circuitos para evitar la posibilidad de contactos accidentales. Cuando no se puede evitar la proximidad con los conductores de las acometidas de alumbrado y de fuerza que trabajan a menos de 250 V entre conductores, la instalación deberá hacerse de manera tal que la distancia mínima sea de 60 cm. Se recomienda que los conductores de antena estén instalados de manera que no crucen por debajo de los conductores de alumbrado o de fuerza.

8.2.2.4 Empalmes

Los empalmes y uniones en los tramos de antena deberán hacerse mecánicamente seguros y con dispositivos de empalme de tipo aprobado o por otros medios tales que no debiliten apreciablemente los conductores.

8.2.2.5 Puesta a tierra

Los mástiles y las estructuras metálicas que sostienen las antenas deberán estar conectados a tierra en forma permanente y efectiva, sin empalme o conexión en el conductor de protección.

8.2.2.6 Sección del conductor de antena tensado para estaciones receptoras

- a) Sección del conductor de antena. Los conductores exteriores de antena para estaciones receptoras deberán ser de una sección no menor que 0.75, 1.5 y 2.5 mm² cuando la longitud del tramo máximo es menos de 10 m, de 10 a 45 m y mayor de 45 m respectivamente, para el cobre duro.
- b) Antenas autosportadas. Las antenas exteriores, tales como barra vertical o estructura dipolo, deberán ser de materiales que no sufran corrosión de resistencia mecánica adecuada para resistir las condiciones de carga existentes y dichas antenas deberán ubicarse bien alejadas de conductores aéreos de los circuitos de alumbrado y de fuerza de más de 250 V a tierra, con el objeto de evitar la posibilidad de que si cayera la antena o la estructura, pueda hacer contacto accidental con los circuitos.

8.2.2.7 Sección de los conductores de entrada para estaciones receptoras

Los conductores de entrada que se fijan a las antenas exteriores de recepción para distintas longitudes máximas de tramos, deberán tener

una sección tal que tengan una resistencia a la tracción por lo menos igual a la de los conductores de antena especificados en 8.2.2.6. Cuando la entrada esté formada de dos o más conductores que estén trenzados o colocados dentro de la misma cubierta o son concéntricos, el calibre del conductor para distintas longitudes máximas de los tramos, deberá ser tal que la resistencia a la tracción de la combinación sea por lo menos tan grande como la de los conductores de antena especificados en 8.2.2.6.

8.2.2.8 Separaciones para estaciones receptoras

- a) Fuera de las Edificaciones. Los conductores de entrada fijados a las Edificaciones deberán instalarse de forma que no puedan aproximarse al moverse, a menos de 60 cm de los conductores de los circuitos de 250 V ó menos entre conductores, o a menos de 3 m de los conductores de los circuitos de más de 250 V entre conductores; se exceptúa el caso de circuitos cuya tensión entre conductores no exceda de 150 V, si todos los conductores implicados están fijados para asegurar una separación permanente, en cuyo caso la separación puede reducirse, pero no debe ser menor de 10 cm. La separación entre conductores de entrada y, cualquier conductor que forme parte de un sistema de barras de pararrayos, no deberá ser menor de 1.80 m, a menos que se haga el puenteado citado en 3.6.9.4.
- b) Antenas y entradas interiores. Las antenas y entradas interiores no deberán instalarse a menos de 5 cm de los conductores de otras Instalaciones eléctricas en el sitio, a menos que:
 - i) Tales conductores estén instalados en conducto metálico o cable armado.
 - ii) Están separados permanentemente de tales conductores por medio de una cubierta aislante y continua, tal como tubo de porcelana o tubería flexible fijada firmemente.

8.2.2.9 Circuitos de alimentación eléctrica utilizados como antena para estación receptora

Cuando se utiliza un circuito de alimentación eléctrica como antena, el dispositivo de acoplamiento entre la red eléctrica y el radio receptor, deberá ser de tipo aprobado para el uso.

8.2.2.10 Unidades de descarga para estaciones receptoras

- a) Donde se requiere. Cada conductor de entrada procedente de una antena exterior deberá estar provisto de una unidad de descarga de antena aprobada para el uso, excepto cuando los conductores de entrada están encerrados en una cubierta metálica continua que esté

permanente y efectivamente puesta a tierra, o esté protegida por una unidad de descarga de antena.

- b) Ubicación. Las unidades de descarga de antenas, deberán instalarse fuera de la edificación o dentro de ella, entre el punto de entrada de los conductores de entrada y el aparato de radio o los transformadores y tan cerca como sea posible de la entrada de los conductores a la edificación. Las unidades de descarga de antena no deberán instalarse cerca de materiales combustibles, ni en los lugares definidos como peligrosos en el Capítulo 6.

8.2.2.11 Conductores de protección para estaciones receptoras

Los conductores de protección deberán cumplir con:

- a) Material. El conductor de protección deberá ser de cobre o de otro material resistente a la corrosión.
- b) Aislante. Los conductores de protección pueden ser no aislados.
- c) Soportes. Los conductores de protección deben asegurarse firmemente y pueden fijarse a las superficies donde deban instalarse, sin necesidad de utilizar soportes aislantes. Cuando no se pueden instalar soportes apropiados, la sección del conductor de protección deberá aumentarse proporcionalmente.
- d) Protección mecánica. El conductor de protección deberá estar protegido donde se halle expuesto a daños materiales o deberá aumentarse proporcionalmente la sección del conductor de protección, para compensar la falta de protección.
- e) Recorrido. El conductor de protección deberá instalarse en línea recta, tanto como sea factible, desde el mástil de la antena o desde el pararrayos o desde ambos, hasta el electrodo a tierra.
- f) Conexión al electrodo a tierra. El conductor de protección deberá conectarse a un sistema subterráneo de tubería metálica de agua, como se especifica en 3.6.9.1. Si la edificación no está servida por tal sistema de tubería metálica de agua, la conexión deberá hacerse a la estructura metálica de la edificación, si ésta está puesta a tierra de manera efectiva o a un electrodo artificial como se especifica en 3.6.9.2. En el último piso o en lugares similares, el conductor de protección puede ser conectado a una tubería metálica de agua o a una tubería metálica pesada o intermedia.
- g) Dentro o fuera de la edificación.

- h) Sección. El conductor de protección no deberá ser de sección menor de 4 mm^2 para el cobre.
- i) Tierra común. Puede utilizarse un sólo conductor de protección que sirva a la vez a los fines de protección y de operación.

8.2.3 Sistemas de Antenas para Estaciones Transmisoras y Receptoras de Aficionados.

8.2.3.1 Otros subcapítulos aplicables

Los sistemas de antena de las estaciones de aficionados, transmisoras y receptoras, además de cumplir con las Disposiciones del presente subcapítulo deberán cumplir con 8.2.2.1 a 8.2.2.5.

8.2.3.2 Sección de la antena

Los conductores de la antena para las estaciones de aficionados, transmisoras y receptoras, deberán ser de una sección mayor que 1.5 y 4.0 mm^2 cuando la longitud del tramo máximo es hasta 45 m y mayor de 45 m respectivamente para el cobre dure.

8.2.3.3 Sección de los conductores de entrada

Los conductores de entrada para estaciones transmisoras deberán tener para distintas longitudes máximas de tramos, una sección por lo menos igual a la de los conductores para antena especificados en 8.2.3.2.

8.2.3.4 Separación con la edificación

Los conductores de antenas para estaciones transmisoras fijados a las Edificaciones, deberán montarse firmemente sobre soportes aislantes no absorbentes que los mantengan a una distancia mínima de 7.5 cm de la superficie de la edificación. Dichos soportes pueden ser brazos de madera tratada, equipados con aisladores que no tengan menos de 7.5 cm de línea de fuga y de distancia libre. Los conductores de entrada fijados a la edificación deberán ajustarse también a estos requisitos. Cuando los conductores de entrada estén en una cubierta metálica continua que esté permanente y efectivamente puesta a tierra, no requerirán cumplir con estos requisitos. En este ultimo caso la cubierta metálica puede utilizarse también como conductor.

8.2.3.5 Entrada a la edificación

Los conductores de entrada de estaciones transmisoras, excepto cuando están protegidos por una cubierta metálica continua que esté conectada a tierra en forma permanente y efectiva, deberán entrar a las Edificaciones por uno de los métodos siguientes:

- a) A través de un tubo o boquilla aislante, no absorbente, incombustible y rígido.

- b) A través de una abertura provista para el propósito, en la que los conductores de entrada estén fijados firmemente, a fin de mantener una separación mínima de 5 cm entre ellos y los bordes de la estructura

8.2.3.6 Protección contra contactos accidentales

Los conductores de entrada de las transmisoras de radio deberán estar ubicados o instalados de manera que se haga difícil un contacto accidental con ellos.

8.2.3.7 Unidades de descarga de antenas para estaciones transmisoras

Cada conductor de entrada de una antena exterior deberá estar provisto de una unidad de descarga o de otro medio capaz de descargar a tierra las cargas estáticas del sistema de antena, a menos que cada conductor esté protegido por una cubierta metálica continua que esté puesta a tierra en forma permanente y efectiva, o cuando la antena esté puesta a tierra en forma permanente y efectiva.

8.2.3.8 Conductores de protección para estaciones transmisoras y receptora de aficionados

Los conductores de protección deberán cumplir con:

- a) Otros subcapítulos aplicables. Todos los conductores de protección de las estaciones de aficionados, transmisoras y receptora, deberán cumplir con 8.2.2.11.
- b) Sección del conductor de protección. El conductor de protección para estaciones transmisoras deberá ser de una sección por lo menos igual al del conductor de entrada, pero mayor que 4 mm^2 para el cobre.
- c) Sección del conductor de puesta a tierra de operación. El conductor de puesta a tierra para operación de estaciones transmisoras deberá ser mayor que 1.5 mm^2 para cobre o su equivalente.

8.2.4 Instalaciones Interiores para Estaciones Transmisoras

8.2.4.1 Separación de otros conductores

Todos los conductores dentro de la edificación deberán tener una separación no menor de 10 cm con los conductores de electricidad o circuitos de señalización. Excepto:

- Lo previsto en 5.9.5; o
- Cuando están separados de otros conductores por medio de tubos para Instalaciones eléctricas o algún material fijo no conductor, tal como tubo de porcelana o tubo flexible.

8.2.4.2 Cubiertas

El transmisor deberá estar dentro de una estructura o malla metálica o deberá estar separado del espacio destinado al personal encargado del funcionamiento por un tabique u otro medio equivalente, cuyas partes metálicas estén puestas a tierra de manera efectiva.

8.2.4.3 Puesta a tierra de los controles

Todas las palancas metálicas exteriores y los controles accesibles al personal encargado del funcionamiento, deberán estar puestos a tierra de manera efectiva.

8.8.4.4 Enclavamiento de las puertas

Todas las puertas de acceso deberán estar provistas de enclavamiento que desconectará todas las tensiones mayores de 250 V entre conductores, cuando se abra cualquier puerta de acceso.

8.2.4.5 Amplificadores de audiofrecuencia

Los amplificadores de audiofrecuencia que estén ubicados fuera el espacio destinado al transmisor deberán tener cubiertas adecuadas y deberán estar ubicados de manera que sean fácilmente accesibles y tengan ventilación adecuada.

8.3 ANTENAS DE TELEVISIÓN COMUNITARIA Y SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE RADIO

8.3.1 Generalidades

8.3.1.1 Alcance

Los requisitos del presente subcapítulo, deberán aplicarse a los cables coaxiales de distribución de señales de radio frecuencia, usualmente empleados en los sistemas de antenas de televisión de tipo colectivo. Cuando el sistema de alambrado utilizado es distinto del coaxial, deberán aplicarse los requisitos de 8.1, circuitos de comunicaciones.

El cable coaxial puede ser utilizado para suministrar fuerza de baja potencia a equipos directamente asociados con los sistemas de distribución de radiofrecuencia siempre que la tensión no sea mayor de 60 V y donde la corriente de alimentación provenga de un transformador o de otro dispositivo que tenga características de limitación de potencia.

8.3.1.2 Material

Los cables coaxiales utilizados para sistemas de distribución de radiofrecuencia deberán ser adecuados para el uso.

8.3.2 Puesta a Tierra de la Pantalla Conductor Externa de los Cables Coaxiales

Donde un cable coaxial esté expuesto a rayos o a contactos accidentales con conductores de pararrayos o conductores de fuerza que trabajen a una tensión mayor de 250 V a tierra, la pantalla externa conductora del cable coaxial debe ser puesta a tierra a la estructura de la edificación, lo más cerca posible del punto de entrada del cable. Cuando la pantalla externa conductora de un cable coaxial está puesta a tierra, no se necesita ningún otro dispositivo protector.

8.3.3 Instalación del Cable

8.3.3.1 Conductores externos

Los cables coaxiales, antes del punto de conexión a tierra, como está definido en 8.3.2, deberán cumplir con:

- a) Sobre postes. Los conductores coaxiales en postes, deberán instalarse debajo de los conductores de alumbrado y de fuerza, donde sea posible y no deberán ser sujetados a las crucetas de los mismos.
- b) Separación de los cables de entrada Los conductores de entrada o bajantes aéreos de un poste u otro tipo de soporte, incluyendo el punto de amarre a un edificio o estructura, deberán mantenerse alejados de conductores de alumbrado y de fuerza, a fin de evitar contactos accidentales. A menos que no pueda evitarse la proximidad los conductores de acometida, alumbrado y fuerza, la instalación deberá ser tal que asegure una separación no menor de 30 cm de dichos conductores.
- c) Sobre techos. Los cables que pasen sobre Edificaciones deberán estar a por lo menos 2.40 m por encima de cualquier techo que sea accesible al tráfico de peatones.
- d) Entre Edificaciones. Los cables que se extienden entre Edificaciones y también los soportes o grapas de sujeción, deberán ser aceptables para el uso y tener la suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas a las cuales están sometidos. Cuando un cable no tenga suficiente resistencia para autosoportarse, deberá ser soportado por medio de un cable mensajero que, junto con las grapas de fijación o soportes, deberá ser aceptable para soportar las cargas a las cuales pueda estar sometido.
- e) Sobre Edificaciones. Donde los cables estén fijados a Edificaciones deberán ser amarrados firmemente y de manera que queden separados de otros conductores, como se indica a continuación:
 - i) Alumbrado o fuerza. El cable coaxial deberá tener una separación de por lo menos 10 cm con los conductores de alumbrado y fuerza que no estén protegidos con tubería metálica u otro tipo de protección, o estar permanentemente

separados de los conductores de otro sistema por medio de un material no conductor, continuo y firmemente fijado, adicional a la aislación de los conductores.

- ii) Otros sistemas de comunicaciones. El cable coaxial deberá ser instalado de tal forma que no haya interferencias innecesarias cuando se haga el mantenimiento de otros sistemas. En ningún caso los conductores, cables, cables mensajeros, equipos de un sistema, deberán producir abrasión en los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de otros sistemas.
- iii) Conductores de pararrayos. Deberá mantenerse una separación no menor de 1.80 m entre los cables coaxiales y los conductores de pararrayos donde sea factible.

8.3.3.2 Entrada a las Edificaciones

Los cables coaxiales deben tener una pendiente hacia arriba cuando entran a una edificación de afuera hacia dentro o, donde esto no es posible, se debe formar con el cable una curva de goteo inmediatamente antes de su entrada a la edificación.

8.3.3.3 Conductores dentro de Edificaciones

Más allá del punto de puesta a tierra como se indica en 8.3.2, las Instalaciones de los cables deben cumplir con:

- a) Conductores de alumbrado y de fuerza Los cables coaxiales deben estar separados por lo menos 5 cm de cualquier conductor de alumbrado o de fuerza y de circuitos Clase I. Excepto:
 - i) Cuando los conductores de alumbrado, de fuerza o de circuitos Clase I estén en canalizaciones o cables provistos de cubierta metálica o armadura metálica.
 - ii) Cuando los conductores estén permanentemente separados de los conductores de otros circuitos por un material no conductor, continuo y firmemente fijado, tal como tubo de porcelana o tubería flexible adicional al aislante de los conductores.
- b) En caja o canalizaciones. Los cables coaxiales no deben ser colocados en ninguna canalización o compartimiento, caja de salida o de empalmes o cualquier otra cubierta, junto con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza o circuitos Clase I, a menos que los conductores de otros sistemas estén separados por un tabique permanente, o que los conductores en cajas de salida, de empalmes, accesorios similares o compartimientos, se introducen únicamente para la alimentación del equipo del sistema de distribución al que pertenece el cable coaxial, o para suministrar energía a un equipo de control remoto.
- c) Ductos verticales. Los cables coaxiales pueden instalarse en el mismo ducto vertical que los conductores de alumbrado y de fuerza, siempre que los conductores de los dos sistemas estén

separados por lo menos en 5 cm, a menos que: los conductores de cualquier sistema estén colocados en tubería no combustible, o que los conductores de alumbrado o de fuerza estén colocados en una canalización o en cable con cubierta metálica, armadura metálica o cubierta no metálica.

- d) Tendidos verticales. Los conductores o cables unidos conjuntamente en tendidos verticales deberán tener una cubierta resistente al fuego, para impedir la propagación del fuego de un piso a otro, a menos que: los conductores estén colocados dentro de una tubería no combustible; o en ductos a prueba de fuego que tengan cortafuegos en cada piso.

8.3.3.4 Prevención contra la propagación del fuego

Las Instalaciones deben hacerse de manera que sean reducidas al mínimo las posibilidades de propagación de fuego a través de paredes, tabiques o pisos resistentes al fuego.

8.3.4 Circuitos Subterráneos

8.3.4.1 Entrada a Edificaciones

Los cables coaxiales subterráneos colocados en ductos, columnas, canaletas o sótanos que contengan conductores de alumbrado o fuerza, deberán estar separados permanentemente de tales conductores por medio de una separación adecuada.

8.3.5 Puesta a Tierra

8.3.5.1 Puesta a tierra del cable

El cable coaxial deberá ser puesto a tierra de acuerdo a lo que sigue:

- a) Aislante. El conductor de protección deberá tener un aislante de elastómero u otro material adecuado.
- b) Material. El conductor de protección deberá ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, sólido trenzado.
- c) Sección. El conductor de protección deberá ser mayor de 0.75 mm^2 y deberá tener una capacidad de corriente aproximadamente igual a la del conductor externo del cable coaxial.
- d) Tendido. El conductor de protección deberá tener un recorrido hacia el electrodo a tierra lo más recto posible.
- e) Protección material. Donde sea necesario, el conductor de protección deberá estar protegido contra daños materiales.

- f) Electrodo. El conductor de protección deberá estar conectado de acuerdo a lo siguiente:
- i) A una tubería metálica de agua usada como electrodo; o
 - ii) Al tubo metálico de la acometida, a la cubierta de los equipos de conexión, o al conductor del electrodo a tierra, cuando el conductor de protección de la acometida esté conectado a un electrodo que sea la tubería metálica de agua de la edificación; o
 - iii) Cuando los medios de puesta a tierra indicados en i) y ii) anteriormente no son disponibles, a la tubería metálica de la acometida, a las cajas de los equipos de conexión, o al electrodo a tierra de la acometida de electricidad de un sistema de energía con neutro con múltiples puestas a tierra, o,
 - iv) Cuando los medios de puesta a tierra indicados en i), ii) ó iii) anteriormente no son disponibles a:
 - Un electrodo de cobre desnudo de sección mayor que 16 mm^2 de por lo menos 6 m de longitud embutido en no menos de 5 cm de concreto y colocado dentro y cerca de la base de la fundación de concreto que está en contacto directo con la tierra.
 - Una estructura metálica efectivamente puesta a tierra.
 - Una barra o tubo hincado en terreno permanentemente húmedo.No deberán utilizarse como electrodos para protectores, las tuberías de vapor o de agua caliente, los conductores de bajada de pararrayos, o los electrodos de tubo o de barra utilizados para la puesta a tierra que no sean del neutro de un circuito de fuerza con múltiples puestas a tierra.
- g) Conexiones al electrodo. La conexión al electrodo a tierra deberá cumplir con 3.6.11.5. En cada caso la conexión al electrodo a tierra debe ser hecha tan cerca del nivel del suelo como sea posible.
- h) Interconexión de electrodos. Deberán hacerse puentes de unión de sección mayor que 10 mm^2 para cobre o equivalente, entre los electrodos a tierra de los sistemas de antena y de fuerza, donde los requisitos de f) indicados antes, especifican el uso de electrodos separados. Podrá permitirse la interconexión de todos los electrodos a tierra separados.

8.3.5.2 Equipos de puesta a tierra

Los equipos que no reciben energía del cable coaxial y las cubiertas y equipos que reciben energía de él, se consideran puestos a tierra cuando estén conectados a la cubierta metálica del cable.

CAPÍTULO 9

VERIFICACIONES Y PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

9.1 OBJETO

Las verificaciones y pruebas tienen por objeto el de controlar que las Instalaciones eléctricas sean ejecutadas de acuerdo con las prescripciones que se dan en el presente Tomo V

Las verificaciones y pruebas de la Instalaciones deberán ser efectuadas por la Autoridad Competente, que será un ingeniero electricista o mecánico-electricista colegiado, pudiendo ser la misma Autoridad que tuvo a su cargo la revisión y aprobación del proyecto respectivo.

Las Instalaciones eléctricas deben ser verificadas antes de su puesta en servicio, con ocasión de modificaciones importantes, y posteriormente a intervalos convenientes.

9.2 PRUEBAS DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Las pruebas comprenden las inspecciones, comprobaciones y mediciones de acuerdo con las Tablas 9-I y 9-II siguientes:

9.2.1 Inspección (1)

Todas las partes de la instalación deberán ser inspeccionadas usualmente de tal manera que cumplan con las medidas de protección requeridas:

- a) En las Instalaciones con conductor de protección se debe verificar que dicho conductor y el de puesta a tierra tengan por lo menos la sección exigida, sean correctamente instalados y conectados en forma segura, y que no estén conectados a partes activas.
 - i) Que los conductores neutro y de protección estén correctamente conectados al tomacorriente de puesta a tierra;
 - ii) Que el conductor de protección no tenga algún interruptor o dispositivo de protección que interrumpa su continuidad;
 - iii) Que el conductor neutro no tenga dispositivo de protección que lo interrumpa, o que el neutro no se pueda desconectar independientemente de los conductores activos;

- iv) Que los dispositivos de protección hayan sido correctamente seleccionados;
 - v) Verificación de los colores de los conductores de protección y de puesta a tierra (amarillo) y del neutro (blanco).
- b) En las Instalaciones sin conductor de protección, para circuitos menores de 50 V o con separación de aislamiento, se debe verificar que la fuente de energía, los conductores y los demás medios hayan sido correctamente seleccionados.
- i) Para tensiones menores de 50 V se empleará tomacorrientes que en la misma instalación no puedan ser usados para tensiones mayores.
 - ii) Para la separación de aislamiento se deberá instalar un tomacorriente para un aparato determinado;
 - iii) Que el aislamiento del piso se haya efectuado correctamente.

9.2.2 Comprobación (C)

Comprende el accionamiento de los dispositivos de protección y señalización, así como la verificación del ajuste de los tornillos y conexiones.

9.2.3 Medición (M)

- a) Por medio de las mediciones se deben obtener valores que permitan determinar la efectividad de las medidas de protección.
- b) En las mediciones se debe evitar el peligro de accidente o incendio, lo cual se logra mediante alguna de las siguientes medidas de seguridad:
 - i) Utilización de aparatos de medición cuya tensión de salida, para una carga de 10 mA, no sobrepase la tensión de toque permitida (65 V ó 24 V); o
 - ii) Desconexión automática del aparato de medición después de un máximo de 0.2 seg, de haberse sobrepasado la tensión de toque permitida: o
 - iii) Iniciar la medición con una resistencia elevada del circuito de medición, a fin de que la corriente de medición, aún en el caso de usar tensiones de medición elevadas, no sobrepase los 10 mA. Si la tensión de toque permitida al inicio de la medición no se sobrepasa, se puede continuar la prueba con resistencias de prueba menores, hasta llegar al valor de la tensión de toque correspondiente.

TABLA 9-I
PRUEBAS DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN CIRCUITOS CON
CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

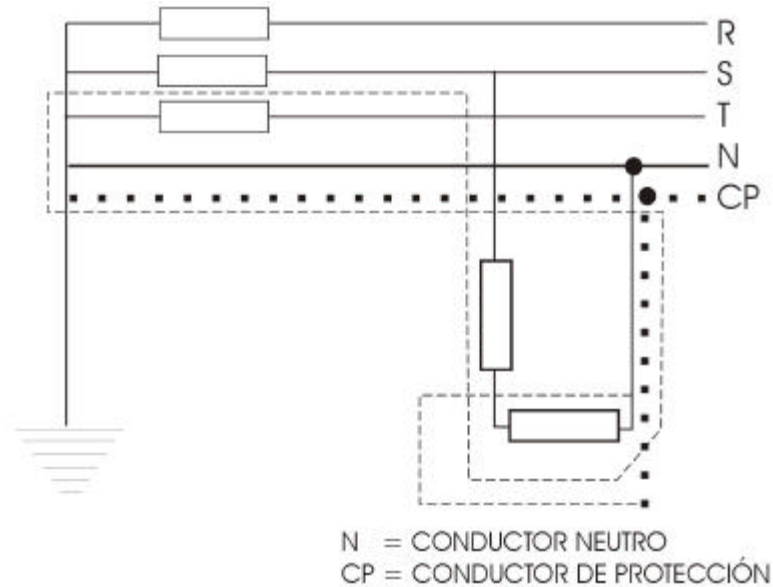
Tipo de Prueba	Objeto de prueba	Método de medida
Pruebas comunes a los circuitos con conductor de protección		
I, C	- Inspección del conductor de protección	- Según 9.2.1 a)
M	- No confundir el conductor de protección con los conductores activos	- Medición de la tensión a tierra Pruebas de fases
M	- No confundir el conductor de protección con el neutro	- Medida del aislamiento
M	- Continuidad y baja resistencia de las conexiones del conductor de protección	- Procedimiento de la medida de la resistencia
PUESTA A TIERRA INDIVIDUAL DE PROTECCIÓN		
I, M	- Resistencia de la puesta a tierra de protección	- Medición de la resistencia a tierra (R).
C	- Retorno de la corriente de cortocircuito a través de la tierra	R ≤ 65V/Ia Ia: Corriente de desconexión del dispositivo de protección
PUESTA A NEUTRO DE PROTECCIÓN (NEUTRALIZACIÓN)		
M	- Corriente de cortocircuito (I _{cc}) entre el conductor activo y el conductor de protección neutro. I_{cc} ≥ I_a = k x I_n I_n = Corriente nominal	- Medición de la resistencia del circuito de falla (véase fig. 9-1)
M	- Resistencia de la puesta a tierra de la red. R ≤ 2 W	- Medición de la resistencia a tierra.
M	- Resistencia a tierra de los circuitos en tramos no mayores de 200 m, y en las cercanías de los generadores y transformadores. R ≤ 5 W	- Medición de la resistencia a tierra
DESCONEXIÓN DE PROTECCIÓN POR TENSIÓN DIFERENCIAL		
C	- Interruptor de protección por tensión diferencial	- Accionamiento del pulsador de prueba.
M	- Tensión de falla (U _F) que acciona el interruptor, producida por una falla simulada E_{jm} U_F ≤ 65 V	- Medición de la tensión de falla

(Continuación de la Tabla 9-I)

Tipo de Prueba	Objeto de prueba	Método de medida
DESCONEXIÓN DE PROTECCIÓN POR TENSIÓN DIFERENCIAL		
C	- Interruptor de protección por corriente diferencial	- Accionamiento del pulsador de prueba
M	- Tensión de falla (U_F) que acciona el interruptor, producida por una falla simulada Ejm. $U_F \leq 65 \text{ V}$	- Medición de la tensión de falla
M	- Resistencia a tierra Ejm. $R \leq 65 \text{ V}/I_F$ I_F = Corriente de desconexión del interruptor de protección por corriente diferencial	- Medición de la resistencia de puesta a tierra

TABLA 9-II
PRUEBAS DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN CIRCUITOS SIN CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

Tipo de Prueba	Objeto de Prueba	Método de Medida
PRUEBAS COMUNES A LOS CIRCUITOS SIN CONDUCTOR DE PROTECCIÓN		
I	Inspección de la instalación	- Según 9.2.1.b)
TENSIÓN DE PROTECCIÓN MENOR DE 50 V		
I	- Fuente: transformador de seguridad, convertidor.	
M	- Tensión de protección $U \leq 42 \text{ V}$	- Medición de la tensión.
M	- Sin los conductores están libres de contacto con instalaciones de mayor tensión y con respecto a tierra.	- Medición del aislamiento con respecto a la instalación de mayor tensión a tierra, según 9.3
SEPARACIÓN DE PROTECCIÓN POR AISLAMIENTO		
M	- Fuente: Transformador de aislamiento o grupo motor-generador.	
I	- Tensión del secundario 250 V o 380 V - Aislamiento de los conductores con respecto a tierra	- Medición de la tensión - Medición del aislamiento a tierra, según 9.3
 AISLAMIENTO DE PROTECCIÓN DEL RECINTO		
M	- Aislamiento del piso	- Medición del aislamiento, según 9.4



FIGURAS 9-I
CIRCUITO DE FALLA (.....)

9.3 MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

9.3.1 Resistencia Mínima de Aislamiento

- a) La resistencia de aislamiento de los tramos de la instalación eléctrica ubicados entre dos dispositivos de protección contra sobrecorriente, o a partir del último dispositivo de protección, desconectando todos los artefactos que consuman corriente, deberá ser no menor de $1000 \Omega/V$ (p.e.; $220 \text{ k}\Omega$) a 220 V); es decir, la corriente de fuga no deberá ser mayor de 1 mA a la tensión de 220 V . Si estos tramos tienen una longitud mayor a 100 m , la corriente de fuga se podrá incrementar en 1 mA por cada 100 m de longitud o fracción adicionales.
- b) En áreas que posean dispositivos y equipos a prueba de lluvia aprobados, no se requerirá cumplir con a anterior, pero la resistencia de aislamiento no deberá ser menor de $500 \Omega/V$.

9.3.2 Pruebas a Efectuarse

Las pruebas a llevarse a cabo son las siguientes:

Entre cada uno de los conductores activos y tierra. Entre todos los conductores activos

Esta prueba es necesaria sólo para los conductores situados entre interruptores, dispositivos de protección y otros puntos en los cuales el circuito puede ser interrumpido.

- b) Durante las pruebas, la instalación deberá ser puesta fuera de servicio por la desconexión en el origen de todos los conductores activos y del neutro.
- c) Las pruebas deberán efectuarse con tensión directa por lo menos igual a la tensión nominal. Para tensiones nominales menores de 500 V (300 V fase neutro) la tensión de prueba debe ser por lo menos de 500 V.

9.4 MEDIDA DEL AISLAMIENTO DEL PISO

9.4.1 Resistencia Mínima de Aislamiento

A fin de considerar el piso como aislado, de acuerdo a los requerimientos de 3.6, la resistencia de aislamiento deberá ser no menor de 50 k Ω y 100 k Ω para tensiones nominales de la instalación hasta de 500 V (300 V a tierra) y mayores de 500 V (300 V a tierra) respectivamente.

9.4.2 Pruebas a efectuarse

- a) En el sitio donde se va a efectuar la medida, se deberá colocar sobre el piso una tela mojada de alrededor de 270 x 270 mm. Una placa metálica de alrededor de 250 x 250 x 2 mm se coloca sobre la tela mojada, y presionada por peso de 70 kg.

De acuerdo con la fig. 9.1, la medición de la tensión se deberá efectuar con un voltímetro de resistencia interior R_i no menor a 3 Ω como sigue:

- Entre un conductor activo y la placa metálica, "U₂"
- Entre un conductor activo y la puesta a tierra de resistencia despreciable en relación a la del voltímetro, "U₁".

La tensión de ensayo es altera.

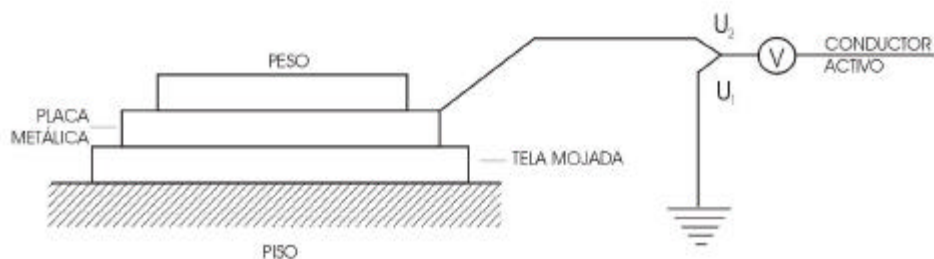


FIGURA 9-II
PRUEBA DEL AISLAMIENTO DEL PISO

- b) La medición a efectuarse de acuerdo con a) anterior es aplicable a circuitos puestos a tierra; para circuitos aislados se deberá poner a tierra uno de los conductores activos no utilizados en las medidas.
- c) La resistencia de aislamiento del piso “Rs” se obtiene de la siguiente relación, debiendo cumplir con 9.4.1:

$$R_s = R_i ((U_1/U_2)-1)$$

- d) La medida se deberá efectuar en no menos de 3 posiciones sobre el piso seleccionadas al azar.

ANEXO I
EQUIVALENCIA ENTRE LA DENOMINACIÓN DE LOS DIÁMETROS DE LOS
TUBOS DE PVC EN MILÍMETROS Y EN PULGADAS

Diámetro Nominal mm	Equivalente en Pulgadas – clase Pesada – SAP	Equivalente en Pulgada – clase Liviana - sel
13	-	5/8
15	½	¾
20	¾	1
25	1	-
35	1 ¼	-
40	1 ½	-
50	2	-
65	2 ½	-
80	3	-
100	4	-

Nota 1: La presente Tabla será únicamente como referencia

Nota 2: Es obligatorio utilizar el diámetro nominal en mm para la denominación de los tubos PVC

ANEXO II
EQUIVALENCIA ENTRE LA DENOMINACIÓN DE LOS DIÁMETROS DE LOS
TUBOS METÁLICOS Y LIVIANOS EN MILÍMETROS Y EN PULGADAS

Diámetro Nominal mm	Equivalente en Pulgadas
15	½
20	¾
25	1
35	1 ¼
40	1 ½
50	2
65	2 ½
80	3
90	3 ½
100	4
115	4 ½
130	5
150	6

Nota 1: La presente Tabla será únicamente como referencia

Nota 2: Es obligatorio utilizar el diámetro nominal en mm para la denominación de los tubos metálicos.

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 139-82-EM/DGE**02 Jun. 1982****CONSIDERANDO:**

Que la Dirección General de Electricidad viene elaborando el CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD, bajo la modalidad de administración, de acuerdo a lo autorizado por el Decreto Ley N° 19521, cuyos TOMOS I Y IV han sido aprobados con Resoluciones Ministeriales Nos. 0285-78-EM/DGE del 19 de mayo de 1978 y N° 0303-78-EM/DGE del 30 de mayo de 1978, respectivamente;

Que la Oficina de Normalización de la Dirección General de Electricidad ha presentado para su aprobación el TOMO V “SISTEMA DE UTILIZACIÓN” DEL CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD, el cual tiene por objeto establecer las prescripciones consideradas necesarias para la seguridad de las personas y de la propiedad frente a los peligros que aparecen por el uso de electricidad.

Estando al informe N° 015-82-DGE/ON, de la Oficina de Normalización, de fecha 21 de mayo de 1982; Con la opinión favorable del Director General de Electricidad y del Viceministro del Ramo:

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR EL TOMO V, “SISTEMA DE UTILIZACIÓN” del CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD, elaborado por la Oficina de Normalización de la Director General de Electricidad ,el mismo que comprende los capítulos siguientes:

- Capítulo 1 “Definiciones”
- Capítulo 2 “Requisitos para Instalaciones Eléctricas”
- Capítulo 3 “Diseño y Protección de las Instalaciones Eléctricas”
- Capítulo 4 “Métodos y Materiales de Instalación”
- Capítulo 5 “Instalación de Equipos Eléctricos”
- Capítulo 6 “Instalación en Emplazamientos Especiales”
- Capítulo 7 “Condiciones Especiales”
- Capítulo 8 “Sistemas de Comunicación”
- Capítulo 9 “Verificaciones y Pruebas de las Instalaciones Eléctricas”

ARTICULO SEGUNDO.- Dejar sin efecto los Reglamentos y Normas que se opongan al TOMO V, aprobado en el artículo anterior.

Regístrese y comuníquese

PEDRO PABLO KUCZYNSKI G.
Ministro de Energía y Minas