



CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE
NORMAS CORPORATIVAS CODELCO

N.C.C.	Nº 21
REVISIÓN	1
VIGENCIA	01.12.2006
Pág.	1 de 264

UNIDADES AFECTADAS

Toda la Corporación.

ÁREA COORDINADORA

Gerencia Corporativa de Finanzas.

MATERIA

Seguridad, Prevención y Protección Contra Incendio en Instalaciones Eléctricas.

**EQUIPO PROFESIONAL PARTICIPANTE EN ACTUALIZACIÓN DE
NORMA NCC Nº 21 “SEGURIDAD, PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA
INCENDIO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS”**

Nombres

Divisiones

Sr. Carlos Fredes B.	:	El Teniente (Redactor del documento)
Sr. Juan R. Flores R.	:	Codelco Norte
Sr. David Molina A.	:	Codelco Norte
Sr. Rodrigo Fuentes U.	:	Andina
Sr. Alberto Vidaurre L.	:	Asesor en Administración de Riesgos
Sr. Luis Gallardo O.	:	Casa Matriz (Coordinador)
Srta. Judith González C.	:	Casa Matriz (Asistente)

PREFACIO

Esta Norma reemplaza a la revisión 0 vigente desde Mayo de 1997.

Esta Norma complementa los requerimientos normativos y regulatorios de la Superintendencia de Servicios Eléctricos y Combustibles (SEC) y del Reglamento de Seguridad Minera (DS Nº 132) y está estructurada en siete Secciones.

- a) La Sección I contiene los requerimientos generales y el campo de aplicación de esta Norma.
- b) La Sección II ha agrupado los requerimientos que deben cumplir los recintos eléctricos, cualesquiera que sea su denominación.
- c) La Sección III indica los requerimientos de prevención y protección contra incendio, pasivos y activos para los recintos eléctricos e instalaciones eléctricas.
- d) La Sección IV cubre los requerimientos que deben cumplir los cables y canalizaciones eléctricas para evitar ser la causa de ignición o explosión.
- e) La Sección V establece los requerimientos que deben cumplirse en materia de distancias de seguridad y servidumbre de líneas aéreas de alta tensión.
- f) La Sección VI establece los requerimientos para las plantas e instalaciones que contienen áreas clasificadas con riesgo de incendio y/o explosión. Esta Sección es complementaria y obligatoria a los requerimientos indicados en Normas Corporativas NCC Nº 20 y NCC Nº 22. En caso de existir contradicciones, prevalecerá los requerimientos de norma NCC Nº 21, y finalmente.
- g) La Sección VII transcribe y comenta los requerimientos de obligado cumplimiento del DS Nº 132 en lo que respecta a instalaciones eléctricas y prevención y control de incendios.

Los anexos incluidos al final de cada Sección tienen por objeto entregar información adicional a los requerimientos establecidos en esta Norma, por lo tanto, tienen carácter de informativo a menos que se indique lo contrario.

Los manuales a que se hace referencia el articulado del DS Nº 132, existentes en cada una de las Divisiones de la Corporación deberán ser revisados por las Divisiones dentro del primer año de vigencia de esta Norma.

Esta Norma será revisada cada cuatro años, siendo su próxima revisión el primer semestre del 2009 (coincidente con la nueva versión del National Electrical Code - NEC) y/o actualizada por la Gerencia Corporativa de Sustentabilidad y Ambiente, cada vez que haya un cambio en la legislación vigente.

Santiago, 01 de diciembre de 2006

ÍNDICE GENERAL

SECCIÓN I GENERAL

1. Objetivos
2. Alcance
3. Legislación nacional vigente y normas internacionales
4. Definiciones
5. Planos
6. Mantención eléctrica
7. Certificación de equipos y productos eléctricos
8. Referencias
9. Anexos

SECCIÓN II REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE RECINTOS ELECTRICOS

1. Objetivos
2. Alcance
3. Definición
4. Requerimientos de Materiales de Construcción
 - 4.1 Materiales de construcción
 - 4.2 Métodos de construcción
 - 4.3 Carga de fuego
 - 4.4 Ventilación y presurización
 - 4.5 Penetración y sello
 - 4.6 Accesos, rutas y vías de escape
5. Salas de baterías estacionarias
 - 5.1 General
 - 5.2 Ubicación
 - 5.3 Instalación
 - 5.4 Ventilación
 - 5.5 Sistemas eléctricos e iluminación
 - 5.6 Disposición de las baterías
 - 5.7 Control de la contaminación
 - 5.8 Protección contra incendio
 - 5.9 Intervención en las salas de baterías
 - 5.10 Requerimientos para baterías plomo-ácido de libre mantención, para uso estacionario
 - 5.11 Referencias
6. Recintos de equipo eléctrico en interior de minas subterráneas
 - 6.1 Materiales de Construcción
 - 6.2 Carga de fuego
 - 6.3 Ventilación y presurización
 - 6.4 Penetración y sello
 - 6.5 Accesos, rutas y vías de escape
7. Especificación de sala eléctricas modular (contenedores)
 - 7.1 Alcance
 - 7.2 Características técnicas de sala eléctrica modular
 - 7.3 Sellado de estructuras
 - 7.4 Escalas y pasillos exteriores

- 7.5 Presurización y aire acondicionado
- 7.6 Tratamiento de pintura
- 7.7 Fuerza y alumbrado
- 7.8 Protección contra incendio
- 7.9 Montaje e instalaciones en sala eléctrica modular
- 7.10 Inspección en fábrica
- 7.11 Preparación de despacho
- 7.12 Códigos y normas aplicados
- 8. Salas de control de procesos, computación y comunicaciones
 - 8.1 Introducción
 - 8.2 Requerimientos de construcción
 - 8.3 Materiales y equipos permitidos en el área de salas de control
 - 8.4 Equipos de protección y detección de incendio
 - 8.5 Ventilación y presurización
 - 8.6 Canalizaciones
 - 8.7 Procedimientos de emergencia y recuperación
- 9. Requerimientos para transformadores en aceite montados en exterior
 - 9.1 General
 - 9.2 Distancia de separación
 - 9.3 Edificio como muro cortafuego
 - 9.4 Muro cortafuego para equipos
 - 9.5 Sistema de contención
 - 9.6 Protección de exposición con agua atomizada
- 10. Anexos
- 11. Referencias

SECCIÓN III REQUERIMIENTOS, PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- 1. Objetivo
- 2. Alcance
- 3. Definiciones
- 4. Requerimientos generales, prevención y protección contra incendio
 - 4.1 Protección pasiva contra incendio
 - 4.2 Requerimientos de protección mínimos
 - 4.3 Contenido análisis de riesgo de incendio
 - 4.4 Orden de preferencia en protección contra incendio
 - 4.5 Instalaciones existentes
 - 4.6 Detección y alarma
 - 4.7 Inspección y mantenimiento sistema protección contra incendio
 - 4.8 Certificación de equipos de protección contra incendio
 - 4.9 Planes de emergencia y procedimientos
 - 4.10 Protección contra incendio
 - 4.11 Sistemas fijos de extinción
- 5. Sistemas de detección
- 6. Anexos

SECCIÓN IV REQUERIMIENTOS GENERALES DE CABLES Y CANALIZACIONES

- 1. Objetivo
- 2. Alcance

3. Requerimientos para cables
 - 3.1 Construcción
 - 3.2 Aislación
 - 3.3 Tierras
 - 3.4 Pantallas
 - 3.5 Armaduras
 - 3.6 Cubiertas exteriores no metálicas
 - 3.7 Uniones para cables libres de halógenos
 - 3.8 Cables de arrastre
 - 3.9 Requerimientos de prueba de llama
 - 3.10 Requerimientos de separación
 - 3.11 Capacidad de corriente de cables en bandejas porta cables
4. Requerimientos para canalizaciones
 - 4.1 Sistemas de bandejas porta cables
 - 4.2 Sistemas en mensajero
 - 4.3 Túneles de cables
 - 4.4 Canalizaciones en conductos metálicos rígidos
5. Requerimientos para cables y canalizaciones de fibra óptica
 - 5.1 Disposiciones generales
 - 5.2 Protección
 - 5.3 Cables en interior de edificios
 - 5.4 Requerimientos de listado
6. Anexos
7. Referencias y bibliografía

SECCIÓN V REQUERIMIENTOS PARA LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION ELECTRICA

1. Objetivo
2. Alcance
3. Definiciones
4. Requerimientos generales
 - 4.1 Diseño y construcción
 - 4.2 Prohibiciones
 - 4.3 Conflicto de estructuras
 - 4.4 Franja de seguridad
 - 4.5 Altura mínima de los conductores sobre el suelo
 - 4.6 Franjas de servidumbre
 - 4.7 Procedimientos de operación
5. Anexos
6. Referencias y bibliografía

SECCION VI CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS

1. Objetivo
2. Alcance
3. Definiciones
4. Requerimientos de clasificación y aplicación de equipo eléctrico en áreas peligrosas
5. Anexos

**SECCION VII REQUERIMIENTOS DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA
(DS Nº132-2004)**

1. Objetivo
2. Alcance
3. Requerimientos generales, Título IX, Instalaciones y servicios de apoyo,
Capítulo Quinto: Sistemas Eléctricos (Artículos 395 al 488)
4. Requerimientos específicos, Título III, Explotación minas subterráneas,
Capítulo Octavo: Prevención y Control de Incendios (Artículos 196 al 212);
Capítulo Décimo: Sistemas Eléctricos (Artículos 216 a 236)
5. Requerimientos específicos, Título IV, Explotación minas a rajo abierto,
Capítulo quinto: Sistemas Eléctricos

SECCIÓN I GENERAL

1. OBJETIVOS

El objetivo de esta norma es definir las condiciones mínimas de seguridad en equipos e instalaciones eléctricas, para proteger al personal, equipos y la continuidad operacional evitando que estas instalaciones sean la causa de ignición de un eventual incendio o explosión. Asimismo, esta norma establece los requerimientos mínimos para el diseño, construcción y protección contra incendio, pasiva y activa, para instalaciones eléctricas.

Esta norma complementa los requerimientos de instalaciones eléctricas en Almacenamiento, Transporte, Expendio y Manejo de líquidos Combustibles e Inflamables (NCC Nº 20) y Plantas de Extracción de Cobre por Solvente y Electro-obtención (NCC Nº 22).

2. ALCANCE

- 2.1 Esta norma deberá aplicarse a toda instalación nueva, modificaciones y/o ampliaciones de instalaciones eléctricas críticas existentes, ubicadas en los recintos de la Corporación.
- 2.2 En el caso de las instalaciones existentes, se aplicará a las modificaciones y reparaciones de importancia, considerándose éstas como la que afecta al 50% de la potencia instalada, las que afecten a líneas completas de procesos productivos con nuevos circuitos, alimentadores y/o switchgear (aún con reducción de potencia instalada).
- 2.3 También se aplicará a las instalaciones existentes cuando su estado, situación o características impliquen un riesgo grave para las personas, bienes, o procesos productivos y/o que produzcan perturbaciones importantes en el normal funcionamiento de otras instalaciones. Para esto se aplicará la Norma NCC Nº 24, última versión y Métodos de Análisis de Riesgo de Incendio de prestigio reconocido.

3. LEGISLACIÓN NACIONAL VIGENTE Y NORMAS INTERNACIONALES RELEVANTES

En Anexo 1 se indica la legislación eléctrica vigente en la República de Chile, en Anexo 2 las referencias normativas y regulatorias internacionales y, en Anexo 3 se indica organismos certificadores reconocidos por SEC.

4. DEFINICIONES

Para efecto de esta Norma, se define los siguientes términos:

4.1 DEFINICIONES DEL CAMPO ELÉCTRICO

NA: Indica que corresponde a una nota adicional.

Accesible

Aplicado a canalizaciones: Son aquellas canalizaciones que pueden ser inspeccionadas, sometidas a mantenimiento o modificadas, sin afectar la estructura de la construcción o sus terminaciones.

Aplicado a equipos: Son aquellos equipos que no están protegidos mediante puertas cerradas con llave, barreras fijas u otros medios similares.

Accesible fácilmente: Son aquellas canalizaciones o equipos accesibles que pueden ser alcanzados sin necesidad de trepar, quitar obstáculos, etc., para repararlos, inspeccionarlos u operarlos.

Accesorio

Aplicado a materiales: Material complementario utilizado en instalaciones eléctricas, cuyo fin es cumplir funciones de índole más bien mecánicas que eléctricas.

Aplicado a equipos: Equipo complementario necesario para el funcionamiento del equipo principal.

Aislación: El resultado del empleo de materiales para separar eléctricamente un conductor de otros conductores o de partes conductoras a tierra. Ver definición de NCh 4/2003.

Aislado: Objeto que se separa en forma permanente de otras superficies conductoras por un elemento dieléctrico o por un espacio de aire que ofrece una alta resistencia al paso de corriente y a la descarga disruptiva a través de la sustancia o espacio. Cuando un objeto cualquiera se dice que está aislado, se entiende que está aislado de manera adecuada para las condiciones a que está sometido. La cubierta aislante de los conductores es un medio para hacer que los conductores estén aislados eléctricamente. Ver definición de NCh 4/2003.

Aislante: Referido a la cubierta de un conductor o a la vestimenta del personal, resguardos, barras y otros dispositivos de seguridad, significa que cuando esté interpuesto entre las partes conductoras y las personas, las protege contra un choque eléctrico.

Aislamiento: Magnitud numérica que caracteriza la aislación de un material, equipo o instalación.

Alumbrado de emergencia: Término genérico aplicado a sistemas de iluminación destinados a ser usados en caso de falla de la iluminación normal. Su objetivo básico es permitir la evacuación segura de lugares en que transiten, permanezcan o trabajen personas y por ello se dividen en los tipos siguientes, según las condiciones de aplicación:

Alumbrado de seguridad: Parte del alumbrado de emergencia destinado a garantizar la seguridad de las personas que evacuan una zona determinada o que deben concluir alguna tarea que no es posible abandonar en ciertas condiciones.

Alumbrado ambiental: (Denominado también antipánico) Alumbrado destinado a evitar que se produzcan situaciones de pánico en personas o grupos de personas permitiéndoles identificar su entorno y alcanzar con facilidad las vías de evacuación.

Alumbrado de zonas de trabajo riesgoso: Alumbrado destinado a permitir la ejecución de los procedimientos de detención o control de estos trabajos, garantizando la seguridad de las personas que los desarrollan o que se encuentran en la zona.

Alumbrado de reemplazo: Alumbrado de seguridad destinado a permitir el desarrollo de las actividades normales de una zona sin provocar mayores alteraciones.

Análisis de Riesgos de Incendio: Es la evaluación de un daño relativo del inicio y dispersión de un incendio, la generación de humos, gases, o vapores/gases tóxicos; y la posibilidad de explosión u otra ocurrencia que coloque en peligro la vida y seguridad del personal o cause daño significativo a la propiedad.

Aparato: Elemento de la instalación destinado a controlar el paso de la energía eléctrica.

Apertura visible: Cuando es aplicada a un medio de desconexión, un cuchillo, desconectador o dispositivo en que la separación entre todos los miembros de las partes que llevan corriente, móviles y los fijos, puede ser determinada rápidamente por inspección visual.

Aprobado: Aceptado por una entidad técnica, designada por la Superintendencia de acuerdo a sus facultades, mediante una certificación escrita en donde constan las características de funcionamiento y las normas de acuerdo a las cuales se efectuaron las pruebas de aprobación.

Área de la Sala: Sector de la edificación donde se ubica la Sala.

Artefacto: Elemento fijo o portátil, parte de una instalación, que consume energía eléctrica.

Ascareles (Bifenilos - Policlorados - PCB): Se denominan ascareles a una clase de líquidos orgánicos constituidos por Bifenilos clorinados. Se les conoce también con los nombres comerciales de Pyranol, Inerteen, Aroclor, etc. Tienen muy buenas propiedades dieléctricas; son además, inflamables y de muy alta estabilidad. Este compuesto no es biodegradable y es altamente tóxico, por lo cual se tiende a su eliminación.

Su uso está prohibido por resolución SEC.

Autogeneración: Es el proceso de alimentación de energía desde una fuente instalada en el recinto en donde está ubicada la instalación de consumo y que es operada bajo la tuición y responsabilidad de su dueño o usuario, con independencia o en conjunto con la red pública. De acuerdo a su finalidad las fuentes de autogeneración pueden ser:

Sistemas de Emergencia: Conjunto de instalaciones y equipo eléctrico destinado a proporcionar energía a aquellas partes de una instalación de consumo cuyo funcionamiento es esencial para la protección de la vida, la propiedad privada, por razones de seguridad o por necesidad de continuidad de un proceso, cuando se interrumpe la alimentación normal de la instalación desde la red pública.

Sistemas para corte de puntas: Conjunto de instalaciones y equipo eléctrico destinado a proporcionar energía independiente de la red pública a toda o parte de una instalación de consumo durante los períodos definidos como horas de punta en los decretos de fijación de tarifas, con la finalidad de aprovechar las ventajas económicas que esta condición ofrece.

Sistemas de cogeneración: Es aquel sistema que puede operar interconectado permanentemente con la red pública para abastecer parte o todas las necesidades de energía de la instalaciones de consumo e incluso entregar excedentes de generación a dicha red, si ello se conviene entre las partes.

NA.- Eventualmente un único sistema de autogeneración puede cumplir todas las posibilidades de funcionamiento reseñadas.

Bandeja no ventilada (non-ventilated cable tray): Estructura metálica prefabricada, consistente de un fondo sin aberturas dentro de rieles longitudinales laterales integrado o separado.

Bandeja ventilada (ventiled cable tray): Estructura metálica prefabricada de ancho mayor que 102 mm (4") y con un fondo ventilado dentro de los rieles longitudinales laterales integrados o separados.

Cables: Conductor sólido o trenzado con aislación o sin ella o una combinación de conductores aislados entre sí.

Cable armado: Conductor o conductores eléctricos aislados y protegidos mecánicamente por una o varias cintas metálicas. Sobre éstas, normalmente va una cubierta de protección contra el polvo, humedad, etc.

Canal porta cable (channel type): Estructura metálica prefabricada, consistente de una pieza de fondo ventilado o sección de canal de fondo sólido, o ambas, no excediendo 152 mm (6") en ancho.

Canalización: Cualquier canal (bandejas) para contener conductores o cables de instalaciones que se diseña y usa para ese fin. Las canalizaciones pueden ser de metal o material aislante. Ver definición de NCh 4/2003.

Canalización: Conjunto formado por conductores eléctricos y los accesorios que aseguran su fijación y protección mecánicas.

A la vista: Canalizaciones que son observables a simple vista.

Embutida: Canalizaciones colocadas en perforaciones o calados hechos en muros, losas o tabiques de una construcción y que son recubiertas por las terminaciones o enlucidos de éstos.

Ocultas: Canalizaciones colocadas en lugares que no permiten su visualización directa, pero que son accesibles en toda su extensión. Este término es aplicable también a equipos.

Preembutida: Canalización que se incorpora a la estructura de una edificación junto con sus envigados.

Subterránea: Canalizaciones que van enterradas en el suelo.

Carga: Es todo artefacto, equipo o instalación cuyo mecanismo u operación requiere del consumo de energía eléctrica para su funcionamiento. Dependiendo de su comportamiento las cargas pueden ser:

Carga lineal: Es una carga cuyas características no afectan las formas de onda de tensión y corriente durante su período de funcionamiento.

Carga no lineal: Es una carga cuyas características afectan los parámetros de la alimentación modificando la forma de onda de la tensión y/o corriente durante su período de funcionamiento.

Celda o bóveda de transformador: Encerramiento segregado, ya sea sobre o bajo tierra, con paredes, cielo y piso resistente al fuego para transformadores no atendidos y sus auxiliares.

Centro: Punto de la instalación en donde está conectado un artefacto; en el caso particular de circuitos destinados a iluminación se designará como centro al conjunto de portalámparas con su correspondiente interruptor de comando o un punto en que existan uno, dos o tres enchufes montados en una caja común.

Circuito: Conjunto de artefactos alimentados por una línea común de distribución, la cual es protegida por un único dispositivo de protección.

Circuito: Un conductor o sistema de conductores por los cuales circula una corriente eléctrica. Ver definición de NCh 4/2003

Conductor: Material metálico, usualmente en forma de alambre o cable, adecuado para el transporte de corriente eléctrica.

Conductor: Hilo metálico, de cobre dentro del alcance de esta Norma, de sección transversal frecuentemente cilíndrico o rectangular, destinado a conducir corriente eléctrica. De acuerdo a su forma constructiva podrá ser designado como alambre, si se trata de una sección circular sólida única, barra si se trata de una sección rectangular o conductor cableado si la sección resultante está formada por varios alambres iguales de sección menor.

Conductor activo: Conductor destinado al transporte de energía eléctrica. Se aplicará esta calificación a los conductores de fase y neutro de un sistema de corriente alterna o, a los conductores positivo, negativo y neutro de sistemas de corriente continua.

Conductor aislado: Conductor en el cual su superficie está protegida de los contactos directos mediante una cubierta compuesta de una o más capas concéntricas de material aislante.

Conductor desnudo: Conductor en el cual su superficie está expuesta al contacto directo sin protección de ninguna especie.

Conductores de puesta a tierra: Conductor que se usa para poner a tierra el equipo o el sistema de alambrado a un electrodo o electrodos a tierra.

Conducto rígido HFT: Significa un conducto rígido no metálico plástico, libre de halógenos.

Conector: Dispositivo destinado a establecer una conexión eléctrica entre dos o más conductores.

Consola y/o Panel de Control: Unidad que contiene los principales elementos de control de la operación.

Corriente de falla a tierra esperada del sistema: La corriente de falla a tierra que fluye desde una fase a una falla a tierra de cero impedancia, al voltaje nominal del sistema bajo condiciones de estado permanente.

Demanda: La demanda de una instalación, sistema eléctrico o parte de él, es la carga de consumo en el punto considerado, promediada sobre un intervalo de tiempo dado. Se expresa en unidades de potencia.

Demanda máxima: Es la mayor demanda de la instalación, sistema eléctrico o parte de él que ocurre en un período de tiempo dado. Se expresa en unidades de potencia.

Demanda, factor de: Es la razón, definida sobre un período de tiempo dado, entre la demanda máxima de la instalación o sistema y la carga total conectada. Se entenderá por carga total conectada a la suma aritmética de las potencias nominales de los artefactos o componentes de la instalación. Se puede también aplicar esta definición a partes de la instalación o sistema.

Distancia de claro: Distancia entre el conductor más alto dentro del conducto y la pared superior del conducto.

Disparo derivado (Shunt tripping): Un método en que la protección aplica un voltaje a la bobina de disparo del interruptor. El voltaje puede ser derivado ya sea de la protección de la red o desde una fuente independiente.

Disparo por bajo voltaje (Undervoltage tripping): Un método por medio del cual, el voltaje aplicado a una bobina de liberación de bajo voltaje (undervoltage release coil) de un interruptor, permite que este sea desconectado por la bobina liberadora de protección.

Dispositivo aterrizamiento de neutro (Neutral-grounding device): Un dispositivo de impedancia usado para conectar el neutro de un sistema eléctrico a tierra con el propósito de controlar la corriente a tierra y el voltaje a tierra.

Diversidad, factor de: Es la razón entre la suma de las demandas máximas individuales de cada una de las subdivisiones de una instalación o sistema y la demanda máxima de la instalación o sistema completo.

Ducto: Canalización tubular para cables o conductores subterráneos.

Eje de Línea: Es la proyección sobre el plano horizontal de la línea central, real o imaginaria, equidistante de las líneas exteriores.

Electricista: Donde quiera que la autoridad reguladora tenga regulaciones gubernamentales para dar licencia a jornaleros o electricistas, una persona que es calificada como electricista y que mantenga un certificado de competencia que lo acredita como tal, para el propósito de la sección en que es usado el término.

Equipos: Término general que comprende accesorios, dispositivos, artefactos, aparatos y similares, usados como una parte o en conexión a una instalación eléctrica. Ver definición de NCh. 4/2003

Equipo eléctrico: Término aplicable a aparatos de maniobra, regulación, seguridad o control y a los artefactos y accesorios que forman parte de una instalación eléctrica. Dependiendo de su forma constructiva y características de resistencia a la acción del medio ambiente se calificarán según los tipos detallados a continuación y de acuerdo al cumplimiento de la norma específica sobre la materia.

Equipo abierto: Equipo que no cuenta con ningún tipo de protección contra el acceso de materiales extraños, contra la entrada de agua o humedad ni barreras que impidan alcanzar partes energizadas. Su forma constructiva únicamente los hace aptos para ser instalados en recintos techados y en ambientes secos y limpios, accesibles sólo a personal calificado.

NA.- Corresponde a la clasificación IP00 de la Norma IEC 529. Ver Apéndice 1 de Norma NCh 4/2003.

Equipo a prueba de goteo: Equipo construido de modo que al quedar sometido a la caída de gotas de agua, con una inclinación no superior a 15°, éstas no penetran en su interior.

NA.- Corresponde a la clasificación IPX2 de la Norma IEC 529 y cumplen las condiciones de prueba del párrafo 14.2.2 de dicha Norma. Ver Apéndice 1 de Norma NCh 4/2003.

Equipo a prueba de lluvia: Equipo construido de modo que al quedar sometido a la acción de una lluvia, con una inclinación de hasta 60°, ésta no penetra en su interior.

NA.- Corresponde a la clasificación IPX3 de la Norma IEC 529 y cumplen las condiciones de prueba del párrafo 14.2.3 de dicha Norma. Ver Apéndice 1 de Norma NCh 4/2003.

Equipo a prueba de salpicaduras: Equipo construido de modo que al quedar sometido a la acción de salpicaduras de agua en cualquier dirección, ésta no penetra en su interior.

NA.- Corresponde a la clasificación IPX4 de la Norma IEC 529 y cumplen las condiciones de prueba del párrafo 14.2.4 de dicha Norma. Ver Apéndice 1 de Norma NCh 4/2003.

Equipo impermeable: Equipo construido de modo que pueda trabajar sumergido en agua sin que ésta penetre en su interior.

NA.- La Norma IEC 529 considera dos condiciones de inmersión, la correspondiente al grado IPX7 y al IPX8, cumpliendo cada una de ellas las condiciones de prueba de los párrafos 14.2.7 y 14.2.8 de dicha Norma. Ver Apéndice 1 de Norma NCh 4/2003.

Equipo a prueba de polvo: Equipo construido de modo que al ser instalado en ambientes con polvos en suspensión, éstos no penetren en su interior.

NA.- La Norma IEC 529 considera dos condiciones la primera correspondiente al grado IP5X y la segunda al IP6X, cumpliendo cada una de ellas las condiciones de prueba de los párrafos 13.4, 13.5 y 14.6 de dicha Norma. Ver Apéndice 1 de Norma NCh 4/2003.

Equipo alimentador eléctrico: Equipo que produce, modifica, regula, controla o salvaguarda una alimentación de energía.

Equipo eléctrico móvil: Equipo que es diseñado para estar energizado mientras se está moviendo, por ejemplo: grúas, tecles, plataformas elevadoras, LHD eléctricos.

Equipo eléctrico movable: Equipo eléctrico alimentado por un cable de arrastre (trailing cable), que está diseñado para ser movido sólo cuando está desenergizado.

Equipamiento

Equipamiento fijo: Equipamiento que no está diseñado para ser movido.

Equipamiento de mano: Equipamiento que está diseñado para ser retenido o sostenido con la mano.

Equipamiento eléctrico móvil: Equipo que está diseñado para estar energizado mientras está en movimiento.

Equipamiento movable: Equipo Eléctrico alimentado por un cable de arrastre (trailing cable), que está diseñado para ser movido sólo cuando está desenergizado.

Escalera porta cable (ladder cable tray): Estructura metálica prefabricada, consistente de dos rieles laterales longitudinales, conectados por miembros transversales individuales.

Expuesto: No aislado o resguardado. Dispositivo que puede ser tocado accidentalmente o el que una persona pueda aproximarse más cerca de la distancia segura. Se aplica a aquellos objetos que no están aislados o resguardados en forma conveniente.

Falla: Unión entre dos puntos a potencial diferente o ausencia temporal o permanente de la energía al interior o exterior de una instalación, que provoca una condición anormal de funcionamiento de ella, de alguno de sus circuitos o de parte de éstos. Estas fallas pueden ser de los tipos siguientes:

Cortocircuito: Falla en que su valor de impedancia es muy pequeño, lo cual causa una circulación de corriente particularmente alta con respecto a la capacidad normal del circuito, equipo o parte de la instalación que la soporta.

Falla a masa: Es la unión accidental que se produce entre un conductor activo y la cubierta o bastidor metálico de un aparato, artefacto o equipo eléctrico.

Falla a tierra: Unión de un conductor activo con tierra o con equipos conectados a tierra.

Falla fugaz: Es aquella en que el agente que ocasiona la falla no deja evidencia ni rastro.

NA.- En estos casos generalmente el arco eléctrico originado en la falla hace desaparecer el agente causante de la falla; en otros casos las condiciones ambientales ocasionan la pérdida de evidencia.

Falla instantánea: Falla que tiene un tiempo de duración comprendido entre 0,5 y 30 ciclos. 1 ciclo corresponde a 1/50 segundos.

Falla permanente: Falla que tiene una duración suficiente como para que los parámetros del circuito o parte del sistema en falla alcancen sus valores estables.

Falla transitoria: Falla que tiene tiempo de duración comprendido entre 30 ciclos y 3 segundos.

Microcorte: Corte de energía con un tiempo de duración comprendido entre 0,1 segundos y 3 minutos.

Sobrecorriente: Corriente que sobrepasa el valor permisible en un circuito eléctrico; puede ser provocada por cualquiera de las condiciones de falla definidas en los párrafos precedentes o por una sobrecarga.

Fluido no inflamable: Un fluido no inflamable es uno que no tiene punto de inflamación (flash point) y que no es inflamable en el aire.

Franja de Seguridad: Distancia mínima entre los conductores externos de una línea aérea y una estructura, edificio y/o plantación, de tal manera que no exista peligro de contacto con ellos sin el uso de medios y/o equipos especiales.

Franja de Servidumbre: Gravamen impuesto sobre un predio en utilidad de otro predio de distinto dueño (Art. 820, Código Civil, Libro II, Título XI).

Nota 1: Las modificaciones al DFL Nº 4 de 1959, Ley General de Servicios Eléctricos, habla de las servidumbres en su carácter de gravamen, tal como lo dispone el Código Civil y no en materia de áreas de seguridad.

Nota 2: El Art. Nº 56 de las modificaciones del DFL Nº 4 de 1959, explica que: “el dueño del predio sirviente no podrá hacer plantaciones, construcciones ni obras de otra naturaleza que perturben el libre ejercicio de las servidumbres establecidas por esta ley”. Esto significa que los proyectos eléctricos, cualesquiera que estos sean, deben llevar especificada el área de servidumbre a imponer en los predios sirvientes.

Instalación Crítica: Es aquella que pudiese generar pérdidas combinadas en daño físico y pérdidas de producción igual o superior a US\$ 100.000.

Instalación Nueva: Se definen como tales, aquellas instalaciones cuyo diseño se inicie con posterioridad a la emisión de esta Norma.

Instantáneo: Sin retardo intencional de tiempo.

Instalación Interior: Instalación eléctrica construida dentro de una propiedad particular para uso exclusivo de sus ocupantes, que puede estar ocupada tanto dentro de edificios como a la intemperie.

Instalación de consumo: Instalación eléctrica construida en una propiedad particular, destinada al uso exclusivo de sus usuarios o propietarios, en la cual se emplea la energía eléctrica con fines de uso doméstico, comercial o industrial.

Instalaciones en lugares peligrosos: Instalaciones erigidas en lugares o recintos en los cuales se manipulan elementos o agentes de fácil inflamación o explosivos. En el montaje de estas instalaciones se deberá emplear alguno de los siguientes tipos de equipos, según sea el material o agente que origine el riesgo.

Equipo Antideflagrante: Equipo o material eléctrico susceptible de inflamar una atmósfera explosiva y que está contenido en una envoltura capaz de soportar en su interior la explosión de una mezcla gaseosa combustible y que al mismo tiempo impide que dicha explosión se propague a la atmósfera circundante. Su temperatura exterior de funcionamiento debe ser tal que no alcance el punto de inflamación de la mezcla explosiva que los rodea.

NA.- Este tipo de equipo corresponderá a los marcados como Clase 1 División 1, letras A hasta D, según el Código Eléctrico Nacional de EE.UU. (NEC) o como EEx d según las normas europeas.

Equipos de seguridad aumentada: Son equipos en los cuales el riesgo de inflamación del material combustible se evita impidiendo la producción de chispas o calentamientos excesivos por medio de una alta calidad constructiva, con un índice de protección mínimo de IP547.

NA.- Este tipo de equipos corresponderá a los marcados como EEx e, según normas europeas.

Equipos de seguridad intrínseca: Equipos en que se limitan las tensiones y corrientes de funcionamiento a valores suficientemente bajos como para producir chispas de muy baja energía. Esta clasificación es aplicable generalmente a equipos electrónicos.

NA.- Este tipo de equipos corresponderá a los marcados como EEx i, según normas europeas.

Equipo estanco: Equipos en que se impide la entrada a su interior de mezclas explosivas sumergiéndolos en aceite o sometiendo a una sobre presión interna.

NA.- Estos tipos de equipos corresponderán a los marcados como EEx o, para aquellos sumergidos en aceite ó EEx p, para aquellos sometidos a sobre presión, según normas europeas.

Equipo no propagante: Equipos en que se impide la propagación de la inflamación en su interior mediante un relleno con material pulverulento no explosivo, generalmente sílice.

NA.- Este tipo de equipos corresponderá a los marcados como EEx q, según normas europeas.

Interruptor: Aparato para abrir o cerrar o para cambiar la conexión de un circuito. Se entenderá que un interruptor es maniobrado manualmente, a menos que se indique otra cosa.

Intrínsecamente seguro (Fail Safe): Cuando se aplica a un sistema de protección eléctrica, la falla o remoción de cualquier componente que no sean contactos de relé, no impide la función del sistema de protección.

Nota: Los sistemas de disparo derivado - shunt trip - no cumplen con los requerimientos de fail safe.

Línea Aérea: Tipo de construcción de línea en que los conductores son desnudos y van soportados a postes o torres mediante aisladores.

Línea Aérea Categoría "A": Línea aérea de baja tensión en que el voltaje nominal entre conductores es menor 1.000 Volts.

Línea Aérea Categoría "B": Línea aérea de alta tensión en que el voltaje nominal entre conductores es mayor de 1.000 Volts, pero menor de 25.000 Volts.

Línea Aérea Categoría "C": Línea aérea de alta tensión en que el voltaje nominal entre conductores es mayor de 25.000 Volts.

Línea aérea aislada: Tipo de construcción de línea en que los conductores están cubiertos con material aislante de valor nominal igual o mayor que el voltaje nominal del circuito o sistema en que va a ser usado, y soportado a las estructuras y/o edificios mediante cable mensajero, prensas o cepos especiales.

Líneas eléctricas: Los conductores, aisladores y sus soportes o estructuras que las contenga, usados para el transporte de energía eléctrica. Este término se refiere a líneas aéreas.

Línea de transmisión: Conductor o grupo de conductores con o sin aislación montados sobre aisladores, destinados a transportar energía eléctrica. Estas líneas pueden ir montadas sobre paredes de edificios industriales, paredes de galerías o en postación.

Local de reunión de personas: Se considerará como tal a todo sitio cerrado en que esté presente un número superior a veinticinco personas por lapsos de tiempo superiores a quince minutos. Estarán comprendidos en esta definición, sin que esta enumeración sea determinante ni excluyente, los siguientes:

- Locales asistenciales: hospitales, clínicas, policlínicos, consultorios, etc.
- Locales educacionales: educación prebásica hasta educación técnico profesional y superior.
- Locales destinados al culto: iglesias, templos, salones, mezquitas, sinagogas, etc.
- Locales de entretenimiento, ferias, juegos, billares, etc.
- Locales deportivos, de prácticas y de espectáculos: estadios, gimnasios.
- Locales de espectáculos en vivo: permanentes o esporádicos.
- Cines, teatros.
- Locales destinados a fines sociales: Salas de reuniones de Sindicatos, Organizaciones Comunitarias, etc.

Masa: Parte conductora de un equipo eléctrico, normalmente aislada respecto de los conductores activos, que en ciertos circuitos puede ser utilizada como conductor de retorno y que en condiciones de falla puede quedar energizada y presentar un potencial respecto del suelo.

Operador de equipo eléctrico: Es la persona autorizada para maniobrar un equipo que funciona en base a energía eléctrica, tales como: locomotoras, cargadores frontales, perforadores, trituradores, tableros de comando para señales de: ferrocarril, u otros.

Panelboard: Un conjunto de barras y conexiones, dispositivos de sobrecorriente y aparatos de control con o sin interruptores u otros equipos, construido para instalar como una unidad completa en un gabinete.

Pararrayos: Dispositivo protector para limitar un impulso transitorio sobre el equipo, por descarga o derivaciones de la corriente del rayo.

Personal calificado: Personal que está capacitado en el montaje, operación y mantención de equipo, instalaciones eléctricas, subestaciones y familiarizado con los posibles riesgos que en ellas pueden presentarse

Protecciones: Dispositivos destinados a desenergizar un sistema, circuito o artefacto cuando en ellos se alteran las condiciones normales de funcionamiento.

Disyuntor: Dispositivo de protección provisto de un comando manual y cuya función es desconectar automáticamente una instalación o la parte fallada de ella, por la acción de un elemento termomagnético u otro de características de accionamiento equivalentes, cuando la corriente que circula por ella excede valores preestablecidos durante un tiempo dado.

Fusible: Dispositivo de protección cuya función es desconectar automáticamente una instalación o la parte fallada de ella, por la fusión de un hilo conductor, que es uno de sus componentes, cuando la corriente que circula por ella excede valores preestablecidos durante un tiempo dado.

Protector térmico: Dispositivo destinado a limitar la sobrecarga de artefactos eléctricos mediante la acción de un componente que actúa por variaciones de temperatura, generalmente un par bimetálico.

Protector diferencial: Dispositivo de protección destinado a desenergizar una instalación, circuito o artefacto cuando existe una falla a masa; opera cuando la suma fasorial de las corrientes a través de los conductores de alimentación es superior a un valor preestablecido.

Ruptura (Cierre): Capacidad de: Valor de la componente alterna de la corriente de cortocircuito, expresada en términos del valor efectivo (rms), que una protección puede cerrar, mantener durante el periodo de operación y despejar, al abrir en condiciones preestablecidas, sin que se alteren sus características constructivas ni de funcionamiento.

NA.- Esta definición puede ser complementada con las definiciones 2.5.5 de la Norma CEI 898.

Sensibilidad: Valor de corriente diferencial que hace operar a un protector diferencial. Se entenderá por corriente diferencial a la suma fasorial de los valores instantáneos de las corrientes que circulan a través de todos los conductores del circuito principal del protector.

NA.- Esta definición es concordante con las definiciones 3.2.3 y 3.2.4 de la Norma CEI 1008-I.

Pupitre de Comando, Control, Distribución (Switchboard): Panel o conjunto de paneles, en los que se instala cualquier combinación de dispositivos de protección, medida, control, de maniobra, barras y conexiones diseñadas para llevar e interrumpir la corriente de falla máxima esperada cuando controlan alimentadores de entrada y salida.

Razón de disparo (Tripping ratio): Es la razón de la corriente de falla a tierra esperada, al valor de operación de la protección de falla a tierra.

Recintos

Recintos de ambientes corrosivos: En general se presentan condiciones ambientales corrosivas en áreas donde se almacenan y/o manipulan ácidos o álcalis, especialmente si además existe humedad ambiental. También se dan estas condiciones, sin que esta enumeración sea excluyente, en plantas procesadoras y/o envasadoras de carnes, de adhesivos, de fertilizantes, productos químicos, establos, lavanderías, curtiembres, conserveras, vitivinícolas, etc.

Recintos calientes: Recintos en que la temperatura ambiente excede a 35° C, por períodos superiores a quince minutos.

Recintos expuestos: Recintos en los cuales los equipos e instalaciones están colocados a la intemperie, sometidos a la acción de la lluvia, rayos solares, frío y otros agentes atmosféricos.

Recintos húmedos: Recintos en los cuales el vapor de agua del aire alcanza una concentración tal que se producen condensaciones en cielos y paredes, pero no se alcanzan a formar gotas ni se produce impregnación de ellos.

Recintos mojados: Recintos en los cuales el vapor de agua del aire alcanza una concentración tal que los cielos y paredes se impregnan y la condensación produce gotas de agua o bien en ellos se utiliza vapor de agua, como parte de los procesos o acciones que en ellos se desarrollan, por períodos superiores a quince minutos.

Recintos peligrosos: Son recintos en los cuales, por la naturaleza de los materiales que se almacenan, manipulan o procesan, existe riesgo de incendio o de explosión.

Recintos secos: Recintos que no son húmedos, mojados o expuestos ni siquiera en forma temporal.

Recinto de Operación: Lugar destinado a la ubicación del equipo eléctrico de una subestación interior, que está físicamente separado o aislado de los espacios de uso común y que es accesible exclusivamente a personal calificado. En el caso de subestaciones aéreas o subestaciones modulares, su forma constructiva se considerará suficiente separación con el medio ambiente

Red pública: Instalaciones eléctricas, de propiedad de empresas concesionarias de servicio público, destinadas a la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica, de modo de servir desde ellas a instalaciones de consumo.

Régimen de carga: Es el parámetro que define el comportamiento de la carga de un equipo, circuito o instalación a través del tiempo. Para los efectos de aplicación de esta Norma se definen los siguientes regímenes de carga:

Régimen permanente: Es aquel cuya duración es tal que todos los elementos de la instalación alcanzan su temperatura nominal estable, al circular en ésta su corriente nominal.

Régimen intermitente: Es aquel en que los tiempos de conexión se alternan con pausas cuya duración no es suficiente como para que los elementos de la instalación alcancen la temperatura nominal. La suma del tiempo de conexión y de pausa se conoce como ciclo de trabajo; y la razón entre el tiempo de conexión y el ciclo de trabajo se denomina factor de Funcionamiento.

Régimen periódico: Es un régimen intermitente en el cual el ciclo de trabajo es constante y se repite en forma regular.

Régimen de breve duración: Es aquel en que el tiempo de conexión es tan corto que no se alcanza la temperatura de régimen estable y la pausa es lo suficientemente larga como para que los elementos de la instalación recuperen la temperatura del medio ambiente.

Salas de equipamiento eléctrico: Edificio, sala o recinto cerrado, ubicado sobre o bajo la superficie (interiores de mina) y dentro del cual se ubica uno o varios equipos eléctricos alimentadores.

Sala de servicio: Significa una sala o espacio previsto en un edificio para acomodar equipamiento de servicio y construido de acuerdo al NBC, UBC, Ordenanza General de Urbanización y Construcción.

Salidas de seguridad (escapes): Salida destinada a ser usada en casos de urgencia.

Señal de seguridad: Señales que mediante una combinación de formas geométricas y colores, entregan una indicación general relacionada con la seguridad y que a través de símbolos o textos muestran un mensaje particular relativo a una condición de seguridad.

Sistema puesto a tierra: Sistema de conductores en el cual por lo menos un conductor o punto (usualmente el alambre central o el punto neutro de los devanados de un transformador o generador) está intencionalmente puesto a tierra, sólidamente o a través de un dispositivo limitador de corriente.

Sobrecarga: Aumento de la potencia o corriente absorbida por un artefacto más allá de su valor nominal.

Subestaciones transformadoras: Conjunto de equipos eléctricos cuya finalidad es transferir energía variando su nivel de tensión.

Subestaciones transformadoras interior: Subestación que forma parte de una instalación interior, en adelante se designará abreviadamente como Subestación.

Tableros de Mando y/o Distribución (Panelboard): Un conjunto de barras y conexiones, dispositivos de sobrecorriente y aparatos de control con o sin interruptores u otros equipos, construido para instalar como una unidad completa en un gabinete.

Tierras:

Elevación de tensión de un electrodo: Es la tensión que se presenta entre un electrodo de tierra y la tierra de referencia, al circular por la puesta a tierra una corriente.

Distribución del potencial: Es la secuencia de valores de potencial que se presenta sobre la superficie del suelo entre el electrodo de tierra y la tierra de referencia.

Controlar el potencial: Consiste en influir sobre la distribución de potencial de modo que no se presenten tensiones de paso o de contacto peligrosos.

Puesta a tierra de protección: Es la conexión directa a tierra de la carcasa de un equipo eléctrico o de una parte conductora que no forma parte del circuito, con el fin de proteger a las personas contra las tensiones de contacto o de paso demasiado altas.

Puesta a tierra de servicio: Es la conexión directa a tierra de un punto del circuito eléctrico, en particular del punto neutro de los transformadores conectados en estrella. Se denominará directa cuando la conexión a tierra se hace sin conectar ninguna otra impedancia distinta de la de la puesta a tierra. Se denominará indirecta cuando se realice a través de impedancias adicionales.

Puesto a tierra: Conectado a tierra o a algún cuerpo conductor extenso que sirve como tierra. Ver definición de NCh 4/2003.

Suelo: Término usado para designar la tierra en su calidad material.

Tensión de contacto: Es la parte de elevación de tensión de un electrodo a que puede quedar sometida una persona, de modo que la trayectoria de la corriente pasa entre una mano y los pies o entre una mano y otra.

Tensión de paso: Es la parte de elevación de tensión de un electrodo a que puede quedar sometida una persona, de modo que la trayectoria de la corriente pasa de un pie al otro, al dar un paso de 1 m. de longitud aproximadamente.

Tierra de referencia: Electrodo de tierra usado para efectos de medición o comparación, instalado en una zona del suelo, en particular de su superficie, lo suficientemente alejada del electrodo de tierra a medir o del punto de comparación, como para que no se presenten diferencias de potencial entre distintos puntos de ella. Ver figura 1, norma NCh 4/2003.

Tierra, electrodos de: Son conductores desnudos, enterrados, cuya finalidad es establecer contacto eléctrico con el suelo.

Tierra, línea de: Conductor que une el electrodo de tierra con el punto de la instalación eléctrica que se quiere poner a tierra.

Tierra, poner a: Consiste en unir un punto del circuito de servicio o la masa de algún equipo con el suelo.

Tierra, puesta a: Es el conjunto de conductores de conexión y conductores desnudos enterrados en el suelo, utilizados para poner a tierra un sistema o equipo.

Tierra, resistencia de puesta a: Valor de resistencia eléctrica medido entre un electrodo de tierra y una tierra de referencia, más la resistencia eléctrica de la línea de tierra.

Tierra, resistividad específica de: Es la resistencia eléctrica específica del suelo en consideración; usualmente se representa como la resistencia de un cubo de arista unitaria, medida entre dos caras opuestas de él. En el sistema internacional de unidades su unidad será el $\text{Ohm}\cdot\text{m}^2/\text{m} = \text{Ohm}\cdot\text{m}$.

Toma de aire (Intake air) – galería de ventilación: Aire que no ha pasado a través de ninguna área o lugar de trabajo y que no ha sido contaminado con los gases de la mina.

Trole: Conductor eléctrico que cumple la función de hilo de contacto, al cual se conecta al tomar corriente del equipo móvil (tren, camión, pala, cargador, grúa, etc.); éste va soportado sobre aisladores.

Trole encapsulado: Conductor eléctrico que cumple la función de hilo de contacto. Este va cubierto por una aislación y sólo es accesible por una ranura, en la cuál se introduce la zapata del toma corriente del equipo.

Unidad de potencia sin interrupción (UPS): Es un equipo eléctrico integrado por una fuente de poder autónoma capaz de entregar energía a un equipo, circuito o instalación cuando se produce una caída de la fuente principal de alimentación, durante un período de tiempo breve sin producir un corte durante el proceso de transferencia.

NA.- Se ha ocupado esta denominación con el fin de mantener la sigla UPS que ha alcanzado gran difusión en nuestro medio y en la actualidad de uso obligado, pese a corresponder a una expresión ajena a nuestro idioma.

Valores nominales: Son los valores de los parámetros de funcionamiento de un sistema, instalación, equipo o artefacto, definidos por su fabricante o instalador para identificarlos.

Zona Expuesta: Zona en que cualquier proyección de techos, paredes, ventanas u otros, ya sea vertical u horizontal, queda expuesta al contacto inadvertido frente a un conductor.

4.2 DEFINICIONES DEL CAMPO DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN DE INCENDIO

Barrera Cortafuego (Fire Barrier): Una barrera cortafuego es una membrana continua, ya sea vertical u horizontal, tal como un conjunto de paredes o pisos, que es diseñado y construido con una resistencia específica contra fuego para limitar el fuego y también para restringir el movimiento de humo. Tales barreras pueden tener aberturas protegidas.

Carga de Fuego: Es la cantidad de material combustible presente en un área dada, expresada en kJoule/m^2 (Btu/pie^2)

Códigos de Construcción

NBC : National Building Code (Canadá) Código Nacional de Edificación.
 UBC : Uniform Building Code (USA) Código Uniforme de Edificación.
 DS Nº 47: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Combustible: Cualquier material que no cumple con la definición de no combustible, o combustible limitado.

Construcción no combustible: Significa un tipo de construcción en que el grado de seguridad contra fuego es alcanzado por el uso de materiales no combustibles para los miembros estructurales y otros conjuntos del edificio. Detalles específicos en NBC, UBC, Ordenanza General de Urbanizaciones.

Cortafuego (Fire Stop): Un cortafuego para una penetración es una construcción específica consistente de materiales que rellenan la abertura alrededor de los ítems de penetración, tales como: bandejas porta cables, cables, conductos, ductos, cañerías y sus medios de soporte a través de las paredes o pisos para prevenir la dispersión del fuego (ASTM E814-88).

Detector de Fuego: Un dispositivo automático diseñado para detectar la presencia de un fuego e iniciar una acción.

De acuerdo a NFPA 72, los detectores automáticos de fuego se clasifican en:

Detectores de gases de incendio.

Detectores de calor.

Otros detectores (que detectan un fenómeno diferente a calor, humo, llama, o gases producidos por un incendio).

Detectores de energía radiante.

Detectores de humo.

Fluido No Inflamable: Un fluido no inflamable es uno que no tiene punto de inflamación (flash-point) y que no es inflamable en aire.

Índices de clasificación de lugares peligrosos: Los siguientes serán los parámetros a tener en cuenta en la calificación de un lugar como presentando riesgo de explosión. Los valores numéricos asociados a estos conceptos se deberán obtener de las normas específicas.

Densidad de vapor: Es la relación entre el peso de un determinado volumen de gas puro y el peso de igual volumen de aire seco.

Límites de inflamabilidad: Son los valores de concentración de gas respecto al aire, expresados como porcentaje inferior y superior del volumen de la mezcla, entre de los cuales la mezcla inflamable puede encenderse.

Punto de vaporización: Es la temperatura a la cual se produce el vapor proveniente de un líquido volátil, en cantidad tal como para producir en la superficie del líquido una mezcla del vapor con el aire, de característica inflamable.

Temperatura de encendido para depósitos de polvo: Es la temperatura mínima a la cual una capa de polvo de 5 mm. de espesor, depositada sobre una superficie caliente abierta, inicia su combustión.

Temperatura de ignición: Es la temperatura mínima a la cual una mezcla de aire con gases, vapores, humos, polvos o fibras, inicia su combustión y la mantiene en forma independiente de la fuente original de calor.

Índice de dispersión de llama: Número obtenido de acuerdo a NFPA 255.

Líquido Combustible: Es un líquido que tiene un punto de inflamación (flash-point) de o sobre 37.8° C (100° F). Ver NFPA- 30.

Líquido con Alto Punto de Fuego: Es un líquido dieléctrico combustible listado como poseedor de un punto de fuego no menor que 300° C (572° F).

Líquido Inflamable: Es cualquier líquido que tenga un punto de inflamación bajo 37,8° C (100° F) y que tiene una presión de vapor que no exceda de 276 kPa (40 psi) de presión absoluta a 37,8° C. Ver NFPA-30.

Líquido Menos Inflamable: Es un líquido dieléctrico combustible listado como poseedor de un punto de fuego no menor que 300° C.

No Combustible: Material que, en la forma que es usado y bajo condiciones anticipadas no se inflama, no se quema, soporta la combustión y no libera vapores inflamables cuando es sometido a un incendio o calor.

Punto de llama (Flash Point): La temperatura mínima a la cuál un líquido da suficiente vapor para formar una mezcla encendible con el aire cercano a la superficie del líquido o dentro del estanque de prueba usado.

Punto de Inflamación de un Líquido: Es la temperatura mínima a la cual un líquido emite vapor en una concentración suficiente para formar una mezcla inflamable con aire en la superficie cercana al líquido.

Punto de Fuego: Es la menor temperatura a la cual un líquido en un contenedor abierto dará suficiente vapor para quemar cuando es encendido. El punto de fuego está ligeramente ubicado sobre el punto de inflamación (flash-point).

Protección Contra incendio: Son los métodos previstos para control o extinción de incendios.

Resistente al fuego, cuando se aplica a edificios: Significa construido de albañilería, concreto reforzado o materiales equivalentes.

Sistema Fijo de Supresión de Incendio: Es un sistema de inundación total o de aplicación local consistente de una alimentación fija de un agente extintor conectado permanentemente para la distribución del agente a boquillas fijas que están distribuidas para descargar un agente extintor dentro de un encerramiento - inundación total -, o directamente sobre un riesgo - aplicación local -, o una combinación de ambos; o un sistema automático de sprinkler.

Valor Nominal de Fuego de Sellos de Penetración: Una abertura en una barrera contra fuego para el pasaje de cañerías, cables, ductos, etc. que ha sido sellado como para mantener el valor nominal de resistencia al fuego de la barrera.

Valor nominal F (rating f): Valor nominal basado sobre la ocurrencia de llama en la superficie no expuesta del cortafuego (ASTM E914-88).

Valor nominal T (rating t): Valor nominal basado sobre la ocurrencia de aumento de temperatura y ocurrencia de llama en el lado no expuesto del cortafuego (temperatura máxima 181EC - 325EF) (ASTM E914-88).

Nota: Estos valores nominales, en conjunto con los datos de funcionamiento detallados tal como las ubicaciones de las penetraciones y temperatura de los ítems penetrantes, es uno de los factores en el análisis de funcionamiento de los cortafuegos.

Los cortafuegos deben aplicarse según los requerimientos adicionales establecidos para ellos en:

- Fire Resistance Directory: UL 2552
- Approval Guide Factory Mutual Systems

Valor Nominal Protección de Fuego: Es el tiempo, en horas o minutos, que los materiales y conjuntos usados como protección de aberturas tiene que resistir a una exposición de fuego según está indicado en los procedimientos de prueba de NFPA 252 y NFPA 257, según sea aplicable.

Valor de resistencia al fuego: Tiempo en minutos u horas que los materiales o ensambles tienen que resistir a la exposición de fuego como se establece en procedimientos de prueba en NFPA 251.

Valor de dispersión de llama: Número o clasificación obtenida de acuerdo a NFPA 255.

Vías de evacuación: Camino a seguir en caso de una evacuación de urgencia.

5. PLANOS

Los planos de diagramas unilineales, disposiciones generales de la instalación eléctrica y los planos de instalación del sistema contra incendio, deberán mantenerse en un lugar en el cual puedan ser consultados cuando el caso lo requiera.

Estos planos deberán contener información relevante y actualizada concerniente a las instalaciones.

6. MANTENCIÓN ELÉCTRICA

Las instalaciones y equipos eléctricos deberán mantenerse según las pautas y requerimientos indicados en los siguientes documentos:

- DS Nº 132-2004 "Reglamento de Seguridad Minera".
- NFPA 70 B Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance.
- NFPA 70 E Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces. Part III.
- Manuales de Fabricantes, Mantenimiento y Operación.
- Procedimientos Divisionales sobre Mantenimiento.

7. CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y PRODUCTOS ELÉCTRICOS

- Los materiales y equipos eléctricos deberán estar certificados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) o, en su defecto, contar con sellos o certificaciones de organismos reconocidos por SEC.
- Los organismos internacionales cuyo sello o certificación de conformidad son reconocidos por SEC se indican en Anexo 3.

- c) Para materiales y/o equipos, cuyo sello o certificación de conformidad no figure como reconocido en Anexo 3 se deberá exigir a los importadores y/o representantes nacionales de dichos materiales y/o equipos, que cumpla con el Reglamento para certificación de productos eléctricos (Nº 399, Santiago, 21 noviembre 1985).

8. REFERENCIAS

DS Nº 132-2004	Reglamento de Seguridad Minera.
NCh Elec. 4/2003	Electricidad- instalaciones de consumo en baja tensión.
NSEG.20 Ep. 78	Subestaciones transformadoras interiores.
National Electrical Code	NEC-2005 (NFPA 70).
CAN/CSA M421, Ed.-20012	Use of Electricity in Mines.

9. ANEXOS

- Anexo 1 : Legislación eléctrica vigente en la República de Chile.
 Anexo 2 : Referencias normativas y regulatorias internacionales.
 Anexo 3 : Organismos Internacionales cuyo Sello o Certificado de Conformidad son Reconocidos por SEC.

ANEXO 1

LEGISLACIÓN ELÉCTRICA VIGENTE EN LA REPÚBLICA DE CHILE

CONTENIDO

1. Leyes
2. Reglamentos
3. Normas técnicas de Servicios Eléctricos y Gas
4. Oficios
5. Resoluciones relevantes
6. Resoluciones Exentas
7. Oficios Circulares
8. Directrices y Normas Corporativas

1. LEYES

- DFL Nº 1 (DO.13-9-82) : Ley General de Servicios Eléctricos, en materia de energía eléctrica.
- LEY 18410 (DO.22-5-84) : Crea Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
- LEY Nº 19.940 : Modifica el DFL de 1982. Regula Sistemas de Transporte de Energía Eléctrica, este nuevo sistema de tarifas es para sistemas eléctricos medianos.

2. REGLAMENTOS

- DS.1280 : (DO.24-9-71) Reglamento de Instalaciones Eléctricas
- DS.92 : (DO.30-6-83) Reglamento de Instaladores Electricistas
- DS.11 : (DO.28-2-84) Reglamento de Sanciones
- DS.75 : (DO.29-5-84) Procedimientos de Certificación y Comprobación de Productos Eléctricos
- DS.399 : Reglamento para la Certificación de Productos Eléctricos (1-11-85)
- DS.327 : Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos (DO.10-09-98)

3. NORMAS TÉCNICAS SERVICIOS ELÉCTRICOS Y COMBUSTIBLE

NSEG 3 En 71 Medidores Eléctricos (Resol. Exc. 692, SEG. DO (24-9-71)).

Norma no aplicable en la gran minería del cobre. La práctica actual es usar equipo de medida multifunción y no medidores electromecánicos.

NSEG 5 En 71 Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes (ex. DS. 4188 del 22-11-55).

Norma aplicable a instalaciones de líneas aéreas con conductores desnudos, para transmisión y distribución de energía en exterior.

NSEG 6 En 71 Cruces y paralelismos de Líneas Eléctricas (ex. DS. 1261 del 25-4-57).

Norma aplicable a instalaciones de líneas aéreas con conductores desnudos, para transmisión y distribución de energía de líneas de diferentes niveles de tensión. También aplica en canalizaciones eléctricas subterráneas cercanas o paralelas a otros tipos de servicio (telefonía, agua, gas, etc.).

NSEG 9 En 71 Iluminación de Calles (Resol. Exc. 692, SEG. DO (24-9-71)).

Norma aplicable a calles y caminos dentro de los recintos de cada División o sus campamentos. Adicionalmente, las Divisiones ubicadas en la II, III y IV región deberán aplicar obligatoriamente el DS Nº 686/98 MINECON, NORMA DE EMISION PARA LA REGULACION DE LA CONTAMINACION LUMINICA. Diario Oficial, 02 de Agosto de 1999.

NCh 12.87 Empalmes Aéreos Monofásicos (ver Resol. Exc. 53 del 16-1-78).

Norma no aplicable en la gran minería del cobre. Generalmente los empalmes a edificios industriales y de oficinas son trifásicos.

NSEG 8 En 75 Tensiones Normales (Resol. Exc. 807, SEG. DO (8-9-75)).

Norma aplica parcialmente en los niveles de tensiones inferiores y de frecuencia de 50 Hz.

NSEG 18 Ep 75 Redes de Distribución Aérea.

Norma no aplica generalmente a instalaciones eléctricas de las Divisiones. El sentido de esta norma está en la aplicación de distribución de energía pública domiciliaria.

NSEG 14 En 76 Empalmes Aéreos Trifásicos 1ª Parte (Resol. Exc. 780, SEG. (17-8-76)) Ver Resol. Exc. 53 del 16-1-78.

Norma no aplicable en las Divisiones debido a la envergadura de las cargas.

NSEG 13 En 78 Recubrimientos en base pinturas para Cajas Metálicas de Empalmes (Resol. Exc.93, SEG (8-5-69)).

Norma no aplica a las Divisiones de Codelco. Su objetivo va dirigido a las cajas de empalmes domiciliarios.

NSEG 15 En 78 Especificación de Luminarias en Calles y Carreteras (Resol. Exc. 471, SEG (28-8-70)).

Norma no aplica a las Divisiones de Codelco. Su objetivo va dirigido a la iluminación pública. La iluminación de las plantas tiene requerimientos de construcción más exigentes.

NSEG 16 En 78 Especificación para Transformadores de Distribución 13.2 kV (Resol. Exc.393, SEG. 4-6-71).

N.C.C.	Nº 21
REVISIÓN	1
VIGENCIA	01.12.2006
Pág.	28 de 264

Especificación no aplica a las Divisiones de Codelco ya que está principalmente dirigida a la distribución pública. Los requerimientos del entorno de las plantas no permiten su uso.

NSEG 20 Ep 78 Subestaciones Transformadoras Interiores (Resol. Exc. 943, SEG (8-11-78)).

Norma aplicable parcialmente.

NSEG 21 En 78 Alumbrado Público en Sectores Residenciales (Resol. Exc. 33, SEG (DO 13-1-79)).

Norma no aplicable en la minería del cobre

NCh Elec. 4/2003 Instalaciones Interiores en Baja Tensión (Resol.91 Economía DO 18-8-84).

Norma aplicable parcialmente.

NCh Elec. 2/84 Elaboración y Presentación de Proyectos (Resol.91 Economía DO 18-8-84).

Norma de aplicación obligatoria cuando las Divisiones tienen que alimentar eléctricamente recintos con energía eléctrica que no les son propios (caso del puerto de San Antonio y otros).

NCh Elec. 10/84 Trámite para Puesta en Servicio de Instalaciones Interiores (Resol. Exc. 91 Economía DO 18-8-84).

Norma no aplica a las Divisiones. Su aplicación está en el ámbito de recintos domiciliarios.

NCh Elec. 32/85 Sistema de medida tarifa horaria BT4.1 caso monofásico (Decreto 176 Economía 14-6-85).

Norma no aplica a las Divisiones. Su aplicación está en el ámbito de recintos domiciliarios. Contrato y estructura tarifaria entre cliente y distribuidor al interior de cada División desconocido.

NCh Elec. 34/86 Sistema de medida tarifa horaria BT4.1 caso trifásico (Decreto 372 Economía 13-11-86).

Norma no aplica a las Divisiones. Su aplicación está en el ámbito de recintos domiciliarios. Contrato y estructura tarifaria entre cliente y distribuidor al interior de cada División es desconocido.

R.M. Exta. 09, 14-09-2005 Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio. Aplicación obligatoria por ser cliente no sometido a regulación de precios.

Decreto Supremo Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo Nº 594, 1999.

DS Nº 594 Aplica el Título III, artículos 32 al 52.

Reglamento de Certificación de Productos Documento en consulta ante la Organización Mundial del Comercio (OMC)

D.S. 313

Modifica el Reglamento de Certificación de productos.

Decreto N°119	Aprueba reglamento de sanciones en materia de electricidad y combustibles.
Decreto N°399	Aprueba reglamento para la certificación de productos eléctricos.
Decreto Supremo N°327	Fija reglamento de la ley general de servicios eléctricos.
Decreto Supremo N°92	Reglamento de instaladores eléctricos y de electricistas de recintos (Actualizado) de espectáculos públicos.

Modificaciones al DS.327

Norma Exenta N°78 de 2000 Dicta Norma Técnica aprobada por la comisión nacional de energía sobre “Sistema de Información Público” de los centros de despacho económico de carga del sistema interconectado central y del sistema interconectado del Norte Grande.

Norma IEC 60335-2-76 Anexos BB y CC Instalación de cercos eléctricos.

Esta y otra información tal como Oficios, Resoluciones Exentas y Oficios Circulares pueden verse y bajarse del sitio Web de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, www.sec.cl

4. DIRECTRICES Y NORMAS CORPORATIVAS

- Directriz Corporativa : Uso Eficiente de Energía, (versión N° 1).
- NCC N° 20, Revisión 1 : Estanques de Almacenamiento de Líquidos Combustibles e Inflamables.
- NCC N° 22, Revisión 1 : Normas sobre Plantas de Extracción de Cobre por Solvente y Electro-obtención.

ANEXO 2

REFERENCIAS NORMATIVAS Y REGULATORIAS INTERNACIONALES

CONTENIDO

1. Reglamentos
2. Normas NEMA/ICEA
3. Data Sheet de Factory Mutual Research
4. Normas Canadienses
5. Normas ANSI
6. Normas IEEE
7. Normas UL
8. Normas NFPA
9. Normas IEC
10. Información Fabricantes

1. REGLAMENTOS

National Electrical Code (NEC-2005).

National Electrical Safety Code (NESC-2002).

C22.1-02 Canadian Electrical Code. Enero 2002.

Code of Federal Regulations; 29 Labor.

Subparte R. Special Industries
 1910.268 Telecommunications
 1910.269 Electric Power generation, transmission, and distribution
 Subparte S. Electrical

Code of Federal Regulations; 30 Mine Safety and Health Administration labor:

Subparte N. Metal and nonmetal mine safety and Health.

2. NORMAS NEMA/ICEA

- | | | |
|----------------------------|---|---|
| WC 70/ ICEA S-95-658-1999 | : | Standard for Nonshielding Power Cable Rated 2000 volts or less for the Distribution of Electrical Energy. |
| WC 71/ ICEA S-96-659-1999 | : | Standard for Nonshielding Power Cable Rated 2001-5000 volts for use in the Distribution of Electrical Energy. |
| WC 74 / ICEA S-93-639-2000 | : | 5-46 kV Shielded Power Cables for use in the Transmission & Distribution of Electrical Energy. |

3. DATA SHEET DE FACTORY MUTUAL

ELECTRICAL

5-1 Electrical Equipment in Hazardous (Classified) Locations

5/02

5-3/13-2	Hydroelectric Power Plants	1/04
5-4	Transformers	1/05
5-7	National Electrical Code	5/98
5-8	Static Electricity	1/01
5-10	Protective Grounding for Electric Power Systems and Equipment	5/03
5-11	Lightning and Surge Protection for Electrical Systems	1/01
5-12	Electric AC Generators	1/05
5-14	Telecommunications	1/04
5-15/13-14	Electric Generating Stations	5/03
5-16	Arc Furnace Transformer Installations	1/02
5-17	Motors and Adjustable Speed Drives	5/01
5-18	Protection of Electrical Equipment	5/98
5-19	Switchgear and Circuit Breakers	1/01
5-20	Electrical Testing	5/03
5-21	Electrical Fires	5/02
5-23	Emergency and Standby Power Systems	5/00
5-24	Miscellaneous Electrical Equipment	1/01
5-30	Power Factor Correction and Static Reactive Compensator Systems	1/01
5-31	Cables and Bus Bars	1/01
5-32	Electronic Data Processing Systems	1/05
5-40	Fire Alarm Systems	5/03
5-48	Automatic Fire Detection	1/05
5-49	Gas and Vapor Detectors and Analysis Systems	1/00

4. NORMAS CANADIENSES

CAN/CSA-M421-2001

Use of Electricity in Mines, Mine Safety, A National Standard of Canada.

5. NORMAS ANSI

ANSI / IEEE Std 400 –1980

Reafirmada en 1987 y 1988; IEEE Guide for Making High-Direct-Voltage Tests on Power Cables Systems in the Field.

6. NORMAS IEEE

IEEE Std 48-1990

IEEE Standard Test Procedures and Requiriments for High-Voltage Alternating-Current Cable Terminations.

7. NORMAS UL

UL 1072- 1986 : Medium-Voltage power Cables

UL 1277-1989 : Electrical Power and Control Tray Cables

8. NORMAS NFPA

NFPA 550-2004	Guide to the Fire safety Concepts Tree
NFPA 262-2002	Standard Method of test for Fire and Smoke Characteristics of Wires and Cables
NFPA 221-2000	Standard for Fire Walls and Fire Barrier Walls
NFPA 850-2005	Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants
NFPA 921-2004	Guide for Fire and Explosion Investigations
NFPA 122-2004	Standard for Fire Prevention and Control in Underground Metal and Nonmetal Mines

9. NORMAS IEC

IEC 754-1-1982	Tests on gases evolved during combustion of electric cables. Part.1. Determination of the amount of halogen acid gas evolved during the combustion of polymeric materials taken from cable
IEC 621-3, 1979	Modificación N°1 1986 Cap .XI Fire Detection and protection systems
IEC 332-3, 1992-0	Tests on electric cables under fire conditions. Part 3. Tests on bunched wirwes and cables
IEC 331, 1970	Fire-resisting characteristics of electrical cable
IEC-364-4-48,1982	Electrical Installations of Buildings. Part.4 Protection for safety. Chapter 48: Choice of protective measures as a function of external influences. Section 482- Protection against fire

10. INFORMACIÓN DE FABRICANTES

Wire & Cable Technical Information Handbook, 1996, Anixter.

ANEXO 3

ORGANISMOS INTERNACIONALES CUYO SELLO O CERTIFICADO DE CONFORMIDAD SON RECONOCIDOS POR SEC

ABREVIATURA	PAÍS ORIGEN	ORGANISMO INTERNACIONAL
UL	USA	Underwriters Laboratories, Inc.
VDE	Alemania	Vernband Deutscher Elektrotechniker
NF	Francia	AFNOR: Association Francaise de Normasation
IMQ	Italia	Instituto Italiano del Marchid Di Qualita
KEMA-KEUR	Holanda	Keuring Van Elektrotechnische Materialien
OVE	Suiza	Osterreichischer Verband Fue Elektrotechnik
BEAB	Inglaterra	British Electrical Approval Board
CSA	Canadá	Canadian Standards Association
JIS	Japón	Japanese Industrial Standard
DEMKO	Dinamarca	Dannmarks Elektrise Materielkontrol
SEMKO	Suecia	Sveska Elektriske Materiel Kontrollanstalten
NEMKO	Noruega	Norges Elektriske Materilkontrol
CEBEC	Bélgica	Comite Electrotecniue Belge/Belgische Elektrotechnis Comite.
NOTA:	El Reglamento para certificación de productos eléctricos (Nº 399, Santiago, 21 noviembre 1985), en su Anexo, indica los organismos indicados en el presente Anexo. A la fecha, es probable que este listado se encuentre incrementado.	

SECCIÓN II REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN DE RECINTOS ELÉCTRICOS

1. OBJETIVO

Establecer los requerimientos de diseño de los recintos eléctricos, los materiales de construcción, el dimensionamiento correcto que incluya los espacios de trabajo y distancias de seguridad, sus vías de evacuación, su protección ambiental incluyendo ventilación y presurización, con el objetivo que estos recintos sean resistentes al fuego.

2. ALCANCE

Estos requerimientos se aplicarán a todos los recintos eléctricos de la Corporación, ya sea que estos se encuentren al exterior, interior de edificios o en interior de minas subterráneas.

3. DEFINICIÓN

Se considerará como recinto eléctrico cualquier edificio, sala o recinto cerrado, ubicado sobre o bajo la superficie (interiores de mina) y dentro del cual se ubica uno o varios equipos eléctricos alimentadores. Estos recintos eléctricos pueden tener diferentes nombres dependiendo de la función que cumplen o el tipo de equipamiento eléctrico que incluyen.

Por lo tanto, de acuerdo a las definiciones entregadas en la Sección I, se entenderá que se habla de recinto eléctrico cuando se mencionen entre otros, los siguientes: celda o bóveda de transformador, sala de equipo eléctrico, sala de control eléctrico, sala de control de procesos, salas de interfase, recinto de operación, sala de centro de control de motores, sala de servicio, subestaciones transformadoras, subestaciones transformadoras interior o simplemente subestación.

4. REQUERIMIENTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

4.1 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

- a) Todos los materiales utilizados en la construcción, incluidas las paredes, pisos, divisiones, acabado, tratamiento acústico, pisos elevados, cielos suspendidos y otros materiales de construcción comprometidos en el área de un recinto eléctrico, deberán tener una capacidad nominal de propagación de llama de 25 o menos (Ver NFPA 255, Método Estándar de Prueba de las Características de Combustión en Superficie de los Materiales de Construcción).
- b) Los materiales adecuados para recintos eléctricos, de acuerdo al Listado Oficial de comportamiento al fuego del Ministerio de Vivienda y Urbanismo N° 447 exenta (publicado en el Diario Oficial del 2 de marzo de 1993, modificado en DO. del 4 de mayo de 1993 y de 4 de abril de 1994, exenta N° 770 DO. 31 de marzo de 1995).

Clasificación materiales resistentes al fuego:

Capítulo I, Productos tradicionales; resistencia al fuego de elementos de construcción, según clasificación de NCh 935/1.

LADRILLOS CERÁMICOS

Tabla 1.1 - Muros de albañilería de ladrillo macizo hecho a mano

Espesor total del elemento, con o sin estuco, en cm (*)					
5-6	7-8	9	10-11	12	13 o más
F-30	F-60	F-90	F-120	F-150	F-180

(*) En el espesor se incluyen los estucos cuando corresponda

Tabla 1.2 - Muros de albañilería de ladrillo hecha a máquina con perforaciones

Nº	Tipo	Espesor nominal del elemento, con o sin estuco, en cm.						
		4-6	7-9	10-12	13-14	15-16	17-19	20 o más
1	Sin estuco o una cara estucada	F-15	F-30	F-60	F-90	F-120	F-150	F-180
2	Estucados en ambas caras*	F-30	F-60	F-90	F-120	F-150	F-180	F-180

* Espesor del estuco de 1,5 cm.

HORMIGÓN

Tabla 2.1 - Muros de hormigón, corriente o liviano, armado o sin armar

Espesor total del elemento, en cm (*)					
5-6	7-8	9	11	12-13	14 o más
F-30	F-60	F-90	F-120	F-150	F-180

BLOQUES DE HORMIGÓN

Tabla 3.1 - Muros de albañilería de bloques de hormigón

Nº	Tipo	Espesor nominal del elemento, con o sin estuco, en cm.		
		9	14	19
1	Huecos sin revestimiento	F-60	F-90	F-120
2	Huecos estucados en ambas caras*	F-90	F-120	F-150
3	Macizos sin revestimiento	F-90	F-150	F-180
4	Macizos, estucados en ambas caras*	F-120	F-180	F-240

* Espesor del estuco de 1,5 cm.

ACERO

Tabla 6.1 - Elementos estructurales de acero verticales recubiertos con revestimientos de mortero proyectado sobre malla de acero

Tipo de revestimiento	Espesor del revestimiento, en cm.						
	2	2,5	3	3,5	4	5	6
Mortero de yeso o cemento	F-60	F-90	F-90	F-120	F-120	F-180	F-180
Mortero de yeso y vermiculita o perlita	F-60	F-90	F-120	F-120	F-120	F-180	F-180
Mortero de asbesto	F-60	F-90	F-120	F-120	F-120	F-180	F-180

Tabla 6.2 - Elementos estructurales de acero verticales cubiertos con revestimientos de enchapes cerámicos

Tipo de revestimiento	Espesor del revestimiento, en cm			
	2	2,5	3	3,5
Ladrillo macizo	F-60	F-90	F-90	F-120
Ladrillo hueco	F-60	F-90	F-120	F-120
Ladrillo macizo, estucado con mortero de yeso o cemento*	F-60	F-90	F-120	F-120
Ladrillo hueco estucado con mortero de yeso o cemento*				

* Espesor del estuco de 1,5 cm.

Para construcciones de salas eléctricas con elementos que no son los indicados en estas Tablas, se consultará al Jefe del Proyecto por la factibilidad de uso de "Productos de Marca" correspondientes al Capítulo II del Listado Oficial del MINVU. Se prohíbe el uso de elementos correspondientes al Capítulo III, Paneles mixtos, por razones de fragilidad física de los elementos.

- c) Los materiales para terminaciones interiores, deben estar aprobados en el "Listado Oficial de Comportamiento al Fuego" emitido por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial los días 02 de marzo de 1993, 04 de mayo de 1993 y 04 de abril de 1994 y los que aparezcan en el futuro. Caso contrario, la empresa que construye el proyecto, deberá indicar la certificación correspondiente.

4.2 MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN

Los métodos de construcción, para todos los recintos eléctricos deben ser tales que se cumplan las siguientes condiciones:

- El encerramiento de la sala debería ser tan impenetrable al ingreso de polvo desde el exterior del recinto como sea práctico y económico.
- Los diferentes componentes, paredes, piso, cielos deberían ser capaces de soportar en forma segura las cargas vivas y muertas (incluyendo impactos) a las cuales pueden estar sujetas adecuadamente.
- No debería existir la posibilidad de tener ingresos de polvo debido a rompimientos, frisaduras, contracciones o encogimientos.
- La estructura completa debería ser de material sólido, incombustible y tener un valor nominal de resistencia al fuego de 1 hora o mayor.

- e) La conexión de equipamiento interior de la sala con el exterior debe hacerse con medios adecuados para sellar, empaquetar o con deflectores o laberintos para prevenir el ingreso de polvo a través de estas aberturas necesarias.

Ver Anexo 1 para Tipos de Construcción.

4.2.1 Pisos

Algunos tipos de construcciones aceptables son las siguientes:

- Planchas o bloques de concreto sólido de espesor mínimo de 75 mm y reforzados según se requiera.
- Viguetas de acero con piso de placa metálica soldada o planchas de concreto de espesor de 50 mm sobre las viguetas y 22 mm de estuco de cemento Pórtland en el enrejado metálico debajo de ellas.
- Cada vez que sea necesario, los pisos deberán tener superficies con materiales aislantes para prevenir riesgos de shock eléctrico.
- El piso deberá ser suministrado con aberturas para anclaje estructural y aberturas para pasadas de cables y conductores que post instalación deben sellarse.
- Deberá evitarse en toda circunstancia pisos escalonados o con pendientes para lograr cambios de elevación.
- Carga mínima para piso ante falta de datos reales de equipo: 488.2 Kg/m^2 (100 lb./pie²).
- El recubrimiento del piso debe ser resistente a la presión, a prueba de deslizamiento (antideslizante), anticorrosivo y fácil de limpiar para evitar formación de polvo.

4.2.2 Paredes

Algunos tipos de construcciones aceptables son las siguientes:

- Concreto monolítico de 103 mm de espesor mínimo reforzado según se requiera.
- Construcción de albañilería consistente de: Ladrillo sólido de espesor mínimo de 95 mm; Losa hueca de espesor mínimo de 75 mm si esta estucada por ambos lados y 150 mm si no esta estucada; Concreto hueco o bloques de espesor mínimo de 125 mm si esta estucada en ambos lados y 200 mm si no esta estucada.
- Las caras internas de las paredes deben ser suaves para evitar acumulación de polvo, la albañilería debe ser estucada fina.

4.3.2 Cielos

Los cielos, si llevan carga, deberían tener el mismo tipo de construcción que el piso, pero, si no llevan carga pueden ser contruidos similares a las paredes con vigas de madera cuyo espesor dependerá del largo del vano, y recubiertos con elementos similares a las paredes.

4.2.4. Puertas

Las puertas que dan acceso al recinto eléctrico desde ubicaciones con polvo deberían:

- a) Ser metálicas o metal hueco y con burletes o construidas de otra manera para prevenir ingreso de polvo en los bordes y umbrales; y
- b) Estar equipadas con sistema de cierre automático.

Si la naturaleza del equipamiento eléctrico es tal que la entrada a la sala desde una ubicación con polvo es necesaria para la operación y/o control del equipo debería instalarse 2 puertas de batiente con un vestíbulo de 1.5 m entre ellas pero, donde la entrada es solo para mantención puede usarse una sola puerta.

Las puertas que dan acceso a salas libres de polvo desde ambientes limpios pueden ser del tipo corriente.

Todas las puertas deben abrir hacia afuera y tener dispositivos de apertura contra pánico.

4.2.5 Ventanas

Las superficies de ventanas que enfrentan ubicaciones polvorientas deberían tener bastidores metálicos fijos y vidrios con malla metálica en su interior.

Las ventanas en paredes exteriores pueden disponerse para abrirlas si es razonablemente cierto que el área exterior que las circunda permanecerá suficientemente libre de polvo.

Si la sala está expuesta a fuegos generados desde el exterior, como en el caso de subestaciones principales, la pared que da hacia el lado de los transformadores de poder no debe tener ventanas y la construcción de los aleros debe ser de material incombustible.

4.3 CARGA DE FUEGO

En el diseño del recinto eléctrico deberá cuantificarse la carga de combustible que contiene. Para este efecto se hará uso de la norma Nch 1916 Cálculo de Carga Combustible.

4.4. VENTILACIÓN Y PRESURIZACIÓN

4.4.1 General

- a) El volumen de aire requerido para la ventilación de un recinto eléctrico debe atender: el tamaño de ésta, transferencia de calor, equipamiento eléctrico contenido en la sala, características térmicas de los materiales de la construcción, temperatura del aire de entrada y ser capaz de mantener una presión positiva en el recinto.
- b) Un recinto podrá ser ventilado con aire limpio natural, cuando el diseño determine tirajes y volúmenes de aire capaz de producir la transferencia térmica deseada y el aire que ingrese al recinto no contenga agentes contaminantes ni que sobrepasen las concentraciones ambientales Máximas Permisibles. **Ver DS Nº 594.**
Se puede incluir en el diseño sistema de ductos exteriores que optimicen la captación de aire limpio.
- c) Las masas de aire sean naturales o forzadas, no deberán ubicarse cerca de fuentes potenciales de emisión de un agente contaminante peligroso.

- d) La toma de aire de una ventilación natural debe contener las trampas y/o filtros necesarios para obstruir el ingreso de aire a más bajas o altas temperaturas que las deseadas o el ingreso de un aire contaminado por agentes de un proceso industrial cercano o de la vecindad.
- e) Los recintos que utilizan ventilación o aire acondicionado para el control de temperatura ambiente de la sala, entre piso, entretecho, canaletas, trincheras y tableros o consolas, si estas unidades son eléctricamente comandadas, sus circuitos de alimentación deberán estar enclavados con el Sistema Protección Contra incendio (SPCI) de tal forma que a la señal de alarma este sistema se detenga y solo se podrá poner, en marcha en forma manual, una vez despejada la señal de alarma o controlada la emergencia. En ningún caso estos equipos se repondrán en forma automática.
- f) Los recintos que sean ventilados con aire forzado o con unidades de aire acondicionado, no deberán ubicarse cerca de fuentes potenciales de emisión de un agente contaminante peligroso.
- g) Los recintos deben tener instrumentos indicadores de temperatura de dial o columna. Opcionalmente, pueden ser instrumentos registradores de temperatura si los equipos de control del proceso son del tipo Controladores Lógicos Programables (PLC) que requiere de temperatura constante para su buen funcionamiento. Los PC y PLC deben especificarse, para resistir las condiciones de temperatura y humedad de las instalaciones industriales.

4.4.2 Criterios básicos en las especificaciones para presurización de recintos eléctricos

4.4.2.1 Presurización del recinto

Con el objeto de evitar el ingreso de aire contaminado al ambiente controlado (causado por un sellado inadecuado o deficiente, o por puertas sin cierre automático) todas las salas deben mantenerse a una leve presión positiva. El caudal de aire exterior a inyectar y la sobrepresión a mantener depende de factores tales como:

Grado de sellado del espacio controlado

- Tipo de construcción (hormigón, albañilería, estructura metálica prefabricada, contenedor)
- Número de muros hacia el exterior
- Sistema de ductos de presión negativa por el exterior del espacio controlado
- Sistema de ductos de presión negativa por el interior del espacio controlado
- Configuración del sistema de acondicionamiento de aire y presurización consultado, esto es, entre otras:
 - Unidades de acondicionamiento de aire y recirculación ubicadas en el espacio controlado, unidad de presurización en el exterior de este.
 - Unidades de acondicionamiento de aire y recirculación y presurización ubicadas en una sala anexa, unidad de presurización en el espacio controlado.
 - Todas las unidades de tratamiento ubicadas en el exterior del espacio controlado.
 - Unidades de acondicionamiento ubicadas en el interior del espacio protegido, unidad de presurización recirculación ubicada en el exterior del espacio protegido.
 - Sólo presurización con las unidades de acondicionamiento de aire ubicadas en el interior del espacio tratado, unidad de presurización ubicada en el exterior.

4.4.2.2 Recirculación del aire del recinto

- a) El sistema de purificación puede diseñarse como un sistema solo de presurización o como de presurización y recirculación. Dependiendo de cuan bien este sellado el espacio a proteger, del nivel de tráfico peatonal (especialmente en salas de control de procesos), y el nivel de generación de contaminantes interiormente, un sistema de presurización puede ser satisfactorio.
- b) En tal caso, se debe tener sumo cuidado con que el caudal de aire no sea muy alto pues el control de la temperatura y de la humedad en rangos estrechos se dificulta en forma creciente.
- c) Sin embargo, si el sellado no es adecuado, o el nivel de tráfico es alto, o existe alto grado de contaminación interior, o la unidad de aire acondicionado y/o la red de ductos de presión negativa se encuentra en el exterior del espacio tratado, o una pared cualquiera limita al exterior, se debe evaluar el diseño de un sistema que contemple presurización y recirculación. Los caudales de aire de presurización y recirculación se deberán determinar según el tipo de equipo consultado.

4.4.2.3 Control de humedad

- a) El potencial corrosivo de cualquier ambiente aumenta drásticamente con el aumento de la humedad relativa. Los cambios rápidos de humedad relativa producen condensación y escurrimiento de agua que terminan finalmente en fallas de corrosión. Por esto la humedad relativa debe mantenerse al mínimo nivel pero que no origine descargas electrostáticas al interior de los circuitos.
- b) La norma ISA especifica una humedad inferior a 50%. Al respecto, es posible esperar el aumento de un nivel de severidad por cada 10% de aumento de la humedad relativa sobre 50%. De manera similar, fluctuaciones del 6% de la humedad relativa en una hora hacen que el nivel de severidad aumente de categoría.

4.4.2.4 Control de temperatura

- a) La temperatura debe mantenerse al menor nivel posible y consistente con el nivel de confort y un control efectivo de la humedad relativa. Por esto se especifica en general entre 23,33°C y 21,11 °C (72°F \pm 2°F) tanto en invierno como en verano.
- b) La norma ISA establece que la velocidad de corrosión se duplica por cada 10°C de aumento de temperatura.

4.4.2.5 Aspectos constructivos y sellado espacio protegido

Sin un riguroso sellado es extremadamente difícil controlar las cuatro variables antes mencionadas, entre los principales están:

- a) Barrera de vapor. En verano los recintos ganan humedad y en invierno la pierden. Para controlar la humedad en un rango estrecho es fundamental considerar una barrera de vapor en todas las paredes, techo y piso de la sala. Esta barrera también sellará el paso del aire. Al respecto, una pared de bloque de concreto deja escapar un 0.15% del caudal de aire a una presión de 0.05 pulg. de columna de agua.

- b) Uso de doble puerta tipo exclusiva con sellante en todo el contorno para las salas de control de proceso.
- c) Todas las pasadas, tales como cables, ductos, etc. Sobre el cielo falso y bajo el piso falso deben sellarse previa instalación de las superficies falsa y permanentemente después de colocarlas.
- d) La sobre presión debe regularse al mínimo, después de la puesta en marcha.
- e) Los ductos de aire y unidades de manejo de aire deben ubicarse en el interior del espacio protegido cuando sea posible. Estos componentes de los sistemas de tratamiento son una de las principales fuentes de fuga y contaminación.

4.4.2.6 Especificación

a) Presurización y filtrado

1. Cumplimiento de Norma ISA S71-04, nivel G1.
2. El sistema debe contemplar recirculación y filtrado del aire interior.
3. Sobre presión entre 1,25 y 2,5 mm c.a. (0.05 – 0.1 iwg), asegurada.
4. El instalador debe asegurar el sellado óptimo de las salas.
5. Especificar vida útil mínima del medio filtrante químico para las condiciones de diseño, la que debe ser debidamente respaldada por el proveedor.
6. Especificar tiempo de residencia mínimo y velocidad de paso máxima en el filtro químico.
7. Motores eléctricos de los equipos deben ser frame standard, de 50 Hz y de alta eficiencia. La temperatura máxima no debe ser mayor que 50 °C.
8. Incluir servicio de post venta contemplando:
 - Control periódico del estado de los filtros químicos.
 - Control mediante placas testigo de la calidad del aire ambiental.
 - Resellado periódico de las salas.

b) Enfriamiento y acondicionamiento

1. **Determinación de las cargas térmicas**
 - Establecer de quién será la responsabilidad del cálculo de la capacidad de los equipos: del Cliente o de la Empresa Contratista (EECC).
 - En la determinación de las cargas térmicas de las salas eléctricas, incluir las **pérdidas en los conductores**. Estas suelen ser despreciadas, pero en la práctica pueden ser mayores que las pérdidas en los equipos (caso típico: pérdidas en equipos 3 %, pérdidas en conductores 5.8 %).
 - Practicar un estudio para reducir al mínimo las disipaciones térmicas debidas a pérdidas eléctricas mediante las modernas técnicas **Power Quality Improvement (PQI)**, las que pueden proporcionar un importante ahorro de energía en los equipos de enfriamiento.

c) Equipos

1. Los equipos de enfriamiento y/o de acondicionamiento deben tener un alto coeficiente de funcionamiento (**COP** = Coefficient of Performance) a carga total y parcial.
2. Se prefieren equipos con flujo variable de refrigerante, sistema **VRF** y sistema de ahorro de energía en los períodos de baja temperatura exterior.
3. Indicar claramente la capacidad bruta y la capacidad neta y el derrateo por altura (valores garantizados).

4. Los equipos deben ser del tipo para trabajo pesado (heavy-duty), aptos para operación continua de 8700 horas/año. No se aceptan equipos diseñados para confort.
5. Los equipos deben ser redundantes.
6. El nivel de ruido no debe ser mayor que 45 dBA en salas de control y 60 dBA en salas eléctricas, medido a 1 m del equipo.
7. Refrigerantes del tipo clorofluocarbono (Freón R-22 y similares) no son permitidos. Refrigerante preferido: R 407 C.

d) Distribución del aire

1. Distribución del aire por **desplazamiento** en lugar del tradicional sistema por mezcla.
2. La temperatura y la humedad del aire deben ser uniformes en toda la extensión de la sala. Evitar zonas calientes o frías. Especificar T máximo.
3. En salas de control el sistema debe permitir a cada operador un grado de control local sobre la dirección y velocidad del aire en su puesto de trabajo.

e) Comisionamiento

Todos los equipos de presurización y filtrado y enfriamiento serán sometidos, por una entidad independiente, a verificación de sus capacidades y eficiencias garantizadas, antes de su entrega definitiva a operación. Este aspecto es muy importante.

4.5 PENETRACIÓN Y SELLO

- a) Los recintos eléctricos deberán mantener un grado de hermeticidad tal que garantice la eficiencia de la acción extintora, el sofocamiento, para lo cual deberá sellarse toda perforación u orificio de la sala.
- b) El sellamiento de las aberturas deberá hacerse con materiales ignífugos aprobados y autorizados.
- c) Adicionalmente deberá cumplirse con lo indicado en la Sección III sobre Protección pasiva contra incendio.

4.6 ACCESOS RUTAS Y VÍAS DE ESCAPE

- a) Un recinto eléctrico mantendrá los accesos, puertas, en cantidad, dimensiones y ubicación tales que permitan una evacuación expedita al personal al requerimiento de una alarma de incendio debiendo estas vías estar conectadas con las zonas de seguridad, en ningún caso dar a otras dependencias del edificio que pudieran estar cerradas creando situaciones de atrapamiento, Ver Norma NCh 2114 Vías de Evacuación.
Proveer rutas alternativas de escape cuando exista sólo un punto de acceso/salida para el personal.
- b) Los recintos eléctricos ubicados en edificios de más de un piso deben considerar vías de evacuación hacia zonas de seguridad fuera del edificio. Las vías de evacuación deberán ser objeto de permanente atención para mantener expeditos los pasillos, escaleras y puertas de emergencia.
- c) Las áreas contiguas a la edificación deberán mantener accesos expeditos a los carros bomba que deben acudir al lugar frente a un llamado de emergencia.
- d) Los recintos eléctricos deberán ser inspeccionadas a lo menos una vez al mes para observar sus condiciones y mantención libre de elemento combustibles, o alteraciones de sus características de diseño y construcción.

5. SALAS DE BATERÍAS ESTACIONARIAS

5.1 GENERAL

- a) Las baterías estacionarias están diseñadas para usarlas en una ubicación permanente y son normalmente de ácido-plomo, de níquel-cadmio o con electrolito en gel.
- b) Las baterías denominadas libres de mantenimiento (gel) deberán cumplir lo dispuesto en esta Norma, exceptuando lo correspondiente a la proyección del electrolito y control de los derrames, para los cuales aplicará los procedimientos del Marco Regulatorio de Medio Ambiente.
Las baterías selladas (gel) desprenden hidrógeno en menores cantidades, debido a que algunas de ellas contienen catalizadores que recombinan el hidrógeno con el oxígeno, reduciendo la cantidad que escapa a la atmósfera.
- c) Las baterías frecuentemente están agrupadas e interconectadas en serie o paralelo para alcanzar los requerimientos de voltaje y capacidad de corriente del sistema eléctrico. Los puentes de interconexiones deberán estar provistos de aislación a fin de evitar contacto accidental de personas y elementos menores.
- d) Es importante, que por la efectividad y seguridad de los procesos, se usen solamente baterías estacionarias y no de vehículos automotores y/o similares.
Las puertas de las salas de batería deben abrir hacia afuera y tener cierre automático y abertura antipánico.
- e) Los bancos de baterías que alimenten equipos críticos deberán estar provistos de respaldo, estar señalizados como tales y ser de dedicación exclusiva.
- f) Los cargadores de baterías deberán estar provistos de los elementos de señalización y alarma que indiquen su mal funcionamiento, los cuales deberán ser locales y remotos, conectados a una sala de control con atención permanente. Las alarmas deben ser visuales y audibles.
- g) Deberá existir un sistema de señalización de control de voltaje y corriente local y remota, la cual deberá estar direccionada a una sala de control con atención permanente.

5.2 UBICACIÓN

Las baterías estacionarias con electrolito líquido deben ser ubicadas en una sala de baterías.

5.3 INSTALACIÓN

Las áreas y/o salas en donde se ubican las baterías estacionarias deben cumplir con lo siguiente:

- a) La sala de baterías debe ser construida con material sólido e incombustible y aislada de fuentes de calor y áreas en donde se desarrollen trabajos de corte, soldadura y/o llamas abiertas.
- b) Su construcción podrá ser de hormigón, ladrillo o bien de estructura metálica conectada eléctricamente a tierra.
- c) Las baterías denominadas libres de mantención (gel) pueden ser instaladas en salas de switchgear.
- d) Este tipo de baterías no requiere una sala dedicada, pero si cumplir las medidas de seguridad y diseño de la instalación indicadas en el punto 5.10

- e) No podrán construirse las salas de baterías en las proximidades de almacenamiento de combustibles, a no ser que se separen con muros con resistencia a fuego de 2 horas.
- f) La sala debe estar protegida contra la humedad y/o a inundaciones.
- g) Se debe controlar el ingreso a la sala de polvos o agentes corrosivos que se acumulen sobre los racks y/o baterías, especialmente sobre las conexiones.
- h) El área en donde se ubica la sala de baterías no puede estar sometida a vibraciones.
- i) El diseño de la sala debe permitir desarrollar las actividades de mantenimiento de las baterías, incluyendo las actividades de limpieza y reemplazo de ellas.
- j) En la sala o próxima a ella se contará con una ducha lavaojos, y con alarma direccionada a un centro de control con atención permanente (sólo en casos que se usen baterías con electrolito líquido y se almacene ácido en el área).
- k) Se dispondrá de una señalización que identifique la sala, el ingreso restringido y los principales riesgos asociados a las actividades que en ella se desarrollan.
- m) Las áreas y/o salas en donde se ubican las baterías estacionarias debe prohibirse fumar.
- n) Se solicitará al proveedor de las baterías cual es la condición óptima de temperatura y humedad para el almacenamiento y recarga. Se considera como límite estándar de temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

5.4 VENTILACIÓN

El proyecto deberá considerar lo siguiente, respecto a la ventilación:

- a) La sala deberá disponer de ventilación natural que garantice que no se acumulen niveles de hidrógeno sobre el 2%. Para tal efecto es conveniente considerar de 6 a 8 cambios de aire por hora.
- b) El diseño de la sala debe ser tal que impida la formación de "bolsones" de aire donde se puede acumular hidrógeno.
- c) La ventilación natural es usualmente suficiente cuando existe una abertura de ventilación a nivel de piso y en el lugar más alto de la sala.
- d) En caso que con ventilación natural no se pueda conseguir los cambios de aire requeridos, es necesario instalar ventilación forzada con equipos a prueba de explosión.

5.5 SISTEMAS ELÉCTRICOS E ILUMINACIÓN

- a) Los sistemas eléctricos y de iluminación deben ser a prueba de explosión y cumplir las disposiciones de la Norma NFPA 70 (NEC –2005).
- b) La iluminación de la sala de batería será tal que permita desarrollar el control y mantenimiento sin inconvenientes. El nivel de iluminación, no será menor de 200 lux.

5.6 DISPOSICIÓN DE LAS BATERÍAS

Para la ubicación de las baterías, se considerará lo siguiente:

- a) Las baterías deberán estar dispuestas en "racks" metálicos.
- b) Los racks se protegerán contra la corrosión, producto de derrames y/o caídas de productos químicos.
- c) Las baterías deben estar sujetas entre rieles de contención y no deben deslizarse dentro de los racks.

- d) Las baterías deben estar lo más próximos al suelo que sea práctico.
- e) Se podrá disponer de dos niveles de almacenamiento de baterías sobre el rack.
- f) Los racks de baterías deben estar sujetos a un solo plano de la estructura de la sala, preferentemente al piso. De igual forma, los conductores o cables conectados a las baterías deben estar asegurados a la misma superficie para evitar tirones por movimientos accidentales o sismos.
- g) Si en la sala se requiere la instalación de medios para el transporte de baterías será necesario que éstos sean aprobados para trabajar en atmósferas en que hay presencia de hidrógeno.
- h) Las dimensiones mínimas para la elevación de los pasillos de servicio, será de 1982 mm, el ancho de los pasillos para rack en un piso, será de 508 mm., y para racks de 2 o 3 pisos, de 788 mm.

5.7 CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

En materias de Control Ambiental, se deberá considerar:

- a) La sala debe estar diseñada para captar los derrames de ácido, de tal forma que estos puedan ser neutralizados antes de eliminarse, para aquellos casos que se usen baterías de tipo "húmedas".
- b) La neutralización de los derrames se realizará de inmediato, por lo que será necesario mantener disponibles los elementos neutralizantes.
- c) La eliminación de los derrames estará de acuerdo a los procedimientos divisionales sobre estas materias, pero bajo ninguna circunstancia se podrán eliminar sin antes haberlos neutralizado.
- d) De igual forma, las baterías se eliminarán de acuerdo a los procedimientos ambientales de cada División y enajenarlos a través del Centro de Residuos Sólidos en cada División.

5.8 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Para un efectivo tratamiento del riesgo de incendio, el proyecto debe considerar:

- a) La sala de baterías podrá disponer de un Sistema de Detección Automática de Incendios y/o explosión en base a detectores de humo y/o hidrógeno, respectivamente.
- b) Se deberá disponer en las puertas de ingreso de extintores de Polvo Químico Seco de 15 o 20 lbs en cantidad de acuerdo al tamaño de la sala y, en número de acuerdo a lo estipulado en la Norma NFPA 10.
- c) Los extintores deberán cumplir los requisitos de las Normas UL, y se instalarán de acuerdo a lo estipulado en la Norma NFPA10.

5.9 INTERVENCIÓN EN LAS SALAS DE BATERÍAS

Se dispondrá de las siguientes medidas para la intervención en salas de baterías:

- a) Se deberá elaborar un Manual de Operaciones en donde se identifiquen las formas de desarrollar correctamente las diferentes tareas de control y mantenimiento de las baterías.

- b) En este Manual se debe especificar las prohibiciones, especialmente las que tienen directa relación con incendio, como es el desarrollo de trabajo de corte y soldadura. Se especificará la prohibición de fumar en el interior de la sala de baterías.
- c) El Manual contendrá las orientaciones para casos de incidentes, derrames, salpicaduras de ácidos e incendios.

5.10 REQUERIMIENTOS PARA BATERÍAS PLOMO-ÁCIDO DE LIBRE MANTENCIÓN, PARA USO ESTACIONARIO (ELECTROLITO LÍQUIDO FIJADO EN GEL)

a) Medidas de seguridad

1. Cumplir cabalmente con las instrucciones del fabricante y, mantener cerca del banco de baterías las Instrucciones de Operación. Los trabajos a ejecutar en un banco de baterías solo podrá ser ejecutado por personal calificado.
2. No fumar, no usar ningún dispositivo de llama abierta u otras fuentes de ignición; siempre está presente el riesgo de explosión e incendio.
3. Mientras se trabaje en un banco de baterías, se debe llevar lentes y ropa de protección. Cumplir con las reglas de prevención de accidentes tanto como las prescripciones de la Norma DIN VDE 0510; DIN 0105 Parte 1.
4. Evitar los cortocircuitos ya que hay riesgo de incendio y/o explosión. **Precaución:** Las partes metálicas de las baterías están siempre vivas, por lo tanto, no se debe colocar herramientas sobre ellas.
5. El electrolito es fuertemente corrosivo. En condiciones de trabajo normal el contacto con el electrolito es imposible. Si la caja de la batería es dañada, el electrolito fijo que queda expuesto es tan dañino como un electrolito líquido.
6. Las baterías/celdas, son pesadas. Asegurar un montaje adecuadamente seguro y siempre usar equipo de manejo adecuado para el transporte.
7. Cualquier salpicadura de ácido en la piel o en los ojos debe ser lavada de inmediato con abundante agua, luego, solicitar asistencia médica. Salpicaduras de electrolito en la ropa, lavar y sacar con agua.

b) Factores de reducción de ventilación

Se aplicarán los factores de reducción indicados en la Norma DIN VDE 0510 Parte1, que son: $f_1 = 0.5$ y $f_2 = 0.5$ a temperatura nominal T_N se considera como 20°C a diferencia de temperatura entre unidades individuales no debe exceder de 3°C/Kelvin.

c) Operación

1. Para la instalación y operación de bancos de baterías estacionarios se debe cumplir con los requerimientos de la Norma DIN VDE 0510 Parte 1 (draft) y, DIN VDE Parte 2, que es mandatoria.
- 2) La instalación del banco de baterías debería ejecutarse de tal manera que la diferencia de temperatura entre unidades individuales no exceda de 3°C/K.

d) Carga de la batería

Son aplicables todos los procedimientos de carga y valores límites indicados en la Norma DIN 41773.

e) Mantenimiento y control de baterías

1. Mantener las baterías limpias y secas para evitar corrientes de fuga. Las partes plásticas de la batería especialmente el contenedor (caja), debe ser limpiado solo con agua sin aditivos.

2. A lo menos cada 6 meses debe medirse y registrarse:

- Voltaje de la batería
- Voltaje de cada celda/bloque
- Temperatura de superficie de las celdas/bloque
- Temperatura de la sala de batería

3. Anualmente, debe medirse y registrarse:

- Voltaje de cada celda/bloque
- Temperatura de superficie de las celdas/bloque
- Temperatura de la sala de batería
- Resistencia de aislación de acuerdo a DIN 43539 Parte 1

4. Anualmente, debe inspeccionarse visualmente:

- Conexiones atornilladas
- Apriete de conexiones atornilladas sin dispositivos de enclavamiento
- Instalación y disposición del banco de baterías
- Ventilación

f) Pruebas

Las pruebas deben ejecutarse de acuerdo a la Norma DIN 43539 Parte 1 y 100 (draft) Debe observarse las instrucciones especiales como las indicadas en Normas DIN VDE 0107 y DIN VDE 0108.

5.11 REFERENCIAS

IEEE IA Vol.14 N°3, pp 275-281 Electrical room in Cement Plant: Sealing and fire Stopping.

EEE Std 484 Recommended Practice for Installation, Design and Installation of Large lead Storage Batteries for Generating Stations and Substation.

CSA C22.1 Canadian Electrical Code Part I, 2002.

National Electrical Code (NEC) 2005.

Catálogo Sonnenschein Batteries de EXIDE Technologies; Instrucciones de operación 32400, Baterías estacionarias, libre mantención, tipo A400.

6. RECINTOS DE EQUIPO ELÉCTRICO EN INTERIOR DE MINA SUBTERRÁNEA

6.1 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Roca expuesta excavada y/o shocreteada. Si la caverna requiere fortificación metálica, las estructuras metálicas deberán protegerse contra los efectos del fuego.

6.2 CARGA DE FUEGO

En el diseño de la sala deberá cuantificarse la carga de combustible que contiene, de acuerdo a la Norma NCh 1916 Of 1999 Determinación de Cargas Combustibles y; NCh 1993 Of 198 Clasificación de los edificios según su densidad de carga combustible media y puntual máxima (ver Anexo 2).

6.3 VENTILACIÓN Y PRESURIZACIÓN

Aplican los requerimientos indicados en el punto 4.4 de esta Sección.

6.4 PENETRACIÓN Y SELLO

6.4.1 General

Las salas deberán mantener un grado de hermeticidad tal que garantice la eficiencia de la acción extintora, si es que se determina su utilización, para lo cual deberán sellarse toda perforación u orificio de la sala, producto de las canalizaciones eléctricas. Se excluye el sistema de ventilación, que debería estar manejado por dampers motorizados.

El sellado de las aberturas deberá hacerse con materiales ignífugos aprobados y listado (aprobado por organismo tal como UL o FM).

6.4.2 Requerimientos

Adicionalmente los compuestos de sellado de penetraciones deberán:

- Ser adecuados para el tamaño de abertura de los ítems penetrantes.
- Si el o los ítems penetrantes son combustibles, el compuesto del material sellante deberá ser del tipo intumescente.
- Si el o los ítems penetrantes no son combustibles, el compuesto del material sellante deberá ser del tipo endotérmico.
- El compuesto y/o tipo de sellado deberá ser compatible con el ítem penetrado (pared, cielo o piso) y mantener la misma resistencia al fuego que éste. Se deberá considerar en esta elección, la frecuencia de reemplazo y/o modificaciones de los ítems penetrantes.
- Los elementos de sellado deberán tener un índice de dispersión de llama menor que 10 (Norma ASTM E84), y un índice de densidad de humo menor que 10 (Norma ASTM E84) e instalarse estrictamente según las indicaciones del fabricante y cumplir las restricciones que pudiere imponerles el ser listados y/o aprobados por:
 - UL 25S2 Fire Resistance Directory, o
 - Approval Guide Factory Mutual Systems

6.4.3 Tamaño de Penetraciones y Tipo de Sello

- Las aberturas grandes deberán sellarse con compuestos en base acuosa y formar una barrera sólida impenetrable a la propagación de fuego, humo y gases tóxicos.

- b) Los compuestos no deberán ser tóxicos y no contener solventes halógenos, fibras inorgánicas y ser libres de silicona.
- c) Se permitirá sellar este tipo de abertura con los siguientes tipos de sello:
 - 1. Bolsas de sello en base a fibra de vidrio de alta resistencia química y a prueba de polvo.
 - 2. Morteros selladores en base a cementos no halógenos, libres de solventes, asbesto y siliconas.
- d) Las aberturas pequeñas deberán sellarse con uno o una combinación de los siguientes tipos de sello:
 - 1. Masillas intumescentes resistentes al agua, libres de solventes, asbesto u otras fibras inorgánicas.
 - 2. Selladores elastoméricos intumescentes en base acuosa con alto contenido de sólidos.
 - 3. Collares metálicos selladores cortafuego, rellenos con masilla intumescente moldeable.

6.4.4 Recubrimiento con cintas

Las cintas retardantes al fuego y las cintas contra arcos y a prueba de fuego deberán:

- a) Instalarse al interior de los switchgear, centros de control de motores, salas eléctricas, tableros de distribución y/o comando de equipos local, ser libres de halógenos y con compuestos elastoméricos auto extingüibles.
- b) Las cintas deberán instalarse de manera que exista un traslapo del 50% sobre la capa precedente.
- c) Deberá considerarse como cable y/o conexión expuesta cualquier cable o conexión dentro de una distancia de 457 mm (18") de una barra de conexión de media o alta tensión.
- d) Estas cintas también deberán usarse en aplicaciones críticas de cables de emergencia, control, comunicaciones e instrumentación y en terminales de cables de equipos de emergencia, tales como, sistemas de bombas contra incendio, sistemas de ventilación, alumbrados de emergencia, sistemas de control y/o señales contra incendio.

6.5 ACCESOS, RUTAS Y VÍAS DE ESCAPE

- a) Una sala mantendrá los accesos, puertas, en cantidad, dimensiones y ubicación tales que permitan una evacuación expedita al personal al requerimiento de la alarma, debiendo estas vías estar conectadas con las zonas de seguridad, en ningún caso dar a otras dependencias del edificio que pudieran estar cerradas creando situaciones de atrapamientos.
- b) Salas ubicadas en edificios de más de un piso deben considerar vías de evacuación hacia zonas de seguridad fuera del edificio. Las vías de evacuación deberán ser objeto de permanente atención para mantener expeditos los pasillos, escaleras y puertas de emergencia.
- c) Las áreas contiguas a la edificación deberán mantener accesos expeditos a los carros bomba que deben acudir al lugar frente a un llamado de emergencia.
- d) Las salas deberán ser inspeccionadas a lo menos una vez al mes para observar sus condiciones y mantención libre de elementos combustibles, o alteraciones de sus características de diseño y construcción.

7. ESPECIFICACIÓN DE SALA ELÉCTRICA MODULAR (CONTENEDORES)

7.1 ALCANCE

Esta especificación técnica contempla las características de diseño de Salas Eléctricas Modulares fabricadas en contenedores.

Las Salas Eléctricas Modulares se diseñan para instalación interior-exterior, montaje sobre radier o en altura sobre pilotes y en dimensiones que permitan su transporte por carreteras nacionales.

Dado que generalmente los fabricantes excluyen los trabajos que se indican a continuación, prestar especial cuidado a su inclusión o exclusión en la preparación de la Especificación:

- Programación y configuración de sistema de control de los equipos instalados en su interior, según requerimientos del Cliente.
- Canalización y tendido de cables de fuerza y control en el exterior de la sala, excepto la canalización y equipos de alumbrado exterior.
- Malla de tierra.
- Fundaciones y pernos de anclaje.
- Preparación de terreno y nivelación de bases soportes de Sala.
- Transporte y descarga en terreno.
- Instalación y pruebas en terreno.

7.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE SALA ELÉCTRICA MODULAR

7.2.1 Base Estructural de la Sala Eléctrica

El chasis de la sala estará principalmente constituido por vigas de acero estructural laminado, tipo Doble-T, con entramados para obtener uniones rígidas, mediante soldadura de electrodos para arco manual, quedando en condiciones de soportar la carga estructural propia, equipos instalados en su interior, movimientos durante el transporte, carga y descarga con grúa. El dimensionamiento de estas vigas es variable, dependiendo de los esfuerzos a la que serán sometidas.

El piso se construye de plancha de acero de 6 mm de espesor, firmemente soldada a la base soporte. Estas planchas están adecuadamente dispuestas sobre la estructura base, para soportar una carga promedio de 1000 Kg/m², con una mínima vibración. Los equipos son montados directamente sobre la placa de piso la que es suficientemente plana sin curvaturas ni desniveles en las uniones.

7.2.2 Carcasa Estructural

La estructura de la sala será de perfil de acero tubular para los muros y techumbre, soldados entre sí y a la base, logrando de esta forma una resistencia estructural consolidada.

Los marcos de puertas y ventanas serán contruidos con perfiles de acero soldados a la estructura.

7.2.3 Muros

El muro exterior estará compuesto por paneles metálicos interlock, de 1,9 mm de espesor, sellados y soldados entre sí y a la estructura principal, transformando cada pared en un paño rígido. Al interior de cada uno de estos paneles se aplicarán 30 mm de espesor de Espuma de Poliuretano expandido, de densidad 35 kg/m^3 , para aislación térmica y absorción de ruido exterior de la sala eléctrica.

Por el lado interior del muro se colocará, mediante tornillos auto perforantes, planchas lisas de 1,9 mm espesor, con los respectivos zócalos y guardapolvos, conformando con éstas una pared total de 82 mm de espesor.

7.2.4 Techo y Cielo

La cubierta de techo será de paneles preformados, largo continuo, de zinc-alum prepintados, apoyados sobre costaneras de acero, con capacidad de carga de 350 Kg/m^2 . Las planchas son unidas por traslape sellado con silicona y se fijan mediante tornillos auto perforantes con golillas de neopreno. La techumbre tendrá una pendiente de un 7%, adecuada para un expedito escurrimiento de las aguas-lluvias.

El cielo estará formado por paneles interlock, de 1,9 mm de espesor, de 100 mm de alto, sellados y soldados entre sí y a la estructura de las paredes. Al interior de cada uno de estos paneles se aplicará 30 mm de espesor de espuma de poliuretano de 35 Kg/m^3 de densidad.

Entre la cubierta de techo y los paneles de cielo habrá una distancia media de 200 mm que permita que el aire recircule a través de los aleros del techo, impidiendo un calentamiento del interior de la sala, por radiación solar.

7.2.5 Puertas de acceso

Las Salas Eléctricas Modulares considerarán dos puertas metálicas (una de acceso habitual, la otra de salida de emergencia) con aislación térmica y resistente a la llama, para acceso de personal, montadas sobre tres (3) bisagras de acero inoxidable, con barras antipánico por su interior y manilla de cerradura con llave por el exterior, considerando un ángulo de apertura mínimo hacia el exterior de 110° , con cierre de puerta hidráulico.

Puerta de dos hojas para el paso de equipos de gran volumen, las hojas se mantendrán fijas mediante una cerradura interior de espáñoleta.

7.3 SELLADO DE ESTRUCTURAS

Las uniones de planchas exteriores, interiores y las aperturas de muros, se diseñarán y fabricarán para prevenir las pérdidas de aire acondicionado, presurización y entrada de polvo y lluvia.

La cubierta de techo contará con sellado de silicona y su fijación será con tornillos auto perforante con golilla de neopreno.

Los paneles interlock exteriores y de cielo contarán con un sellado de silicona y se fijarán mediante soldadura de tapón.

7.4 ESCALAS Y PASILLOS EXTERIORES (OPCIONAL)

La estructura metálica soporte de pasillos exteriores será con piso de parrilla metálica tipo ARS-6 a pedido, será construida para carga aproximada de 1000 Kg/mt², con barandas desmontables y accesos con escaleras.

7.5 PRESURIZACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

Se instalará un sistema de presurización adecuado para mantener una sobre presión interior de 5 mm de columna de agua, con filtros autolimpiables o filtros de carbón activado en la entrada, a puerta cerrada. Para mantención de los filtros, el sistema dispondrá de un detector visual (vaso inclinado) que indique la saturación de los filtros. El equipo de presurización se instalará en la parte superior de la pared de la sala.

En caso de requerirse un equipo de aire acondicionado, este deberá verificarse con el equipo de presurización, para minimizar la carga del aire acondicionado. Al respecto, el fabricante deberá preparar una memoria de cálculo térmico apto para mantener la temperatura especificada por el cliente, la que será enviada junto con los planos para su aprobación.

7.6 TRATAMIENTO DE PINTURA

La estructura principal o chasis de la sala eléctrica será sometida a un granallado a metal blanco y seguidamente pintada con dos (2) manos de anticorrosivo epóxico y dos (2) manos de esmalte epóxico de terminación, con un espesor final de 120 a 140 micras de espesor de pintura seca.

Los paneles de muros y cielo serán planchas de acero A37/A24ES, prepintadas con anticorrosivo epóxico, secado a horno a 200°C, con once (11) micras de espesor. A continuación se realizará un tratamiento de limpieza; seguidamente se aplicarán dos manos de antióxido epóxico y dos manos de esmalte epóxico de terminación, obteniendo un recubrimiento total de 120 a 140 micras de espesor de pintura seca.

Los pisos metálicos de la sala se someterán a un granallado a metal blanco, aplicando luego un recubrimiento con pinturas epóxicas, con aditivos de cuarzo para hacerla antideslizante en los pasillos.

7.7 FUERZA Y ALUMBRADO

La Sala Eléctrica Modular considerará un tablero de fuerza y alumbrado de 220 Volts 50 hz. Equipos de alumbrado en base a tubos fluorescentes de 40 Watts, con un nivel lumínico de 400 Lux en pasillo de tránsito y enchufes de 16 Amp., 2 polos + tierra, instalados cada 5 m en el perímetro interior de la sala.

Al exterior de la sala, en su acceso principal, se instalará una lámpara de 70 Watts de sodio de alta presión con encendido automático en base a foto celda, que además posea una cubierta que impida la radiación lumínica al espacio, cumpliendo así con las normativas al respecto.

La iluminación de emergencia en el interior, contemplará dos focos de 35 Watts cada uno, con una autonomía en base a baterías para dos horas de respaldo, la que encenderá automáticamente una vez ocurrida la falla de suministro eléctrico.

7.8 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

7.8.1 Sistema de detección de incendio

La sala tendrá detectores de humos térmicos y de ionización con alarma exterior tipo sirena y foco estroboscópico. Además, se incluirá un extintor de 6 Kg. de polvo químico seco clase B (gases líquidos) y C (equipos eléctricos), instalado a un costado de la puerta, a un metro de altura del piso.

Se puede suministrar una unidad de control para el sistema de alarma de incendio instalado, que además posea contactos secos de alarma hacia terreno.

7.8.2 Sistema de extinción automática

De ser requerido este sistema, el fabricante suministrará el diseño para aprobación del cliente, basado en equipamiento de sala con boquillas de descarga de CO₂ instalados en el cielo, canalizaciones y equipo de control para operar y abortar el sistema de extinción de incendio. Los cilindros de CO₂ van instalados al exterior de la sala.

En todos los sistemas de inundación total el área deberá de proveer una alarma de aviso pre-descarga que cumpla con Sistemas de Alarma y que sea capaz de ser percibida arriba del nivel de luces y ruido ambiental, antes de que descargue el sistema, la cual dará tiempo a los trabajadores de una salida segura desde el área de descarga antes de que descargue el sistema.

Se deberá asegurar que al menos una estación manual de aborto sea provista para no descargar el sistema combinado en cada salida del recinto a proteger, para efectos de mantenimiento o trabajos controlados que generen alarmas falsas.

7.9 MONTAJE E INSTALACIONES EN SALA ELÉCTRICA MODULAR

7.9.1 Instalaciones Eléctricas

7.9.1.1 Canalizaciones

Los cables eléctricos de fuerza y control de los equipos a instalar dentro de las salas eléctricas, se transportarán sobre escalerillas de 450x100mm, en disposición aérea o bajo el piso. Se considerará una canalización en conducto rígido galvanizado de sección mínima de ¾", con radios de curvatura adecuada, flexible, grampas de sujeción con pernos U, etc., de acuerdo a las especificaciones del cliente y a la norma NEC.

7.9.1.2 Bandejas porta cables

Las bandejas porta cables para disposición horizontal, serán del tipo acero electro galvanizado con un dimensionamiento mínimo de 100 mm de ancho y 50 mm de alto.

Las bajadas de cables se harán con bandeja porta cables ranuradas con tapas o conduit galvanizado.

La disposición de las bandejas será según el diseño, especificaciones y aprobaciones del cliente.

7.9.1.3 Alambrados de equipos

La totalidad de los alambrados de interconexión entre los equipos dispuestos en la sala, se harán con los calibres de cables normalizados y las especificaciones del Cliente. Por lo general, será de cable de aislación THHN, de un calibre mínimo N° 12 AWG para fuerza y N° 14 AWG para control.

7.9.1.4 Puesta a tierra

Los equipos instalados en la Sala Eléctrica Modular serán aterrizados a la estructura base, terminando en dos (2) placas de cobre (pads) de puesta a tierra, ubicadas en los extremos opuestos de ella, o como lo indique el cliente, para su conexión a la malla de tierra instalada por terceros.

7.9.1.5 Pruebas en fábrica

Una vez finalizado el montaje y las terminaciones de la sala, se procederá a realizar las pruebas, de acuerdo a un protocolo de chequeo, para asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas y/o equipos instalados.

7.10 INSPECCIÓN EN FÁBRICA

Una vez terminadas las pruebas y chequeos de operación de los diferentes sistemas y equipos involucrados en el trabajo asignado por el cliente, la sala será sometida a la inspección final por parte del cliente o del inspector asignado, siendo éste el que de su aprobación y autorización para despacho.

7.11 PREPARACIÓN DE DESPACHO

En el momento de firmar el acta de recepción del equipo en fábrica por parte del cliente, el fabricante procederá a preparar la guía de despacho indicando las partes que constituyen el equipo, dado que la condición de entrega es en fábrica sobre camión. El transporte terrestre será de cargo del cliente.

Dadas sus características, las salas eléctricas no son embaladas ni cubiertas. De requerirse alguna protección para el transporte, ésta se cotizará como adicional.

7.12 CÓDIGOS Y NORMAS APLICADOS

Las Salas Eléctricas Modulares serán diseñadas y construidas, según corresponda su aplicación, de acuerdo a las Normas Chilenas NCh-427/433, NCh-252 y NCh-74 en lo que a construcciones en estructuras metálicas se refiere.

8. SALAS DE CONTROL DE PROCESOS, COMPUTACIÓN Y COMUNICACIONES

8.1 INTRODUCCIÓN

8.1.1 Aplicabilidad

La aplicación de esta norma deberá estar basada en las consideraciones de riesgo descritas a continuación:

a) Factores de Riesgo

Al momento de determinar la necesidad de protección del medio ambiente, equipo, función, programación, registros e insumos, se deben considerar los siguientes factores:

1. Aspectos de seguridad vitales de la función (por ejemplo, controles del proceso);
2. Amenaza de incendio de la instalación para los ocupantes o materiales expuestos.
3. Pérdida económica derivada de la pérdida de funcionalidad o pérdida de registros; y
4. Pérdida económica derivada del valor de los equipos.

b) Riesgos de Telecomunicaciones

Al estudiar y evaluar el potencial de daño e interrupción por la pérdida de operación de la sala de computadores, se debe prestar atención al impacto que representa la pérdida de datos y líneas de comunicación. La complejidad y alcance de las operaciones computacionales en línea hacen que sea necesario conectar el computador con terminales de acceso y con otros computadores a fin de realizar una amplia variedad de funciones.

Si esto fuera vital para la operación, las salas que contengan estos servicios deben estar construidas de acuerdo a los requerimientos de construcción y protegidos en conformidad con lo indicado en el punto 4 de esta Sección.

Estas salas deberán ser seguras, cerradas y libres de elementos combustibles, tales como: papel, madera, etc.

8.2 REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

8.2.1 Construcción del Edificio

- a) El área de salas de control (proceso, computación y telecomunicaciones), deberá estar contenida en uno de los siguientes:

1. Un edificio construido de acuerdo con NFPA 220, tipo I (443) ó (332), ó Tipo II (222) ó (111).
2. Un edificio de un piso construido de acuerdo con NFPA 220, tipo II (000).

- b) En casos en los que la exposición para el edificio que contiene el computador y/o sala de control sea desfavorable, se debe disponer de una protección adecuada para la exposición.

- c) El área de salas de control deberá estar separada de las demás dependencias contenidas dentro del edificio (incluido el atrio y otra construcción de espacios abiertos) mediante una construcción con capacidad nominal de resistencia al fuego. La sala de computadoras deberá estar separada de todas las demás dependencias del área de computadoras, mediante una construcción con capacidad nominal de resistencia al fuego. La capacidad

nominal de resistencia al fuego deberá ser conmensurada con la exposición, pero no deberá ser inferior a una hora para ambos (Ver Anexo 5. Área de Salas de Control).

- d) Los cierres con capacidad nominal de resistencia al fuego deberán extenderse desde el piso estructural hasta el piso estructural sobre o hasta el techo.
 - e) Las salas de control deberán construirse sin ventanas en las paredes que están expuestas a riesgos (incendio, explosiones, proyección de partículas o metales fundidos); sin embargo, las áreas o procesos que requieran visión directa desde las salas de control, deberán cumplir las siguientes restricciones:
 - El área de ventanas no deberá exceder el 20% del área de la pared expuesta.
 - Los vidrios deberán ser resistentes al calor.
 - Los vidrios deberán ser inastillables.
 - Las ventanas deberán tener doble vidrio en áreas de ruido.
- Estas restricciones no rigen para las paredes que dan a áreas no expuestas o sin riesgos.

8.2.2 Ubicación de la Sala de Control

La sala de control no deberá estar ubicada sobre, debajo, ni junto a áreas u otras estructuras donde se ubiquen procesos peligrosos, a menos que se disponga de características de protección adecuadas.

8.2.3 Materiales de Construcción Interiores del Área de Sala de Control

- a) Todos los materiales utilizados en la construcción, incluidas las paredes, pisos, divisiones, acabados, tratamiento acústico, pisos elevados, cielos suspendidos y otros materiales de construcción comprometidos en el área de computadoras, deberán tener una capacidad nominal de propagación de llama de 25 o menos.
(Ver NFPA 255, Métodos Estándar de Prueba de Características de Combustión en Superficie de los Materiales de Construcción).
- b) El piso estructural sobre el cual se ubica un sistema de computación, o que soporta una instalación de piso elevado, deberá incorporar disposiciones para el drenaje de filtraciones de agua potable, operación de los rociadores, filtraciones de refrigerantes o para operaciones de combate de incendios.

8.2.4 Pisos Elevados

- a) Los miembros de soporte estructural para los pisos elevados deberán ser de material incombustible.
- b) El sistema de plataformas de los pisos elevados deberá ser incombustible.
- c) En los pisos elevados, se deberá disponer de secciones o paneles de acceso, de modo tal que se pueda tener acceso a todo el espacio de abajo.
Las herramientas necesarias para tener acceso al espacio bajo piso deberán estar ubicadas en la sala de computadoras y su ubicación deberá estar bien marcada.

8.2.5 Aberturas para Cables y Otras Penetraciones

- a) Las aberturas para cables u otras penetraciones a través de los conjuntos con capacidad nominal contra fuego requeridos, deberán contar con dispositivos corta fuegos listados,

adecuadamente instalados y que tengan una capacidad nominal de resistencia al fuego igual a la capacidad de resistencia al fuego de la barrera penetrada cuando se probó en un horno con presión diferencial mínima de 0,01 pulgadas de agua (2.5 Pa) según ASTM E814, Método Estándar de Pruebas de Incendio del Corta Fuego de Penetración. Ver Sección II, punto 4.5 - Penetraciones y Sellos.

- b) Cuando se construya cualquier abertura (por ejemplo, perforaciones u orificios) en la pared con capacidad nominal de resistencia al fuego, de una sala de control, cada abertura deberá estar equipada con persianas automáticas resistentes al fuego. La persiana deberá accionarse automáticamente ante la presencia de, ya sea, humo o fuego en cualquiera de los lados de la pared.
- c) Espacio de Aire. Cuando el espacio de aire debajo de un piso elevado o sobre un cielo suspendido se utilice para hacer recircular el aire ambiental del área de la sala de control, la construcción de tales espacios deberá hacerse con materiales incombustibles. Todo el cableado eléctrico deberá hacerse en conformidad con el Artículo 645 de NFPA 70, Código Eléctrico Nacional.

8.3 MATERIALES Y EQUIPOS PERMITIDOS EN EL ÁREA DE SALAS DE CONTROL

8.3.1 General

- a) En la sala de control, sólo se deberá permitir la instalación de equipos de control y equipos de apoyo.
Excepción: Las oficinas de supervisión pequeñas y dependencias similares de baja peligrosidad relacionadas directamente con la operación de los equipos electrónicos, se permitirán dentro de la sala sólo si se suministra un contenedor incombustible para los materiales combustibles.
- b) Los muebles de oficina de la sala de control deberán ser de construcción metálica:
Excepción Nº 1: Las sillas de estructura metálica con cojines de asiento integrales deberán estar permitidas.
Excepción Nº 2: Se deberán permitir los revestimientos conductivos aislados o controlados en las superficies de sillas, mesas, escritorios, etc.

8.3.2 Almacenamiento General

- a) Las resmas de papel, tintas, medios de grabación sin utilizar y otros materiales combustibles dentro de la sala de control deberán estar limitados al mínimo absoluto necesario para mantener una operación eficiente. Cualquiera de tales materiales dentro de la sala de control deberá mantenerse en casilleros o gabinetes metálicos totalmente cerrados o bien, si se cuenta con ello, en máquinas individuales, limitados a la cantidad prescrita y ubicados en el área designada por el fabricante de los equipos.
- b) Los inventarios de papel, tintas, medios de grabación sin utilizar y demás materiales combustibles deberán ser mantenidos en una o más salas fuera de la sala de computación.
- c) El espacio situado debajo de los pisos elevados no deberá ser utilizado para propósitos de almacenamiento.

- d) No se deberá permitir que se acumulen cables abandonados. Los cables que no estén identificados para uso futuro, deberán ser removidos. También debe retirarse los cables fuera de servicio.

8.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y DETECCIÓN DE INCENDIO

8.4.1 General

Un sistema de protección contra incendio deberá contener las fases de detección, alarma y extinción.

Cuando las salas se encuentren con atención permanente, la elección de las alternativas para la fase de extinción serán las indicadas a continuación:

8.4.2 Sistemas Rociadores Automáticos

- a) Se deberá disponer de un sistema de rociadores automáticos destinados a la protección de las salas de control donde:
1. La construcción de la sala de computadoras contenga un tipo de material combustible distinto del permitido en el punto 8.2.3 de esta Sección.
 2. El cierre de una unidad en un sistema de control, o la estructura de la unidad, esté construida total o parcialmente de una cantidad significativa de materiales combustibles, o
 3. La operación de la sala de control implique una cantidad significativa de materiales combustibles, o
 4. Se exija que la construcción cuente con un sistema de rociadores (Sprinklers)

- b) Los sistemas de rociadores automáticos que protejan las salas de control deberán estar instaladas de acuerdo con NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores.

Nota: A fin de minimizar el daño de los equipos computacionales electrónicos ubicados en las áreas protegidas por rociadores, es importante que se corte la alimentación de los equipos antes de la aplicación del agua sobre el fuego.

- c) Los sistemas de rociadores que protejan las salas de control, deberán estar separados mediante válvulas de los demás sistemas de rociadores.
- d) Las unidades de Sistemas Automáticos de Almacenamiento de Información (SAAI) que contengan medios combustibles deberán estar protegidas mediante rociadores automáticos dentro de cada unidad.

Excepción N° 1: Este requerimiento no se aplica a una unidad o a unidades SAAI que tengan una capacidad adicional de almacenamiento de 27 pies³ o menos.

Excepción N° 2: En aquellos casos en los que la unidad se encuentre protegida mediante un sistema extintor con agente gaseoso con una descarga prolongada.

8.4.3 Sistemas de Detección Automática

Los sistemas de detección automática deben ser instalados para dar una advertencia temprana de incendio. El equipamiento usado deberá ser aprobado como sistema de tipo detección de humo y

deberá ser instalado y mantenido en conformidad con la NFPA 72E, Estándar sobre los Detectores Automáticos de Incendios.

- a) Se deberán instalar equipos de detección automática en las siguientes ubicaciones:
 - 1. A nivel de cielo, en toda el área de computadoras.
 - 2. Debajo del piso elevado del área de computación que contiene los cables.
 - 3. Sobre el cielo suspendido y debajo del piso elevado de la sala de control, en donde se utilicen estos espacios para hacer recircular el aire hacia otras partes del edificio.
- b) Cuando se disponga de dispositivos de enclavamiento (interlock), y paralización, la alimentación eléctrica hacia los dispositivos “interlock” y de paralización deberá estar supervisada por el panel de control de alarmas de incendio.
- c) Las alarmas y las señales de falla de los sistemas de detección y extinción de incendios deberán estar dispuestas de modo tal de comunicar en una ubicación con atención constante de personas.

8.4.4 Extintores Portátiles y Líneas de Mangueras

- a) Se deberán instalar los extintores portátiles aprobados como adecuados para uso en equipos electrónicos.
Estos deberán ser seleccionados e instalados de acuerdo con NFPA 10, Norma para los Extintores de Incendio Portátiles.
- b) No se deberán permitir los extintores de polvo químico seco.
- c) Se debe instalar un letrero cerca de cada extintor portátil y éste debe indicar claramente el tipo de elemento extintor que contiene. Las instrucciones deberán estar en español.
- d) Cuando se prepare el proyecto de construcción de la Sala se deberá atender de tal forma el lay-out de la edificación que considere las distancias mínimas aceptadas a:
Almacenamiento de materiales inflamables, combustibles, explosivos, corrosivos, tóxicos en general, líneas eléctricas, de agua, gas, vapor y otro fluido de alto riesgo. De igual forma deberá atenderse que el trazado de líneas no pasen ni por encima ni por debajo de la Sala.
- e) En aquellas instalaciones en las que se disponga de manguera interior la manguera deberá ser con revestimiento de goma de 1½ pulgadas (3,81 centímetros) con toberas de rocío de agua y chorro sólido de combinación y corte. Esta manguera deberá ser instalada y mantenida de acuerdo con NFPA 14, Norma para la Instalación de Tuberías Verticales y Sistemas de Mangueras. La manguera interior que se alimenta a partir de un sistema de rociadores de acuerdo con NFPA 13 deberá estar permitida.
- f) Cuando se disponga de líneas de mangueras de mano con dióxido de carbono, las líneas deberán instalarse y mantenerse de acuerdo con NFPA 12, Norma sobre los Sistemas Extintores con Dióxido de Carbono.

8.4.5 Sistemas Extintores por Inundación Total en Gases

- a) Cuando exista una necesidad crítica de proteger la información en proceso, reducir el nivel de daño en los equipos y facilitar el retorno al servicio, se deberá considerar el uso de sistemas extintores por inundación total en agente gaseoso en salas de control y/o computación protegidas con rociadores o sin rociadores.
- b) En aquellas instalaciones en donde se utilicen sistemas de inundación total en agente gaseoso, los sistemas en cuestión deberán ser instalados y mantenidos de acuerdo con los

- requerimientos de la NFPA 2.001 o NFPA 12, Norma sobre los Sistemas Extintores de Incendios con Dióxido de Carbono o Sistemas de Extintores con Agentes Limpios.
- c) Los sistemas de agentes gaseosos deben ser accionados automáticamente mediante un método aprobado de detección, que cumpla con los requerimientos de la NFPA 72E, Norma sobre Detectores Automáticos de Incendio, y un dispositivo de descarga listado que sea compatible con el sistema.
 - d) En aquellos casos en los que el sistema de manejo de aire eliminaría el suministro de agente, este sistema deberá interbloquearse para que se apague cuando se accione el sistema extintor.
 - e) Se deberá disponer de alarmas que den una señal positiva de una descarga pendiente y una descarga real.
 - f) Los recintos que cuenten con sistemas automáticos de descarga deberán tener un dispositivo de transferencia de automático a manual para seguridad del personal que ingrese a estos recintos.

8.4.6 Capacitación

El Personal designado a la sala de control y/o computación deberá ser continua y cabalmente capacitado en el funcionamiento del sistema de alarmas, respuesta deseada frente a condiciones de alarma, ubicación de todos los equipos y herramientas de emergencia y uso de todos los equipos extintores de incendio disponibles. Esta capacitación deberá abarcar tanto las capacidades como las limitaciones de cada tipo disponible de extintor y los procedimientos adecuados de operación de los sistemas extintores.

8.4.7 Expansión o Renovaciones

Cada vez que se hagan cambios significativos a la sala de control y/o computación (por ejemplo, tamaño, instalación de nuevas divisiones, modificación de los sistemas de ventilación, o tendido revisado de equipos computacionales), se deberá evaluar el impacto potencial en los sistemas de extinción y detección de incendios existentes, y se deberán realizar los cambios pertinentes.

8.5 VENTILACIÓN Y PRESURIZACIÓN

8.5.1 General

Los equipos y elementos constituyentes de las Salas de Control, de Computación y Telefónicas pueden verse afectados por temperaturas ambientales elevadas. Por sobre los 49°C se pueden producir daños irreversibles en los equipos electrónicos. A los 52°C los equipos y elementos computacionales (disquetes y materiales similares) empiezan a perder datos. Sobre los 66°C se dañan los discos duros.

8.5.2 Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (CVAC)

Se deberá disponer la instalación de un sistema de aire acondicionado para la sala de computadoras/sala de almacenamiento de medios y éste deberá cumplir con una de las siguientes cláusulas:

- a) Se deberá utilizar un sistema CVAC que esté dedicado para ser usado en equipos de procesamiento de datos/computadoras electrónicas y que esté separado de las demás áreas habitadas.
- b) Se deberá permitir, también, el uso, en la sala de computación/sala de almacenamiento de medios, de todo sistema CVAC que sirva otras dependencias. Los ductos de aire deberán contar con descargadores automáticos de fuego y humo.
- c) Los descargadores en los sistemas CVAC que sirven en las salas de computadoras/salas de almacenamiento de medios, deberán operar ante la activación de los detectores de humo y mediante la operación de mecanismos de desconexión requeridos por NEC 2005, Artículo 645-10.
- d) Los ductos de aire que sirvan otras salas no deberán pasar a través de las salas con equipos electrónicos, o de lo contrario, se deberá disponer de descargadores de fuego en los ductos.
- e) Toda la aislación y revestimiento de los ductos, incluidas las barreras de vapor y los recubrimientos, deberán estar hechos a base de material incombustible.
- f) Los filtros de aire a utilizar en los sistemas de aire acondicionado deberán ser de materiales incombustibles e instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

8.5.3 Servicio Eléctrico

- a) Todo el tendido eléctrico deberá estar conforme al NFPA 70, Código Eléctrico Nacional.
- b) Los equipos de servicio que alimentan los requerimientos principales de energía del área de control, deberán ser de un tipo diseñado para control remoto o ubicado para cumplir con los requerimientos del punto 8.5.4 de esta Sección (Controles de Energía de Emergencia)
- c) Los transformadores locales instalados en el área de computadoras deberán ser del tipo seco o del tipo relleno con un medio dieléctrico no-inflamable, Dichos transformadores deberán ser instalados en conformidad con los requerimientos de la NFPA 70, Código Eléctrico Nacional.
- d) Los transformadores de servicio no deberán permitirse en el área de computadoras electrónicas.
- e) Se deberá disponer de dispositivos de protección contra golpes de corriente, de acuerdo con los requerimientos de la NFPA 70, Código Eléctrico Nacional.
- f) Las cajas de conexiones deberán ser aprobadas, completamente cerradas, fácilmente accesibles y correctamente aterrizadas. Estas deberán estar sujetas firmemente. No se deberán hacer empalmes o conexiones en el área bajo piso, excepto dentro de las cajas de conexiones o en receptáculos y conectores del tipo aprobado.
- g) El área de salas de control y/o computación deberá contar con iluminación de emergencia.

8.5.4 Controles de Energía de Emergencia

- a) Se deberá instalar un dispositivo de desconexión de emergencia, accesible al operador, en cada puerta de escape principal. Estos dispositivos de desconexión deberán cortar la energía que alimenta a todos los equipos electrónicos de la sala de control y/o computación.
- b) Estos dispositivos de desconexión deberán cortar además, la energía que alimenta al sistema de aire acondicionado del área de computación.

8.6 CANALIZACIONES

- a) En las Salas se aceptarán niveles de tensión hasta de 220 Volts, niveles superiores a éste y hasta 500 Volts irán en canalización y circuitos separados, claramente identificados.
- b) Los circuitos eléctricos de la sala deberán estar claramente identificados: de control, de alumbrado, de calefacción, de data, de comunicación, telefónicos, etc., y separados unos de otros, y serán independientes.
- c) Los circuitos de alumbrado, calefacción, equipo de ventilación tendrán sus respectivos tableros de comando con protección a la sobrecarga, cortocircuito o fallas en general.
- d) Para mayor información referirse a NFPA 70 (NEC año 2005, Artículo 645).

8.7 PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA Y RECUPERACIÓN

Cada División deberá generar un plan de recuperación de desastre que cubra los siguientes objetivos:

- a) Minimizar la extensión de la interrupción y daños y prevenir su escalamiento.
- b) Establecer medios alternativos de operación.
- c) Minimizar el impacto económico.
- d) Proveer un restablecimiento rápido y suave del servicio.

Estos procedimientos deberán ser escritos, aprobados por la Gerencia y probados una vez al año.

9. REQUERIMIENTOS PARA TRANSFORMADORES EN ACEITE MONTADOS EN EXTERIOR

9.1 GENERAL

Los siguientes requerimientos aplican a transformadores aislados con aceite mineral o fluidos menos inflamables, montados al exterior, adosados o adyacentes a edificios tal como el caso de subestaciones principales y donde se requiere resguardar todo material combustible, edificios combustibles, equipos, aberturas de puertas y ventanas de incendios originados en transformadores.

Los edificios o equipos expuestos por un transformador deberían estar protegidos por separación, una barrera corta fuego (muro corta fuego) o sistemas de agua atomizada en los transformadores.

Uno a más de estos resguardos debería ser aplicado de acuerdo al grado de riesgo involucrado en casos de siniestros.

9.2 DISTANCIA DE SEPARACIÓN

La distancia de separación entre edificios y transformadores debería ser la indicada en la Tabla 1.

Tabla 1 - Distancia de separación entre transformadores exteriores y edificios

Tipo de líquido aislante	Transformador aprobado FM o equivalente	Volumen del líquido m ³	Distancia horizontal ⁽¹⁾			Distancia vertical, m
			Construcción resistente de 2 horas, m	Construcción no combustible m	Construcción combustible, m	
Menos inflamable (aprobado FM)	Si	N/A	0.9			1.5
	No	≤ 38	1.5			7.6
		> 38	4.6			15.2
Aceite mineral o (Fluido no aprobado)	N/A	< 1.9	1.5	4.6	7.6	7.6
		1.9 – 19	4.6	7.6	15.2	15.2
		> 19	7.6	15.2	30.5	30.5

⁽¹⁾ Todos los componentes del transformador deben ser accesibles para inspección y mantención

La distancia horizontal es medida desde el transformador si este es aprobado por FM como transformador con fluido menos inflamable.

La distancia horizontal también se mide desde el transformador si este contiene menos de 1.9 m³ (500 gal) de fluido aislante no aprobado por FM o es aceite mineral.

Si el transformador contiene 1.9 m³ (500 galones) o más, de aceite mineral o fluido no aprobado por FM, la distancia horizontal es medida desde el borde interior de la solera del dique de contención (ver figura 1).

La distancia de separación entre otros equipos (incluyendo transformadores adyacentes) debería ser como se indicada en la Tabla 2.

Tabla 2 - Distancia de separación entre transformadores exteriores⁽¹⁾

Tipo de líquido aislante	Transformador aprobado FM o equivalente	Volumen del líquido m ³	Distancia m
Menos inflamable (aprobado FM)	Si	N/A	0.9
	No	≤ 38	1.5
		> 38	7.6
Aceite mineral o (Fluido no aprobado)	N/A	< 1.9	1.5
		1.9 – 19	7.6
		> 19	15.2

⁽¹⁾ Todos los componentes del transformador deben ser accesibles para inspección y mantención

9.3 EDIFICIO COMO MURO CORTA FUEGO

Donde las paredes de edificios son usadas para la protección, las paredes expuestas deberían extenderse desde el dique de contención o transformador en la distancia horizontal y vertical especificada en la Tabla 1.

Los techos expuestos del edificio, al aceite mineral de los transformadores deberían tener un valor nominal Clase A para el área expuesta. El área expuesta es considerada como sigue:

- 4.6 metros desde el transformador, si este contiene entre 3.8 a 19 m³ (1000 a 5000 galones) y el techo tiene menos de 7.76 metros de altura.
- 7.6 metros desde el transformador, si este contiene 19 m³ (5000 galones) o más y el techo tiene menos de 15.5 metros de altura.

9.4 MUROS CORTA FUEGO PARA EQUIPOS

Para la protección de equipos, los muros corta fuego deberían extenderse más allá de los componentes del transformador que podrían ser presurizados como resultado de una falla eléctrica en una distancia vertical de 0.3 metros y 0.6 metros horizontalmente. Esto incluiría típicamente bushing, venteo liberador de presión, radiadores, caja de intercambiador de tap, etc.

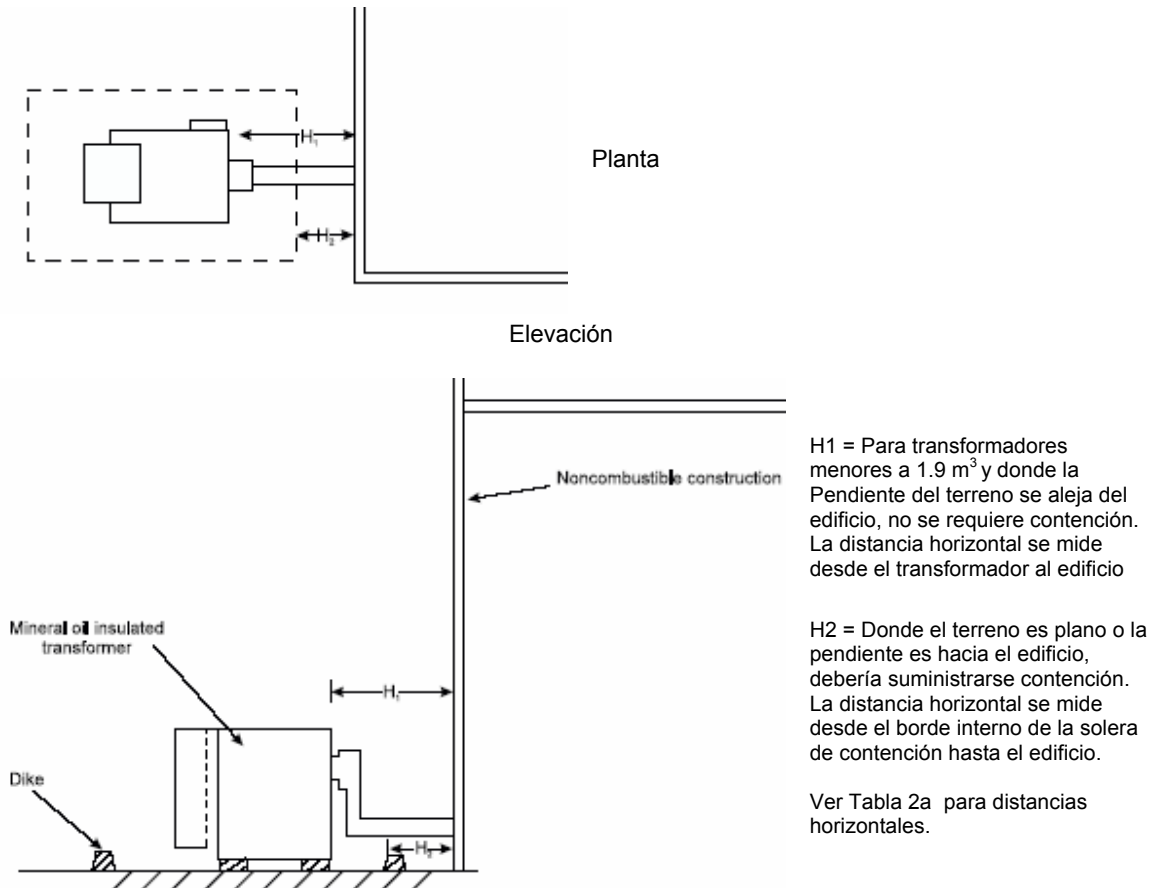


Figura 1 - Distancia de separación de transformadores con aislación líquida y edificios

Los muros deberían ser de bloques de concreto o concreto reforzado adecuados para una resistencia al fuego de 2 horas.

9.5 SISTEMA DE CONTENCIÓN

9.5.1 General

Suministrar un sistema de contención para transformadores bajo las siguientes condiciones:

- a) Donde una liberación de aceite mineral del transformador pudiera exponer a edificios.
- b) Donde los transformadores con aceite mineral contienen más de 1.9 m^3 (500 galones) de aceite.
- c) Transformadores aprobados FM con líquido menos inflamable conteniendo más de 5 m^3 (1320 galones) de fluido.
- d) Para transformadores aprobados FM con fluido menos inflamable y este fluido es certificado como biodegradable por las agencias ambientales gubernamentales y donde la liberación de este fluido pudiere exponer cursos de agua navegables. El transformador debería estar marcado adecuadamente. Debería suministrarse contención a los transformadores que contengan más de 10 m^3 (2640 galones) de fluido.

El sistema de contención debería ser lo suficientemente grande para contener el aceite del transformador más grande y el agua correspondiente a una descarga de 10 minutos del sistema de agua atomizada si este se suministra. Si hay tres o más transformadores, debería suponerse que el incendio ocurrirá en el transformador del medio y que operará el sistema de agua atomizada en los transformadores adyacentes.

El sistema de contención debería consistir de un pozo o un área de contención y un sistema de drenaje para remover las aguas lluvias. El pozo debería ser protegido con bolones o piedras como se indica más adelante si el transformador está aislado con aceite mineral.

El pozo puede no tener protección si el transformador contiene fluido aprobado por FM como fluido menos inflamable.

El pozo o área de contención debería dimensionarse para contener el contenido del transformador más grande. El área del pozo debería extenderse como sigue:

- a) Para transformadores que contengan 3.8 m^3 (1000 galones) o menos, el área del pozo debería extenderse, horizontalmente, más allá de los componentes que contienen el aceite en 0.9 metros donde se instala una solera y 1.5 metros donde no se suministra la solera.
- b) Para transformadores que contengan más de 3.8 m^3 (1000 galones), el área del pozo debería extenderse, horizontalmente, más allá de los componentes que contienen el aceite en 1.5 metros donde se instala una solera y 2.4 metros donde no se suministra la solera.

9.5.2 Protección pozos rellenos con bolones

Donde se use pozos rellenos con bolones, los bolones deberían estar sueltos y movidos según sea necesario para prevenir que los espacios huecos se rellenen con mugre, polvo o arenas arrastradas por el agua. La frecuencia de este movimiento dependerá del área y ubicación de las plantas que generan polvos y cenizas.

9.5.3 Protección pozos abiertos

Donde se use pozos abiertos, debería suministrarse una de las siguientes formas de protección:

- Protección con rociadores automáticos o agua atomizada diseñada para una densidad de 15 mm/min (0.30 gpm/ft²) sobre el área del pozo; o
- Debería proveerse en la parte superior del pozo una capa de 30 centímetros de piedras sobre una parrilla metálica. El tamaño de las piedras usadas debería ser de 3.8 centímetros (1.5 pulgadas), lavadas y de tamaño uniforme, (Tamaño Nº 5, ASTM D448 Clasificación estándar de tamaños para agregados de Construcción de Puentes y Carreteras). Ver Figura 2.

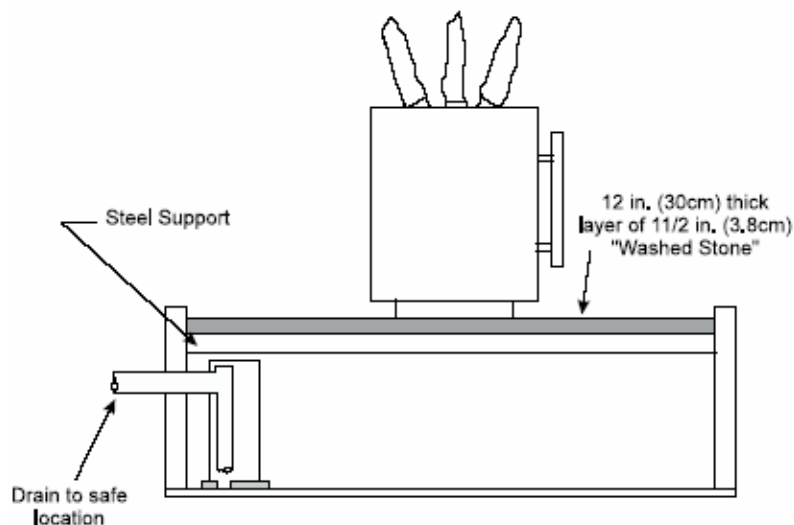


Figura 2 - Sistema de contención para pozos abiertos

9.6 PROTECCIÓN DE EXPOSICIÓN CON AGUA ATOMIZADA

9.6.1 Edificios

Si se usa rociadores automáticos o agua atomizada para protección de edificio, debería usarse una densidad de 8 mm/min (0.20 gpm/ft²) sobre la superficie expuesta.

El suministro de agua debería ser adecuado para 2 horas y debería incluir la demanda de 1900 l/min (500 gpm) de mangueras.

9.6.2 Equipos

Para instalaciones de transformadores múltiples, el sistema de agua atomizada debería ser diseñado sobre la base de una operación simultánea del sistema de agua atomizada para los transformadores adyacentes.

N.C.C.	Nº 21
REVISIÓN	1
VIGENCIA	01.12.2006
Pág.	67 de 264

El sistema de agua atomizada debería ser diseñado para suministrar una densidad de 10 mm/min sobre la superficie del transformador, excepto áreas que están bajo el transformador de acuerdo con el Data Sheet 4-1N, Sistemas fijos de agua atomizada.

Donde la tierra alrededor del transformador es no absorbente, debería suministrarse agua atomizada a una densidad de 6 mm/min para el área de contención o para una distancia de 3 metros alrededor de todo el transformador.

Componentes del sistema de agua atomizada, tales como cañerías, válvulas, boquillas atomizadoras, etc., deberían mantenerse a una distancia mínima de 45.7 centímetros del transformador.

Las cañerías no deberían pasar por la parte superior del transformados o quedar expuestas a venteos de liberación del estanque.

Las boquillas de agua atomizada no deberían alinearse directamente a los bushing.

El suministro de agua debería ser adecuado para 1 hora incluido una demanda de 950 l/m (250 gpm) de uso de mangueras.

9.6.3 Protección con hidrantes (grifos)

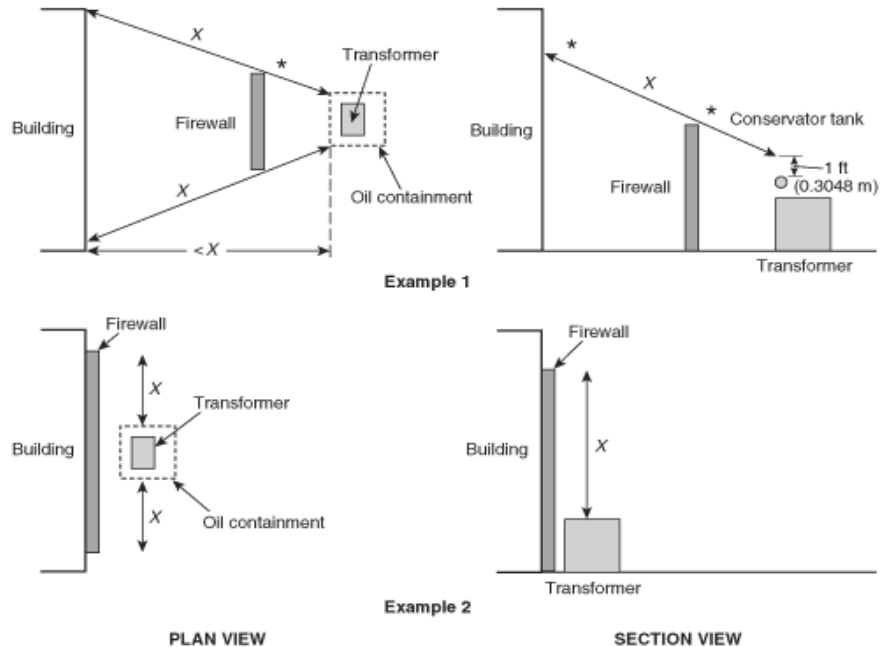
Proveer protección con grifos donde los transformadores presentan una exposición para edificios y equipos.

Se prefiere boquillas aprobadas por FM para uso en equipos eléctricos. Son aceptables las boquillas que producen un ángulo de atomización de 30 a 90 grados sin pasar a través de un chorro sólido.

Si se usa chorro sólido con equipos de hasta 138 KV, la distancia de aproximación mínima debería ser de 6.1 metros si la boquilla es 1.5 pulgadas y 9.1 metros para boquillas de 2.5 pulgadas.

No se han ejecutado ensayos en equipo con tensiones superiores a 138 KV y no debería usarse chorro sólido hasta que el equipo no haya sido desenergizado.

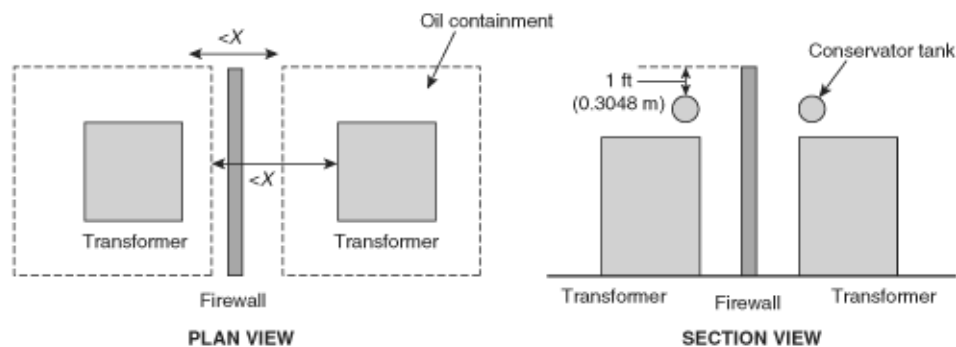
EJEMPLOS DE APLICACIÓN MUROS CORTA FUEGO, ENTRE TRANSFORMADOR Y EDIFICIO



X: Minimum separation distance from Table 5.2.4.3.
 *: See A.5.2.4.3.

Nota: La figura corresponde a NFPA 850 y distancia indicada como X debe ser la indicada en la Tabla 1 de este texto

EJEMPLO DE APLICACIÓN MUROS CORTA FUEGO, ENTRE TRANSFORMADORES



X: Minimum separation distance from Table 5.2.4.3.

Nota: La figura corresponde a NFPA 850 y distancia indicada como X debe ser la indicada en la Tabla 2 de este texto

Adaptado de Data Sheet 5-4 Transformers, Enero 2005 de Factory Mutual y Norma NFPA 850, Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations, 2005 Edition.

10. ANEXOS

1. Clasificación de tipos de construcción respecto a su resistencia al fuego
2. Determinación de carga de fuego, Norma Nch 1916
3. Requerimientos para transformadores en interior mina subterránea
4. Requerimientos para sistemas de autogeneración
5. Área de control y/o computación
6. Factor de potencia y límite de generación de armónicos

11. REFERENCIAS

- DS Nº 47 Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Cáp. 3.- Título 4 Condiciones de Seguridad Contra Incendio, ignífugos aplicados a maderas y otros materiales retardantes de fuego para evitar propagación.
- Nch 2111 Prevención de incendios en edificios. Señalización
- Nch 1993 Clasifica edificios según carga de combustión
- Nch 934 Clasificación de fuegos
- Nch 933 Terminología sobre incendios
- Nch 935/1 Resistencia al fuego de elementos de construcción
- Nch 935/2 Resistencia al fuego de puertas
- Nch 1914/1 No combustibilidad de materiales
- Nch 1914/2 Calor de combustión
- Nch 1916 Carga combustible, cálculo
- Nch 1974 Pinturas retardantes
- Nch 2114 Vías de evacuación
- Nch 2111 Señalización de edificios
- Nch 1977 Comportamiento de fuegos de alfombras
- Nch 1979 Comportamiento de fuegos de telas
- NchElec 4/84 Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión
- Nch 1430 Extintores Portátiles
- Nch 1429 Terminología del Material Contra Incendio
- Nch 1431 Extintores Potencial de Extinción
- Nch 1432/3 Extintores Clase C Parte B
- IEEE IA Vol. 14, Nº 3 pp 275-281 Electrical Rooms in Cement Plants: Sealing and Fire Stopping
- IEE Std 484 Recommended Practice for Installation Design and Installation of Large Lead Storage Batteries for Generating Stations and Substation
- CSA C22.1 Canadian Electrical Code Part I
- NEC Edition 2005
- Información extractada del catálogo Sonnenschein Batteries de EXIDE Technologies; Instrucciones de Operación 32400, Baterías estacionarias, libre mantención, tipo A 400
- NFPA 220 Types of Building Construction - 1992
- NFPA 70 National Electrical Code - 2005
- NFPA 13 Installation of Sprinkler Systems - 2002
- NFPA 75 Protection of Electronic Computer/Data Processing Equipment - 2003
- IRI M.17.10 Electronic Data Processing Facilities
- IRI M.17.10.1 Computer-Control of Industrial Processes
- FM 5-32 Loss Prevention Data: Electronic Data Processing Systems

ANEXO 1

CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE CONSTRUCCIÓN RESPECTO A SU RESISTENCIA AL FUEGO

	Tipo I		Tipo II			Tipo III		Tipo IV	Tipo V	
	443	332	222	111	000	211	200	2HH	111	000
Paredes de soportación exterior										
Soporta más de un piso, columnas, u otras paredes de soportación										
Soporta sólo un piso	4	3	2	1	0 ¹	2	2	2	1	0 ¹
Soporta sólo un techo	4	3	2	1	0 ¹	2	2	2	1	0 ¹
	4	3	1	1	0 ¹	2	2	2	1	0 ¹
Paredes de soportación interior										
Soporta más de un piso, columnas, u otras paredes de soportación										
Soporta sólo un piso	4	3	2	1	0	1	0	2	1	0
Soporta sólo un techo	3	2	2	1	0	1	0	1	1	0
	3	2	1	1	0	1	0	1	1	0
Columnas										
Soporta más de un piso, columnas, u otras paredes de soportación										
Soporta sólo un piso	4	3	2	1	0	1	0	H ²	1	0
Soporta sólo un techo	3	2	2	1	0	1	0	H ²	1	0
	3	2	1	1	0	1	0	H ²	1	0
Vigas, cuarterones, haces y arcos										
Soporta más de un piso, columnas, u otras paredes de soportación										
Soporta sólo un piso	4	3	2	1	0	1	0	H ²	1	0
Soporta sólo un techo	3	2	2	1	0	1	0	H ²	1	0
	3	2	1	1	0	1	0	H ²	1	0
Construcción piso	3	2	2	1	0	1	0	H ²	1	0
Construcción techo	2	11/2	1	1	0	1	0	H ²	1	0
Paredes exteriores sin vigas ³	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹

Aquellos miembros que se permite que sean de materiales combustibles aprobados.

¹ Ver A-3-1 en NFPA 220 Standard on Building Construction, 1999.

² "H" Indica miembros de madera pesada; ver texto para los requerimientos.

³ Se permitirá el uso de paredes exteriores sin vigas, mientras se cumpla las condiciones de aceptación de la NFPA 285 Standard Method of Test for the Evaluation of Flammability Characteristics of Exterior Non-Load-Bearing Wall Containing Combustible Components Using the Intermediate-Scale, Multistory Test Apparatus.

ANEXO 2

DETERMINACIÓN DE CARGA DE FUEGO, NORMA NCh 1916

1. TERMINOLOGÍA

En esta norma se definen los términos específicos siguientes (otros términos aparecen en la norma NCh 933):

1.1 Calor de combustión

Cantidad de calor por unidad de masa que un material combustible desprende al quemarse. Se expresa en J/Kg., kJ/Kg., MJ/kg. y GJ/Kg. También en Kcal./Kg o Mcal/Kg.

1.2 Carga combustible

Cantidad total de calor que se desprendería por combustión completa al incendiarse totalmente un edificio o parte de él. Se expresa en J o sus múltiplos MJ o GJ. También en Kcal. o Mcal.

1.3 Carga combustible equivalente en madera

Carga combustible expresada en kilogramos Equivalente de madera cuyo calor de combustión promedio se considera en 16.8 MJ/Kg. ó 4.0 Mcal/Kg.

Nota: Se toma la madera como referencia por ser de uso universal.

1.4 Densidad de carga combustible media

Carga combustible de un edificio o parte de él dividida por la superficie de la planta correspondiente. Se expresa en MJ/m² o Mcal/m².

1.5 Densidad de carga combustible equivalente en madera

Carga combustible equivalente en madera de un edificio o parte de él dividida por la superficie de la planta correspondiente. Se expresa en Kg. de madera equivalente por m².

2. MÉTODO DE CÁLCULO

2.1 Introducción

La probabilidad de que un eventual fuego se convierta en incendio, depende de la cantidad de materiales combustibles que el edificio contenga y del calor generado por los mismos, supuesta una alimentación de aire adecuada para su combustión. En consecuencia, la magnitud del incendio es directamente proporcional, entre otros factores, a la carga combustible del edificio.

2.2 Materiales combustibles

La carga combustible depende de la cuantía y calidad pirógena de los materiales integrantes del

edificio, los cuales pertenecen a tres tipos, a saber:

- a) Materiales de construcción del edificio, tanto de obra gruesa como de terminaciones e instalaciones;
- b) Materiales integrantes del amoblado y alhajamiento;
- c) Materiales y enseres de uso.

2.3 Calor de combustión de materiales comunes

En la tabla de anexo se entregan valores del calor de combustión de los materiales más comunes.

Nota: El calor de combustión se determina según norma NCh 1914/2.

2.4 Cálculo de la carga combustible

La carga combustible total de un edificio o parte de él, está dada por la relación siguiente:

$$C = C_{c1} * M_1 + C_{c2} * M_2 + C_{cn} * M_n$$

en que: C= carga combustible expresada en MJ O Mcal; $C_{c1}....C_{cn}$ = calores de combustión de los materiales combustibles integrantes, expresados en MJ/kg o Mcal/kg;

$M_1....M_n$ = masas de los materiales combustibles integrantes, de calores de combustión $C_{c1}...C_{cn}$ respectivamente, expresadas en kg.

Nota: Se considerará en el cálculo el total de los elementos envolventes de edificio o parte de él.

2.5 Cálculo de la densidad de carga combustible media

Se calcula por la siguiente relación:

$$D_c = \frac{C}{S}$$

En que: D_c = densidad de carga combustible media del edificio o parte de él, expresada en MJ/m² o Mcal/m²; C = carga combustible (ver 5.4); S = superficie de planta correspondiente (del edificio o parte de él), expresada en M².

2.6 Cálculo de la carga combustible equivalente en madera

Se calcula por la siguiente relación:

$$C_M = \frac{C}{C_{CM}}$$

En que: C_M =carga combustible equivalente en madera, expresada en kg de madera; C =carga combustible (ver 5.4), expresada en MJ o Mcal; C_{CM} =calor de combustión de la madera, expresado en MJ/kg o Mcal/kg de acuerdo a lo establecido en 4.3

2.7 Cálculo de la densidad de carga combustible media equivalente en madera

Se calcula por la relación siguiente: $D_{CM} = C_M / S$

D_{CM} = densidad de carga combustible media equivalente en madera. Se expresa en kg de madera/m²; C_M = carga combustible equivalente en madera (ver 5.6); S = superficie de planta correspondiente (ver 5.5) expresada en m².

3. CLASIFICACIÓN EDIFICIOS SEGÚN DENSIDAD DE CARGA COMBUSTIBLE MEDIA Y PUNTUAL MÁXIMA, NORMA NCh 1993

3.1 Terminología

Densidad de carga combustible media:

Carga combustible de un edificio o parte de él, dividida por la superficie de la planta correspondiente. Se expresa en mega joule por metro cuadrado (MJ/m²).

Densidad de carga combustible puntual:

Densidad de carga combustible existente en un área de 2 m por 2 m de un edificio o sector de él. Se expresa en mega joule por metro cuadrado (MJ/m²).

Densidad de carga combustible puntual máxima:

Densidad de carga combustible puntual más alta existente en un área de 2m por 2 m de un edificio o sector de él. Se expresa en mega joule por metro cuadrado (MJ/m²).

Nota: Otros términos se encuentran en la NCh933 y NCh1916.

4. CLASIFICACIÓN DE LOS EDIFICIOS SEGÚN SU DENSIDAD DE CARGA COMBUSTIBLE MEDIA Y DENSIDAD DE CARGA COMBUSTIBLE PUNTUAL MÁXIMA

Esta norma establece siete categorías para clasificar los edificios o sectores de ellos según su densidad de carga combustible media y su densidad de carga combustible puntual máxima. Dicha clasificación se encuentra en la Tabla 1.

Para clasificar un edificio o sector de él, se aplica la densidad de carga combustible mayor de ambas columnas de la Tabla 1.

Tabla 1 - Clasificación de edificios (o sectores) según su densidad de carga combustible media y densidad de carga combustible puntual máxima

Clasificación	Densidad de carga combustible media, MJ/m ² *	Densidad de carga combustible puntual máxima, MJ/m ²
D _{C1}	Hasta 500	Hasta 3 500
D _{C2}	Más de 500 hasta 1 000	Más de 3 500 hasta 6 000
D _{C3}	Más de 1 000 hasta 2 000	Más de 6 000 hasta 10 000
D _{C4}	Más de 2 000 hasta 4 000	Más de 6 000 hasta 24 000
D _{C5}	Más de 4 000 hasta 8 000	Más de 16 000 hasta 32 000
D _{C6}	Más de 8 000 hasta 16 000	Más de 24 000 hasta 32 000
D _{C7}	Más de 16 000	Más de 32 000

*) $1 \text{ MJ/m}^2 = 238,85 \text{ kcal/m}^2$
 $1 \text{ MJ} = 0.053 \text{ Kg. madera equivalente de } 4000 \text{ kg}$

La densidad de carga combustible puntual y puntual máxima se determina desplazando una superficie figurada de 2 m por 2 m sobre la planta del edificio o sector considerado, hasta encontrar el valor máximo.

Los sectores compartimentalizados con elementos de resistencia al fuego superior a 30 min. y superficie menor de 4 m², se deben calcular dividiendo su carga combustible por 4 m²

La densidad de carga combustible media se calcula según la norma NCh1916.

TABLA CALORES DE COMBUSTIÓN DE MATERIALES

Material	Calor de combustión	
	MJ/kg	Mcal/kg
Asfalto	40,4	9,6
Aceite mineral	42,0	10,0
Caucho	41,9	10,0
Caucho en planchas	41,9	10,0
Cloropeno	44,1	10,5
Cloruro de vinilo	18,8	4,5
Dieléctrico líquido Clase 1	≥ 42	
Dieléctrico líquido Clase 2	32 a 42	
Dieléctrico líquido Clase 3	32	
Dieléctrico Clase 01, punto fuego menor a 300°C	48	
Dieléctrico K2, ésteres, punto fuego mayor a 300°C	34 a 37	
Dieléctrico K3, hullas siliconadas, punto fuego mayor a 300°C	27 a 28	
Etileno	50,2	12,0
Etylvenil acetato (EVA)		
Furano	25,1	5,0
Policarbonato	29,3	7,0
Poliéster	25,1	6,0
Poliestireno	40,2	9,6
Polietileno	46,5	11,1
Polipropileno	46,0	11,0
Poliuretano	25,1	6,0
Polyamida	29,3	7,0
Propileno	45,8	10,9
Resina sintética	41,9	10,0

TABLA DE VALORES DE DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO MEDIA DE DIVERSOS PROCESOS INDUSTRIALES, DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS, Y RIESGO DE ACTIVACIÓN ASOCIADO "Ra"

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ²	Mcal/m ²	
Acumuladores	400	96	Medio	800	192	Medio
Alambre metálico aislado	300	72	Bajo	1000	240	Alto
Aparatos eléctricos	400	96	Bajo	400	96	Bajo
Aparatos eléctricos, reparación	500	120	Medio			
Cables	300	72	Bajo	600	144	Medio
Centrales eléctricas	80	20	Bajo			
Centrales hidroeléctricas	40	10	Bajo			
Centrales térmicas	200	48	Bajo			
Taller de electricidad	600	144	Medio			
Lockers metálicos, guarda ropa	80	20	Bajo			
Locales de desechos (diversas mercancías)	500	120	Medio			
Motores eléctricos	300	72	Bajo			
Talleres eléctricos	600	144	Medio			
Centrales de teléfonos	80	20	Medio			
Transformadores	300	72	Medio			
Bobinado de transformadores	600	144	medio			
Transformadores de estación	300	72	Bajo			

VALORES DEL COEFICIENTE Ra, Peligrosidad del riesgo de activación

Alto	Medio	Bajo
Ra = 3.0	Ra = 1.5	Ra = 1.0

TABLA DE CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO EN FUNCIÓN DE LA CARGA DE FUEGO PONDERADA Y CORREGIDA

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
Bajo	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
Medio	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
Alto	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

COMPORTAMIENTO AL FUEGO DE DIELECTRICOS LÍQUIDOS (Norma NFC-27300, 1988)

Los dieléctricos líquidos se clasifican de acuerdo a dos criterios, de acuerdo a la norma NFC-7300, 1988.

Criterio 1: De acuerdo a su punto de fuego, como sigue:

Clase 01	Punto de fuego < 300°C
Clase K	Punto de fuego > 300°C
Clase L	Punto de fuego no medible

Criterio 2: De acuerdo a su poder calorífico inferior (PCI), como sigue:

Clase 1	≥ 42 MJ/Kg.
Clase 2	$42 \text{ MJ/Kg.} > \text{PCI} \geq 32 \text{ MJ/Kg.}$
Clase 3	$< 32 \text{ MJ/Kg.}$

Ejemplos:

01 Hullas minerales < 300°C; 48 MJ/Kg., muy inflamable
 K2 ésteres > 300°C; 34 a 37 MJ/Kg., moderadamente inflamable
 K3 Hullas siliconadas > 300°C; 27 a 27 MJ/Kg. Inflamables
 L3 Líquido aislante halogenado para transformadores: No medible; 12 MJ/Kg.; difícilmente inflamable.

Los dieléctricos más conocidos en la División son los indicados a continuación:

	Ascarel	Aceite	Hidrocarburo HMW	Silicona
Flash point (Punto de inflamación)	195°C	150°C	284°C	300°C
Fire Point (Punto de fuego)	Ninguno	165°C	312°C	343°C

ANEXO 3

REQUERIMIENTOS PARA TRANSFORMADORES EN INTERIOR MINA SUBTERRÁNEA

CONTENIDO

1. Transformadores subterráneos, General
2. Transformadores subterráneos, Punto de fuego menor que 300°C
3. Transformadores subterráneos, Punto de fuego mayor que 300°C
4. Transformadores rellenos con nitrógeno o secos
5. Transformadores secos instalados en interiores
6. Transformadores aislados con fluidos menos inflamable
7. Transformadores aislados con fluidos no inflamable
8. Transformadores aislados en aceite instalados en interiores
9. Requerimientos para celdas o bóvedas de transformadores (NEC 450)
 - a) Ubicación
 - b) Paredes, piso, cielo
 - c) Accesos
 - d) Aberturas de ventilación
 - e) Áreas de contención
 - f) Drenajes
 - g) Cañerías de agua y accesorios
 - h) Almacenamiento en celdas y/o bóvedas
 - i) Dimensiones

1. TRANSFORMADORES SUBTERRÁNEOS - GENERAL

Los transformadores instalados en una mina subterránea deberán:

- a) Estar protegidos contra daño físico.
- b) Estar resguardados de tal manera, que pueda prevenirse el acceso a personal no calificado y no autorizado, si existen partes expuestas energizadas.
- c) Estar separado de un área de almacenamiento de explosivos como sigue:

Cuando el transformador es mayor de 5 KVA, a una distancia no menor de 15 m de roca no perturbada, o a una distancia no menor de 60 m medido a lo largo del desarrollo de la mina.
 Cuando el transformador es de 5 KVA o menor, a una distancia no menor de 15 m medido a lo largo del desarrollo de la mina.
- d) Tener valores nominales adecuados para la temperatura ambiente y altitud existente.
- e) Tener distancias o espacios a su alrededor que permitan acceso seguro para inspección, mantención y reparación.
- f) Estar montado en una fundación a prueba de fuego y en una ubicación que minimice la dispersión de fuego.
- g) No ser instalado en ubicaciones donde pueda ocurrir una inundación.
- h) Esté provisto con una carcasa o caja (enclosure) adecuado al medio ambiente existente.

2. TRANSFORMADOR SUBTERRÁNEO - PUNTO DE FUEGO MENOR QUE 300°C

Los transformadores que contengan un dieléctrico líquido que tengan un punto de fuego menor que 300°C, instalados en una mina subterránea, deberán:

- a) Estar en una celda de equipamiento eléctrico.
- b) Tener un venteo liberador de presión que evacue al sistema de escape de aire de la mina
- c) Tener provisión para contener cualquier derrame o fuga inadvertida.
- d) Tener aprobación de la autoridad normativa y/o reguladora del área.

3. TRANSFORMADOR SUBTERRÁNEO - PUNTO DE FUEGO MAYOR QUE 300°C

Los transformadores que contenga un dieléctrico líquido que tengan un punto de fuego sobre 300°C, instalados en una mina subterránea, deberán:

- a) Cumplir con los requisitos del párrafo 1. "GENERAL"
- b) Tener provisión para la evacuación segura de los gases peligrosos que puedan producirse dentro del transformador o sala que contiene al transformador.

4. TRANSFORMADOR SUBTERRÁNEO - LLENO CON NITRÓGENO O TIPO SECO

Los transformadores llenos con nitrógeno o del tipo seco, cuando son instalados en una mina subterránea, deberán:

- a) Estar de acuerdo con los requerimientos del párrafo 1. "GENERAL".
- b) Tener materiales aislantes iguales o superiores que la Clase 150.
- c) Estar a una distancia no inferior de 3 m de un pique cuando el transformador sea mayor de 5 KVA.

5. TRANSFORMADORES SECOS INSTALADOS EN INTERIORES

- a) Hasta una capacidad de 112.5 KVA deben tener una separación de 305 mm (12") de cualquier material combustible. Excepto que: se separen del material combustible por una barrera aislante resistente al calor y fuego, o los transformadores sean de 600 Volt o menos y totalmente encerrados con o sin ventilación.
- b) Sobre 112.5 KVA deben ser instalados en una sala de transformadores de construcción resistente al fuego. Excepto que, los transformadores tengan un aumento de temperatura mayor o igual que 80EC y estén separados por una barrera aislante resistente al calor y fuego de cualquier material combustible por una distancia horizontal de 1.83 m (6 pies) y vertical de 3.66 m (12 pies), o los transformadores tengan un aumento de temperatura de más de 80°C y sean completamente cerrados excepto por sus aberturas de ventilación.
- c) Los transformadores secos con tensión primaria sobre 35000 Volt, deben ser instalados en una celda o bóveda que cumpla los requerimientos indicados en EL ARTÍCULO 450-C del NEC - REQUERIMIENTOS PARA CELDAS DE TRANSFORMADORES.

6. TRANSFORMADORES AISLADOS CON LÍQUIDO MENOS INFLAMABLE

Se permite que los transformadores aislados con líquidos menos inflamables LISTADOS sean instalados sin una celda o bóveda en edificios TIPO I y TIPO II en áreas en que no hay material combustible almacenado, siempre que exista un área de confinamiento para el líquido y éste tenga un punto de fuego no menor de 300°C y la instalación CUMPLA CON TODAS LAS RESTRICCIONES REQUERIDAS PARA ELLA EN EL LISTADO DEL LÍQUIDO AISLANTE.

Los transformadores instalados en interiores que no cumplan las restricciones indicadas para el líquido LISTADO, o instalados en otros edificios que no son del TIPO I o TIPO II, o en áreas donde se almacenen materiales combustibles, deben:

1. Estar dotados con un sistema automático de extinción de fuego y un área de confinamiento para el líquido, o;
2. Estar instalados en una celda o bóveda que cumpla los requerimientos indicados en artículo 450-C del NEC 2005 - REQUERIMIENTOS PARA CELDAS DE TRANSFORMADORES.

Los transformadores instalados en interiores y con voltaje primario superior a 35000 Volt, deberán ser instalados en una celda o bóveda.

7. TRANSFORMADORES AISLADOS CON FLUIDO NO INFLAMABLE

Estos transformadores pueden instalarse en interiores como al exterior.

Para interiores, si el primario tiene más de 35000 Volt, deberá instalarse en una celda o bóveda y deberá suministrarse con una área de confinamiento para el líquido y tener un venteo liberador de presión.

Los transformadores deberán contar con un medio para absorber cualquier gas generado por arcos al interior del estanque, o el venteo liberador de presión deberá estar conectado a una chimenea o tubos que lleven estos gases a un área ambientalmente segura.

Para el propósito de este párrafo, un fluido no inflamable es uno que no tiene punto de fuego y que no es inflamable en aire.

8. TRANSFORMADORES AISLADOS CON ACEITE INSTALADOS EN INTERIOR

Se prohíbe la instalación de transformadores aislados con aceite mineral.

9. REQUERIMIENTOS PARA CELDAS O BÓVEDAS DE TRANSFORMADORES

a) UBICACIÓN

Las celdas o bóvedas deberán ubicarse donde puedan ser ventiladas al aire exterior sin usar tubos o ductos donde quiera que esta disposición sea práctica.

b) PAREDES, PISO Y TECHO

Las paredes y techos de las celdas o bóvedas deberán construirse de materiales que tengan una resistencia estructural adecuada con un mínimo de resistencia al fuego de 3 horas.

El piso de la celda o bóveda en contacto con el suelo deberá ser de concreto con un espesor no menor de 102 mm (4"), pero cuando la celda o bóveda sea construida con un espacio vacante u otros pisos bajo ella, el piso debe tener suficiente resistencia estructural para la carga impuesta en el y una resistencia al fuego mínima de 3 horas. Paredes con paneles de madera clavada no son aceptables.

Una construcción típica de resistencia al fuego de 3 horas son las de concreto reforzado de 152 mm (6") de espesor.

Excepción: Donde los transformadores están protegidos por sprinkler automáticos, agua atomizada, dióxido de carbono, agentes limpios de halones, la construcción de la celda o bóveda puede tener una resistencia al fuego de 1 hora.

c) **ACCESOS**

Las entradas de la celda o bóveda deberán ser protegidas como sigue:

1. **Tipo de puerta**

Cada puerta que lleve al interior de una celda o bóveda desde el interior de un edificio debe tener fitting estancos con una resistencia al fuego mínimo de 3 horas.

Excepción: Donde los transformadores están protegidos por sprinkler automáticos, agua atomizada, dióxido de carbono, agentes limpios de halones, la construcción de la celda o bóveda puede tener una resistencia al fuego de 1 hora. Ver NFPA-80.

2. **Umbral de puerta**

Debe proveerse un umbral o solera de alto suficiente para confinar dentro de la celda o bóveda el aceite proveniente del transformador más grande y, en ningún caso este alto será inferior a 102 mm (4").

3. **Cerraduras**

Las puertas deberán equiparse con cerradura y deben permanecer cerradas con acceso sólo a personal calificado. Las puertas para el personal deben abrir hacia afuera y estar equipadas con una barra contra pánico, placas de presión u otro dispositivo que esté normalmente con cerrojo pero permita abrir bajo simple presión.

d) **ABERTURAS DE VENTILACIÓN**

Las aberturas de ventilación deberán proveerse de acuerdo a los siguientes requerimientos:

1. **Ubicación**

Deberán ubicarse lo más lejos posible de puertas, ventanas, escapes contra incendio, y materiales combustibles.

2. **Disposición**

Si la celda o bóveda esta ventilada en forma natural debe tener la mitad del área total de abertura requerida para ventilación en una o más aberturas cercanas al piso y las restantes en una o más aberturas en el techo o paredes laterales cercanas al techo, o toda el área requerida para ventilación en una o más aberturas cerca del techo.

3. **Dimensiones**

Para una celda o bóveda ventilada por circulación natural de aire a un área exterior, el área neta combinada de todas las aberturas de ventilación, después de deducir el área ocupada por las mallas, rejillas o celosías no debe ser menor que 1936 mm² (3 pulg²) por KVA de capacidad de transformadores en servicio, y en ningún caso el área neta será menor que 0.093 mm² (1 pie²) para cualquier capacidad bajo 50 KVA.

4. Cubiertas

Las aberturas de ventilación deben recubrirse con mallas, rejillas o celosías durables de acuerdo al tratamiento requerido para evitar condiciones inseguras.

5. Dampers

Todas las aberturas de ventilación al interior deben proveerse con dampers de cierre automático contra incendio que operen en respuesta a un incendio en la celda o bóveda. Tales dampers deben tener una resistencia al fuego no menor de 1.5 hr. Ver UL-555.

6. Ductos

Los ductos de ventilación deben ser contruidos con material resistente al fuego.

e) CONTENCIÓN DE DERRAMES

Un compartimiento separado, encerrado, que contenga cualquier líquido que pueda ser liberado y cualquier fuego que pueda ocurrir.

Capacidad foso contención:

Volumen del dieléctrico del transformador mayor, más el 30% del volumen de dieléctricos líquidos del resto de los transformadores. Si se construye un foso por cada transformador, la capacidad deberá corresponder al volumen de dieléctrico de cada transformador.

f) DRENAJES

Donde sea practicable, las celdas o bóvedas que contienen transformadores de más de 100 KVA deben tener drenajes u otros medios para retirar el aceite o agua en la celda o bóveda a menos que las condiciones del recinto hagan este requerimiento impracticable. El piso debe tener pendiente hacia el punto de drenaje. Se prohíbe evacuar dieléctricos líquidos por los sistemas de alcantarillado.

g) CAÑERÍAS DE AGUA Y ACCESORIOS

Cualquier cañería o sistemas de ductos extraños a la instalación eléctrica no deben entrar o pasar a través de una celda o bóveda de transformadores. Las cañerías u otras facilidades suministradas para protección contra incendio de la celda o bóveda no se consideran extrañas a ésta.

h) ALMACENAMIENTO EN CELDAS O BÓVEDAS

No debe almacenarse materiales en las celdas o bóvedas.

i) DIMENSIÓN DE LA CELDA O BÓVEDA

El dimensionamiento de las celdas o bóvedas deberán ser tales que permitan acomodar el equipo instalado en su interior considerando a lo menos las distancias mínimas de seguridad y espacios de trabajo.

ANEXO 4

REQUERIMIENTOS PARA SISTEMAS DE AUTOGENERACIÓN (Adaptado de NCh Elec. 4/2003)

CONTENIDO

1. Conceptos generales.
2. Sistemas de emergencia.
3. Clasificación de los sistemas de emergencia.
4. Circuitos de emergencia.
5. Sistemas de corte de puntas.
6. Sistemas de cogeneración.

Nota: SSU-050-2005 Campaña de Control de demanda máxima en horas de punta.

1. CONCEPTOS GENERALES

- 1.1 Los sistemas de autogeneración están destinados a proporcionar energía a instalaciones eléctricas en forma independiente de la red normal o en combinación con ésta. Según su finalidad se clasificarán en:
 - Sistemas de emergencia.
 - Sistemas de corte de puntas.
 - Sistemas de cogeneración.
- 1.2 Todo sistema de autogeneración deberá ser construido de acuerdo a un proyecto el cual deberá ser presentado ante SEC o ante el organismo inspectivo que ésta designe, para su revisión antes de iniciarse su etapa de construcción.
- 1.3 Los sistemas de emergencia entrarán en funciones cuando la energía de la red normal no esté disponible y requerirán para su entrada en servicio de un sistema de partida y un sistema de transferencia. Estos sistemas pueden ser de accionamiento manual o automático.
- 1.4 Se entenderá por transferencia como el proceso de traspaso de carga desde la red normal al sistema de autogeneración o viceversa.
- 1.5 Los sistemas de corte de punta están destinados a eliminar o disminuir la demanda de potencia de una instalación en el horario de punta y de acuerdo a la forma en que se haga la transferencia pueden operar de dos maneras:
 - Sistemas de transferencia abierta, en caso que el traspaso de consumos desde la red pública al sistema de corte de puntas se haga sin interconexión eléctrica entre ambos sistemas
 - Sistemas de transferencia cerrada, en caso que el sistema de corte de puntas y la red pública permanezcan interconectados en forma momentánea, mientras dura el proceso de traspaso de carga.

- 1.6 Para efectos de proyectar y dimensionar el esquema de protecciones de un sistema de corte de puntas de transferencia cerrada éste deberá tratarse como un sistema de cogeneración.

NA.- En la zona, el horario de punta corresponde al lapso comprendido entre las 18 y las 23 horas del período de invierno, entre el 1 de Mayo y el 30 de Septiembre de cada año. Este período podrá variar de acuerdo a lo dispuesto en el Decreto tarifario correspondiente.

- 1.7 Un sistema de cogeneración corresponde a un sistema de autogeneración en que una parte de la demanda la suple la autogeneración, y la parte restante la entrega la red pública. Esto exige el funcionamiento en paralelo de la autogeneración y la red.
- 1.8 La Superintendencia llevará un registro nacional actualizado de todos los sistemas de cogeneración o de corte de puntas con transferencia cerrada, en operaciones el cual será puesto en conocimiento de las Empresas Eléctricas Concesionarias locales. En este registro se consignarán: el período de operación del sistema, horario de conexión y desconexión y tiempo estimado de permanencia de la condición paralelo entre el sistema y la red pública. La actualización de los datos de este registro será semestral.
- 1.9 Cualquier puesta en paralelo del sistema con la red normal fuera del período acordado en los términos del registro se deberá coordinar en cada oportunidad con la Empresa Eléctrica Concesionaria local; de no ser posible esta coordinación no podrá efectuarse la puesta en paralelo.
- 1.10 La Empresa Eléctrica Concesionaria local, en caso de trabajos en sus líneas que signifiquen la desenergización de ellas, deberá prevenir su posible reenergización por la presencia de co-generadores, cumpliendo el siguiente procedimiento:
- Verificando en el registro mencionado en 1.8 la existencia de co-generadores en la zona en cuestión.
 - En caso afirmativo, avisará a cada uno de los clientes co-generadores de la zona de la desconexión, aún cuando ésta se produzca fuera del horario y período de paralelismo consignado en el registro.
 - Desconectando a todos los clientes co-generadores de la zona por todo el tiempo que duren los trabajos que mantengan desenergizada la línea. Esta desconexión se hará por la operación de las protecciones del empalme y la reposición de éstas sólo podrá ser efectuada por personal autorizado de la Empresa Eléctrica, una vez terminados los trabajos que originaron la desconexión.

2. SISTEMAS DE EMERGENCIA

- 2.1 Los sistemas de emergencia serán necesarios en recintos asistenciales, educacionales, hoteles, teatros, recintos deportivos, locales de reunión de personas, y todo otro recinto o institución de finalidades similares.
- 2.2 También deberán contar con el respaldo de sistemas de emergencia aquellos procesos industriales cuya interrupción accidental pueda provocar daños ambientales severos.
- 2.3 En el empalme y/o en el tablero general de toda instalación de consumo que cuente con un respaldo de un sistema de emergencia de transferencia y partida automáticas, se deberá colocar en forma fácilmente visible un letrero indicando esta condición e indicando la forma en que este sistema de emergencia se debe desconectar en caso de siniestros, cuando es necesario que la instalación quede totalmente desenergizada.

- 2.4 Los sistemas de emergencia alimentarán consumos tales como sistemas de sustentación de procesos críticos como tráfico de FFCC, funciones biológicas vitales y sus sistemas periféricos esenciales para su funcionamiento, alumbrado y fuerza en salas de cirugía de centros asistenciales, sistemas de alarma contra incendio o contra robos, sistemas de combate y extinción de incendios, sistemas de alumbrado de escape y circulación de emergencia y todo otro consumo de características similares.
- 2.5 Aquellos procesos o sistemas industriales cuya interrupción provoque pérdidas económicas y que por esa razón sus usuarios o propietarios decidan alimentarlos desde una fuente alternativa a la red normal, no se considerarán sistemas de emergencia y estarán afectos sólo a las disposiciones generales de los sistemas de autogeneración establecidas en los párrafos precedentes pero no necesariamente estarán sujetos a las exigencias particulares de esta sección.
- 2.6 Las instalaciones pertenecientes a un sistema de emergencia se canalizarán mediante alguna de los métodos indicados en NCh 4/2003 y todos los equipos empleados, distintos de los equipos convencionales, deberán ser aprobados para el uso específico en sistemas de emergencia.
- 2.7 Los sistemas de emergencia deberán ser probados periódicamente para comprobar su perfecto estado de funcionamiento y asegurar su correcto mantenimiento. De estas pruebas, por lo menos una cada año deberá ser supervisada por la Superintendencia o por el organismo inspectivo que ésta designe.
- 2.8 Se llevará un registro escrito de las pruebas periódicas efectuadas al sistema de emergencia, en el cual se indicará las frecuencias con que estas pruebas se efectúan, las pruebas hechas y sus resultados. Este registro estará disponible cada vez que la Superintendencia lo requiera, en particular en cada ocasión en que se hagan las pruebas bajo su supervisión.
- 2.9 En donde se utilicen baterías como fuente de alimentación para sistemas de emergencia, para hacer partir grupos de motor generador o para alimentar circuitos de control, deberá efectuarse un mantenimiento periódico, de acuerdo a las indicaciones del fabricante o las prácticas normales para estos casos.
- 2.10 Los elementos de control adecuados para probar el funcionamiento del sistema de emergencia en cualquier momento se ubicarán en el tablero general de la instalación, el tablero de transferencia u otra ubicación accesible que sea igualmente satisfactoria.

3. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EMERGENCIA

- 3.1 Desde el punto de vista de las necesidades de continuidad de servicio para asegurar el normal desarrollo de los procesos o actividades ligados al funcionamiento de sistemas de emergencia, éstos se clasificarán como sigue:

Grupo 0. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que, por la naturaleza de su finalidad no toleran interrupciones en su alimentación.

Grupo 1. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que no toleran interrupciones superiores a 0,20 segundos y variaciones de frecuencia no mayores a $\pm 0,5\%$.

Grupo 2. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que no toleran interrupciones superiores a 15 segundos.

Grupo 3. En este grupo se encuentran aquellos sistemas de emergencia que alimenten consumos que toleran interrupciones superiores a las indicadas pero en ningún caso superiores a 15 minutos.

Alimentación de sistemas de emergencia

- 3.2 La alimentación de sistemas de emergencia deberá hacerse en cada caso, mediante alguno de los métodos que se indican adelante, de modo de asegurar que la energía esté disponible en un tiempo no superior al previsto, de acuerdo a las condiciones indicadas en 3.1.
- 3.3 En donde sea necesario se deberá usar más de una fuente para alimentar sistemas de emergencia independientes.
- 3.4 Las fuentes de alimentación de los sistemas de emergencia deberán tener una capacidad y condiciones de funcionamiento adecuados para la operación de todos los equipos conectados a ellos.
- 3.5 Las fuentes de alimentación aceptadas para alimentar sistemas de emergencia y las características generales que ellas deben cumplir son las siguientes:

3.5.1 Baterías de acumuladores

Los acumuladores que se utilicen para alimentar sistemas de emergencia deberán ser de tipo estacionario; no se permitirá el uso de baterías de vehículos.

Los sistemas de emergencia alimentados por baterías podrán funcionar con una tensión de servicio distinta de la del sistema normal.

Estando en funcionamiento la batería deberá tener una capacidad y características tales como para mantener una tensión no menor al 85% del valor nominal, durante un periodo no inferior a 90 minutos, alimentando toda la carga conectada a este sistema.

Se preferirá el uso de baterías libres de mantenimiento; sin embargo, en donde se usen baterías plomo - ácido que requieran verificaciones periódicas del nivel del electrolito y en que se le deba agregar agua para mantener dicho nivel, éstas deberán tener vasos transparentes.

Las baterías irán montadas sobre soportes y bajo ellas se colocarán bandejas que cumplan las siguientes condiciones:

Los soportes podrán ser de madera tratada, de metal tratado o materiales tales como fibra de vidrio, de modo que sean resistentes a la corrosión provocada por acción del electrolito. En todo caso, las partes del soporte que estén en contacto directo con las baterías deberán ser de material no conductor.

Las bandejas irán colocadas bajo las baterías y serán de madera tratada u otro material no conductor resistente a la acción corrosiva del ácido.

Las baterías estarán ubicadas en un recinto adecuadamente ventilado, de modo de evitar la acumulación de una mezcla gaseosa explosiva.

La instalación de baterías deberá contar con un equipo cargador.

3.5.2 Grupos motor – generador

Los grupos motor - generador accionados por motores de combustión interna podrán utilizarse para alimentar sistemas de emergencia; aquellos grupos motor generador destinados a servir sistemas del grupo 1 y grupo 2 deberán contar con equipos de control, que aseguren la transferencia automática; los que alimentan sistemas del grupo 3 podrán ser de transferencia manual.

Estos grupos motor generador deberán contar con un depósito de combustible que permita su funcionamiento a plena carga durante 90 minutos por lo menos.

Los equipos que utilicen baterías para su partida deberán tener un cargador automático.

3.5.3 Empalmes separados

Para sistemas clasificados en el grupo 3 se aceptará como alimentación del sistema de emergencia un empalme distinto del principal, el cual deberá ser tomado desde un alimentador de la red de distribución distinto al del empalme principal.

3.5.4 Unidades autoenergizadas

Para sistemas de alumbrado de emergencia se podrán utilizar unidades autoenergizadas las que consisten en una batería recargable, libre de mantenimiento, un cargador, una o más lámparas montadas en la unidad, terminales que permitan la conexión de lámparas remotas y un sistema de control que conecte automáticamente las lámparas cuando falle la energía normal.

La capacidad y características de la batería deberán ser tales como para mantener el 87,5% de su tensión nominal durante 90 minutos, a plena carga. Las unidades deberán montarse fijas en su ubicación, no removibles sin uso de herramientas y podrán ser alimentadas desde los circuitos normales de alumbrado, a través de enchufes montados a una altura conveniente.

3.5.5 Unidades de potencia sin interrupción (UPS)

Las UPS consistirán en un banco de baterías el cual, mediante un sistema convertidor, transformará la tensión continua de salida en una tensión alterna casi sinusoidal con los valores nominales de tensión y frecuencia del sistema normal.

Las UPS alimentarán a los consumidores del Grupo 0 y deberán tener una autonomía suficiente como para permitir la entrada en funciones a plena carga de un sistema de alimentación de emergencia alternativo que sea capaz de entregar la potencia requerida a condiciones nominales por un lapso de tiempo ilimitado.

Las UPS deberán cumplir las exigencias de norma en cuanto a los valores tolerables de generación de armónicas.

4. CIRCUITOS DE EMERGENCIA

- 4.1 En circuitos de alumbrado de emergencia no se podrán colocar enchufes ni conectar otro tipo de consumo distinto.

- 4.2 El alumbrado de emergencia se proyectará de acuerdo a las exigencias establecidas en la NCh 4/2003.
- 4.3 Los circuitos de alumbrado de emergencia podrán ser totalmente independientes de los circuitos normales e incluso permanecer apagados mientras no existan fallas, o bien podrán formar parte de los circuitos normales y operar en modo similar a los circuitos de fuerza de emergencia.
- 4.4 Los circuitos de fuerza de emergencia formarán parte de los circuitos normales conectados a una barra Independiente del tablero respectivo, la cual se transferirá a la fuente de emergencia en caso de falla. Se exceptúa de esta condición a las instalaciones de emergencia cuya fuente de alimentación está dimensionada para suplir la carga total de la instalación.
- 4.5 En donde existan circuitos independientes de alumbrado de emergencia, éstos se canalizarán independientes de los circuitos normales.
- 4.6 Los interruptores y elementos de control y protección de los circuitos de emergencia serán accesibles sólo a personal calificado.
- 4.7 En donde se proyecten luces de emergencia en el exterior se podrá comandar separadamente de las luces de emergencia interiores, individualmente o en grupos, mediante una foto celda para evitar su funcionamiento durante el día. En este caso, estas luces deberán estar en circuitos separados de los de las luces de emergencia interior.
- 4.8 Los edificios de altura de cinco o más pisos deberán contar con un circuito de emergencia, que operará con independencia de la red eléctrica general del inmueble, para uso exclusivo de bomberos, que se mantendrá permanentemente desenergizado y sólo podrá ser energizado por ellos.

Este circuito cumplirá además las siguientes condiciones:

- 4.8.1 Su alimentación estará en el perímetro del edificio en un lugar fácilmente accesible y para su conexión se dejará habilitado un enchufe macho especial del modelo definido por el cuerpo de bomberos
- 4.8.2 La capacidad mínima de este circuito será de 5 KW en disposición monofásica.
- 4.8.3 La canalización se hará preferentemente embutida, utilizando ductos metálicos, los que deberán protegerse mediante un aislante térmico resistente a la llama directa.
- 4.8.4 Los conductores empleados serán aptos para una temperatura de servicio mínima de 250°C.
- 4.8.5 Este circuito alimentará enchufes embutidos del tipo P17, configuración 2P+T de 16 A, 220 V, según norma CEI 60309, con grado de protección IP 67, ubicados en cada piso, en el sector de la caja de escala.

5. SISTEMAS DE CORTE DE PUNTAS

- 5.1 Los sistemas de corte de puntas operarán de acuerdo a lo indicado en 1.5
- 5.2 Un sistema de corte de puntas de transición abierta deberá contar con un circuito de control que le permita entrar en funcionamiento sólo cuando los consumos servidos estén separados

de su fuente de alimentación principal. Este circuito de control podrá ser manual o automático, pero en ambos casos deberá contar con los enclavamientos necesarios para evitar la interconexión de la fuente de autogeneración con la fuente principal.

- 5.3 Un sistema de corte de puntas de transición cerrada se considerará como sistema de cogeneración y por lo tanto su equipamiento deberá cumplir las condiciones de aquellos, no importando lo corto que sea el período de permanencia en paralelo de la fuente principal y la fuente de autogeneración.

6. SISTEMAS DE COGENERACIÓN

- 6.1 Un sistema de cogeneración está destinado a funcionar en paralelo con la red pública por períodos de tiempo prolongados o indefinidos; por ello debe contar en su implementación con todo el equipamiento y protecciones necesarias para un adecuado funcionamiento, tanto desde el punto de vista técnico como el de seguridad, sean éstos los del propio sistema de cogeneración como los de la red a la cual se va a conectar.
- 6.2 Un sistema de cogeneración forma parte de la instalación de consumo respaldada, por lo tanto, administrativamente debe ser incluido en la declaración de Anexo 1 como parte integrante de ésta y sus características de equipamiento y disposición de montaje deberán quedar registrados en los planos y memorias del proyecto correspondiente.

Además, esta condición deberá ser comunicada expresamente a la Empresa Eléctrica de Distribución correspondiente, en esta comunicación se deberá dejar constancia de:

6.2.1 Periodo de operación del sistema.

6.2.2 Horario de conexión del sistema.

6.2.3 Horario de operación del sistema.

6.2.4 Tiempo máximo de permanencia en paralelo, en caso de sistemas de corte de puntas con transición cerrada.

6.3 Para el control de sus parámetros de funcionamiento y de sincronización con la red, un sistema de cogeneración debe contar a lo menos con los siguientes equipos:

- Voltímetros que midan simultáneamente las tensiones de red y de fuente.
- Frecuencímetros que midan simultáneamente las frecuencias de red y de fuente.
- Medidor del factor de potencia del consumo.
- Sincronoscopio, para sistemas de puesta en paralelo manual se aceptará como alternativa el uso de luces de sincronización.

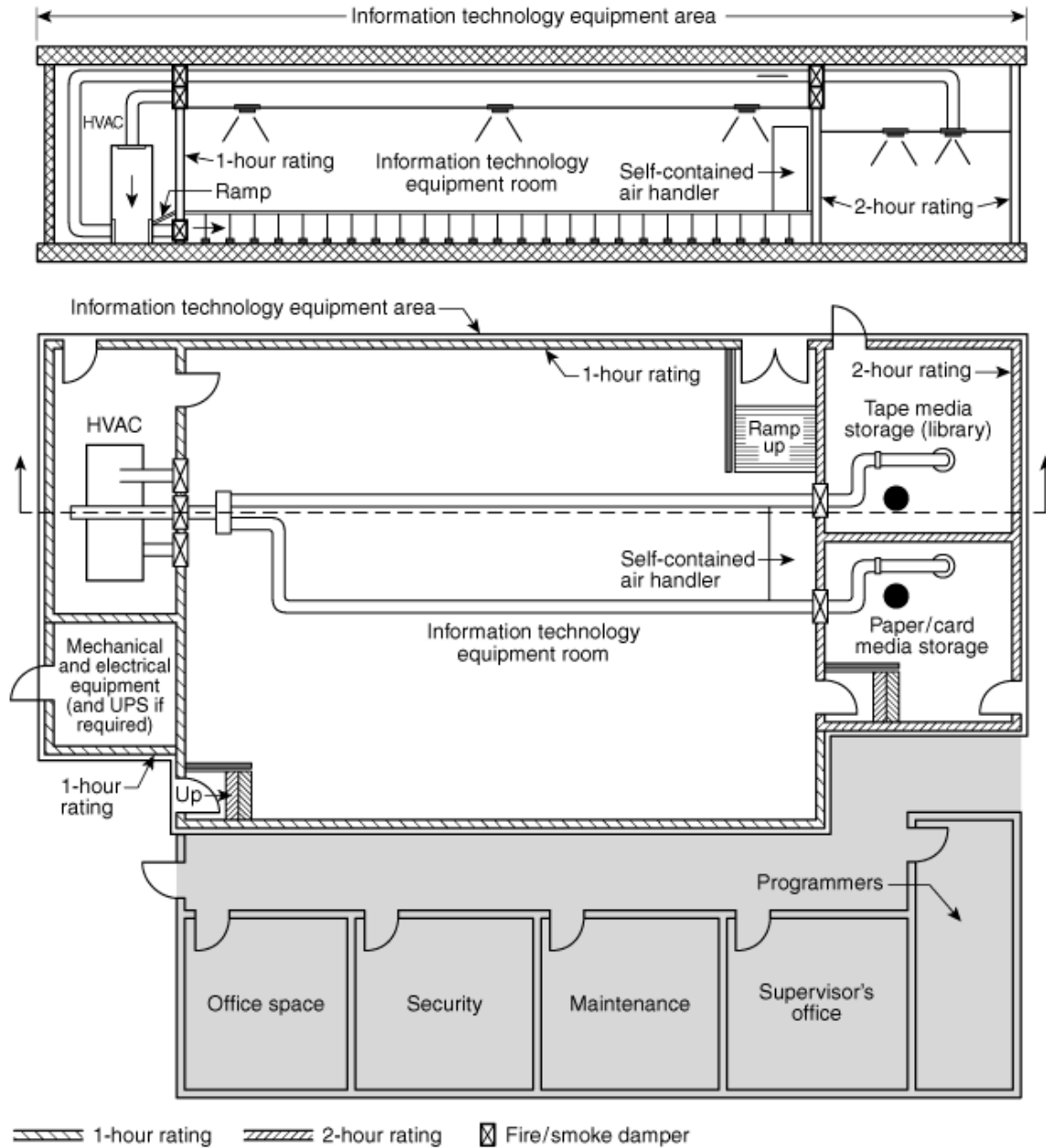
6.4 Para la protección y el control de la puesta en paralelo o separación de la fuente y la red en forma manual o automática el sistema de cogeneración deberá contar con los siguientes equipos:

- Contactores o interruptores de mando motorizado remoto.
- Disyuntores de fuente y de red que permitan su desconexión por sobrecarga o cortocircuito.

- Un relé de potencia inversa de alta sensibilidad para prevenir la energización de la red por la fuente de cogeneración cuando la red se desenergice por cualquier motivo programado o accidental.
 - Un relé de sincronismo que permita la puesta en paralelo automática cuando se alcance las condiciones de paralelismo.
 - Un control de repartición de cargas de accionamiento manual o automático.
- 6.5 El relé de potencia inversa exigido en 6.4 deberá ser del tipo de regulación de potencia; no serán aceptables para estos fines los relés de potencia inversa de ventana porcentual. No obstante lo anterior se podrá instalar un relé de ventana porcentual, adicional al relé exigido, si esta condición es técnicamente recomendable.
- 6.6 La sensibilidad de disparo del relé, medida en potencia, se fijará asumiendo que el relé operará contra una puesta a tierra de operación en la red de una resistencia de 150 Ohm.

ANEXO 5

ÁREA DE CONTROL Y/O COMPUTACIÓN



Los Proyectos de inversión y/o Proyectos Divisionales, cuyo consumo nominal en potencia eléctrica exceda a 300 KW, tendrán que presentar un Estudio de Impacto Eléctrico para aprobación del Administrador del Sistemas Eléctricos de cada División, tomando como base la pauta siguiente:

PAUTA PARA LA CONFECCIÓN DE UN ESTUDIO DE IMPACTO ELÉCTRICO

- Distorsión armónica de voltaje en la barra a previo a la conexión de nuevos equipos.
- Corriente de cortocircuito en la barra de conexión y las superiores si se requiere.
- Tensión de la barra.
- Factor de potencia del alimentador.
- Índice de eficiencia energética del proceso antes y después, en caso que se tratara de un cambio en el proceso u operación.
- Potencia nominal ocupada en el alimentador/potencia nominal del alimentador.
- Simulación con software del comportamiento del sistema eléctrico frente al incremento de carga debido al proyecto.
- Análisis mediante flujos de potencia, cortocircuito, análisis, coordinación de protecciones.

MEDIDAS ELÉCTRICAS A DESARROLLAR DURANTE LA MARCHA BLANCA DEL PROYECTO

- Distorsión armónica de voltaje en la barra.
- Factor de potencia total del proyecto.
- Distorsión armónica total en corriente del proyecto.
- Potencia nominal del proyecto.

SECCIÓN III REQUERIMIENTOS, PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

1. OBJETIVO

Establecer los requerimientos de diseño de Prevención y Protección contra incendio relevantes para los recintos eléctricos, e indicar las Normas NFPA aplicables.

2. ALCANCE

Estos requerimientos se aplicarán a todos los recintos eléctricos de la Corporación, ya sea que estos se encuentren al exterior, interior de edificios o en interior de minas subterráneas.

3. DEFINICIONES

Las definiciones se indican en el punto 4.2 de la Sección I GENERAL.

4. REQUERIMIENTOS GENERALES PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

4.1 PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIO

4.1.1 Definición

El término protección pasiva contra el fuego es empleado para describir productos y sistemas que formen parte de la construcción de un edificio y que son diseñados para proteger sus estructuras, restringir el fuego compartimentándolo a fin de minimizar su severidad, proteger los bienes y propiedades vecinas y asegurar un escape seguro de sus ocupantes durante un incendio.

4.1.2 Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (DS Nº47)

Las disposiciones contenidas en la Ordenanza en relación a las condiciones de seguridad contra incendio persiguen como objetivo que el diseño de edificios cumpla las siguientes condiciones:

- Que se reduzca al mínimo, en cada edificio, el riesgo de incendio
- Que se evite la propagación del fuego al resto del edificio y propiedades vecinas
- Que se facilite la extinción de los incendios

La Ordenanza no tiene directrices para protección contra incendio en Minas subterráneas, ni para recintos industriales o especiales como serían los recintos eléctricos y plantas o procesos industriales con áreas clasificadas peligrosas (ver NCC Nº 20 y NCC Nº 22).

4.1.3 Normas de Resistencia al Fuego de Elementos de Construcción

Los sistemas de protección pasiva contra el fuego son ensayados y certificados de acuerdo a la norma NCh 935/Of. 84. Esta norma tiene por objeto establecer las condiciones de ensayo y los criterios que permiten determinar la resistencia al fuego de los elementos de construcción en el perímetro expuesto al fuego y A es el área de la sección transversal del perfil general, verticales u horizontales, excluidas puertas y ventanas.

Los elementos y sistemas de protección pasiva que no corresponden a elementos de construcción tales como pinturas recubrimientos, cintas contra arco y fuego, espumas, planchas, mamparas, mantas, etc. No están cubiertos por esta norma. Sin embargo, es exigible para estos elementos y sistemas su aprobación y listado de UL y/o FM.

4.1.4 Protección de Elementos Metálicos

A fin de evitar la tentación de construir salas eléctricas con elementos metálicos expuestos, debe considerarse que los aceros a altas temperaturas tienen un mal comportamiento. Debe evitarse que los elementos metálicos alcancen la temperatura crítica de 540°C, que podría provocar una reducción del 50% de la resistencia mecánica. Para determinar la protección de recubrimiento de estructura, debe calcularse el factor de masividad de la sección del elemento metálico a fin de utilizar sólo el material necesario para cada tipo de perfil.

Factor de masividad, $M = H_p / A$; donde H_p

4.1.5 SELLADO CONTRA FUEGO DE PENETRACIONES

4.1.5.1 Objetivos

El Sellado de Penetraciones busca restaurar la clasificación original de resistencia al fuego de elementos constructivos como muros, tabiques o losas, de manera de confinar el fuego, humo y gases tóxicos por un periodo de tiempo preestablecido.

4.1.5.2 Requerimientos de los productos a aplicarse

Los sistemas de sellado de penetraciones que se apliquen para sellar del paso de ductos plásticos, conduits, o cables con revestimientos plásticos a través de muros o losas, deberán incluir productos intumescentes.

Esta característica es indispensable ya que sólo siendo intumescentes, los materiales se activarán con la temperatura expandiéndose hasta sellar el espacio dejado por los elementos plásticos a medida que éstos son consumidos por el fuego.

La cantidad de material intumescente a instalar en cada caso, será la necesaria para que el aumento de volumen expandido esperado, sea tal que pueda ocupar el espacio que queda libre cuando el fuego consuma los elementos plásticos o con aislación.

Los materiales que se utilicen en los sistemas de protección contra fuego para el sellado de penetraciones deberán ser fácilmente removibles o reentrables. Esto para permitir realizar cambios o reparaciones en los elementos penetrantes (aumentar o retirar cables, cambiar los ductos, etc.) y poder luego re-instalar los mismos productos de protección contrafuego, evitando así tener que adquirir otros.

Los productos de protección contrafuego usados en los sistemas de sellado de penetraciones deberán estar aprobados por los laboratorios UL u otro laboratorio con experiencia comprobada en este campo (FM).

Los productos de protección contrafuego en los sistemas de sellado de penetraciones no deberán contener asbestos-cemento, halógenos, ni siliconas. Debe garantizarse por escrito que los productos utilizados están libres de halógenos ya que estos conducen a daños en equipos y circuitos durante un incendio.

Los materiales usados en los sistemas de sellado de penetraciones deberán ser inertes (no reaccionar químicamente) en contacto con los elementos penetrantes.

Los materiales usados en el sellado de penetraciones deberán ser químicamente estables, no agresivos y no nocivos para las personas que deban estar en contacto o cerca de éstos. Además, los productos utilizados no deberán desprender olores fuertes que puedan molestar ya sea a los instaladores de los productos o a personas que estén cerca de la zona de instalación.

En caso de que la instalación requiera de materiales metálicos, éstos deberán ser instalados cuidando de que no queden expuestas secciones filosas que puedan ser cortantes.

Se deberá certificar la vida útil de los productos instalados, presentando la documentación correspondiente. De igual forma deberá señalarse qué productos presentan una fecha de vencimiento para su instalación.

Los materiales de protección ignífuga usados en el sello de una penetración específica deberán corresponder a materiales del mismo fabricante. Si bien se prefiere que se utilicen productos de protección contra fuego pertenecientes a un mismo fabricante, se acepta que se usen materiales pertenecientes a fabricantes distintos en el sellado de penetraciones diferentes dentro de la obra.

4.1.5.3 Documentación requerida

La siguiente documentación debe exigirse adjunta a la oferta técnica:

Fichas técnicas, catálogos y muestras de los productos de protección ignífuga a usarse en los sistemas de sellado de penetraciones. En esta documentación se deberá incluir, características sobre la composición de los productos, números de veces que se expanden los productos intumescentes, vida útil de los materiales, procedimientos de instalación, y de mantenimiento así como los ensayos y normas que cumplen.

Sistemas específicos a usarse en los diferentes tipos de penetraciones a sellarse. Estos sistemas deberán estar aprobados por los laboratorios UL/FM u otro laboratorio con experiencia comprobada de a lo menos 10 años en el tema. Estos sistemas deben respaldarse con planos o esquemas de instalación de los productos, y una descripción detallada de los sistemas en la que se indiquen cuáles son los productos a instalarse en cada caso, la cantidad recomendada de cada producto y la forma en que aplicarán los mismos. Se requieren sistemas específicos para las características y configuración de cada sello.

4.1.5.4 Requisitos del contratista o instalador

El contratista o instalador encargado de ejecutar las obras de sellado contra fuego deberá cumplir los siguientes requisitos:

Contar con un respaldo escrito por parte del proveedor de los materiales de protección contra fuego usados, en el que se certifique la idoneidad del contratista para este tipo de obra.

4.1.5.5 Requisitos en la entrega y almacenaje de los productos

Los productos de protección contra fuego a utilizarse deberán ser despachados a obra en sus envases originales y debidamente identificados.

El programa de entrega de productos en obra deberá ser coordinado con anticipación.

El contratista deberá verificar que en obra existan las condiciones de almacenamiento recomendadas por el fabricante de los productos de protección contra fuego a usarse, de manera que estos no se dañen, ensucien, ni sometan a condiciones inapropiadas.

4.1.5.6 Requisitos generales

Los sistemas instalados deberán cumplir además con las siguientes características:

Ser suficientemente estables de modo que no se requieran cuidados especiales para garantizar su conservación durante la vida útil de la estructura.

Ser estéticamente limpios de modo que cualquier alteración que puedan sufrir durante la vida útil de la estructura sea fácilmente detectable.

Se recomienda el uso de sistemas resistentes a daños mecánicos accidentales como golpes, pisadas, etc.

Todos los sistemas de sellado contra fuego recomendados deberán además constituir sellos contra humo frío.

Los sistemas propuestos deberán garantizar a lo menos una clasificación de resistencia al fuego de 2 horas salvo casos explícitamente autorizados. Esta condición deberá ser respaldada mediante la clasificación que corresponda a los sistemas propuestos de acuerdo al ensayo ASTM 814-e.

Se deberá capacitar en la instalación y mantención de los productos/sistemas instalados a al menos dos personas designadas por el mandante.

4.1.6 Prevención de Riesgos de Incendio en Canalizaciones

4.1.6.1 Introducción

El alcance de estas instrucciones es el de minimizar el riesgo de incendio en cables y sus medios de canalización, mediante consideraciones de diseño y/o selección de materiales.

Los peligros intrínsecos asociados con cables, bandejas porta cables, y conductos incluyen el sobrecalentamiento, arcos, corrosión, micro descargas, descargas parciales, destrucción de cualquier clase de aislación, vibración, esfuerzos térmicos y movimientos.

Los peligros extrínsecos incluyen depósitos o sobrecalentamiento por actividades o equipamiento cercano, daño mecánico, gases ácidos, radiación.

4.1.6.2 Conductos

Los conductos usados para pasar cables a través de las paredes, cielo, lozas, etc., deben ser colocados con un material que iguale o exceda el valor original de resistencia al fuego de la barrera original.

Las bandejas porta cables o conductos no metálicos deben consistir de un material resistente a la llama y libre de halógeno.

4.1.6.3 Bandejas porta cables

Las bandejas porta cables deberán tener la ingeniería y la instalación apropiada y de acuerdo a la descripción técnica del proveedor de tal manera que se evite una falla mecánica.

La carga mecánica admisible por unidad de largo de las bandejas porta cables debe ser respetada.

4.1.6.4 Accesos

El acceso a las bandejas porta cables debe mantenerse libre en todo tiempo, en particular los accesos a los puntos de conexión para la mantención. Debe mantenerse a lo menos, un espacio libre vertical de 300 mm y uno horizontal de 450 mm.

Se prohíbe caminar sobre las bandejas porta cables. Debe colocarse letreros con esta advertencia en lugares estratégicos y donde la bandeja porta cables pueda confundirse con un paso e acceso o donde las bandejas portan cables puedan obstruir el acceso a otros equipos.

4.1.6.5 Tierra

Las bandejas porta cables metálicas, conductos o encerramientos que contengan equipo eléctrico deberán estar conectados a tierra de tal manera que puedan manejar la corriente máxima a tierra. Las secciones metálicas de las bandejas porta cables deberán interconectarse eléctricamente por cintas trenzadas de puesta a tierra diseñadas para soportar la corriente máxima a tierra.

4.1.6.6 Abuso de bandejas porta cables

No debe colocarse ningún tipo de equipamiento sobre las bandejas. Las bandejas no deben utilizarse como sitio de almacenamiento. Los cables sin uso determinado deben ser retirados. Sólo puede estar presente en la bandeja porta cables los cables y sus amarras.

4.1.6.7 Limpieza

La limpieza de las bandejas porta cables es un pre requisito para la prevención de incendios. Cualquier depósito de escombros o basura resultante de terminación de trabajos deberá ser removido como si fuera a pintarse, en particular las partículas metálicas y de gomas combustibles.

4.1.7 Cables y conectores

4.1.7.1 Información del fabricante

La información entregada por el fabricante respecto al uso, manejo e instalación de los cables debe seguirse estrictamente.

Debe limitarse la fuerza vertical que una sección vertical de cable impone sobre los conductores, esta fuerza debe mantenerse dentro de los límites especificados en los conectores.

El largo máximo colgante libre de un cable no debe exceder del largo dado por el fabricante.

Deberá respetarse el radio de curvatura mínimo definido para cada tipo de cable.

4.1.7.2 Amarras

Los cables deben amarrarse a la bandeja porta cables. Debe prevenirse el daño a los cables durante la instalación y amarre de los mismos. Se sugiere el uso de herramientas de amarre apropiadas. Las amarras deben ser de material resistente al fuego.

4.1.7.3 Conexión de cables en terminales de circuitos impresos

Debe prestarse una atención particular a los cables conectados directamente a los terminales de circuitos impresos.

Los circuitos impresos no se pueden doblar ni retirarse de su posición establecida por fuerzas mecánicas originadas en los cables.

4.1.7.4 Cables sin uso

Se recomienda que todos los cables sin uso sean removidos de los conductos y/o bandejas porta cables. Si los cables sin uso permanecen en la bandeja porta cables, todos los conductores y sus pantallas deben ser cortocircuitadas y conectadas a tierra en ambos extremos.

4.1.7.5 Conectores y conexiones de alta corriente

Los conectores de alta corriente no deben presentar corrosión o estar dañados mecánicamente. Los conectores del tipo inserción deben estar completamente insertados antes de aplicar energía. Los conectores deben estar codificados mecánicamente para prevenir una inserción inversa o falsa. El sistema de potencia debe estar enclavado para cortocircuitar cuando se remueve total o parcialmente los conectores de alta corriente.

Los conectores apornados deben ser apretados con el torque correcto requerido por la presión de contacto necesaria.

Se prohíbe apornar cables a terminales soldados.

Los conductores de monitoreo de voltaje deberán tener fusibles o ser conectados vía resistencia limitadora de corriente.

4.1.8 Ruteo y geometría

4.1.8.1 Re-ruteos

Los re-ruteos o adición de cables en las bandejas porta cables, o partes de ella, conductos ya ocupados por cables eléctricos de diferentes clases pueden violar una filosofía de segregación existente y por lo tanto colocar en peligro las medidas de prevención de incendio. Cualquier tipo de tales re-ruteos o adición de cables deberá estar sometida a una evaluación de riesgos.

4.1.8.2 Ruteos e interferencias

El ruteo de cables deberá ejecutarse de tal forma que minimice o cancele la exposición a campos magnéticos que sugieren retornos de potencia en la misma bandeja o configuraciones de pares torcidos. Las fuerzas magnéticas debidas a campos magnéticos ambientales y debidos a posibles corrientes de falla deben ser tomadas en cuenta. Tales prácticas también minimizarán la interferencia electromagnética.

4.1.8.3 Segregaciones existentes

La instalación de nuevos cables debe respetar cualquier filosofía de segregación existente.

4.1.8.4 Adición de nuevos cables

Debe colocarse extremo cuidado cuando se adiciona cables nuevos u otros servicios a una bandeja porta cables existentes para asegurar que los cables ya instalados no son aplastados, raspados o de otro modo dañados.

4.1.9 Vecindad

4.1.9.1 Condensación de agua

Las bandejas porta cables no deben ser colocadas bajo fuentes de condensación de agua.

4.1.9.2 Servicios peligrosos

Las bandejas porta cables no deben interferir o sufrir interferencias de otras bandejas en su vecindad o de cañerías para conducción de aire caliente, agua, humos, gases calientes o ductos de calefacción.

Las líneas de gases o cualquier otra cañería no pueden ser instaladas sobre la bandeja de cables. Los cables eléctricos deben ser ruteados a lo menos 500 mm de cualquier cañería que transporte gases inflamables.

4.1.9.3 A prueba de fuego

Se recomienda el uso de cintas a prueba de fuego para los cables, envolturas, recubrimientos y otros medios de prevenir la alimentación de oxígeno a las bandejas porta cables siempre que la refrigeración del cable permanezca adecuada.

4.2 REQUERIMIENTOS DE PROTECCIÓN MÍNIMOS

Los requerimientos mínimos de protección contra incendio en instalaciones eléctricas se resumen en Tabla Nº 1 adjunta. **Requerimientos de protección contra incendio en instalaciones eléctricas.**

Tabla Nº 1 - Requerimientos de protección contra incendio en instalaciones eléctricas

Requerimientos comunes instalaciones en superficie/subterránea						Instalaciones de superficie			Instalaciones subterráneas		
Ítem	Tipo de instalación o recinto	Sistema de detección	Sistema de alarmas		Sistema de extinción portátil	Sistemas de extinción de incendio fijo					
			Local	Remoto		Manual	Remoto	Automático	Manual	Remoto	Automático
A	Salas de equipamiento eléctrico	x	x	x	x	Análisis de riesgo de incendio y aplicación de NCC N° 24			Análisis de riesgo de incendio y aplicación de NCC N° 24		
B	Sala, celda o bóveda de transformadores										
	a) Transformador seco interior, mayor de 500 kVA	x	x	x	x						
	b) Transformador con punto de fuego mayor a 300°C	x	x	x	x						
	c) Transformador con punto de fuego menor a 300°C	x	x	x	x						
	d) Transformador en aceite	x	x	x	x				Uso prohibido		
C	Sala de control atendida de subestaciones o procesos	x	x	x	x	x ⁽¹⁾	x ⁽¹⁾	x ⁽¹⁾	x ⁽¹⁾	x ⁽¹⁾	x ⁽¹⁾
D	Sala de control no atendida	x	x	x	x	x ⁽¹⁾⁽³⁾	x ⁽¹⁾⁽³⁾	x ⁽¹⁾⁽³⁾	x ⁽¹⁾⁽³⁾	x ⁽¹⁾⁽³⁾	x ⁽¹⁾⁽³⁾
E	Sala de baterías	Opcional detección hidrógeno			x	No requiere			No requiere		
F	Sala de computación o interfase de procesos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
G	Centrales telefónicas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
H	Subestaciones a la intemperie	x	x	x	x	Análisis de riesgo de incendio y aplicación de NCC N° 24			No aplicable		
I	Túnel de cables	x	x	x	x				Análisis de riesgo de incendio y aplicación de NCC N° 24		

- Notas:
1. Sistema fijo automático solo en áreas o sectores inaccesibles a los operadores
 2. No aplicable para subestaciones aéreas
 3. Se requiere análisis de riesgo de incendio para lugares accesibles a los operadores

4.3 CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO DE INCENDIO

El análisis de riesgo debe contener a lo menos la siguiente información:

- a) Descripción de la situación actual
- b) Descripción de las medidas de protección pasiva sugerida
- c) Descripción de las medidas de protección activa sugerida
- d) Evaluación de nivel de riesgo actual
- e) Re-evaluación de riesgo considerando medidas de protección pasiva
- f) Re-evaluación de riesgo considerando medidas de protección activa
- g) Conclusiones y recomendaciones finales

4.4 ORDEN DE PREFERENCIA EN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Los sistemas de protección contra incendio (SPCI) de recintos con instalaciones eléctricas y electrónicas deberán desarrollarse preferencialmente en el siguiente orden:

- a) Sistemas de extinción portátiles y protección pasiva
- b) Sistemas de detección automática y protección pasiva
- c) Sistemas de extinción fijos, respaldados por los estudio (a lo menos 2 por métodos diferentes) de análisis de riesgos de incendio. Luego aplicar evaluación por Norma Corporativa NCC Nº 24.

Las salas que contienen en su SPCI agentes de extinción que pudieran afectar la seguridad de las personas, deberán tener en todos sus accesos leyendas o letreros indicadores de advertencia de este riesgo. El accionamiento local del sistema se instalará en el exterior de la sala.

Los depósitos contenedores del agente extintor, cilindros de gas, se ubicarán en un lugar donde se garantice su operación sin que sean afectados por calor directo, radiante o de convección del incendio.

4.5 INSTALACIONES EXISTENTES

Aunque la presente norma no tiene efecto retroactivo, podrá ser aplicada a salas y/o recintos eléctricos antiguos a los cuales después de un análisis de riesgos, en beneficio de la seguridad de las personas, protección de instalaciones y equipos y garantizar continuidad de marcha de los procesos que se operan, se le quiera dar la condición de protegida contra incendios.

El análisis de riesgos será ejecutado por un equipo multidisciplinario asesorado por un especialista en Control de Riesgos.

4.6 DETECCIÓN Y ALARMA

- a) El sistema de alarmas y las adiciones a tales sistemas deberán ser diseñados de acuerdo a los requerimientos programados, las últimas Normas de la NFPA, NEC, NESC, y esta guía. Todos los equipos deberán ser listados por UL.
- b) Los paneles de control de alarmas deberán ser conectados en 125 VDC desde un circuito dedicado del sistema de emergencia. El panel de control de alarmas deberá incluir respaldo suficiente en caso de falla del sistema de emergencia.

- c) En recintos eléctricos no atendidos el panel de control de alarmas se instalará en la parte exterior del acceso a dichos recintos.
- d) La alarma visual de incendio (estroboscópica) y audible (sirena y/o parlante) deberá estar conectada a circuitos separados. La señal visual deberá permanecer activa hasta que el sistema sea reseteado.
- e) Los niveles de señales audibles y visuales no deberían ser confundidos con otros sistemas.
- f) Los parlantes, si se usan, deberían estar ajustados en un tap de rango medio y suministrar un nivel de sonido de 90 db a 3 metros (10 pies)
- g) Todos los paneles de control de alarmas deberán incluir los módulos de verificación de alarmas aprobados por UL para los circuitos de detectores de humo. Otros dispositivos iniciadores deberán reportar alarmas dentro de los 4 segundos a partir de su activación, independientemente del tamaño del sistema.
- h) Los detectores de humo, detectores de calor y estaciones de jalado manual (manual pull station) deberán estar instaladas en un mismo circuito, siempre que el panel esté habilitado para diferenciar entre una alarma desde un detector de humo y alarmas desde otros dispositivos.
- i) El alambrado de los circuitos de alarmas deberá canalizarse en conducto rígido de 3/4". El sistema de conductos de alarmas será de dedicación exclusiva.
- j) La parte operable de las estaciones de alarma manual deberán ser instaladas a no menos de 1067mm (42") y no más de 1372mm (54") sobre nivel de piso terminado.
- k) Si se instala detectores de humo en un ducto de ventilación, el detector deberá tener un switch de prueba, y si este detector está ubicado en un sitio difícil de alcanzar, deberá montarse remotamente.
- l) Los circuitos de alarma audible/visual y otros iniciadores tendrá una capacidad desocupada del 25%.
- m) Si se usa circuitos de voz en el sistema de alarmas, este deberá tener una potencia (watt) desocupada del 50%, y un amplificador spare para reemplazar automáticamente cualquier amplificador activo fallado.
- n) Se recomienda explorar la difusión de alarmas por el circuito cerrado de radiocomunicación de la Mina.
- o) Todos los sistemas de alarmas de incendio se integraran a los sistemas SCADA.
- p) Las alarmas remotas se direccionarán a recintos con atención permanente.
- q) Tipos y ubicación de alarmas:
 - Visual y sonora al interior de la sala y/o recinto eléctrico
 - Visual y sonora al exterior de la sala y/o recinto eléctrico
 - Visual o sonora en aquellos lugares que sea pertinente advertir la emergencia para el acondicionamiento del proceso, para evacuación de las personas y acciones de control de la emergencia

Otras operaciones relacionadas con el control del incendio deberán estar incorporadas en el programa del panel central de control tales como, desactivar otros equipos, desactivar el aire acondicionado, cierre de puertas corta fuego, poner en alerta a bomberos o brigadas internas, presurizar cajas de escala, activar la fase extinción, cerrar dampers de ventilación, etc.

En el acceso de salas no atendidas y/o críticas para el proceso, se recomienda instalar un sistema de cámaras de televisión para verificar el sistema de detección de alarmas.

4.7 INSPECCIÓN Y MANTENCIÓN DEL SISTEMA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Junto con la recepción satisfactoria de un SPCI de una sala y/o recinto eléctrico, se deberá establecer un programa de mantención de operación del sistema. Este programa deberá considerar como referencia las Normas NFPA Nº 10, 12, 13, 15, 17, 25, 76, 750 y 2001 y recomendaciones indicadas por fabricantes y/o proveedores.

Una vez al año, a lo menos, se deberá efectuar un simulacro de la emergencia para evaluar el grado de preparación del personal para atender la contingencia. Dentro de los treinta días siguientes al simulacro se deberán implementar todas las correcciones que sean pertinentes para la eficiencia.

Cada vez que el sistema actúe deberá ser objeto de una revisión para garantizar su funcionamiento correcto y deberá ser recargado por personal especializado.

Todas las actividades que se realicen en el SPCI deberán quedar registradas en la carpeta de vida del sistema. Carpeta que se deberá mantener en lugar definido dentro de la sala para consulta permanente de los administradores del proceso, de los mantenedores y del personal de operación que se ubica en la sala de control.

Cada vez que el SPCI está siendo intervenido, por cualquier circunstancia, deberá ponerse en advertencia de esta situación al personal de operadores, a los servicios de emergencia y deberá proveerse a la sala con los extintores portátiles que sea pertinente para poder controlar toda emergencia de incendio que pudiera presentarse.

Una vez al año deberán revisarse los programas de mantención para verificar eficacia e introducir las correcciones necesarias para la optimización de los SPCI.

Los sistemas de señalización, comunicación y control de los SPCI, serán objeto de un programa de mantención preventiva.

4.8 CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Los equipos, componentes, materiales y agentes extintores que se utilicen en los SPCI, deberán ser listados y aprobados por organismos internacionales reconocidos, como por ejemplo UL (Underwriters Laboratories) o FM (Factory Mutual Engineering Association).

Para la certificación del montaje e instalación del sistema de protección contra incendio, se recomienda seguir las recomendaciones de la Norma Argentina IRAM 3501 (Certificación de instalaciones contra incendios).

4.9 PLANES DE EMERGENCIA Y PROCEDIMIENTOS

Los planes de emergencia deberán contar a lo menos con los siguientes procedimientos:

- Como actuar en caso de emergencia
- Como abortar una falsa alarma
- Como interpretar las señales que da el Panel Central
- Como hacer la mantención del SPCI

- Como habilitar el Sistema después de haber actuado en una emergencia
- Como efectuar las pruebas de operatividad del SPCI
- Del manejo de la Carpeta de vida del SPCI
- Otro procedimiento que sea necesario implementar para la eficacia de la operación del SPCI

Los procedimientos de los SPCI de las salas y/o recintos eléctricos deberán ser revisados y actualizados si es necesario una vez al año, o cuando sea revisada la Norma NFPA que corresponda al sistema de extinción usado.

Los procedimientos que deban atenderse durante la vida útil de un SPCI de una sala se mantendrán en un lugar determinado y accesible a todo el personal que de una u otra forma participa de la operación de la Sala, de la mantención de los equipos, instalaciones o del SPCI mismo.

4.10 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

4.10.1 General

Los diseños y aplicaciones de protección contra incendio deben ejecutarse de acuerdo a los requerimientos de las siguientes Normas y las normas en ellas referenciadas:

NFPA-10	Standard Portable Fire Extinguishers
NFPA-12	Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems
NFPA-13	Standard on Installation of Sprinkler Systems
NFPA-15	Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection
NFPA-17	Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems
NFPA-25	Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección Contra Incendio
NFPA-75	Standard for Protection of Electronic Computer/Data Processing Equipment
NFPA-76	Norma de Protección contra Incendio en Instalaciones Telecomunicaciones
NFPA-750	Standard on Water Mist Fire Protection Systems
NFPA-850	Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plant
NFPA-851	Recommended Practice for Fire Protection for Hydroelectric Generating Plant
NFPA-2001	Clean Agent Fire Extinguishing Systems

Los requerimientos mínimos obligatorios, para las instalaciones eléctricas de las Instalaciones Eléctricas al interior de la Mina Subterránea, son los que se indican en Tabla N° 1 (Punto 4.2 de esta Sección).

4.10.2 Sistemas manuales portátiles

Deberá suministrarse uno o más aparato extintor de fuego, en cada sala de equipamiento eléctrico o celda de transformadores.

El aparato extintor de fuego indicado en la cláusula anterior, deberá ser:

- a) Aprobado para uso en fuegos eléctricos
- b) Dimensionado para el tamaño y tipo de equipo involucrado
- c) Ubicado en una salida del área
- d) Mantenido en condición de uso inmediato

4.11 SISTEMAS FIJOS DE EXTINCIÓN

4.11.1 General

Los sistemas fijos de extinción de incendio deberán identificarse, seleccionarse e instalarse, basándose en un análisis de riesgo de incendio, y de acuerdo a lo indicado en la Tabla N°1 (Punto 4.2 de esta sección).

Los sistemas fijos de extinción de incendio pueden ser de aplicación local o de inundación total.

Los sistemas fijos de extinción de incendio deberán ser diseñados, instalados, inspeccionados, probados y mantenidos de acuerdo a la Norma NFPA que corresponda al agente extintor o tipo de sistema usado.

Para las instalaciones y/o equipos que se instalan en una Mina Subterránea, las alternativas y/o recomendaciones para sistemas fijos de extinción de incendio, serían las siguientes:

4.11.2 Pisos falsos

Pisos elevados de salas eléctricas, salas de control, salas de computación o telecomunicaciones, que contengan cables, o para áreas o encerramientos que contienen equipamiento de alto valor o críticos para la continuidad operacional del negocio, deberán protegerse con sistemas gaseosos de agentes limpios (Norma NFPA-2001), no halogenados; se prohíbe el uso de CO₂

4.11.3 Transformadores

Transformadores de poder o distribución en subestaciones principales, deberían ser protegidos con sistemas automáticos de agua (Norma NFPA 13) o neblina atomizada (Norma NFPA 750).

Los transformadores en recintos no atendidos pueden ser protegidos con sistemas gaseosos de agentes limpios (Norma NFPA-2001) por inundación total.

4.11.4 Generadores de emergencia

Los generadores de emergencia al interior de una mina subterránea, debería ser protegido contra incendio por sprinkler automáticos, neblina atomizada, sprinkler de agua-espuma, o sistema de tipo gaseoso. Si se ocupa sprinkler, la densidad de diseño debería ser de 0.17 lt/seg-m² sobre el área considerada.

4.11.5 Salas de bombeo y/o calefacción de petróleo

Estas salas, si incluyen equipo eléctrico anexo, deberían protegerse con sprinkler automáticos, neblina atomizada, sprinkler agua-espuma o sistemas gaseosos limpios de inundación total.

La aplicación local de sistemas de polvo químico puede usarse sólo en áreas donde normalmente no existan fuentes de reignición, tales como líneas de vapor o superficies calientes de quemadores

4.11.6 Sistemas de lubricación

Los sistemas de lubricación de aceite de máquinas rotatorias deberían ser protegidos por: Sistema de sprinklers automático con red húmeda a una densidad de diseño de 0.17 lt/seg-m² para el área completa de riesgo, o, por un sistema de sprinklers automático agua-espuma a una densidad de diseño de 0.11 lt/seg-m², o un sistema gaseoso de agente limpio de inundación local o total. En este caso deberá evaluarse previamente las condiciones de seguridad.

La protección de los sistemas de lubricación deberán incluir los estanques de reserva o acumuladores, bombas y todas las cañerías de conducción, especialmente donde existan uniones y debajo de cualquier área donde pueda fluir y acumularse el aceite.

4.11.7 Equipos contenidos en encerramientos

Los equipos contenidos en gabinetes, tales como sistemas de excitación switchgear, variadores de velocidad, transformadores de medida, transformadores de aterrizamiento y/u otro tipo de equipo crítico para la continuidad del negocio, y para los cuales el análisis de riesgo de incendio determine que debe estar protegido, se deberían proteger con sistema gaseoso de agentes limpios de inundación total.

Los encerramientos donde se usen estos sistemas deberían construirse y disponerse para una fuga mínima del agente extintor mediante uso de cierre automático de puertas, dampers de ventilación, otro tipo de aberturas – que deberían estar selladas - y desenergización automática de ventiladores.

4.11.8 Bandejas porta cables

4.11.8.1 General

Las bandejas porta cables deben colocarse en ubicaciones con la menor exposición al fuego y protegerse contra incendio mediante elementos o sistemas pasivos, en áreas con riesgo de incendio.

4.11.8.2 Pantallas de Protección

En áreas de proceso con riesgo de incendio y/o explosiones y/o proyecciones de metal fundido, las bandejas deben ser protegidas con pantallas contra incendio y sistemas de agua atomizada.

Las pantallas contra incendio deben instalarse en la parte inferior de la bandeja para deflectar el calor o llamas de un incendio.

El espesor de la pantalla metálica debe ser mínimo de calibre 24 y de acero corrugado, extenderse 102 a 153 mm en ambos costados de la bandeja y tener un espacio mínimo de 38 mm entre la pantalla y el fondo de la bandeja.

4.11.8.3 Sistema Agua Atomizada

Donde existan sistemas de agua atomizada, las boquillas atomizadoras deben ubicarse sobre las bandejas en áreas con riesgo de incendio.

Este sistema de agua atomizada debe ser del tipo seco, activado manualmente en estaciones de la línea de proceso o automáticamente mediante detectores de humo, llama y/o temperatura o una combinación de ellos.

La especificación, diseño, construcción y pruebas de los sistemas de protección con agua atomizada, deberá ejecutarse de acuerdo a Norma NFPA-15 Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection".

No se recomienda el uso de sistemas de CO₂ o agentes limpios, como sistemas de protección contra incendio para bandejas de cable. No obstante, si estos existen o es necesario instalarlos, deberán tener de respaldo un sistema de agua atomizada.

5. SISTEMAS DE DETECCIÓN

El sistema de detección deberá cumplir los requerimientos de las Normas NFPA 72E "Standard on Automatic Fire Detectors".

Si se usa como sistema detector un detector de temperatura fijo del tipo lineal, éste deberá montarse en forma sinusoidal sobre la bandeja.

Los detectores alternativos son los de humo del tipo fotoeléctrico, ionizante o una combinación de ambos.

Los sistemas detectores deberán conectarse en zona cruzada para evitar falsas alarmas.

6. ANEXOS

1. Cintas contra arco y fuego
2. Ejemplos de análisis de riesgo incendio
3. Título III DS Nº 594, De la prevención y protección contra incendio
4. Listado de sustitutos del Halon 1301
5. Uso de sprinklers en salas de control eléctricas

ANEXO 1

CINTAS CONTRA ARCO Y FUEGO

Las cintas contra arco y fuego es un método de protección pasiva contra incendio. Este tipo de cinta debería ser colocado en todos los puntos considerados como expuestos. Se considera que un punto de conexión y/o derivación está expuesto cuando se encuentra dentro de una distancia de 457 mm (18"), tanto vertical como horizontalmente, del eje de una barra. Los cables y terminaciones de cables se consideran expuestas si no están separadas a menos de 457 mm (18").

Tabla para cálculo de cobertura de la cinta

Diámetro exterior del cable, en pulgadas	Ancho de la cinta, en pulgadas	Cantidad de rollos de 20 pies requeridos para cubrir 100 pies de cable en capas de medio traslapo
1	1 1/2	21
1 1/4	1 1/2	27
1 1/2	1 1/2	32
1 3/4	3	19
2	3	20
2 1/4	3	24
2 1/2	3	27
2 3/4	3	29
3	3	32
3 1/2	3	37
4	3	42
4 1/2	3	48

Use esta fórmula para determinar la cantidad de rollos requeridos para cubrir cables con un medio traslapo:

$$(C \times LC) / (LT \times W) = \text{Número de rollos requeridos.}$$

Donde: C = perímetro del cable, LC = longitud del cable en pulgadas, W = mitad del ancho de la cinta en pulgadas, LT = Largo de la cinta en pulgadas.

ANEXO 2

EJEMPLOS DE ANÁLISIS DE INCENDIO

ANÁLISIS DE RIESGO DE INCENDIO EN EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO, Proyecto Esmeralda, División El Teniente (Basado en metodología empleada por WESTFIRE SUDAMÉRICA LTDA.)

FÓRMULAS Y CRITERIOS PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS

El siguiente método, para la evaluación cuantitativa del riesgo de incendio en instalaciones industriales, contiene las evaluaciones y unidades básicas.

El análisis está desarrollado por corta fuego. El cortafuego, calificado como el más peligroso, define las medidas de control y protección contra incendio en toda la instalación.

Fórmula:	R (Valor Riesgo Incendio)	PA (Producto de los peligros potenciales)
		M (Producto de las medidas aplicadas)

NIVELES DE CLASIFICACIÓN DE RIESGOS

Las siguientes tablas muestran los distintos criterios involucrados en la evaluación de los riesgos de un recinto y que permiten calcular el valor de los términos de la fórmula anteriormente expuesta, tanto para **R**, como para **PA** y **M**.

Resultado R	0,5 - 1,2	1,21 - 1,4	1,41 - 2,0	2,01 - 3,0	3,01 - 5,0	5,01 - 10,0
Nivel de Riesgo	No Crítico	Normal	Elevada	Alta	Crítico	Super Crítico

VALORES PARA CALCULAR PA

Qm = Carga de Fuego Móvil. Criterio Q					
Qm [MJ/m ²]	Q	Qm [MJ/m ²]	Q	Qm [MJ/m ²]	Q
Hasta 50	0,6	401 - 600	1,3	5001 - 7000	2,0
51 - 75	0,7	601 - 800	1,4	7001 - 10000	2,1
76 - 100	0,8	801 - 1200	1,5	10001 - 14000	2,2
101 - 150	0,9	1201 - 1700	1,6	14001 - 20000	2,3
151 - 200	1,0	1701 - 2500	1,7	20001 - 28000	2,4
201 - 300	1,1	2501 - 3500	1,8	Más de 28000	2,5
301 - 400	1,2	3501 - 5000	1,9		

C – Inflamabilidad	Grado de Peligro	C
Muy Alto Inflamable	Fe 1	1,6
Alto Inflamable	Fe 2	1,4
Medio Inflamable	Fe 3	1,2
Normal Inflamable	Fe 4	1,0
Bajo Inflamable	Fe 5	1,0
No Inflamable	Fe 6	1,0

R1 – Peligro de Humo	
Normal	1,0
Elevado	1,1
Alto	1,2

K – Peligro Corrosión	
Normal	1,0
Elevado	1,1
Alto	1,2

A – Factor de la Probabilidad	
Poco	0,85
Normal	1,00
Elevado	1,20
Alto	1,45
Muy Alto	1,80

VALORES PARA CALCULAR M

M1	Extintores Manuales
Suficiente Extintores en el Recinto	1,00
Insuficiente Extintores en el Recinto	0,9

M2	Carretes de Ataque Rápido
Suficiente Carretes en el Recinto	1,00
Insuficiente Carretes en el Recinto	0,80

M3	Reserva de Agua
Suficiente reserve de Agua en el Recinto	1,00
Insuficiente Reserve de Agua en el Recinto	0,90

M4	Personal Capacitado
Suficiente Personal Capacitada	1,00
Insuficiente Personal Capacitada	0,80

M5 Sistemas de detección de humo y temperatura	
Sistema de Detección funcionando con Contrato de mantención vigente	1,45
Sistema de Detección funcionando sin Contrato de mantención vigente	1,20
Servicio de Guardias	1,10
Rondas mas que cada 3 horas	1,05
No hay Servicio de Guardias	1,00

M6 Sistemas de extinción	
Sistema de Extinción Focalizada en Gabinetes (Células de Incendio)	2,00
Sistema de Extinción Inundación Total Salas Cerradas	1,70
Sistema de Extinción Inundación Total Salas No Cerradas	1,35
No Hay Sistema de Extinción	1,00

M7 Sistema de extracción de humo y temperatura	
Sistemas Existen y Funcionan	1,20
Sistemas no Existen	1,00

**CRITERIOS PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SUB ESTACIONES ELÉCTRICAS
(EJEMPLO DE VALORES PARA UNA SITUACIÓN ACTUAL)**

PA			
Símbolo	Descripción	Valor	Factor
Q	Carga de Fuego	600 MJ/m ²	1,3
C	Inflamabilidad	5	1,0
R	Peligro de Humo	Alta	1,2
K	Peligro de Corrosión	Alta	1,2
A	Factor de Probabilidad	Baja	0,85

M		
Símbolo	Descripción	Factor
M1	Extintores Manuales	0,9
M2	Carretes de ataque rápido	0,8
M3	Reserva de agua	0,9
M4	Personal Capacitado	1,0
M5	Detección de humo y temperatura	1,1
M6	Sistema de extinción de incendio	1,0
M7	Sistema de extracción de humo y calor	1,0

RESULTADO

$$R \text{ (Valor Riesgo Incendio)} = \frac{PA \text{ (1,3x1, 0x1, 2x1, 2x0, 85=1,59)}}{M \text{ (0,9x0, 8x0, 9x1, 0x1, 1x1, 0x1, 0=0,713)}}$$

$$R = \frac{1,59}{0,713} = 2,23 \text{ (Riesgo Alto)}$$

**CRITERIOS PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SUB ESTACIONES ELÉCTRICAS
(VALORES PARA MEDIDAS SUGERIDAS EN EJEMPLO ANTERIOR)**

PA			
Símbolo	Descripción	Valor	Factor
Q	Carga de Fuego	600 MJ/m ²	1,3
C	Inflamabilidad	5	1,0
R	Peligro de Humo	Alta	1,2
K	Peligro de Corrosión	Alta	1,2
A	Factor de Probabilidad	Baja	0,85

M		
Símbolo	Descripción	Factor
M1	Extintores Manuales	0,9
M2	Carretes de ataque rápido	0,8
M3	Reserva de agua	0,9
M4	Personal Capacitado	1,0
M5	Detección de humo y temperatura	1,45
M6	Sistema de extinción de incendio	2,0
M7	Sistema de extracción de humo y calor	1,0

RESULTADO CON MEDIDAS CORRECTIVAS

$$R \text{ (Valor Riesgo Incendio)} = \frac{PA (1,3 \times 1,0 \times 1,2 \times 2,0 \times 0,85 = 1,59)}{M (0,9 \times 0,8 \times 0,9 \times 1,0 \times 1,45 \times 2,0 \times 1,0 = 1,879)}$$

$$R = \frac{1,59}{1,879} = 0,85 \text{ (No Crítico)}$$

NOTA:

- Con el cambio de valores a los parámetros M5 y M6, se ha logrado bajar el riesgo de un valor 2,23 (Riesgo alto) a un valor de 0,85 (No crítico)

ANEXO 3

DECRETO SUPREMO Nº 594, TÍTULO III, DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES; PÁRRAFO III, DE LA PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

CONTENIDO

1. General
2. Requerimiento de extintores
3. Ubicación de extintores
4. Entrenamiento
5. Protección física
6. Clasificación de tipos de fuego
7. Revisión, control y mantenimiento
8. Lugares con almacenamiento de combustibles

Nota: Los textos en cursiva no forman parte del texto original del DS Nº 594.

1. **GENERAL**

Artículo 44: En todo lugar de trabajo deberán implementarse las medidas necesarias para la prevención de incendios con el fin de disminuir la posibilidad de inicio de un fuego, controlando las cargas combustibles y las fuentes de calor e inspeccionando las instalaciones a través de un programa preestablecido.

El control de los productos combustibles deberá incluir medidas tales como programas de orden y limpieza y racionalización de la cantidad de materiales combustibles, tanto almacenados como en proceso.

El control de las fuentes de calor deberá adoptarse en todos aquellos lugares o procesos donde se cuente con equipos e instalaciones eléctricas, maquinarias que puedan originar fricción, chispas mecánicas o de combustión y/o superficies calientes, cuidando que su diseño, ubicación, estado, y condiciones de operación, esté de acuerdo a la reglamentación vigente sobre la materia.

En áreas donde exista una gran cantidad de productos combustibles o donde se almacenen, trasvasijen o procesen sustancias inflamables o de fácil combustión, deberá establecerse una estricta prohibición de fumar y encender fuegos, debiendo existir procedimientos específicos de seguridad para la realización de labores de soldadura, corte de metales o similares.

2. **REQUERIMIENTO DE EXTINTORES**

Artículo 45: Todo lugar de trabajo en que exista algún riesgo de incendio, ya sea por la estructura del edificio o por la naturaleza del trabajo que se realiza, deberá contar con extintores de incendio, del tipo adecuado a los materiales combustibles o inflamables que en él existan o se manipulen.

El número total de extintores dependerá de la superficie a proteger de acuerdo a lo señalado en el Artículo 46.

Los extintores deberán cumplir con los requisitos y características que establece el Decreto Supremo N° 369, de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y reconstrucción, o el que lo reemplace, y en lo previsto por éste por las normas chilenas oficiales. Además, deberán estar certificados por un laboratorio acreditado de acuerdo a lo estipulado en dicho reglamento.

Artículo 46: El potencial de extinción mínimo por superficie de cubrimiento y distancia de traslado será el indicado en la siguiente tabla:

Superficie de cubrimiento máxima por extintor (m ²)	Potencial de extinción mínimo	Distancia máxima de traslado del extintor (m)
150	4A	9
225	6A	11
375	10A	13
420	20A	15

El número mínimo de extintores deberá determinarse dividiendo la superficie a proteger por la superficie de cubrimiento máxima del extintor indicado en la tabla precedente y aproximando el valor resultante al entero superior. Este número de extintores deberá distribuirse en la superficie a proteger de modo tal que desde cualquier punto, el recorrido hasta el equipo más cercano no supere la distancia máxima de traslado correspondiente.

Podrán utilizarse extintores de menor capacidad que los señalados en la tabla precedente, pero en cantidad tal que su contenido alcance el potencial mínimo exigido, de acuerdo a la correspondiente superficie de cubrimiento máxima del extintor.

En caso de existir riesgos de fuego clase B, el potencial mínimo exigido para cada extintor será 10B, con excepción de aquellas zonas de almacenamiento de combustible en las que el potencial mínimo exigido será 40B.

3. UBICACIÓN DE EXTINTORES

Artículo 47: Los extintores se ubicarán en sitios de fácil acceso y clara identificación, libres de cualquier obstáculo, y estarán en condiciones de funcionamiento máximo. Se colocarán a una altura máxima de 1,30 metros desde el suelo hasta la base del extintor y estarán debidamente señalizados.

4. ENTRENAMIENTO

Artículo 48: Todo el personal que se desempeña en un lugar de trabajo deberá ser instruido y estrenado sobre la manera de usar los extintores en caso de emergencia.

5. PROTECCIÓN FÍSICA

Artículo 49: Los extintores que precisen estar situados a la intemperie deberán colocarse en un nicho o gabinete que permita su retiro expedito, y podrá tener una puerta de vidrio simple, fácil de romper en caso de emergencia.

6. CLASIFICACIÓN DE TIPO DE FUEGO

Artículo 50: De acuerdo al tipo de fuego podrán considerarse los siguientes agentes de extinción:

TIPO DE FUEGO	AGENTES DE EXTINCIÓN
CLASE A Combustibles sólidos comunes tales como madera, papel, género, etc.	Agua presurizada, Espuma, Polvo químico seco ABC
CLASE B Líquidos combustibles o inflamables, grasas, y materiales similares	Espuma, Dióxido de carbono (CO ₂), Polvo químico seco ABC - BC
CLASE C Inflamación de equipos que se encuentran energizados eléctricamente	Dióxido de carbono (CO ₂), Polvo químico seco ABC - BC
CLASE D Metales combustibles tales como sodio, titanio, potasio, magnesio, etc.	Polvo químico especial

7. REVISIÓN, CONTROL Y MANTENCIÓN

Artículo 51: Los extintores deberán ser sometidos a revisión, control y mantención preventiva según normas chilenas oficiales, realizada por el fabricante o servicio técnico, de acuerdo a lo indicado en el Decreto Nº 369 de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y reconstrucción, por lo menos una vez al año, haciendo constar esta circunstancia en la etiqueta correspondiente, a fin de verificar sus condiciones de funcionamiento. Será responsabilidad del empleador tomar las medidas necesarias para evitar que los lugares de trabajo queden desprovistos de extintores cuando se deba proceder a dicha mantención.

8. LUGARES CON ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES

Artículo 52: En los lugares en que se almacenen o manipulen sustancias peligrosas, la autoridad sanitaria podrá exigir un sistema automático de detección de incendios.

Además, en caso de existir alto riesgo potencial, dado el volumen o naturaleza de las sustancias, podrá exigir la instalación de un sistema automático, cuyo agente extintor sea compatible con el riesgo a proteger.

ANEXO 4

LISTADO DE SUSTITUTOS DEL HALON 1301

SUSTITUTOS DEL HALON 1301 COMO AGENTE DE INUNDACIÓN TOTAL, AL 11 DE NOVIEMBRE DE 2000

Los sustitutos son revisados sobre la base del potencial de depresión de ozono, potencial de calentamiento global, toxicidad, inflamabilidad y potencial de exposición. La lista de sustitutos aceptables e inaceptables es actualizada varias veces al año.

Nota: Noticias SNAP y Reglas finales publicadas por el registro Federal toman precedencia sobre cualquier otra información obtenible en Internet.

Para condiciones de restricción y comentarios ver:

www.epa.gov/ozone/title6/snap/list/stream.html, y www.epa.gov/ozone/title6/snap/list/flood/html

Entre paréntesis se indica el nombre comercial y fabricante.

Aerosol pulverizado C(Pyrogen, Dynameco) (AES International Pty Ltd.) (Dynamit Nobel GmbH)
 Aerosol pulverizado A (SFE) (ADI Technologies, Inc.)
 Dióxido de carbono
 Agua
 Sistemas de neblina de agua usando agua potable o agua de mar (Marioff Oy, Matt Gustafson) (Securiplex Technologies) (Yates Fire Protection)
 Espuma A (originalmente Mezcla de espuma surfactante A) (Firetox Industries)
 HBFC-22B1
 HCFC-22
 HCFC-124
 Mezcla HCFC A (NAF S-III) (North American Fire Guardian)
 HCFC-23 (FE-13) (Dupont Fluoroproducts)
 HFC-125 (FE-125) (Dupont Fluoroproducts)
 HFC-134^a
 HFC-227ea (FM 200) (Great Lakes Chemical Corporation)
 HFC-236fa (FE-36)
 C₃F₈ (PFC-218, CEA-308) (3M)
 C₄F₁₀ (PFC-410, CEA-410) (3M)
 CF₃I (Triiodide) (Newhouse International Inc)
 IG-100 (NN100) (Koatsu Company, Ltd) (Nohmi Bosai Ltd)
 IG-01 (Argotec; originalmente Gas Inerte mezcla C) (Minimax GmbH)
 IG-55 (Argonite; originalmente Gas Inerte mezcla B) (Ginge-Kerr Danmark A/S)
 IG-541 (Inergen) (Ansul Fire Protection)
 Halocarbono gelizado/Suspensión química seca (Envirogel, originalmente PGA) (Powsus Inc)
 Gas Inerte/Mezcla aerosol pulverizado (FS 0140) (Primex Aerospace Company)
 HFC-236fa (FE-36) (Dupont Fluoroproducts)
 SF₆
 HFC-32

ANEXO 5

USO DE SPRINKLERS EN SALAS DE CONTROL ELÉCTRICAS

CONTENIDO

1. Notas generales
2. Ejemplos de uso Hoja de flujo Protección contra incendio en ECR
3. Lista de verificación
4. Diagrama de flujo para estudio protección contra incendio en ECR
5. Análisis de los riesgos
 - IIIA- Ocupación/Seguridad de vida
 - IIIB- Materiales combustibles
 - IIIC- Seguridad del proceso
 - IIID- Interrupción del negocio

1. NOTAS GENERALES

- a) Una sala de control eléctrica (ECR) es una sala que contiene centros de control de motores, switchgear de baja y media tensión, variadores de velocidad, unidades de energía ininterrumpible, y otros equipos de control eléctrico.
- b) La sala ECR debería dotarse con un sistema de supresión de incendio adecuado y apropiado más que instalar un sistema inadecuado a través de un mal ejecutado análisis de riesgo.
- c) El sistema de detección y alarmas que permite una respuesta temprana puede asegurar que el agua y la electricidad no tienen que mezclarse. Adicionalmente, un sistema de supresión adecuado previene lesiones al personal y evita una extensión de daños a los bienes y operaciones de la División. El montaje de los detectores son cruciales y deben ubicarse de acuerdo a lo indicado en norma NFPA 72E.
- d) Las necesidades de protección de incendio son diferentes para los diferentes tipos de ECR, que pueden clasificarse de acuerdo al tipo de equipo que contienen y/o función que desempeñan:

IER – Sala de Instrumentación
 CCR – Sala de Control centralizado
 CER – Sala de Computación

Una sala de computación requiere un dispositivo de corte de energía manual, de acuerdo al NEC; y una sala de control ocupada no requiere detección de humos en la sala, sólo bajo pisos flotante; en una sala de instrumentación el riesgo de que el agua dañe a los equipos puede ser bajo.

- e) En diseño de la sala de control eléctrica puede verse afectado por el método de supresión de incendio seleccionado.
- f) En caso de incendio en una ECR, el personal queda incapacitado para ver las salidas y el alumbrado de emergencia debido al rápido crecimiento del humo. Por esta razón debería usarse materiales incombustibles y de baja generación y densidad de humos.

- g) En caso de incendio es de vital importancia contar con un sistema de desenergización de equipos desde el exterior de la ECR o transferir la operación de la misma a un lugar remoto. Los sistemas SCADA deberían dotarse y contar con esta opción. Si el sistema Scada es crítico, debe tener un respaldo (back-up) en un lugar separado físicamente del sistema principal.
- h) Las ECR deben contar con el número adecuado de extintores manuales y con suficiente poder de extinción para la carga de fuego existente. Los extintores manuales deben ser para fuegos Clase C, y determinados de acuerdo a la norma NFPA 10.
- i) El NEC no prohíbe el uso de sprinklers en una ECR, ver nota Nº 2 al pie del artículo 484-4.
- j) De acuerdo a la Norma NFPA 13, se indica la siguiente excepción, donde no es requiere usar sprinklers en una ECR si se cumplen las siguientes situaciones:
 - La sala es dedicada sólo a equipamiento eléctrico
 - Sólo se usa equipamiento con aislación seca
 - El equipamiento es instalado en un encerramiento resistente al fuego de 2 horas, incluyendo protección para las penetraciones
 - No se permite el almacenamiento de materiales combustibles en la sala
- k) Si el agua y la electricidad no deben mezclarse ¿Por qué los reglamentos y normas nos motivan a colocar sistemas de sprinklers en las ECR?

Si mediante un análisis de riesgo de incendio (Gretener, Eric y/o Frame) se determina que una ECR debe contar con un sistema de extinción fijo, es importante que el sistema seleccionado sea el adecuado.

El sistema de detección y alarmas que permite una respuesta temprana puede asegurar que el agua y la electricidad no tienen que mezclarse. Adicionalmente, un sistema de supresión adecuado previene lesiones al personal y evita una extensión de daños a los bienes y operaciones de la División. El montaje de los detectores son cruciales y deben ubicarse de acuerdo a lo indicado en norma NFPA 72E.

- l) Los siguientes puntos deben ser considerados respecto a la descarga de agua de un sistema automático de sprinkler sobre un equipamiento eléctrico:
 - Mientras la probabilidad de una fuga o disparo accidental de un sistema de sprinkler es extremadamente baja (en sistema húmedo), existe la posibilidad del disparo de uno de ellos por daño mecánico u ocurrencia inusual similar. Esto no ocurre en sistemas pre-actuados.
 - A menudo se expresa preocupación por la penetración de agua en el equipamiento eléctrico, el daño es probable y el potencial para una explosión provocada por un arco existe y se incrementa con el voltaje
 - La experiencia ha demostrado que el equipo fallado causante de un incendio hace que un equipamiento "vivo" sea desenergizado. El sistema de sprinkler automático puede entonces trabajar para eliminar el incendio sin causar daño por el agua (en el sentido de una electrocución); de todas maneras, es conveniente un enclavamiento del sistema eléctrico que habilite la actuación del sistema de extinción.
 - Si el daño de incendio es minimizado, el daño por agua en el equipo eléctrico es bastante menor. Sin embargo, si el incendio originado en un equipo eléctrico no es

verificado prontamente, puede involucrar daño a la estructura del edificio y su contenido.

- Estudios recientes han demostrado que incendios involucrados en equipamiento eléctrico no han presentado shock eléctrico ni accidentes fatales.

2. EJEMPLOS DE USO DE HOJA DE FLUJO “PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO EN ECR”

El diagrama de flujo se indica en la Figura 1, y en la Figura 2 se ilustran los casos estudiados aplicando dicha hoja de flujo:

Caso 1: Sala ECR nueva de 270 m² construida sobre un edificio de proceso de 2 pisos. La ECR contiene variadores de frecuencia, control de calefactores y centros de control de motores. La ECR sirve a tres líneas de proceso y los reglamentos exigen que esta ECR este dotada de sprinklers y no hay ninguna posibilidad alternativa.

Caso 2: Corresponde a una ECR de 27 m² que contiene un centro de control de motores y una UPS. Esta ECR está ubicada en el extremo de un corredor de salida de un edificio que contiene oficinas y sala de control.

Caso 3: Es una ECR de 135 m² que contiene un switchgear de bajo y alto voltaje, centros control de motores y variadores. Está ubicada en un edificio de control que tiene una sala de control y una sala de instrumentación (IER).

Caso 4: Es una IER de 72 m² que contiene un sistema de control distribuido (DCS).

Las preguntas a responder son las siguientes:

Preguntas a responder	Caso Nº			
	1	2	3	4
Se requiere sprinklers por reglamento o norma	SI	NO	NO	NO
Se suministra sprinklers en el resto del edificio	--	SI	NO	NO
Se necesita incrementar la protección por:				
A- Por grado de ocupación/seguridad de vida	--	SI	NO	NO
B- Porque hay material combustible en la sala	NO	NO	NO	NO
C- Por seguridad del proceso	--	NO	NO	NO
D- Por continuidad de operación o interrupción del negocio	--	SI	SI	SI
Es posible obtener una variación de reglamento u otra alternativa	NO	--	--	--
La pérdida potencial es alta (ver NCC Nº 24)	SI	NO	--	--
La consecuencia de una liberación inadvertida de agua son altas	SI	--	--	--
Qué tipo de protección de incendio se necesita				
- Sprinklers ¿Qué tipo?	PA	N	N	N
- Detectores de humo	SI	SI	SI	SI
- Barreras contra el fuego/separación/compartimentalización	--	SI	SI	SI
- Extintores manuales	2	2	1	1

PA = Sprinklers pre-actuados; N = Ninguno

En el Caso 3, Si cualquier oficina en el edificio contiene un sistema de sprinkler, debería recomendarse que la ECR tenga un sistema de sprinkler pre-actuado.

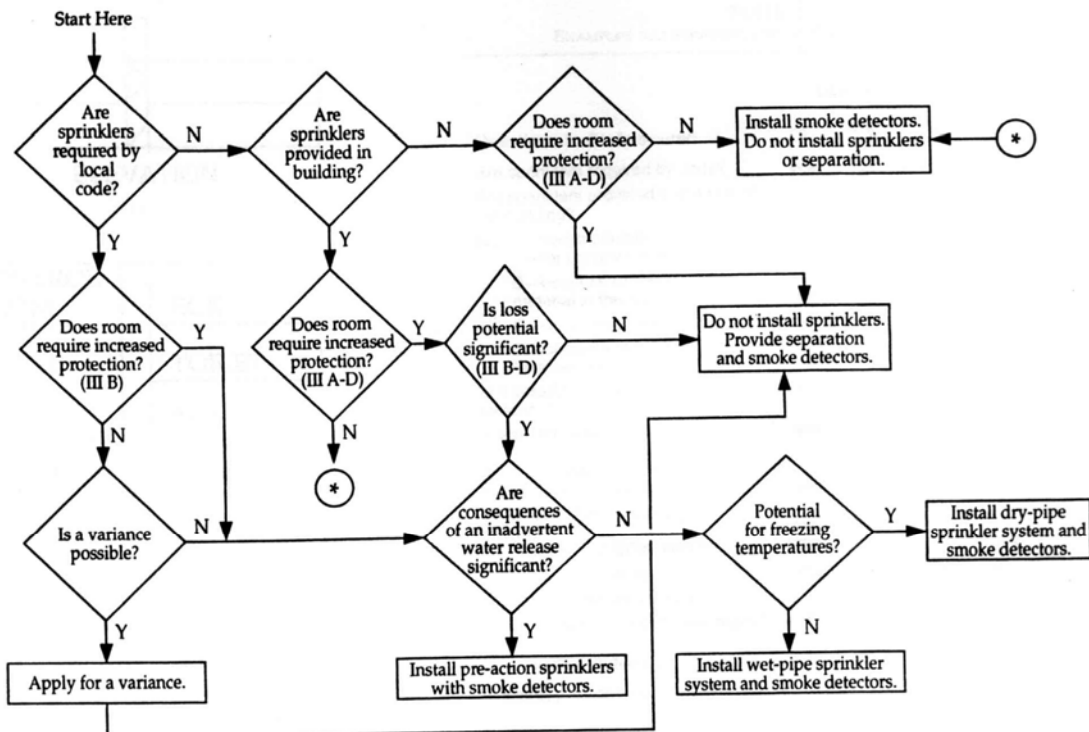
3. LISTA DE VERIFICACIÓN

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO EN ECR

DETECTORES DE HUMO		
Si	No	Detectores suministrados son del tipo ionizante
		Detectores están conectados a sitio con monitoreo de sistema de alarma de incendio
		El sistema de detección cumple normas NFPA
EXTINTORES DE INCENDIO		
		Extintores provistos son multipropósito (ABC), polvo químico seco
		Cantidad suministrada es suficiente
		Su ubicación es visible y accesible
		Los extintores son inspeccionados regularmente
PREPARACIÓN PARA EMERGENCIAS		
		Hay disponibilidad de desconectar cargas desde lugar remoto
		Están accesibles los interruptores/desconectores durante la emergencia
		Hay instaladas instrucciones para cortar servicio en forma remota
		Hay instrucciones para cortar servicio a sistemas HVAC, calefacción, ventilación, etc.
		Hay personal entrenado para responder a incendios en ECR

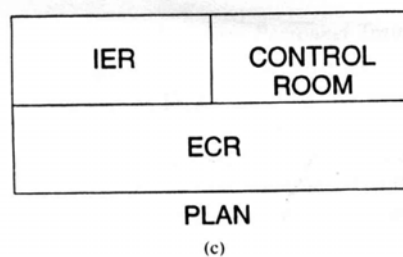
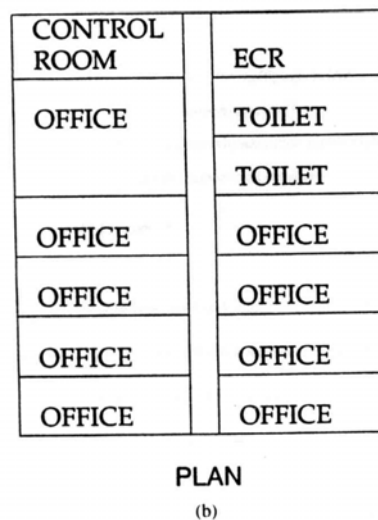
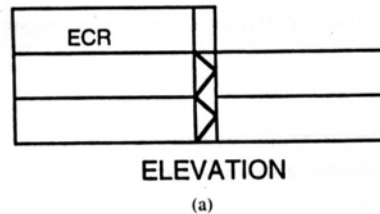
4. DIAGRAMA DE FLUJO PARA ESTUDIO PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO DE ECR

Figura 1



* proceed from this point to the next *

Figura 2 Casos analizados a) Caso 1; b) Caso 2; c) Caso 3



5. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS

Los siguientes factores de riesgo deberían ser considerados cuando se planifica una protección contra incendio en una ECR:

III A. Ocupación/seguridad de vida

El propósito principal de la protección contra incendio es la protección del personal. La protección de bienes y equipos es secundaria a ese propósito. La protección contra incendio deberá asegurar un egreso seguro de una ECR que está ocupada. Para proteger al personal de las áreas cercanas a la ECR, también podría requerirse protección contra incendio en las áreas adyacentes a la ECR que normalmente están ocupadas y que no están separadas por una partición o pared con un valor nominal de resistencia al fuego.

III B. Materiales combustibles

El contenido de una ECR y los materiales de su construcción deben ser considerados factores de riesgo. El equipo contenido para las funciones de la ECR pueden ser en sí mismo combustibles. El tipo de aislación de conductores y cables debe ser considerado en la determinación de la necesidad de la protección contra incendio. Los materiales innecesarios, aún cuando sean no combustibles no deben almacenarse en la ECR. La información necesaria relacionada con el equipamiento y/o exigida por el DS Nº 72, puede estar almacenada en la ECR siempre que se mantenga los espacios requeridos para la operación y mantención de los equipos eléctricos. El espacio de la ECR no puede ser compartido con otros servicios o equipos que contengan una cantidad significativa de componentes combustibles o que contribuyan adicionalmente a fuentes de ignición.

Se recuerda que los transformadores con aceite mineral no deben ser instalados en el interior de una ECR, si este fuera el caso, el transformador debe ser reemplazado de inmediato siguiendo los requerimientos del artículo 450 el NEC. Si se requiere instalar un transformador en interiores, este debe tener dieléctrico con punto de fuego sobre los 300°C y ser instalado en una bóveda eléctrica de acuerdo al artículo 450 el NEC.

En una ECR sólo debería usarse conductores y cables con aislaciones que pasen a lo menos los requerimientos de prueba de llama vertical de las normas UL 1581 y IEEE 1202 (ex IEEE-383) Adicionalmente deben tener baja emisión y corrosividad de humos. La construcción de paredes, cielo y piso de una ECR debe ser con materiales no combustible.

III C. Seguridad del proceso

La operación no interrumpida de una instalación eléctrica puede ser deseable para minimizar la posibilidad de un incidente del proceso con serios peligros al personal o consecuencias ambientales. Aún cuando el potencial de un problema pueda ser bajo, la protección contra incendio de tales ECR, podría asegurar la continuidad de operación de los equipos mediante una detección y extinción temprana del incendio dentro de la ECR. No debe existir dentro de la ECR líneas de agua o proceso salvo las que se requieren para servir al equipamiento de extinción de incendio contenido en la sala.

III D. Interrupción del negocio

El daño causado al equipamiento de una ECR por el incendio o por el proceso de extinción del mismo puede resultar en una interrupción del negocio con pérdidas significativas. El personal involucrado en la planificación de la protección contra incendio debería tener un conocimiento completo de los tiempos de reposición, pérdidas del negocio y como las opciones de protección afectan al negocio en cuestión. Si la pérdida es alta, deben tomarse los pasos que garanticen que la velocidad de detección de incendio minimice la dispersión del incendio y minimicen el daño resultante de la extinción del mismo. Por ejemplo, debe considerarse las consecuencias de un disparo falso de un sistema de sprinkler, más que el costo del sistema en sí, que podría llevar a determinar un sistema de sprinkler más sofisticado o una falsa alarma de incendio en la Mina.

El artículo 485 del nuevo Reglamento de seguridad Minera permite ahora el uso de neblina de agua en el combate de incendio en instalaciones, equipos y dispositivos eléctricos energizados.

SECCIÓN IV REQUERIMIENTOS GENERALES DE CABLES Y CANALIZACIONES

1. OBJETIVO

Considerando que los cables son una de las principales causales de los incendios eléctricos, se entrega la información relevante para su selección, instalación y requerimientos de aislamiento, pantallas, armaduras y cubiertas; así también se indica su capacidad de carga de corriente y, especialmente los requerimientos de generación de humos en un eventual incendio.

2. ALCANCE

Esta sección aplica principalmente al uso de cables al interior de minas subterráneas de la Corporación e instalaciones de recintos eléctricos al interior de plantas industriales.

3. REQUERIMIENTOS PARA CABLES

3.1 CONSTRUCCIÓN

Los cables deberán ser especificados, fabricados y ensayados de acuerdo a las siguientes normas UL o sus equivalentes en normas ICEA, NEMA, DIN/VDE, IEC o CAN/CSA:

WC70/ICEA S-95-658-1999 Standard for Nonshielded Power Cables rated 2000 Volts for the Distribution of Electrical Energy.

WC71/ICEA S-96-659-1999 Standard for Nonshielded Cables rated 2001- 5000 Volts for Use in the Distribution of Electrical Energy.

WC74/ICEA S-93-639-2000 5-46 KV Shielded Power Cables for Use in the Transmission & Distribution of Electrical energy.

UL-13 Cables de potencia limitada tipo PLTC, 300 Volts

UL-44 Cables monopolares, aislación goma y XLPE, 600 Volts y 2.000 Volts

UL-83 Cables monopolares, aislación termoplástica, 600 Volts

UL-1072 Cables mono y multiconductores, aislación sólida extruída 3 a 35 KV:

* cables sin pantalla, tensión 5 a 8 KV

* cables con pantalla, tensión 5 a 35 KV

UL-1277 Cables tipo TC (Tray Cable), aislación para 600 Volts

UL-1569 Cables tipo Metal-clad.

3.2 AISLACIÓN

- Los cables de media tensión, 5 a 46 KV, deberán tener aislaciones de polietileno reticulado (XLPE), polietileno reticulado retardante a la arborización (TRXLPE), goma etileno propileno (EPR) o goma etileno propileno modificado (EPDM).

- b) Las aislaciones y cubiertas no metálicas (chaquetas), deberán ser para temperatura máxima de servicio de 90°C en ambiente húmedo y seco.
- c) El nivel de aislación deberá ser de 100% para cables usados en sistemas con neutro aterrizado y protegidos con relés de protección que aseguren el despeje de una falla a tierra en un tiempo menor o igual a 1 minuto. No debería usarse este nivel de aislación cuando en el punto de aplicación del cable la razón de reactancia cero a reactancia positiva ($X0/X1$) está entre -1 y -40.
Se deberá usar nivel de aislación de 133% en sistemas no aterrizados o en sistemas aterrizados con tiempo de despeje de falla a tierra superior a 1 minuto, pero menor o igual a 1 hora o donde se desee un refuerzo adicional de la aislación.
Se usará nivel de aislación de 173% en sistemas en que el tiempo de despeje de una falla a tierra es indefinido.
Este nivel de aislación se recomienda para sistemas resonantes a tierra.
- d) Para instalaciones en bandejas y/o escaleras porta cables, mensajeros, conductos rígidos no subterráneos, se usará aislación de XLPE o TRXLPE. Para las instalaciones subterráneas o aplicaciones donde exista baja temperatura de instalación, se usará aislación de EPR o EPDM, donde se requiere mayor flexibilidad y alta capacidad de sobrecarga.
- e) Se prohíbe uso de cables con aislación de asbesto, PVC y cables que en sus rellenos contengan material halogenado y/o plomo, que estén pensados para uso sobre mensajero y/o bandejas en interior de minas subterráneas.
- f) Los cables con aislación termoplástica sólo deberían ser usados en canalización con conducto metálico rígido, Norma ANSI C80.1 y en tensiones nominales de 2000 volt o menores.
- g) Los cables serán resistentes a la llama, no desprender compuestos halogenados, tener baja densidad de humo, y baja opacidad de humos. En interior mina los cables de baja tensión deberán tener aislamiento y cubierta de EVA; los cables de media tensión deberán tener cubierta de EVA.

Ver información adicional en Anexo 6.

3.3 TIERRAS

- a) **Cantidad de conductores:** Los cables de media tensión (5 a 46 KV), usados en interior de mina subterránea para transmisión y/o distribución de energía, deberán tener 3 conductores de tierra.
- b) **Conexión a mallas existentes:** Los conductores de tierra deberán conectarse a las mallas de tierra en cada subestación y al conductor de puesta a tierra existente en cada galería, pique y/o chimenea electrificada cada vez que se ejecute una unión y/ o derivación en el cable de media tensión, se deberá mantener la continuidad de los conductores de tierra.
- c) **Calibre mínimo más desfavorable:** Los conductores de tierra deberán cumplir los requerimientos más exigentes de las siguientes tablas:
 - 1. Tabla 250-95 de National Electrical Code 1993
 - 2. Tabla 20-1 de Norma UL-1072
 - 3. Tabla 7.4.1 de Norma ICEA S66-524
 - 4. Tabla 7.1.1 de Norma ICEA S68-516
- d) Se exceptúa de todos los requerimientos anteriores a los cables de media tensión, usados al exterior de minas subterráneas.

Ver información adicional en Anexo 6.

3.4 Pantallas (Shielding)

- a) Los cables de media tensión iguales y superiores a 5 KV, deberán ser apantallados.
- b) Dependiendo del análisis técnico y objetivo funcional que se de a las pantallas deberán conectarse a tierra en dos o más puntos, a fin de evitar la posibilidad de tener pantallas flotantes.
- c) Las prácticas recomendadas de apantallamiento deberán corresponder a las indicadas en Anexo G de norma WC 74/ICEA S639-2000.
- d) Podrá usarse cables no apantallados, Norma WC 71/ICEA S-96-659-1999 en sistemas con tensión menor a 5 KV en las siguientes situaciones:
 - 1. Cuando las pantallas no se pueden aterrizar adecuadamente.
 - 2. Cuando el espacio es inadecuado para terminar correctamente la pantalla.
 - 3. En cables monopolares que:
 - a) No tienen empalme en conducto rígido aéreo, en interiores y lugares secos.
 - b) Son instalados sobre aisladores en ambientes no contaminados.
 - c) Son instalados sobre mensajeros que si están aterrizados.
 - 4. En cables tripleados, pre-ensamblados o ensamblados en terreno que:
 - a) Son instalados en conducto metálico aéreo, bandeja y/o escalera porta cables en interiores y lugares secos.
 - b) Son instalados sobre mensajeros que si están aterrizados.
 - 5. Donde esta práctica no represente un riesgo para el personal y la vida útil del cable.
- e) Se prohíbe el uso de cables no apantallados enterrados directamente en suelo, en bandeja y/o escaleras porta cables en ubicaciones peligrosas.

Ver información adicional en Anexo 6.

3.5 ARMADURAS

- a) Los cables para uso en interiores de mina subterránea, deberán ser armados. Se exceptúa de este requerimiento, a:
 - 1. Cables de baja tensión hasta 2.000 Volts, que alimentan a equipos móviles o movibles.
 - 2. Cables de baja tensión hasta 600 Volts, que se canalicen en conducto metálico rígido.
- b) Los cables que se canalicen a través de tiros de sondaje (chimeneas), suspendidos sólo en un extremo, deberán tener armadura de alambres y cumplir con:
 - 1. Tamaño alambre de armadura, Tabla 7-22 de Norma ICEA S 93-639.
 - 2. Calcularse con un factor de seguridad no menor que 5 sobre una base de 50.000 psi (345 Mpa)
Si este factor de seguridad no puede mantenerse, deberá usarse el tamaño siguiente.
- c) Los cables que se canalicen a través de piques y/o chimeneas de extracción de ventilación y afianzados a las estructuras o paredes del pique y/o chimenea mediante prensas o mangas de retención pueden tener armadura de flejes de acero o alambre, o una combinación de ambas.

- c1. Si se usa fleje de acero como armadura, ésta deberá cumplir los siguientes requisitos:
1. Ancho del fleje según Tabla 4-10, de Norma ICEA S66-524.
 2. Espesor del fleje, según Tabla 4-11 de Norma ICEA S66-524.
 3. Resistencia a tensión mecánica no menor que 28.1 kgf/mm² y no mayor que 49.2 kgf/mm².
 4. Calcularse con un factor de seguridad no menor que 5.
- c2. Si se usa alambre de acero como armadura, éste deberá cumplir los siguientes requisitos:
1. Tamaño alambre de armadura, Tabla 4-28, de Norma ICEA S66-524.
 2. Resistencia a tensión mecánica no menor que 35.2 kgf/mm² y no mayor que 49.2 kgf/mm².
 3. Factor de seguridad no menor que 5 sobre una base de 35.2 kgf/mm². Si no se puede mantener este factor de seguridad, debe usarse el tamaño de alambre siguiente.
- c3. Si durante la instalación el cable queda suspendido de un solo extremo, deberá usarse cable con armadura de alambre, o combinada de alambre y fleje.
- c4. No se recomienda instalar cables en galerías, adit y/o chimeneas de inyección de aire. Si esta no es posible, aplicar Artículo 232 del DS N° 132.
- d) Los cables que se fijan a las paredes y/o techos de las galerías, con abrazaderas o cepos de madera, cuando se tienden horizontalmente, los medios de soportación tendrán las distancias máximas siguientes:
1. Cables sin armadura, 20 veces el diámetro exterior del cable.
 2. Cables con armadura, 30 a 35 veces el diámetro exterior del cable.
 3. Separación máxima de los medios de soportación: 800 mm.
- Para tendido vertical, la distancia entre abrazaderas o cepos no deberá sobrepasar de 1.500 mm.
- e) Las mangas de retención deberán cumplir los requerimientos indicados en punto 4.2.1 b4)

Las mangas de retención para suspender y retener los cables no deberán sobrepasar de 6,0 m entre ellas.

Ver información adicional en Anexo 6.

3.6 CUBIERTAS (CHAQUETAS) EXTERIORES NO METÁLICAS

- a) Las chaquetas exteriores de cables usados al interior de minas subterráneas, deberán ser fabricados en base a un compuesto no halogenado, no propagador de fuego, de baja toxicidad, baja densidad de humo y de baja corrosividad. Ver detalle información Anexo 6.

- b) En División El Teniente las chaquetas exteriores deberán caracterizarse por los siguientes colores según su nivel de tensión y/o función:

- | | | | |
|----|--|---|----------------|
| 1. | Cables para 33 KV | : | Color gris |
| 2. | Cables para 15 KV | : | Color rojo |
| 3. | Cables para 5 KV | : | Color naranja |
| 4. | Cables para 2 KV | : | Color blanco |
| 5. | Cables para 1 KV y menor | : | Color verde |
| 6. | Cables para control e instrumentación: | | Color amarillo |
| 7. | Monoconductores hasta 600 Volts para canalizaciones en conducto rígido y/o tableros: | | |

- * Fases (AC): colores rojo, azul, negro. DC: Positivo, color azul.
- * Neutro: color blanco o plomo. DC: Negativo, color blanco.
- * Tierra: color verde o verde amarillo.
- * Enclavamientos: color amarillo
- * Control DC: color azul

- c) Se exceptúa del requerimiento indicado en a), a los cables usados al exterior de minas subterráneas y cables con cubierta metálica sin chaqueta no metálica.
- d) Los cables usados al exterior de minas subterráneas, con aislación termoplásticas, tendrán chaquetas exteriores en base a cloruro de polivinilo (PVC) o polietileno, de alta o baja densidad (HDPE o LDPE); los cables con aislación termoajustadas tendrán chaquetas exteriores en base a neopreno, goma butilo nitrilo (NBR), polietileno clorosulforado (CSPE), cloruro de polietileno (CPE) o goma butilonitrilo con cloruro de polivinilo (NBR/PVC).
- e) La temperatura de operación de las chaquetas deberá ser compatible (o superior) con la temperatura máxima de servicio de la aislación del cable.
- f) Se prohíbe el uso de cables con aislación y/o chaquetas de asbesto.

3.7 UNIONES PARA CABLES LIBRES DE HALÓGENOS

- a) Las uniones para cables libres de halógenos deben igualar o sobrepasar los requerimientos exigidos para el cable.
- b) Deben pasar la prueba de llama de VDE 0472, Parte 804 (IEC 332-3) en relación a la propagación de llama.
- c) Deben pasar la prueba de resistencia al fuego de VDE 0472, Parte 4 e IEC 331.
- d) Baja densidad de humo de normas ASTM E662-79 (Cámara de Humo NBS) y ASTM D2.843-77 (Cámara Densidad de Humo XP2) en la prioridad indicada.
La mayor obstrucción a la visibilidad del ojo humano es cuando las partículas tienen un tamaño aproximado de 1 micrón.
- e) Gases corrosivos de combustión según norma VDE 0472, Parte 813 (draft 2).

3.8 CABLES DE ARRASTRE

- a) Los cables de arrastre que operan a tensiones superiores a 300 Volts, deberán cumplir los requerimientos de la Norma CAN/CSA- C22.2 N° 96, o sus equivalentes.
- b) Los cables de arrastre deberán tener una capacidad de corriente que exceda a la correspondiente a la carga conectada en su intervalo de demanda máxima RMS de 15 minutos.

- c) Los cables de arrastre que operan a tensiones superiores a 750 Volts, deberán ser del tipo SHD, SHD-GC o SHD-BGC. Se requiere resolución de SERNAGEOMIN autorizando el uso de este nivel de tensión u otro superior.
- d) Las chaquetas de los cables de arrastre deberán permanecer sin pintura.

3.9 REQUERIMIENTOS DE PRUEBA DE LLAMA

Todos los cables de poder instalados en un pique o vías de escape, deben cumplir con los requerimientos para Rating FT4, como se especifica en CSA C22.2 N° 0.3, o su equivalente en otra norma.

El carbonizado máximo permitido es de 1.500 mm.

Todos los cables de poder portátiles deben cumplir los requerimientos para Rating FT5, como se especifica en CSA 22.2, N° 0.3 y CAN/CSA 22.2, N° 96, o su equivalente en otra norma.

Todos los otros cables deben cumplir los requerimientos para Rating FT1, como se especifica en CSA 22.2, N° 0.3, o su equivalente en otra norma.

Todos los cables de soldadoras usados subterráneamente deben cumplir los requerimientos para Rating FT5, como se especifica en CSA 22.2, N° 0.3, o su equivalente en otra norma.

Ver información adicional en Anexo 6.

3.10 REQUERIMIENTOS DE SEPARACIÓN

Para evitar congestión, minimizar interferencias electromagnéticas, cruces de señales y riesgos de incendio, los cables deberán clasificarse y separarse según el nivel de susceptibilidad que se indica:

- a) Nivel 1 - Alta Susceptibilidad: Corresponde a señales análogas de <50 Volts y señales digitales <15 Volts:
 - Retornos comunes a equipos de alta susceptibilidad
 - Enlace común de control (CCT).
 - Buses de alimentación DC alimentando hardware análogo sensible (o sensitivo)
 - Todos los alambrados conectados a componentes asociados con el hardware análogo sensible (ej.: termocuplas - strainage, etc.).
 - Señales de amplificadores de aislación alimentando hardware análogo sensible
 - Circuitos telefónicos
 - Buses lógicos alimentando hardware digital sensitivo
 - Todos los alambres de señales asociados con hardware digital
- b) Nivel 2 - Susceptibilidad Media: Corresponde a señales análogas >50 Volts y circuitos de maniobra (switching):
 - Retornos comunes a equipos de susceptibilidad media
 - Bus DC alimentando relés digitales, luces y entradas de buffers. Todos los alambres conectados a señales de entrada de buffers condicionantes
 - Alumbrados y relés operados por menos de 50 Volts

- Tacómetros de señales análogas
- c) Nivel 3 - Baja Susceptibilidad: Señales de maniobra >50 Volts, señales análogas >50 Volts, señales de regulación de 50 Volts, corrientes <20 Amperes, y alimentadores AC menores de 20 Amperes.
 - Bus de control con fusibles de 50-250 VDC.
 - Luces indicadoras >50 Volts.
 - Relés DC y bobinas de contactores de 50-250 Volts DC.
 - Bobinas de interruptores de menos de 20 Amp.
 - Campos de máquinas de menos de 20 Amp.
 - Fuentes de alimentación estáticos de referencia maestra.
 - Voltaje de realimentación de armaduras de motores.
 - Circuitos de detección a tierra de máquinas.
 - Señales de shunt de líneas para inducción.
 - Todos los alimentadores AC de menos de 20 Amp.
 - Enchufes de conveniencia, alumbrado trasero de paneles.
 - Drives de registradores.
 - Entradas y salidas de AC/DC menores de 20 A. a excitaciones de campo tiristorizadas.
- d) Nivel 4 - Potencia: Buses AC/DC de 0-1.000 Volts con corrientes de 20-800 Amp.:
 - Corrientes de armadura de motores.
 - Corrientes de armadura de generadores.
 - Entrada AC y salida OC con corrientes mayores de 20 Amp. de excitaciones de campo tiristorizado.
 - Excitadores estáticos (regulados y no regulados) de entradas AC y salidas DC.
 - Bus shop de 250 Volts.
 - Campos de máquinas sobre 20 A.
 - Los cables con niveles de susceptibilidad similar podrán ser agrupados en bandejas y/o escaleras porta cables y/o conductos.
- e) Dentro de un nivel de susceptibilidad puede existir condiciones de operación y/o diseño que requiera cables específicos que no permiten agrupar o reagrupar dichos cables. Esta condición deberá ser especificada mediante un sistema de clase de código similar a la siguiente:

Clase de Códigos:

- A. Entradas/Salidas Análogas.
- B. Pulsos de Entrada.
- C. Entradas de contactos e interruptores.
- D. Entradas a switch decimal.
- E. Salidas líneas de data.
- F. Salidas de pantalla, Salida de contactos.
- G. Entradas lógicas de buffers.
- S. El manejo especial de niveles especiales, puede requerir espaciado especial de conductores y/o bandejas, tales como señales desde campos de conmutación y resistencias de línea, o señales desde shunt de línea a reguladores, o potencia >1000 V ó >800 Amp. o ambos.
- U. Potenciales de alto voltaje sin fusibles mayores que 600 VDC.

- f) La separación mínima a considerar para esta clasificación de niveles, se indica en las siguientes Tablas:

Tabla Nº 7 - Espaciamiento entre Bandejas

Se aplica a la distancia entre la parte superior de una bandeja y la parte inferior de otra, o entre los lados de bandejas adyacentes. La distancia entre la primera bandeja y un cielo de material no combustible será > 300 mm.

La distancia entre partes inferiores de bandejas y entradas de equipos, tales como: centro control de motores, y/o switchgear, se determinará según el radio de curvatura requerido por el calibre del cable.

Nivel	1		2		3		3S(1)		4		4S(1)	
	Pulg	m m	Pulg	m m	Pulg	m m	Pulg	m m	Pulg	m m	Pulg	m m
1	0	0	*	*	6	153	6	153	26	661	26	661
2	*	*	0	0	6	153	6	152	18	457	26	661
3	6	153	6	153	0	0	0	0	**	**	12	305
3S1)	6	153	6	153	0	0	0	0	8	203	18	457
4	26	661	18	457	**	**	8	203	0	0	0	0
4S1)	26	661	26	661	12	305	18	457	0	0	0	0

Tabla Nº 8 - Espaciamiento entre Bandejas y Conductos

Se aplica a la distancia mínima entre superficies exteriores de las bandejas y conductos.

Nivel	1		2		3		3S(1)		4		4S(1)	
	Pulg	m m	Pulg	m m	Pulg	m m	Pulg	m m	Pulg	m m	Pulg	m m
1	0	0	1	*	4	102	4	102	18	457	18	457
2	1	25.4	0	0	4	102	4	102	12	305	18	457
3	4	102	4	153	0	0	0	0	0	0	8	203
3S1)	4	102	4	153	0	0	0	0	0	153	12	305
4	18	457	12	457	0	0	6	153	153	0	0	0
4S1)	18	457	18	457	8	203	12	305	0	0	0	0

Tabla N° 9

Indica la distancia mínima entre las superficies exteriores de conductos que se instalan o rutean formando un banco o racks de conductos.

Nivel	1		2		3		3S1)		4		4S1)	
	Pulg	m m	Pulg	m m	Pulg	m m	Pulg	m m	Pulg	m m	Pulg	m m
1	0	0	1	25.4	3	76	3	76	12	305	12	305
2	1	25.4	0		3	76	3	76	9	229	12	305
3	3	76	3	76	0	0	0	0	0	0	6	153
3S1)	3	76	3	76	0	0	0	0	6	153	9	229
4	12	305	9	229	0	0	6	153	0	0	0	0
4S1)	12	305	12	305	6	153	9	229	0	0	0	0

* Cuando no es práctico instalar bandejas separadas, los niveles 1 y 2 pueden ser combinados en una bandeja común, siempre que los niveles 1 y 2 se separen por una barrera metálica aterrizada. Esta práctica no es tan efectiva como la separación y puede requerir un re-ruteo de la instalación. Cuando los niveles 1 y 2 son ruteados en bandejas uno al lado del otro, se recomienda una separación mínima de 1 pulg (25.4 mm).

** Los niveles 3 y 4 pueden rutearse en una bandeja común, pero deberían separarse por una barrera. El espaciamiento debería ser el correspondiente al nivel 4 (esta barrera no necesariamente debe ser aterrizada).

1) S = Letra de código que indica un tratamiento diferente de niveles especiales que pueden requerir espaciamientos específicos de conductos y/o bandejas para señales, tales como: campos de conmutación y resistencias de línea o señales de shunt a reguladores, o voltajes mayores a 1.000 Volts o corrientes superiores a 800 Amperes o ambos.

3.11 CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CABLES EN BANDEJAS PORTA CABLES

- a) Las capacidades de corriente de los cables monopares o dispuestos en conjunto para formar grupo de 3 ó 4 conductores deberá cumplir con lo siguiente:
 - a1) Cables de 600 MCM y mayores en bandeja descubierta, no deberá exceder el 75% de las corrientes permisibles indicadas en Tablas 310-17 y 310-19 del NEC-2005.
Si la bandeja tiene cubierta de protección no ventilada en largo superior a 1.83 m, las capacidades de corriente no excederán el 70% de los valores indicados en Tablas 310-17 y 310-19 de NEC-2005.
 - a2) Cables entre 1/0 AWG y 500 MCM, bandeja descubierta, el 65% de los valores indicados en Tablas 310-17 y 310-19 del NEC-2005.
Si la bandeja es cubierta, se considerará el 60% de los valores indicados de las mismas Tablas.

- a3) Para cables monoconductores instalados en una sola capa, bandeja descubierta con espaciado entre cables no menor a su diámetro, la capacidad de corriente para cables 1/0 AWG y mayores no excederá los valores indicados en Tablas 310-17 y 310-19 del NEC-2005.
- a4) Para cables monoconductores instalados en configuración triangular, bandeja descubierta, separación entre cables no menor a $(2.15 \times O.D.)$, la capacidad de corriente no excederá a la de 2 ó 3 conductores, clase 0 a 2.000 volts, soportados en un mensajero y calculada por fórmula de NETHER-MCGRATH:

$$TC-(TA + Dtd)$$

$$I = RDC(I+YC)RCA$$

Donde: TA = temperatura ambiente; TC = temperatura conductor [°C]; Dtd = pérdida dieléctrica aumento temperature; RDC = resistencia DC a temperatura °C; RCA = resistencia térmica efectiva entre conductor y medio ambiente.

YC = componente resistencia AC resultante efecto piel y proximidad.

Ver información adicional en Anexo 6.

4. REQUERIMIENTOS PARA CANALIZACIONES

4.1 SISTEMAS DE BANDEJAS PORTA CABLES

4.1.1 Materiales y Terminaciones

- a) Las bandejas y/o escaleras porta cables deberán fabricarse en metal resistente a la corrosión o metal con una terminación resistente a la corrosión.
- b) Las bandejas y/o escaleras deberán ser galvanizadas en caliente después de fabricadas de acuerdo con la norma ASTM A123, Clase B2 (peso medio recubrimiento de zinc de 0.46 Kg/m² y un espesor medio por lado de 0.064 mm).
- c) Las bandejas y/o escaleras porta cables, usadas en ambientes con grados de contaminación pesado y/o muy pesado (IEC-815), deberán ser:
 - De acero inoxidable.
 - De plástico reforzado con fibra de vidrio.

4.1.2 Soportes

- a) Las soportaciones de bandejas deberán ser de material no combustible.
- b) La soportación de bandejas se deberá hacer por uno de los siguientes medios:
 1. Brazo en cantilever
 2. Trapecio (hilo corrido y perfil unistrut o equivalente)

3. Barra de suspensión individual (hilo corrido)

- c) Las barras de suspensión deberán tener las características indicadas en la Tabla N° 1 siguiente:

Tabla N° 1

Barra de Suspensión Hilo Corrido de Acero en Caliente (ASTM A575 Y A576)							
Capacidad de Carga							
Diám. Nom. Pulg.	Hilos por Pulg.	Peso Kg/m	Área		Carga Máxima Segura a 343 °C		
			mm ²	Pulg ²	kN	lbs.	Kg
3/8	16		43.9	0.068	2.7	610	276
1/2	13		81.3	0.126	5.0	1.130	510
5/8	11		130.3	0.202	8.0	1.810	816
3/4	10		194.8	0.302	12.0	2.710	1.224
7/8	9		270.3	0.419	16.8	3.770	1.713
1"	8		356.1	0.552	22.1	4.960	2.253

- d) Los conductores y cables deberán ser amarrados a los travesaños para prevenir movimiento excesivo debido a las fuerzas magnéticas de corrientes de cortocircuito.
- e) Las amarras plásticas deberán ser retardantes a la llama y tener suficiente capacidad térmica para prevenir el calentamiento de éstas debido a la inducción, especialmente en afianzamiento de cables monopolares.

4.1.3 Ubicación de Soportes

- a) Secciones Rectas:

Las secciones rectas horizontales deberán soportarse a intervalos que no excedan la soportación indicada en Tabla N° 3, indicada en 4.1.5. Un soporte debería colocarse dentro de 610 mm (2 pies) a cada lado de un punto de unión o expansión. Se recomienda separación máxima entre soportes de 1.5 m.

La soportación de secciones rectas verticales instaladas en interiores, deberían soportarse a intervalos adecuados permitidos por la estructura del edificio, para instalación exterior el intervalo de soportación debería ser determinado de acuerdo a la carga de viento, nieve y/o hielo. La distancia máxima entre soportes verticales no debería exceder 7.32 m (24 pies).

- b) Para soportación de accesorios, tales como: curvas, tee, derivaciones.

4.1.4 Expansión y Contracción Térmica

El espaciamiento máximo para conectores de expansión será los que se indican en la Tabla 2.

Tabla N° 2

Temperatura Diferencial		Acero		Aluminio		Fibra Vidrio (FRP)		Acero Inoxidable			
								304		316	
C°	F°	m	Pies	m	Pies	m	Pies	m	Pies	m	Pies
-4	25	156	512	79.2	260	203.3	667	105.7	347	115.5	379
10	50	78	256	39.6	130	101.5	333	53.0	174	57.6	189
24	75	52.1	171	26.5	87	67.6	222	35.4	116	38.4	126
38	100	39.0	128	19.8	65	50.9	167	26.5	87	29.0	95
51	125	31.1	102	15.8	52	40.5	133	21.0	69	23.2	76
65	150	25.9	85	13.1	43	33.8	111	17.7	58	19.2	63
79	175	22.2	73	11.3	37	28.9	95	15.2	50	16.4	54

Para una diferencial de temperatura (invierno/verano) de 38°C (100°F), una bandeja de acero requiere una junta de expansión cada 39 m. La temperatura ambiente al instante de instalación, indicará el ajuste del entrehierro de expansión.

• FRP = Fiberglass Reinforced Plastic

4.1.5 Condiciones de Diseño

a) Capacidad de Carga de Trabajo Admisible

La capacidad de soportar el peso estático de los cables es equivalente a la capacidad de carga de destrucción determinada por prueba (NEMA VE1, párrafo 4.1), dividida por un factor de seguridad de 1.5.

b) Clase de Designación Carga/Vano

Habrán tres (3) categorías de carga de trabajo para bandejas y/o escaleras portacables:

1. Símbolo A: 74.4 Kg./m (50 lb/pie)
2. Símbolo B: 111.6 Kg./m (75 lb/pie)
3. Símbolo C: 148.8 Kg./m (100 lb./pie)

y cuatro (4) categorías de soportación de vanos: 2.44 m (8 pies), 3.66 m (12 pies), 4.87 m (16 pies) y 6.09 m (20 pies)

Las designaciones clase carga/vano, son las indicadas en la Tabla N° 3, y se aplica a las escaleras porta cables. Los canales porta cables deben consultarse al fabricante.

Tabla N° 3

Clase de Designación	Carga de Trabajo		Soportación Vano	
	Kg/m	Lb/pie	m	pies
8A	74.4	50	2.44	8
8B	111.6	75	2.44	8
8C	148.8	100	2.44	8
12A	74.4	50	3.66	12
12B	111.6	75	3.66	12
12C	148.8	100	3.66	12
16A	74.4	50	4.87	16
16B	111.6	75	4.87	16
16C	148.8	100	4.87	16
20A	74.4	50	6.09	20
20B	111.6	75	6.09	20
20C	148.8	100	6.09	20

Las cargas de trabajo indicadas son para el cable solo. Cuando se requiera considerar cargas estáticas concentradas se aplicará lo indicado en c)

c) Carga Estática Concentrada

La carga estática concentrada se considerará como un peso estático aplicado entre los rieles laterales en el punto medio del vano.

Cuando así se especifique, esta carga estática concentrada puede convertirse a una carga equivalente uniforme (W_e) en Kg/m, mediante la fórmula:

$$W_e = 2 \times (\text{Carga Estática Concentrada}) / \text{Largo Vano} \quad [\text{Kg/m}]$$

y adicionarse al peso estático de los cables.

Esta carga combinada, debe ser usada para seleccionar la designación carga/vano adecuada para el proyecto específico.

Si esta carga combinada excede la carga de trabajo admisible indicada en la Tabla N° 3, deberá consultarse al fabricante.

Las bandejas instaladas en exteriores, no protegidas contra viento y nieve, deberán considerar además, las siguientes cargas:

- a) Presión de viento de 60 Kg/m^2
- b) Los espesores de nieve indicados en norma NCh 431 Of. 77 Sobrecargas de nieve. 0, espesores menores si existen registros que avalen dicho espesor.

4.1.6 Cantidad de Cables

Cables Multiconductores hasta 2.000 Volts

- a) Cualquier mezcla de cables de alumbrado, fuerza, control y/o señales en bandejas tipo ladder o trough.
- a1) Todos los cables mayores a 4/0 AWG: la suma de los diámetros de los cables no debe exceder el ancho de la bandeja. Los cables deberán instalarse en una sola capa.
 - a2) Todos los cables menores a 4/0 AWG: la suma de las áreas de los cables no debe exceder el área de llenado máximo de la bandeja, según se indica en columna 1 de Tabla 392.9, NEC-2005.
 - a3) Mezcla de cables mayores a 4/0 AWG y menores a 4/0 AWG: la suma de las áreas de los cables menores a 4/0 AWG no debe exceder al área de llenado máximo de la bandeja, según se indica en columna 2 de Tabla 392.9, NEC-2005.
Los cables mayores a 4/0 AWG deben instalarse en una sola capa y sobre éstas no puede instalarse ningún otro cable.
 - a4) Sólo cables de control y/o señales. La suma del área de los cables no deberá exceder el 50% del área interna de la bandeja.
Para el cálculo del área interna deberá usarse una profundidad útil de 152 mm (6") aún cuando la bandeja disponga de una profundidad mayor.
- b) Cualquier mezcla de cables de fuerza, alumbrado, control y/o señales en bandeja de fondo sólido (solid bottom)
- b1) Todos los cables mayores a 4/0 AWG: la suma de los diámetros de los cables no deberá exceder el 90% del ancho de la bandeja. Los cables deberán instalarse en una sola capa.
 - b2) Todos los cables menores a 4/0 AWG: la suma de las áreas de los cables no debe exceder el área de llenado máximo indicado en la columna 3 de la Tabla 392.9, NEC-2005.
 - b3) Mezcla de cables mayores a 4/0 AWG con cables menores a 4/0 AWG: la suma de las áreas de los cables menores a 4/0 AWG no deberá exceder el área de llenado máximo, indicado en columna 4 de Tabla 392.9, NEC-2005. Los cables mayores a 4/0 AWG deberán instalarse en una sola corrida.
 - b4) Sólo cables de control y/o señales: la suma de las áreas de los cables no deberá exceder el 40% del área interna de la bandeja.
Para el cálculo del área interna deberá considerarse una profundidad útil de 152 mm (6") aún cuando la bandeja disponga de una profundidad mayor.

La suma combinada de las áreas de cables no excederá los siguientes valores:

- Canal 3" (76 m) de ancho $\leq 839 \text{ mm}^2$ (1.3 pulg²)
- Canal 4" (102 m) de ancho $\leq 1.613 \text{ mm}^2$ (2.5 pulg²)
- Canal 6" (152 m) de ancho $\leq 2.452 \text{ mm}^2$ (3.8 pulg²)

- c) Las capacidades admisibles de corrientes para estos cables deberán ser las indicadas en las Tablas 310-16 y 310-18, NEC-2005.

El factor de disminución (Nota 8a) indicado en las Tablas, se aplicará sólo al cable multiconductor con más de 3 conductores y esta disminución deberá limitarse sólo al número de conductores del cable y no al número de cables contenido en la bandeja.

- c1) Si la bandeja tiene cubierta de protección no ventilada en un largo superior a 1.83 m, la capacidad de corriente admisible no deberá exceder el 95% de los valores indicados en las Tablas 310-16 y 310-18, NEC-2005.
- d) La distancia entre palillos para los cables considerados en a2). a3) y a4), no deberá exceder de 22.9 mm (9")

Cables Monoconductores hasta 2.000 Volts

- a) Los cables monoconductores, o conjuntos de conductores, deberán distribuirse uniformemente en las bandejas tipo ladder ó trough y el número máximo de conductores deberá cumplir lo siguiente:
 - a1) Si todos los cables son mayores de 1.000 MCM, la suma de los diámetros de todos los cables no deberá exceder el ancho de la bandeja.
 - a2) Si todos los cables están entre el rango de 250 MCM a 1.000 MCM, la suma de las áreas de todos los cables no deberá exceder el área de llenado máximo permisible de la bandeja considerada, de acuerdo a columna 1 de Tabla 392.10 del NEC-2005.
 - a3) Donde se instalen cables mayores de 1.000 MCM con cables de calibre menor a 1.000 MCM en la misma bandeja, la suma de las áreas de los cables menores de 1.000 MCM no deberá exceder el área de llenado máximo permisible de la bandeja considerada e indicada en la columna 2 de Tabla 392.10 del NEC-2005.
 - a4) Si los cables que se instalan están entre el rango de 1/0 a 4/0 AWG, la suma de los diámetros de todos los conductores no deberá exceder el ancho de la bandeja y deberán ser instalados en una sola capa.
- b) Para los cables monoconductores instalados en canales ventiladas de 3" (76 mm), 4" (102 mm) ó 6" (152 mm), la suma de los diámetros de todos los cables no deberá exceder el ancho del canal considerado.

Cables de Medio Voltaje (MV) y Metalclad (MC) Sobre 2.000 Volts

- a) La suma de los diámetros de los cables monoconductores y/o multiconductores no deberá exceder el ancho de la bandeja. Los cables deberán instalarse en una sola capa.
 - a1) Cables monopolares formando circuitos de 3 ó 4 conductores: la suma de los diámetros no deberá exceder el ancho de la bandeja. El conjunto (3 ó 4 conductores), formado así, deberá ser instalado en una sola capa.
- b) Los cables multiconductores deberán tener las capacidades de corriente indicadas en Tabla 310-75, NEC-2005.
 Si la bandeja tiene cubierta de protección no ventilada en un largo superior a 1.83 m, la capacidad de corriente no deberá exceder el 95% de los valores indicados en Tabla 310-75, NEC-2005.
 Para los cables instalados en una sola capa y separados uno del otro por un espaciamiento igual o superior al diámetro de los cables, la capacidad de corriente no deberá exceder los valores indicados en Tabla 310-71, NEC-2005.
 - b1) Los cables monoconductores deberán tener las capacidades de corriente que se indican:
 - Mayores de 1/0 AWG: no exceder el 75% de valores de Tabla 310-69, NEC-2005.
 - Si la bandeja es con cubierta no ventilada: no exceder el 70% de valores de Tabla 310-69, NEC-2005.

- Cables instalados en configuración plana, espaciados a distancia igual o mayor al diámetro del cable, no deberá exceder los valores de Tabla 310-69, NEC-2005.
- Cables instalados en configuración triangular, espaciados a 2.15 el diámetro exterior del cable, no deberá exceder los valores indicados en Tabla 310-67, NEC-2005.

4.1.8 Puesta a Tierra de Bandejas

- a) Cuando las bandejas y/o escalera porta cables se usen como conductor de puesta a tierra de equipos, deberá exigirse la indicación del área metálica mínima de acuerdo al Art. 392.7 del NEC-2005.
- b) Deberá mantenerse la continuidad metálica y deberá colocarse un compuesto inhibidor antioxidante bajo cada eclisa de unión.
- c) Deberá conectarse a tierra todo conducto que entre o salga de la bandeja portacables, mediante puentes de interconexión.

4.1.9 Posición de Bandejas y Cables

- a) En racks para instalaciones de servicio, las bandejas deben ocupar el nivel más alto en el rack, sobre los piping de proceso y/o servicios.
- b) No debe permitirse que los piping de proceso y/u otros servicios pasen sobre las bandejas o entre ellas.
- c) Debe evitarse donde sea posible, ubicar bandejas en los lados exteriores de los racks o a bajo nivel dentro del rack, donde son más vulnerables. Si por razones de servicio y/o construcción esto no es posible, debe suministrarse protección mecánica como se indica en punto 4.1.10.
- d) En un sistema múltiple de bandejas, las bandejas con cables de alta tensión deben ubicarse en la parte superior y cercana al centro del rack de piping y/o bandejas.

4.1.10 Protección Mecánica

- a) Las bandejas ubicadas bajo pasillos y/o plataformas, deben protegerse con una cubierta de acero, espaciada a 42 mm (1.625") sobre las bandejas y tener un espesor mínimo correspondiente al calibre 10.
- b) Las corridas de bandejas horizontales y/o verticales ubicadas a menos de 2 m sobre nivel de piso, pasillos y/o plataformas, también deben protegerse con cubiertas.
- c) Donde se aplique protección mecánica a bandejas, se aplicará una reducción de 5% a la capacidad de corriente de los cables cuando esta protección exceda de 1.83 m.

d) Deberá considerarse protección mecánica para las bandejas y/o escaleras en:

1. Áreas de tráfico.
2. Caída de objetos, sólidos y/o líquidos.
3. Calor radiante y/o proyección de metales fundidos.
4. Objetos móviles, almacenados u otros materiales.
5. Prohibir uso peatonal de las bandejas.
6. Proyección de sólidos por ondas de expansión.

4.1.11 Protección Contra Incendio

a) General

Las bandejas porta cables deben colocarse en ubicaciones con la menor exposición de fuego y protegerse contra incendio en áreas con riesgo de incendio.

b) Pantallas de Protección

- b1) En áreas de proceso con riesgo de incendio y/o explosiones y/o proyecciones de metal fundido, las bandejas deben ser protegidas con pantallas contra incendio y sistemas de agua atomizada.
- b2) Las pantallas contra incendio deben instalarse en la parte inferior de la bandeja para reflejar el calor o llamas de un incendio.
- b3) El espesor de la pantalla metálica debe ser mínimo de calibre 24 y de acero corrugado, extenderse 102 a 153 mm en ambos costados de la bandeja y tener un espacio mínimo de 38 mm entre la pantalla y el fondo de la bandeja.
- b4) En sectores o instalaciones de bandejas expuestas a trabajos de corte y soldadura, deberá exigirse la disponibilidad de extintores portátiles clase C con capacidad nominal mínima de 9.1 kg. (20 lb) con un valor nominal mínimo de 60 BC, o dos unidades de 4,5 kg. (10 lb) con valor nominal mínimo de 40 BC en el sitio en que se ejecuta este tipo de trabajo.

c) Sistema Agua Atomizada

- 1) Donde existan sistemas de agua atomizada, las boquillas atomizadoras deben ubicarse sobre las bandejas en áreas con riesgo de incendio. Las boquillas deben ser de diseño especial para fuegos de origen eléctrico.
- 2) Este sistema de agua atomizada debe ser del tipo seco, activado manualmente en estaciones de la línea de proceso o automáticamente mediante detectores de humo, llama y/o temperatura o una combinación de ellos.
- 3) La especificación, diseño, construcción y pruebas de los sistemas de protección con agua atomizada, deberá ejecutarse de acuerdo a Norma NFPA-15 – “Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection”.
Los sistemas de sprinkler o agua atomizada deberían ser diseñados para una densidad de descarga de 0.20 lt/seg-m² (0.30gpm/pie²) sobre un área de protección de 232 m² (2.500 pies²).

- 4) No se recomienda el uso de sistemas de CO₂ o agentes limpios, como sistemas de protección contra incendio para bandejas de cable. No obstante, si estos existen o es necesario instalarlos, deberán tener de respaldo un sistema de agua atomizada.

d) Sistemas de Detección

- 1) El sistema de detección deberá cumplir los requerimientos de las normas NFPA 72E – “Standard on Automatic Fire Detectors”.
- 2) Si se usa como sistema detector un detector de temperatura fijo del tipo lineal, éste deberá montarse sinusoidalmente sobre la bandeja. Los detectores alternativos son los de humo del tipo fotoeléctrico, ionizante o una combinación de ambos.
- 3) Los sistemas detectores deberán conectarse en zona cruzada para evitar falsas alarmas.

4.2 SISTEMAS EN MENSAJERO

4.2.1 Instalaciones Interior Mina

a) Cable Mensajero

- a1) Los mensajeros deberán ser de material metálico trenzado, con un esfuerzo de ruptura nominal no menor a 2.721 Kg. (26.7 kN) (60.00 lb).
- a2) Los mensajeros no deberán someterse a esfuerzos de ruptura, más allá del 60% el esfuerzo de ruptura nominal bajo condiciones de carga normal.
- a3) Para el interior mina, la carga en condiciones normales corresponderá a la suma de los pesos correspondientes a: mensajero, cables, anillos soportación y peso de equipos soportados si los hubiera.
En sectores con filtraciones de agua sobre los mensajeros y temperaturas de –10°C, se deberá considerar una carga adicional de espesor radial de hielo de 6.5 mm sobre el diámetro equivalente del conjunto cables/mensajero.
- a4) El cable mensajero normalizado para interior mina de División El Teniente, corresponderá a un torón de 1 x 7 hebras de doble galvanizado, acero, torcido izquierdo y de alta resistencia del tipo retenida, de 3/8” de diámetro, 0.409 Kg/m y 4.950 Kg. de resistencia a la ruptura (valor efectivo), o de 7.000 Kg. (extra alta resistencia) Norma ASTM-475, Clase A.
- a5) En general, el mensajero deberá llevar sólo cables de un mismo nivel de tensión. Sin embargo, podrá transportarse en un mismo mensajero, cables de diferentes niveles de tensión en diferentes anillos de soportación.
- a6) La soportación del mensajero a través de los túneles, galerías, tiros de sondajes o chimeneas, se ejecutarán según los planos de diseño normalizados de cada División.
- a7) Los mensajeros deberán tener estructura de anclaje intermedio cada 150 m. o menos, cuando el mensajero se instala en línea recta.
Deberá considerarse anclajes intermedios y/o remates donde se cambie el tamaño del mensajero, cambios de dirección y ángulos mayores de 30°.
- a8) Los cables soportados al mensajero deberán tener mangas de retención, en el sentido de la pendiente de las galerías, donde se instalen anclajes intermedios se colocará mangas de retención en todas las estructuras de remate.

b) Soportación de Cables al Mensajero

- b1) Los anillos de soportación de los cables al mensajero deberán ser aislados y soportar 8 veces su voltaje nominal y a lo menos 3 veces el peso nominal, según se indica en Código de Reglas Federales 30 CFR, Parte 75, Subparte F.
- b2) La distancia de separación entre anillos de soportación será de 1 m., o menor según recomendación fabricante del cable.
- b3) Los anillos normalizados para el mensajero de 3/8" de diámetro, en la División El Teniente, corresponderán al tipo Bosserman clip lock con brazo de enclavamiento de 3/8", Catálogo cab 0581 a 0588, o similar, fabricado por Cambria County Association, USA.
- b4) Las mallas metálicas de retención para soportación de cables, serán de doble trenzado y deberán:
 - b4.1) Tener cierre mediante pasador (split-rod).
 - b4.2) Tener asideros de doble ojo cuando el cable es vertical y se extiende más allá de la malla sin doblarse. La soportación sobre gancho abierto debe hacerse a no más de 15°, respecto del eje del cable.
 - b4.3) Tener asidero de simple ojo desplazado, cuando el cable es vertical y dobla, o cuando se requiera un punto de sujeción desplazado, como en el caso de cables en mensajero sobre postración.
 - b4.4) Las mallas metálicas de retención se aplicarán de acuerdo a los requerimientos del NEC, Art. 300-19.
 - b4.5) Las cargas de trabajo máximo seguro de las mallas, se determinarán dividiendo el esfuerzo de ruptura aproximado (indicado por el fabricante), dividido por un factor de seguridad.
 - b4.6) El factor de seguridad a considerar variará entre 5 y 10. Este factor de seguridad se aplica a mallas nuevas y sin uso. Para mallas reusadas se considerará el doble o triple de los factores de seguridad indicados.
 - b4.7) Para cables verticales con largo máximo de 30 m y carga continua hasta 270 Kg., las mallas deberán corresponder a series de largo estándar o medio. Para cables con largos sobre 30 m y cargas continuas sobre 270 Kg., las mallas deberán ser de la serie extra larga.
 - b4.8) Para ambientes extremadamente corrosivos (grados de contaminación pesado y muy pesado de IEC-815), las mallas deberán ser de acero inoxidable.

c) Puesta a Tierra

- c1) Los mensajeros deberán conectarse a tierra según se indica en los puntos siguientes y, la cubierta del cable si es metálica o cable armado, deberá interconectarse con el mensajero, particularmente en los terminales o donde se efectúen uniones de los cables.
- c2) Donde el mensajero sea adecuado como conductor del sistema de tierra, cada 400 m.
- c3) Donde el mensajero no es adecuado como conductor del sistema de tierra, cada 200 m.
- c4) El conductor de puesta a tierra para el mensajero, deberá tener la capacidad de corriente adecuada para la corriente de falla disponible y el tiempo de operación de la protección del sistema.
Si no se suministra protección de falla o sobrecorriente, la capacidad de corriente del conductor de tierra deberá ser determinada para las condiciones de operación y diseño del circuito, pero en ningún caso, deberá ser menor al calibre # 8 AWG de cobre.

d) Tipos de Cables

- d1) Los cables deberán cumplir los requerimientos establecidos en 3.1 a 3.11 de la presente Sección.
- d2) Los cables adecuados para instalar soportados en mensajeros, corresponden a:
 - Cable armado, tipo AC, Art. 320.
 - Cable de medio voltaje, tipo MV, Art. 328.
 - Cable metal clad, tipo MC, Art. 330.
 - Cable con aislación mineral, tipo MI, Art. 332.
 - Cable con cubierta no metálica, tipos NM, NMC y NMS, Art. 334.
 - Cable de fuerza y control, tipo TC, Art. 336.

4.2.2 Instalaciones Exteriores

a) Cable Mensajero

- a1) Los mensajeros deberán ser de material metálico trenzado, con un esfuerzo de ruptura nominal no menor a 2.721 Kg. (26.7 kN) (6.000 lb).
- a2) Los mensajeros no deberán someterse a esfuerzos de ruptura más allá del 50% del esfuerzo de ruptura nominal, bajo las condiciones de carga que se indican (actuando sobre el conjunto de cables/mensajero) en norma NSEG 5 En 71, Parte B, Arts. 112 y 113; Parte C, Arts. 114 a 123.
- a3) En las áreas de producción con niveles de contaminación liviano y medio, se usará mensajero de acero galvanizado, tipo retenida, en tamaños de 3/8 ó 1/2 pulg de diámetro.
 En las áreas de producción con niveles de contaminación pesado y muy pesado, se usará mensajero copperweld de 1 x 7 hebras, en tamaños de 3/8 (7 # 8) ó 1/2 (7 # 6), de alta resistencia de ruptura y 30% de conductividad.
 Para alimentadores designados o considerados críticos, o para condiciones de carga diferentes a las indicadas en a2), se usará mensajero copperweld con resistencia a la ruptura extra alta, de 30% de conductividad en tamaños de 3/8 (7 # 8). 1/2 (7 # 6).
- a4) No existe requerimiento de esfuerzo para los cables aislados transportados y soportados por el mensajero.
- a5) En general, el mensajero deberá llevar sólo cables de un mismo nivel de tensión. Sin embargo, podrá transportarse en un mismo mensajero, cables de diferentes niveles de tensión en diferentes anillos de soportación.

b) Soportación de Cables

- b1) Los anillos de soportación de los cables al mensajero deberán ser aislados y soportar 8 veces su voltaje nominal y, a lo menos, 3 veces el peso nominal, según se indica en Código de Reglas Federales 30 CFR, Parte 75, Subparte F.
- b2) La distancia de separación entre anillos de soportación será de 1 m. ó menor.
- b3) Los anillos de soportación deberán ser aislados y corresponden a la serie de catálogo cab 0581 a 0588, para mensajeros de 3/8 y cab 0671 a 0678, para los mensajeros de 1/2 pulgada de diámetro, ambos fabricados por Cambria County Association, USA.
 Para instalaciones al exterior de minas subterráneas, los anillos portacables deberán ser con silla, recubiertos con PVC resistente a la llama y estabilizado contra rayos ultravioleta, resistentes a la corrosión y abrasión.

- b4) Las postaciones deberán ser de concreto armado pretensado y, adicionalmente a lo indicado en 3.2.2.a2), se considerarán los requerimientos de la norma ACI 318-83 del American Concrete Institute.

c) Puesta a Tierra

Se aplicarán los requerimientos indicados en el punto 4.2.1.c.

d) Tipos de Cables

Se aplicarán los requerimientos indicados en el punto 4.2.1.d.

4.2.3 Protección Contra Incendio

- a) Para la instalación de cables en mensajero exteriores, no se requiere protección contra incendio, cuando se instala en postación. Elegir siempre la ruta con menor grado de exposición o riesgo.
- b) Las instalaciones de cables en mensajero al exterior de mina subterránea, deberá considerar las medidas de prevención y precaución indicados en esta Sección y los siguientes puntos:

4.5 Penetraciones y Sellos, Sección II.

6.4 Tamaño Penetraciones y Tipo de Sellos, Sección II.

4.3 TÚNELES DE CABLES

Los siguientes requerimientos se aplicarán a las instalaciones de cables en túneles de servicio y/o túneles de cables bajo switchgears.

4.3.1 Dimensiones

- a) Los túneles de cables deberán tener una altura interior mayor o igual a 2.000 mm. El ancho deberá fijarse de forma que el pasillo tenga un ancho de 600 a 800 mm, excluyendo el ancho de las bandejas o escaleras porta cable.
- b) Si en el túnel existen más de 3 bandejas o escaleras porta cables, una sobre otra, el ancho de éstas será de 600 mm como máximo.

4.3.2 Instalación de Cables

- a) Los cables deberán instalarse sólo en bandejas y/o escaleras porta cables metálicas y cumplir todos los requerimientos indicados en punto 4.1 Sistemas de Bandejas Portacables.
- b) Para las separaciones entre bandejas y/o entre bandejas y conductos se deberá cumplir con los requerimientos indicados en Tablas Nº 7 y 8 de esta Sección, excepto que la primera y última bandeja deberán estar separada del cielo y/o piso a una distancia mayor o igual a 500 mm.

- c) Para este tipo de instalación deberá considerarse factores reductores en la capacidad de corriente por agrupación de cables y por temperatura ambiente, de tal manera que se cumplan las siguientes relaciones:

$$F_c \times F_t \times I_n \geq I \text{ (Capacidad de corriente cable en túnel)}$$

$$F_c \times F_t \geq I \text{ (Capacidad de corriente cable en túnel)} / I_n \text{ (Capacidad de corriente cable en túnel)}.$$

Donde: F_c = Factor reductor por cantidad de cables; F_t = Factor reductor por temperatura.
 I_n = Capacidad de corriente nominal del cable (al aire libre).

Si no se cumple esta relación, deberá incrementarse las secciones de los cables o las dimensiones del túnel de cables.

4.3.3 Ventilación

- a) La temperatura ambiente en el interior del túnel y con los cables sin carga, deberá ser menor o igual a 30°C.
- b) Si la disipación de calor a través de las paredes del túnel es insuficiente, y la temperatura en su interior sobrepasa el valor límite de 30°C, deberá considerarse ventilación forzada o modificar las dimensiones del túnel.
- c) El cálculo de ventilación deberá basarse en la pérdida de potencia por metro lineal de túnel y, la velocidad del aire de ventilación no deberá ser mayor a 5 m/seg.

4.3.4 Protección Contra Incendio Túneles de Cables

- a) La entrada y salida del túnel de cables bajo switchgear y/o túneles de servicio deberá equiparse con mamparas cortafuego y la puerta y/o trampas de acceso tener una resistencia contra fuego de 2 horas.
- b) Los accesos a cada celda del o los switchgears deberán sellarse de acuerdo a lo indicado en la Sección II y III.
- c) Los cables que acceden al túnel de cables deberán dotarse con rompedores de fuego, ya sea en forma de cinta corta fuego o pintura intumescente. Lo mismo se aplicará a cables que dejan el túnel y penetran a una canalización subterránea.
- d) Para túneles de cables con más de 10 m de largo, se colocará rompedores de fuego en los cables cada 3 m, ya sea en forma de cintas corta fuego o recubrimiento con pintura intumescente en una longitud de 600 mm., si la bandeja es horizontal y 1.500 mm si la bandeja es vertical.
- e) Entrada y salida al interior del túnel de cables, deberá dotarse con extintores portátiles, Clase C y de capacidad mínima de 9 Kg., valor nominal 10 BC.
- f) Ver Tabla 1, ítem 1 de la Sección III para requerimientos de protección de incendio.
- g) Si se usa sistema de sprinkler automático, deberían ser diseñados para una densidad de descarga de 0,20 lt/seg-m² sobre un área de 232 m² o a la distancia más remota de 30 m del túnel de cable hasta un área de 232 m².

- h) En los casos justificados por el análisis y evaluación de riesgo de incendio, puede ser usado un generador de espuma de alta expansión portátil para suplementar el sistema fijo de protección contra incendio. Ver NFPA 11C.
- i) Los túneles de cables deberán tener ventilación y sistemas de drenaje.

4.4 CANALIZACIONES EN CONDUCTOS METÁLICOS RÍGIDOS

Los cables monoconductores y/o multiconductores deberán ser canalizados en conductos metálicos rígidos y dimensionados para cumplir los siguientes requerimientos:

4.4.1 Tipo de Conducto

- a) Deberá ser conducto rígido galvanizado, norma ANSI C80.1. Se prohíbe uso de otro tipo de conducto en instalaciones industriales.
- b) Se exceptúan de esta prohibición, los conductos metálicos flexibles estancos cuando se usan como elementos finales de canalización hasta un largo máximo de 3 m.

4.4.2 Porcentaje de Ocupación

El área interna máxima del conducto que puede ser ocupada por los cables, deberá ser:

- 53% para 1 conductor monopolar y/o multipolar.
- 31% para 2 conductores monopolar y/o multipolar.
- 40% para 3 conductores o más.

4.4.3 Acuñamiento

- a) El conducto deberá dimensionarse para que, independientemente de la configuración que tomen los cables en su interior, no sea posible el acuñamiento (atascamiento y deformación de cables en las curvas y codos).
- b) Para que no sea posible el acuñamiento, deberá cumplirse la relación $1.05D/d > 3$ donde D es el diámetro interno del conducto y d es el diámetro exterior del cable.

4.4.4 Distancia de Claro

- a) Los cables deberán instalarse de manera que se mantenga una distancia entre 12.7 y 25.4 mm (1/2" a 1") entre el cable más alto dentro del conducto y la pared interna superior de éste.
- b) Las fórmulas de cálculo para esta distancia, serán las siguientes:

conductor monopolar o multipolar:	$C = D - d$
cables, configuración acuñada:	$C = D/2 - 1.366d + (D-d)/2 [1 - (d/D - d)^2]^{1/2}$
cables, configuración triangular:	$C = (D-d)/2 + (D-d)/2 [1 - (d/2 (D-d))^2]^{1/2}$
cables, configuración diamante:	$C = (D-d) - 2d^2/(D-d)$

Donde: C = distancia de claro (mm); D = diámetro interior conducto (mm); d = diámetro exterior cable (mm).

4.4.5 Tensión de Jalado

- a) Los cables deberán ser instalados en conductos dimensionados, de forma que la tensión máxima de jalado admisible no exceda al valor menor de las siguientes tensiones:
1. Tensión máxima admisible en el conductor; para conductor de cobre: $0.008 \text{ lb.} \times \text{número de conductores} \times \text{circular mil}$. Valor máximo para cables monopolares 2.200 Kg y cables multiconductores 2.700 Kg.
Para cables multiconductores con 5 o más conductores, esta tensión debe limitarse a 80% de la suma de los conductores individuales.
 2. Tensión máxima admisible en el dispositivo de tracción:
 - a) Perno de tracción: $T_{\text{máx}} = 7.0 \times n \times A \text{ [Kg]}$
donde: n = número de conductores; A = Área conductor [mm^2]
Para configuración acuñaada o triangular, $n = 2$
 - b) Malla de tracción. $T_{\text{máx}} = 2.21 \times T \times (d-t)$
donde: T = tensión en Kg/mm^2 correspondiente a material de la chaqueta del cable
 d = diámetro sobre la cubierta del cable; t = espesor de la cubierta del cable.
La tensión máxima no deberá exceder de 450 Kg
 3. Presión lateral máxima admisible: los valores máximos que no deben ser sobrepasados, serán:
 - Cables de 600 Volts : Presión máxima 160 a 270 Kg/m
 - Cables de 5 a 15 KV : Presión máxima 745 Kg/m
 - Cables de 25 a 35 KV : Presión máxima 445 Kg/m
- b) El cable de jalado o laucha, deberá ser de acero trenzado o acero sólido y la velocidad de jalado no deberá exceder de 15 m/min.
- c) Se prohíbe uso de lauchas de nylon o cuerda manila.

4.4.6 Radios de Curvatura

- a) El valor de radio de curvatura mínimo en que pueden ser doblados los cables durante la instalación corresponden a valores permanentes del cable instalado en su posición de trabajo final.
- b) Estos valores límites no se aplican a curvas de conductos, roldanas de instalación u otras superficies curvas alrededor de los cuales el cable es jalado mientras está siendo instalado.
- c) El valor de radio mínimo de curvatura se especifica a la superficie interior del cable y no al eje del cable.
- d) Cables de poder sin pantalla metálica o armadura: radio de curvatura según Tabla H-1, de Norma ICEA S-66-524 (NEMA WC-7).
- e) Cables de poder con pantalla metálica o armadura:
 1. Cables armados tipo interlocked: radio de curvatura según Tabla H-1, pero no menor que 7 veces el diámetro exterior del cable.

2. Cables con armadura de cinta o alambre: radio mínimo de curvatura debe ser 12 veces el diámetro exterior del cable.
3. Cables con pantalla de cinta metálica: radio mínimo de curvatura debe ser 12 veces el diámetro exterior del cable.
4. Cables con pantalla de alambres: radio de curvatura según Tabla H-1, de Norma ICEA S-66-524 (NEMA WC-7-1971) Cross-Linked-Thermosetting-Polyethylene-Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy.

Tabla H – 1 Radio de Curvatura Mínimo

Espesor de aislación del conductor		Diámetro exterior del cable					
		mm ≤ 25.4	Pulg. ≤ 1.0.	mm 25.4 -50.8	Pulg. 1.0 – 2.001	mm ≥ 50.8	Pulg. ≥ 2.001.
mm	Pulg.	Radio mínimo de curvatura como múltiplo del diámetro del cable					
≤ 3.94	≤ 155	4		5		6	
4.32 – 7.87	170 – 310	5		6		7	
≥ 8.26	≥ 325	--		7		8	

5. REQUERIMIENTOS PARA CABLES Y CANALIZACIONES DE FIBRA ÓPTICA

Los requerimientos están en la Sección 770 del NEC – 2005 y son los siguientes (entre paréntesis, numeración original del NEC):

5.1 DISPOSICIONES GENERALES

(770-1) ALCANCE

Las recomendaciones de este Artículo se aplican a las instalaciones de cables y canalizaciones de fibra óptica. Este Artículo no cubre la construcción de los cables ni de las canalizaciones de fibra óptica.

(770-2) DEFINICIONES

Cable de fibra óptica abandonado. Cable de fibra óptica que está instalado y que no está terminado en un equipo que no sea otra cosa que un conector y no identificado para uso futuro con un tag.

Canalización de fibra óptica. Canalización diseñada para encerramiento e instalación de cables de fibra óptica listados.

Expuesto. Circuito en posición tal que, en caso de falla del apoyo y del aislamiento, pueda originar contacto con otro circuito.

FPN: Ver otra definición de Expuesto en punto 4. Definiciones en la Sección I.

Punto de entrada. El punto en el cual el alambre o cable emerge de una pared externa, de una placa de piso de concreto, o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o un tubo (conduit) metálico tipo semipesado conectado puesta a tierra en un electrodo de acuerdo con la Sección 800-100(B).

(770-3) OTROS ARTÍCULOS

Los circuitos y equipos deben cumplir con artículos 770.3(A) y 770.3(B). Aplica además las secciones del artículo 300 específicamente aquí referenciadas.

- (A) **Propagación de fuego o productos de combustión:** Aplica a las instalaciones y canalizaciones de cables de fibra óptica el artículo 300.21. Deberá retirarse la porción accesible de cables de fibra óptica abandonados.
- (B) **Ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios de manejo de aire:** Aplica los requerimientos del artículo 300.22 donde se use cables de fibra óptica.

Excepción: Lo que se permite por artículo 770.154 (A)

(770-6) CABLES DE FIBRA ÓPTICA

Los cables de fibra óptica transmiten luz a través de una fibra óptica para control, señalización y comunicaciones.

(770-9) TIPOS

Los cables de fibra óptica pueden agruparse en tres tipos.

- a) **No conductivos.** Estos cables no contienen elementos metálicos ni ningún otro material eléctrico conductor.
- b) **Conductores.** Estos cables contienen elementos metálicos conductores no-portadores de corriente eléctrica, tales como refuerzos metálicos, barreras metálicas contra vapores o blindaje metálico o cubierta.
- c) **Compuestos.** Estos cables contienen fibras ópticas y además conductores eléctricos portadores de corriente. Adicionalmente pueden tener elementos conductores no-portadores de corriente eléctrica, tales como refuerzos metálicos y barreras metálicas contra vapores. Los cables de fibra óptica compuestos deben clasificarse como cables eléctricos de acuerdo con el tipo de conductores eléctricos que contengan.

(770-12) SISTEMAS DE CANALIZACIONES PARA CABLES DE FIBRA ÓPTICA

La canalización debe ser de uno de los tipos indicados en la Sección IV de la NCC Nº 21.

Cuando los cables de fibra óptica no conductores estén instalados con conductores eléctricos en una canalización, deben aplicarse las tablas de llenado de la canalización de los Capítulos 3 y 10 (NEC-2005).

Estas tablas no se aplican para cables de fibra óptica instalados en la canalización junto con conductores no portadores de corriente.

(770-21) ACCESO A EQUIPO ELÉCTRICO POR LA PARTE POSTERIOR DEL TABLERO

El acceso a equipo por la parte posterior del tablero, no debe ser obstruido por la acumulación de cables o alambres que impidan retirar la cubierta diseñada para ese fin, incluyendo, en su caso, cubiertas suspendidas en el techo.

(770-24) EJECUCIÓN MECÁNICA DE LOS TRABAJOS

Los cables de fibra óptica deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables deben apoyarse en la estructura de la edificación de modo que no resulten dañados durante el uso normal de la misma.

La instalación también debe cumplir los requerimientos del artículo 300.4(D) y 300.11.

FPN: La práctica aceptada por la industria se describe en norma ANSI/NECA/BICSI 568-2001 Standard for Installing Commercial Building Telecommunications Cabling, y otras normas ANSI aprobadas.

5.2 PROTECCIÓN

(770-93) PUESTA A TIERRA DE LOS CABLES A LA ENTRADA DE EDIFICIOS

Cuando estén expuestos al contacto con conductores de alumbrado o de fuerza, los elementos metálicos no-conductores de corriente eléctrica de los cables de fibra óptica que entren a edificios, deben estar puestos a tierra lo más cerca posible del punto de entrada, o debe interrumpirse su continuidad lo más cerca posible del punto de entrada, por medio de una junta aislada o dispositivo equivalente.

5.3 CABLES EN EL INTERIOR DE EDIFICIOS

(770-113) INSTALACIÓN Y MARCADO DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA LISTADOS

Los cables de fibra óptica instalados en el interior de un edificio deben estar listados para ese uso, y deben marcarse como se indica en la Tabla 770-113.

Excepción 1: No se requiere que los cables de fibra óptica estén listados y marcados, si su longitud dentro del edificio, medida desde su punto de entrada no excede de 15 m, y el cable entre en la edificación desde el exterior y termine en una envolvente.

FPN: Las envolventes que se utilizan normalmente para empalmar o terminar los cables de fibra óptica son las cajas de empalme y de terminales, tanto metálicas como no-metálicas.

Excepción 2: Los cables de fibra óptica del tipo no conductivo no requieren estar listados y marcados cuando el cable entra al edificio desde el exterior y está instalado en conducto metálico rígido.

TABLA 770-133 - Marcado de cables de fibra óptica

Marcado del cable	Tipo	Referencia
OFNP	Cable tipo no conductivo en cámaras de aire	770-179(A) y 770-174(A)
OFCP	Cable tipo conductivo en cámaras de aire	770-179(A) y 770-174(A)
OFNR	Cable tipo no conductivo en tiro vertical	770-179(B) y 770-154(B)
OFNR	Cable tipo conductivo en tiro vertical	770-179(B) y 770-154(B)
OFNG	Cable tipo no conductivo Uso general	770-179(C) y 770-154(C)
OFNG	Cable tipo conductivo Uso general	770-179(C) y 770-154(C)
OFN	Cable tipo no conductivo Uso general	770-179(D) y 770-154(C)
OFN	Cable tipo conductivo Uso general	770-179(D) y 770-154(C)

NOTA 1: Los cables están listados en orden descendente de resistencia a la propagación del fuego. Dentro de cada capacidad nominal, los cables no conductivos se listan primero, ya que pueden sustituir a los cables conductivos.

NOTA 2: Las Secciones de referencia indican los requisitos y los usos permitidos.

(770-133) INSTALACIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA CON CONDUCTORES ELÉCTRICOS

(A) Circuitos con conductores de alumbrado, de fuerza o Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Se permite instalar cables de fibra óptica dentro del mismo conductor compuesto, con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media que funcionen a 600 V o menos, solamente cuando las funciones de las fibras ópticas y de los conductores eléctricos estén asociadas.

Se permite instalar cables de fibra óptica no conductivos que ocupen el mismo soporte tipo escalera para cables o canalización con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada, tipo ITC o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media que operen a 600 V o menos.

No se permite ocupar la misma canalización a cables de fibra óptica compuestos con conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, alarma de incendio de potencia no limitada, tipo ITC, o comunicaciones de banda ancha.

Se permite que los cables de fibra óptica compuestos que contengan solamente conductores portadores de corriente eléctrica para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1 para 600 V o menos, estén en el mismo gabinete, soporte tipo escalera para cables, caja de salida, tablero, canalización u otras envolventes de terminales junto con otros conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1.

No se permite que los cables de fibra óptica no conductivos ocupen el mismo gabinete, soporte tipo escalerilla para cables, caja de salida, tablero, o alguna envolvente similar, en las que haya terminales eléctricos de circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción Nº 1: Se permite que los cables de fibra óptica no conductivo ocupen el mismo gabinete, soporte tipo escalera para cables, caja de salida, tablero o envolvente similar, cuando están asociados funcionalmente con el circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendio de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

Excepción Nº 2: Se permite que los cables no conductivos ocupen el mismo gabinete, soporte tipo escalera para cables, caja de salida, tablero o envolvente similar, cuando los cables de fibra óptica dieléctricos están instalados en centros de control preensamblados en fábrica o en campo.

Excepción Nº 3: Se permite el uso de cables de fibra óptica no conductivo junto con circuitos que excedan de 600 V, solamente en establecimientos industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas dan servicio a la instalación.

Excepción Nº 4: Se permite el uso de cables de fibra óptica compuestos que contengan conductores portadores de corriente eléctrica que operen a más de 600 V, solamente en establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas dan servicio a la instalación.

(B) Con otros conductores

Se permite que los cables de fibra óptica en el mismo cable y los cables de fibras ópticas conductivos y no conductivos estén en el mismo soporte tipo escalera para cables, envolvente o canalización junto con conductores de cualquiera de los siguientes tipos:

- (1) Conductores de circuitos para control remoto, señalización y circuitos de potencia limitada de Clase 2 y Clase 3, que cumplan con lo indicado en el Artículo 725 (NEC 2005).
- (2) Conductores para sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, que cumplan con lo indicado en el Artículo 760 (NEC 2005).
- (3) Conductores para circuitos de comunicación que cumplan con el Artículo 800.
- (4) Conductores para sistemas de distribución de antenas comunales de radio y de televisión, que cumplan con el Artículo 820 (NEC 2005).
- (5) De circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia que cumplan lo establecido en el Artículo 830(NEC 2005).

(C) Puesta a tierra

Los componentes conductivos no-portadores de corriente de los cables de fibra óptica, deben estar puestos a tierra como se establece en el Artículo 250 (NEC 2005).

(770-154) Aplicaciones de los cables de fibra óptica y sus canalizaciones

Los cables de fibra óptica conductivos y no conductivos deben cumplir con los incisos (A) a (F), según sea aplicable:

- (A) **Cámaras de aire.** Los cables de fibra óptica instalados en ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios para el manejo de aire ambiental deben ser tipo OFNP ó OFCP. No se permite la permanencia de cables abandonados.

Se permite instalaciones de cables tipo OFNR, OFCR, OFNG, OFN, OFCG y OFC SI cumplen con artículo 300.22

Además, se permite instalar canalizaciones de fibra óptica listados para cámaras plenas (de aire) y otros espacios para el manejo de aire ambiental como las descritas en 300-22(B), y en otros espacios para aire ambiental, como se describe en 300-22 (C). En este tipo de canalizaciones sólo se permite instalar el cable tipo OFNP y OFCP.

FPN: Ver requerimientos 8.14.1 de NFPA 13 (2002) Installation of Sprinkler Systems, para rociadores en espacios cerrados conteniendo combustibles expuestos.

- (B) **Instalación vertical.** Los cables instalados verticalmente deben ser como los que se describen a continuación:

- (1) Los cables de fibra óptica instalados verticalmente y que penetren más de un piso o cables instalados en tramos verticales en una caja, deben ser tipo OFNR o OFCR.

Cuando se requieran cables tipo OFNR o OFCR para atravesar pisos, deben contener sólo cables adecuados para uso en tiros verticales o cámaras plenas (de aire) o secciones verticales. Además, se permite instalar canalizaciones listadas para tiros verticales en una caja o de un piso y otro. En estas canalizaciones sólo se permite instalar cables de Tipo OFNR y OFNP. No se permite la permanencia de cables abandonados.

- (2) Pueden instalarse cables tipo OFNG, OFN, OFCG y OFC si están encerrados en una canalización metálica o situados en una caja a prueba de fuego que tenga barreras corta fuego en cada piso.

- (C) **Otros tipos de conductores en el interior de edificios.** Los cables instalados en lugares de un edificio, que no sean los considerados en (A) y (B) anteriores, deben ser tipo OFNG, OFN, OFCG ó OFC. Permite instalar dichos cables en canalizaciones de fibra óptica de uso general.

- (D) **Áreas peligrosas (clasificada)** Los cables de fibra óptica instalados en áreas peligrosas (clasificadas) deben ser algunos de los tipos indicados en la Tabla 770-154.

- (E) **Soportes tipo escalera para cables.** Se permite instalar los cables de fibra óptica de los tipos listados en la Tabla 770-113 en soportes tipo escalerilla para cables.

FPN: No es la intención de este requerimiento que estos cables estén específicamente listados para uso en escalerillas porta cables..

- (F) **Sustituciones de los cables.** Se permiten las sustituciones de los cables de fibra óptica listados en la Tabla 770-174.

TABLA 770-174 - Substitución de los cables de fibra óptica

Tipo de cable	Substitución permitida
OFNP	Ninguna
OFCP	OFNP
OFNR	OFNP
OFCR	OFNP, OFCP, OFNR
OFNG, OFN	OFNP, OFNR
OFCG, OFC	OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFN

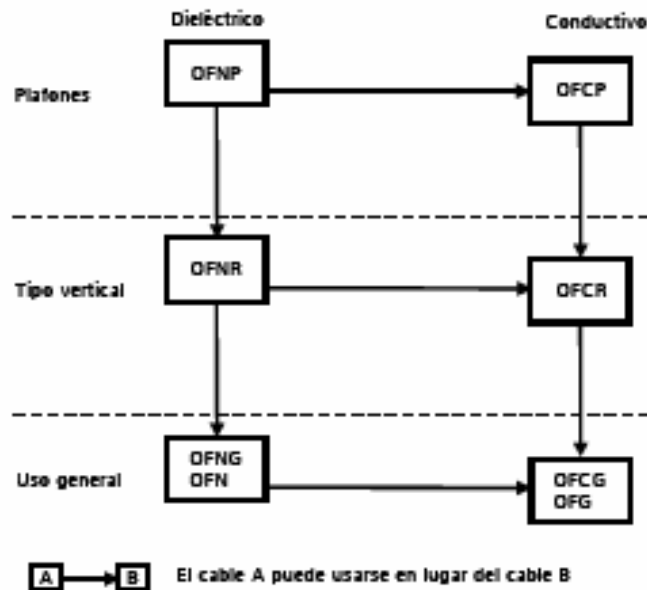


Figura 770-174 - Jerarquía de sustitución de cables

5.4 REQUERIMIENTOS DE LISTADO

(770-179) CABLES DE FIBRA ÓPTICA. Los cables de fibra óptica deben estar aprobados como se indica en los puntos (A) a (D).

- (A) Tipos OFNP y OFCP.** Los cables de fibra óptica no conductivos y conductivos en cámaras plenas (de aire) tipos OFNP y OFCP, deben estar listados para uso en ductos, cámaras plenas (de aire) u otros espacios empleados para aire ambiental. También deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego incendio y de baja emisión de humos.

FPN: Un método para definir la baja producción de humo de un cable consiste en establecer un valor aceptable del humo producido, a una densidad óptica de pico máximo de 0,5 o menos y densidad óptica máxima promedio de 0,15 o menor y, una distancia de dispersión de llama de 1.52 m o menos cuando se prueba el cable de acuerdo con norma NFPA 262-2002 Standard Method of Test for Flame Travel and Smoke of Wires and Cables for Use in Air-Handling Spaces.

- (B) **Tipos OFNR y OFCR.** Los cables de fibra óptica no conductivos y conductivos en tiro vertical tipos OFNR y OFCR, deben estar listados para uso en instalaciones verticales, ya sea en cajas verticales o pasos entre piso y piso. También deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego, de forma que eviten la propagación de éste de un piso a otro.

FPN: Para definir las características de resistencia a la propagación de incendio que eviten la propagación del fuego de un piso a otro, el cable debe cumplir los requerimientos del método de prueba de norma ANSI/UL 1666-2002 Standard Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical Fiber Cable Installed Vertically in Shafts.

- (C) **Tipos OFNG y OFGC.** Los cables para uso general tipos OFNG y OFGC no conductivos y conductivos, deben estar listados para uso general, excepto en instalaciones verticales y cámaras plenas (de aire) También deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego.

FPN: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego consiste en medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1,5 m cuando se le somete a la prueba de llama vertical para cables en soportes tipo escalera de acuerdo a norma CSA C22.2 N° 03-M 1985 Test Method for Electric Wires and Cables.

- (D) **Tipos OFN y OFC.** Los cables de fibra óptica no conductivos y conductivos para uso general tipos OFN y OFC, deben estar listados para uso general, excepto en instalaciones verticales y cámaras plenas (de aire), y en cualquier espacio usado para aire ambiental. También deben estar listados como resistentes a la propagación del fuego.

FPN: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego es que los cables no propaguen el fuego a la parte superior del soporte tipo escalera para conductores en la prueba de llama de soporte vertical de la norma ANSI/UL 1581-1991 Reference Standard for Electrical wires, Cables, and Flexible Cords.

Otro método para definir la resistencia a la propagación del fuego consiste en medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1,5 m cuando se le somete a la prueba de llama vertical para cables en soportes tipo escalera de acuerdo a norma CSA C22.2 N° 03-M 1985 Test Method for Electric Wires and Cables.

(770.182) CANALIZACIONES. Las canalizaciones deben estar de acuerdo con puntos (A) a (C)

- (A) **Canalizaciones para cables de fibra óptica en cámaras plenas (de aire).** Las canalizaciones para cables de fibra óptica en cámaras plenas (de aire), deben estar listadas y tener características adecuadas de resistencia al fuego y de baja emisión de humos.

FPN: Un método para definir que una canalización de fibra óptica es produce bajo humo y una resistencia al fuego es que la canalización muestre a una densidad óptica de pico máximo de 0,5 o menos y densidad óptica máxima promedio de 0,15 o menor y, una distancia máxima de dispersión de llama de 1.52 m o menos de acuerdo con la prueba de cámara plena de Norma UL 2024, Standard for Optical Fiber Cable Raceway.

- (B) **Canalizaciones para cables de fibra óptica para instalación vertical.** Las canalizaciones para cables de fibra óptica para instalaciones verticales, deben estar listadas y tener características de resistencia al fuego adecuadas, para evitar la propagación de incendio de un piso a otro.

FPN: El método para definir la característica de resistencia al fuego capaz de prevenir el transporte de un fuego de un piso a otro, es que la canalización pase los requerimientos de prueba para la propagación vertical de norma UL 2024, Standard for Optical Fiber Cable Raceway

- (C) **Canalización de cable de fibra óptica de uso general.** La canalización de cable de fibra óptica para uso general debe estar listada como resistente a la propagación del fuego.

FPN: El método para definir la resistencia a la dispersión de fuego, es que la canalización pase los requerimientos de prueba de llama en bandeja vertical (Uso general) de la norma UL 2024, Standard for Optical Fiber Cable Raceway

6. ANEXOS

- Anexo 1 Protección para bandejas de cable (recomendaciones generales)
- Anexo 2 Hoja de datos adquisición de cables
- Anexo 3 Ubicación bandejas protección mecánica/contra incendio
- Anexo 4 Comparación características de gomas y plásticos configuración de pantallas
- Anexo 5 Cálculo, presión lateral y distancias de claro
- Anexo 6 Información adicional para Cables y Canalizaciones
- Anexo 7 Comparación de Toxicidad para polímeros de cables
- Anexo 8 Consideraciones generales sobre fuego en cables eléctricos
- Anexo 9 Pruebas de comportamiento al fuego, densidad de humos, corrosividad gases combustión, integridad de aislación, integridad de circuitos
- Anexo 10 Listado de normas para cables de fibra óptica

7. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- Guía de diseño Flame Safe – selladores contrafuego. International Protective Coatings (IPC)
- Applications and Specifiers Guide for Thorough-Penetration Protection Systems. 3M Fire Protection Products.
- Approval Guide, Equipment, Materials, Services for Conservation of Property. Factory Mutual.
- Specification Tested Products Guide. Factory Mutual.
- Fire Resistance Directory UL 25S2. Underwriters Laboratories.
- ICEA S-19-81 (NEMA WC-3-1980) Rubber-Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy.
- ICEA S-68-516 (NEMA WC-8-1976) Ethylene-Propylene-Rubber Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy.
- ICEA S-66-524 (NEMA WC-7-1971) Cross-Linked-Thermosetting-Polyethylene-Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy.
- NEC 2005 National Electrical Code.
- UL-1.072 Medium-Voltage Power Cables.
- NFPA-122 Fire Prevention and Control in Underground Metal and Non-Metal Mines.
- NFPA-850 Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants.
- Cables y Conductores para Transporte de Energía. L. Heinhold. Editorial Dossat.
- VDE 0472 – Parte 804.
- IEC 332-3 Test on Electric Cables Under Fire Conditions. Part 3. Tests on Bunched Wires or Cables.
- VDE 0472 – Parte 4.
- IEC 331 Fire-Resisting Characteristics of Electric Cables.
- CSA/C22.2 N° 3 – Test Methods for Electric Wires and Cables.
- CAN/CSA C22.2 N° 96 – Portable Power Cables.
- VDE 0472 – Parte 813.
- EEEE 518-1982 Guide for the Installations of Electrical Equipment to Minimize Electrical Noise Inputs to Controllers from External Sources.
- NEMA VEI Metallic Cable Tray Systems.
- ANSI C2-2005 National Electric Safety Code (NESC).

ANEXO 2

HOJA DE DATOS ADQUISICIÓN DE CABLES

Antecedentes que deben ser entregados al fabricante de cables:

1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA EN QUE VA A SER USADO EL CABLE

- a) Corriente continua o alterna.
- b) Frecuencia en Hz.
- c) Voltaje operación normal: entre fases (AC), entre conductores (DC).
- d) Número de conductores: de fases, tierra, piloto.
- e) Nivel de aislación del cable. 100% o 133%.
- f) temperatura mínima de instalación cable.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

- a) Edificios, indicar tipo de canalización.
- b) En ductos subterráneos.
- c) Áreas, indicar tipo, con mensajero y anillos metálicos, con mensajeros y anillos no metálicos, con mensajero y amarras, preensamblado, trenzado por terreno.
- d) Enterrado directo en tierra.
- e) Otra descripción diferente a los anteriores.

3. CONDICIONES DE INSTALACIÓN

- a) Temperatura ambiente.
- b) Número de cables cargados en el banco de ductos.
- c) Tipo de conducto, metálico, no metálico, PVC, etc.
- d) Exposición del conducto, encerrado, expuesto, espaciamiento entre conductos.
- e) Factor de carga.
- f) Método de puesta a tierra de cubiertas metálicas, incluida en pantallas.
- g) Ubicación seca o húmeda.

4. Descripción del Cable y Cantidades Requeridas

- a) Cantidad total de metraje, incluyendo largos de prueba y los largos si se requieren tiras de largo específico.
- b) Tipo de cable requerido y descrito como: monoconductor, multiconductor, 2 conductores planos. 2 conductores redondos, cable control, instrumentación, alta tensión, armado, etc.
- c) Voltaje nominal del circuito fase a fase.
- d) Tipo de conductor, cobre o aluminio clase.
- e) Tipo de aislación.
- f) Calibre de los conductores en AWG, MCM o milimétrico, número de hebras.
- g) Tipo de cubierta exterior y color.
- h) Espesor de la aislación en mils o milímetros.

- i) Diámetro exterior total disponible o pulgadas o milímetros. Cuando el espacio de los ductos no es limitante, es deseable no restringir el diámetro total.
- j) Método de identificación del conductor.
- k) Restricciones de gálbos (transporte).
- l) Accesorios para el cable: cintas contra arco y fuego, terminales, terminaciones interiores/exteriores, uniones y/o derivaciones, anillos de sujeción/suspensión (mensajeros), mallas de retención (cables de piques).

5. Otros Datos (Para la Mina)

- 5.1 Condiciones del pique/galería/chimenea/ tiro sondaje, indicar tipo, grado de humedad, grado inclinación, terminación superficie interior, influencias químicas, incendio, explosiones, diámetro.
- 5.2 Largo del cable (trazado)
 - En pique : largo, como se afianza, distancia afianzamiento.
 - En galerías : horizontal, plano inclinado (grados) distancia puntos fijación, ventilación en recintos cerrados.
- 5.3 En piques : hay o no tecles para suspender cable, capacidad (Kg)
- En galerías : dimensiones máximas galería, dimensiones máximas, tambor a transportar, peso máximo admisible cable, incluido tambor.

6. Información a exigir de los fabricantes

Al fabricante hay que solicitarle y exigir la entrega de la siguiente información:

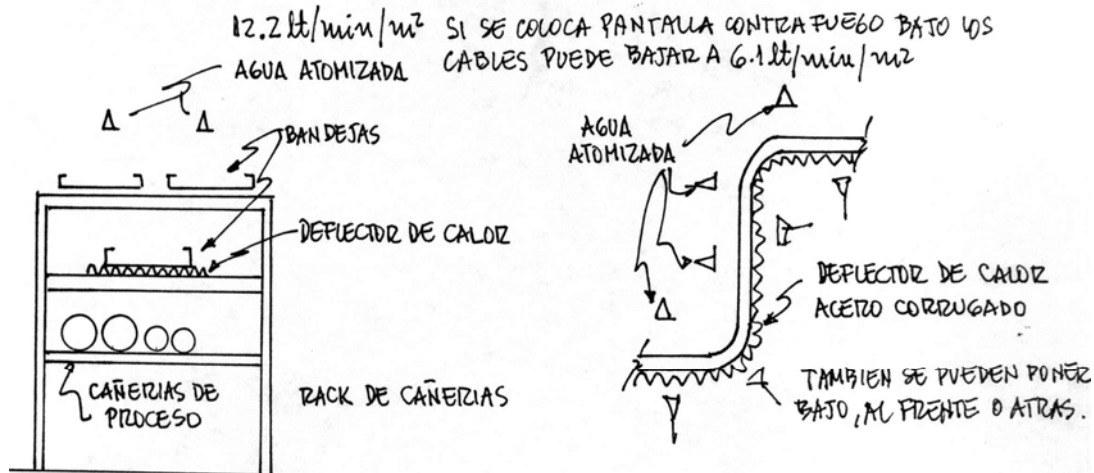
- Características y dimensiones de los embalajes.
- Largos mínimos de suministro, excluido largos de prueba.
- Especificación de las normas de ensayo a ejecutar, indicando los valores esperados de cumplimiento respecto de los valores límites indicados en las normas.
- Tensiones de prueba en fábrica, en terreno para cable recién instalado y en terreno para cable después de instalado.
- Comportamiento al fuego de los componentes que conforman el cable terminado; carga o densidad de fuego de cada componente del cable, valores obtenidos de los ensayos respecto de retardancia y propagación de llama, corrosividad y contenido de gases, toxicidad, densidad de humo.
- Datos de las armaduras, tipo, carga de ruptura, alargamientos, etc.
- Temperatura de operación, sobrecarga de emergencia y corto circuito.
- Corte del cable indicando cada componente, espesores y diámetros.
- Características de las pantallas y resistencia a 20°C.
- Resistencia de los conductores a 20°C/1000m.
- Radio mínimo de curvatura.
- Peso del cable.
- Tensión máxima de jalado, desde el conductor y desde la chaqueta y/o cubierta.
- Valor máximo y el valor obtenido en el ensayo para descargas parciales.
- Valor de capacitancia del cable para los largos solicitados.
- Data Sheet del cable y su respectivo diagrama de corte (incluyendo datos).

ANEXO 3

UBICACIÓN BANDEJAS PROTECCIÓN MECÁNICA/CONTRAINCENDIO

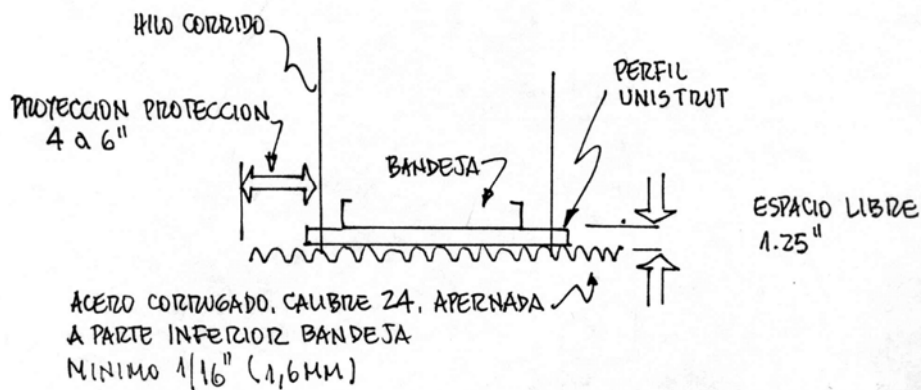
Figura 1

Disposición de sprinkler para agua atomizada y protección mecánica contra incendio en bandejas porta cables.



**POSICION DE
BANDEJAS**

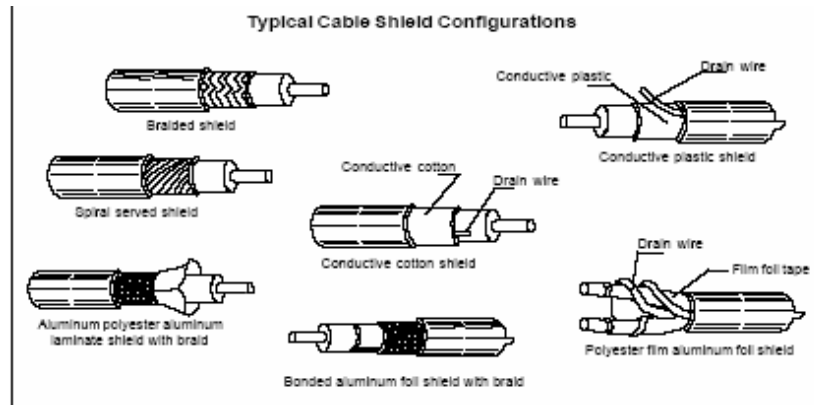
**DEFLECTOR DE
CALOR**



**PANTALLA
CORTAFUEGO**

ANEXO 4

COMPARACIÓN CARACTERÍSTICAS DE GOMAS Y PLÁSTICOS CONFIGURACIÓN DE PANTALLAS



Tipo de Pantalla	Ventajas	Desventajas
1. A base de cintas.	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una pantalla electrostática adecuada- Reduce el ingreso de humedad en el aislamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Propiedades eléctricas inconsistentes, debido a que en el manejo se afecta el traslape. Requiere de radios de curvatura mayores que para cables con pantalla de alambres. Construcción vulnerable durante la instalación- En empalmes y terminales se requiere de mayor tiempo y habilidad para ejecutar adecuadamente los cortes.
2. A base de alambres	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una pantalla electrostática adecuada- Las características eléctricas de la pantalla son consistentes y controlables. Fácilmente se incrementa la capacidad modificando el número de alambres. No requiere de gran destreza para realizar cortes de empalmes y terminales. Son menos vulnerables durante la instalación. 	<ul style="list-style-type: none"> Permite el paso de la humedad libremente. Requiere precauciones para evitar desplazamiento de los alambres- durante la instalación-

ANEXO 5

CÁLCULO, PRESIÓN LATERAL Y DISTANCIAS DE CLARO

Configuración del Cable en el Conducto	Presión Lateral	Factor Corrector del Peso del Cable	Distancia de Claro
Cable Unico	$P_L = \frac{T_s}{R}$	$W = 1$	$C = D - d$
Tres Cable Acunados	$P_{LA} = \frac{(3W_{3A} - 2) T_{3A}}{3R}$	$W_{3A} = 1 + \frac{4}{3} \left(\frac{d}{D-d} \right)^2$	$C = \frac{D}{2} - 1.366d + \frac{D-d}{2} \sqrt{1 - \left(\frac{d}{D-d} \right)^2}$
Tres Cables Triangulares	$P_{LT} = \frac{W_{3T} \times T_{3T}}{2R}$	$W_{3T} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{d}{D-d} \right)^2}}$	$C = \frac{D-d}{2} + \frac{D-d}{2} \sqrt{1 - \left(\frac{d}{2(D-d)} \right)^2}$
Cuatro Cables Diamante	$P_{LD} = \frac{(3W_{3D} - 1) T_{3D}}{R}$	$W_{3A} = 1 + 2 \left(\frac{d}{(D-d)^2} \right)$	$C = (D-d) - \frac{2D^2}{(D-d)}$

Donde:

$P_L ; P_{LA} ; P_{LT} ; P_{LD}$	= Presión lateral en la curva (kg/m)
T_s	= Tensión a la salida de la curva (kg)
R	= Radio interno de la curva (m)
D	= Diámetro interior conducto
d	= Diámetro exterior del cable
$W_{3A} ; W_{3T} ; W_{3D}$	= Factores correctores peso de cables
$T_{3A} ; T_{3T} ; T_{3D}$	= Tensiones de jalado a la salida de la curva (kg)
C	= Distancia de claro

ANEXO 6

INFORMACIÓN ADICIONAL PARA CABLES Y CANALIZACIONES

6.1 Ver Norma NEMA WC70-1999/ICEA-S-95-658 para cables de 0 a 2000 volt.

- a) Valores nominales de aislación TABLA 3.1.
- b) Tamaño conductor, espesores y voltajes de pruebas para aislaciones clase R, T-1 y T- 2 (Ver Tabla 3-1 para limitaciones de voltajes para los diferentes tipos de aislación) TABLA 3-3.
- c) Tamaño conductor, espesores y voltajes de pruebas para aislaciones clase T-4, T-5, T-6 y todas las clases de aislación x y e (Ver Tabla 3-1 para limitaciones de voltajes para los variados grados de aislación) TABLA 3-4.

6.2 Ver Norma NEMA WC71-1999/ICEA-S-96-659-1999 para cables entre 2001 a 5000 volt.

- a) Tamaño de conductor, espesores de aislación/chaqueta, y voltajes de prueba para cables de poder entre 2001 – 5000 volt 100% de nivel de aislación y, cables de 2001 – 3000 volt 133% de nivel de aislación. TABLA 4-2 (Ver Tabla 4-4 para límites de instalación).
- b) Tamaño de conductor, espesores de aislación / chaquetas, y voltajes de prueba para cables de poder de 2001 – 5000 volt de 100% y 133% de nivel de aislación, (Ver Tabla 4-4 para los límites de instalación) TABLA 4-3.
- c) Uso recomendado y limitaciones de locales de instalación para cables no-apantallados sin armadura o cubierta metálica, TABLA 4-4.

6.3 Para Cables Entre 5 Y 46 Kv Norma NEMA WC74-2000/ICEA S-93-639

a) Tabla 4.1 - Tamaño conductor, espesor de aislación y voltajes de prueba

Voltaje Nominal circuito, volt fase-fase ^a	Tamaño conductor AWG o kcmil ^b	Nivel de aislación ^c , en mils				Voltaje de prueba ac, kV ^d	
		100 %		133%			
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	100% IL	133% IL
2001-5000	8-1000 ^e	85	120	85	120	18	18
	1001-3000	135	170	135	170	28	28
5001-8000	6-1000	110	145	135	170	23	28
	1001-3000	165	205	165	205	35	35
8001-15000	2-1000	165	205	210	250	35	44
	1001-3000	210	250	210	250	44	44
15001-25000	1-3000	245	290	305	350	52	64
25001-28000	1-3000	265	310	330	375	56	69
28001-35000	1/0-3000	330	375	400	450	69	84
35001-46000	4/0-3000	425	485	550	610	89	116

Notas:

- a. El voltaje de operación real no deberá exceder el voltaje nominal del circuito por más de a) 5% durante operación continua o, b) 10% durante emergencias que no duren más de 15 minutos.
- b. Para limitar el esfuerzo máximo de voltaje en la aislación de un conductor a un valor seguro, el tamaño del conductor no deberá ser menor que el tamaño mínimo mostrado para cada una de las categorías de voltaje nominal mostradas.
- c. La selección del nivel de aislación de un cable a ser usado en una instalación particular deberá hacerse sobre la base del voltaje aplicado entre fase-fase y una categoría general del sistema indicada a continuación:

100% nivel de aislación - Los cable sean esta categoría pueden ser aplicados donde el sistema está provisto de relés de protección tal que una falla a tierra será despejada lo más rápidamente posible, pero en ningún caso dentro de 1 minuto. Mientras estos cables son aplicables a la mayoría de los sistemas de instalaciones de cables en sistemas aterrizados, ellos pueden ser usados también en otros sistemas para los cuales la aplicación de los cables es aceptable siempre que se cumpla los requerimientos de despeje completamente de la sección fallada.

Donde se desee un espesor de aislación adicional, este deberá ser igual al nivel de aislación de 133%.

133% nivel de aislación - Este nivel de aislación corresponde a sistemas diseñados para no estar aterrizados. Los cables en esta categoría pueden ser aplicados en situaciones donde el despeje de la falla a tierra requerido por los cables de 100% de aislación no puede ser cumplido, y aún son adecuados para asegurar que el despeje de la sección fallada será desenergizada en un tiempo que no exceda de 1 hora. También ellos pueden ser usados donde se requiere un refuerzo de aislación adicional sobre la categoría del 100% de nivel de aislación deseable.

173% nivel de aislación - Los cables en esta categoría deberían ser aplicables en sistemas donde el tiempo requerido para el despeje de la sección fallada a tierra es indefinible. Su uso es recomendado también para sistemas resonantes a tierra. Consultar a los fabricantes por el espesor de la aislación.

- d. Todos los voltajes ac son valores r.m.s.
- e. Pueden existir condiciones de instalación u operación inusuales donde las consideraciones mecánicas dictan el uso de espesores de aislación de 133% (tal como un 110 mil{8 kV 100%} en algunos tamaños de estos conductores). Donde se anticipe tal condición, el usuario debería consultar con el fabricante del cable para determinar el tamaño apropiado del espesor de aislación.

En común con otros equipos eléctricos, el uso de cables no es recomendado en sistemas donde la razón de la reactancia de secuencia cero a la positiva del sistema en el punto de aplicación del cable cae entre los valores -1 y -40 puesto que se puede encontrar voltajes excesivamente altos en el caso de fallas a tierra.

Prueba Opcional con Voltaje Continuo Anexo D Norma WC 74/ICEA S 93-639

Se puede efectuar en fábrica el ensayo con voltaje de corriente continua previo acuerdo del fabricante y el cliente.

El equipamiento de prueba para el voltaje de prueba de corriente continua deberá consistir de una batería, generador o equipo rectificador adecuado y deberá tener una amplia capacidad. El voltaje dc aplicado inicialmente no deberá ser mayor que 3 veces el voltaje nominal ac del cable. La duración del ensayo deberá ser de 15 minutos.

b) Voltajes de prueba DC (Opcional) - Tabla D-1

Voltaje nominal circuito, fase- fase	Tamaño conductor AWG o kcmil	Nivel de Aislación, en mils				Voltaje de prueba dc, kV	
		100 %		133 %			
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	100% IL	133% IL
2001-5000	8-1000	85	120	85	120	35	35
	1001-3000	135	170	135	170	35	45
5001-8000	6-1000	110	145	135	170	45	55
	1001-3000	165	205	165	205	45	55
8001-15000	2-1000	165	205	210	250	70	80
	1001-3000	210	250	210	250	70	80
15001-25000	1-3000	245	290	305	350	100	120
25001-28000	1-3000	265	310	330	375	105	125
28001-35000	1/0-3000	330	375	400	450	125	155
35001-46000	4/0-3000	425	485	550	610	165	215

c) Voltaje de prueba DC después de instalado, NORMA WC 74/ICEA S 93-639 Anexo F-1

Si la prueba de voltaje se hace después de instalado el cable, ésta deberá ejecutarse inmediatamente. El voltaje de prueba deberá ser uno de los indicados en la Tabla F-1. El voltaje deberá ser aplicado entre conductor y pantalla metálica, con la pantalla y otros componentes metálicos del cable, aterrizados. La razón de incremento desde el voltaje inicial aplicado, del voltaje de prueba específico, deberá ser aproximadamente no más del 100% en 10 segundos y no menos que 100% en 60 segundos.

El equipamiento de prueba para el voltaje de prueba de corriente continua deberá consistir de una batería, generador o equipo rectificador adecuado y deberá tener una amplia capacidad.

El voltaje inicialmente aplicado no deberá ser mayor que 3 veces el voltaje nominal ac del cable.

La duración de la prueba deberá ser de 15 minutos.

Voltajes de Prueba DC Después de Instalado - Tabla F-1

Voltaje nominal circuito, fase-fase	Tamaño conductor AWG o kcmil	Voltaje de prueba Máximo dc, kV	
		100% IL	133% IL
2001-5000	8-1000	28	28
	1001-3000	28	36
5001-8000	6-1000	36	44
	1001-3000	36	44
8001-15000	2-1000	56	64
	1001-3000	56	64
15001-25000	1-3000	80	96
25001-28000	1-3000	84	100
28001-35000	1/0-3000	100	124
35001-46000	4/0-3000	132	172

6.4 Puesta a Tierra

a) Tabla 250-95, NEC-1996. Tamaño mínimo de conductores para aterrizamiento de equipos para aterrizar canalizaciones y equipos

Valor nominal o ajuste de la protección de sobrecorriente aguas arriba del equipo, canalización, etc. No excediendo Amperes	Tamaño conductor	Valor nominal o ajuste de la protección de sobrecorriente aguas arriba del equipo, canalización, etc. No excediendo Amperes	Tamaño conductor
	Cobre, AWG/MCM		Cobre, AWG/MCM
20	12	800	1/0
30	10	1000	2/0
40	10	1200	3/0
60	10	1600	4/0
100	8	2000	250
200	6	2500	350
300	4	3000	400
400	3	4000	500
500	2	5000	700
600	1	6000	800

b) Tabla 20.1. Menor tamaño aceptable para conductor de tierra, Norma UL 1072, 1986 Medium-Voltage Power Cables

Tamaño de los conductores del circuito AWG/MCM	Tamaño menor aceptable en AWG de conductor de aterrizamiento no seccionado A	Menor área recta total aceptable de conductor de aterrizamiento seccionado ^a		Resistencia DC máxima aceptable de cubierta metálica lisa o corrugada en cables sin un conductor de tierra, y de la combinación paralelo de un conductor de tierra con una cubierta metálica lisa o corrugada de alta resistencia que las indicadas en estas columnas, basado en Ω por 1 Km. de cubierta metálica	
		cmil ^b	mm ²	20°C	25°C
8	8	16180	8.20	2.230	2.274
6 – 2	6	25715	13.03	1.403	1.430
1 – 2/0	4	40905	20.73	0.8820	0.8993
3/0	3	51568	26.14	0.6996	0.7133
250	2	65033	32.95	0.5548	0.5657
300 – 400	1	82016	41.56	0.4398	0.4485
450 – 600	1/0	103488	52.42	0.3487	0.3556

^a La resistencia es el criterio para el tamaño, pero el área en esta columna está incluida para usar el área si es más conveniente. Un conductor que tenga menos que el área tabulada es aceptable si la resistencia del conductor cumple con a lo menos una de las dos últimas columnas.

^b 0.98 veces el área nominal en mills del tamaño de conductor en AWG de la columna A.

c) **Tabla 6.1. Menor tamaño de conductor de tierra aceptable en cables que contienen conductores aislados de 90°C, Norma UL 1277, 1989**

Tamaño del conductor más grande en el cable AWG/MCM	Tamaño menor aceptable en AWG de conductor de aterrizamiento no seccionado Columna A	Menor área recta total aceptable de conductor de aterrizamiento seccionado o concéntrico	
		cmil ^a	mm ²
18	18	--	--
16	16	--	--
14	14	4028	2.04
12	12	6399	3.24
10 – 8	10	10172	5.16
6	8	16180	8.20
4 – 1/0	6	25715	13.03
2/0 – 4/0	4	40905	20.73
250	3	51568	26.14
400 – 500	2	65033	32.95
550 – 700	1	82016	41.56
750 - 1000	1/0	103488	52.42

^a 0.98 veces el área nominal en circular mils del tamaño en AWG del conductor indicado en la columna A.

d) **Tabla 5.2. Tamaño de conductor de tierra para cables de valor nominal entre 0 y 2000 volt Norma WC 70/ ICEA S-95-658-1999**

Tamaño conductor de poder, AWC o kcmil*		Tamaño mínimo conductor puesta a tierra, AWG	
Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
14	12	14	12
12	10	12	10
10 – 8	8 – 6	10	8
6 – 4	4 – 2	8	6
3 – 2/0	1 – 3/0	6	4
3/0 – 250	4/0 – 350	4	2
300 – 400	400 – 600	3	1
450 – 650	700 – 1000	2	1/0
700 – 900	--	1	2/0
1000	--	1/0	3/0

e) **Tabla 5.2. Tamaño de conductor de tierra para cables de valor nominal entre 0 y 2000 volt Norma WC 71/ ICEA S-96-659-1999**

Tamaño conductor de poder*, AWC o kcmil		Tamaño mínimo conductor puesta a tierra, AWG	
Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
8	8 – 6	8	6
6 – 2	4 – 1/0	6	4
1 – 1/0	2/0 – 250	4	2
3/0 – 250	300 – 400	3	1
300 – 400	450 – 600	2	1/0
450 – 600	750 – 900	1	2/0
750 – 1000	1000	1/0	3/0

* Consultar al fabricante por conductor de tierra para cables de tamaño mayor

6.5 Radios de Curvatura

a) Alcance General

Se indican los valores de radios de curvatura recomendados para los cuales pueden ser doblados los cables en el proceso de instalación. Diámetros de curvatura mayores deberán considerarse para doblaje en conductos, patecas, u otras superficies curvas alrededor del cable que puede estar bajo tensión mecánica mientras está siendo instalado. En todos los casos el radio mínimo de curvatura especificado se refiere a la superficie interna del cable y no al eje del cable.

b) Para Cable de 0 –2000 Volt, Norma WC 70-1999/ICEA S-95-658-1999

Los radios de curvatura mínimos para un monoconductor, un conjunto multiplexado, o multiconductor, no apantallado y sin armadura y/o cubierta metálica continua es el indicado en la Tabla F-1.

Tabla F-1 - Cables no Apantallados sin Armadura y/o Cubierta Metálica

		Diámetro exterior del cable			
Espesor de la aislación del conductor		Pulg	mm	Pulg	mm
		< 1.000	< 25.4	1,001-2000	25,4-50,8
Pulg	mm	Radio mínimo de curvatura como multiplicador del Diámetro del cable			
< 0,169	< 4,31	4	5	6	
> 0,170	> 4,32	5	6	7	

Tabla F-3 - Cables no Apantallados con Armadura o Cubierta Metálica

Tipo de construcción del cable	Diámetro exterior del cable					
	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg	mm
	< 0,750	< 19,0	0.751-1,500	19,1-38,1	> 1,501	> 38,11
	Radio mínimo de curvatura como multiplicador del Diámetro del cable					
Cable armado cinta plana o cubierta de plomo						
Monoconductor	12		12		12	
Monoconductores multiplexados	7		7		7	
Cable conductores múltiples	12		12		12	
Cables con cubierta lisa de aluminio						
Monoconductor	10		12		15	
Monoconductores multiplexados	6		7		9	
Cable conductores múltiples	10		12		15	
Cable armado, cinta interlockeada o corrugada continua						
Monoconductor	7		7		7	
Monoconductores multiplexados	5		5		5	
Cable conductores múltiples	7		7		7	
Cable mono o multiconductor , con armadura de alambre redondo						
Cable de dragas	8		8		8	
Todos los otros tipos	12		12		12	

c) Para Cable Entre 2001 a 5000 Volts Norma WC 71-1999/ICEA S-96-659-1999

Los radios de curvatura mínimos para un monoconductor, un conjunto multiplexado, o multiconductor, no apantallado y sin armadura y/o cubierta metálica continua es el indicado en la Tabla F-1y Tabla F-3 correspondiente a los cables de 0 a 2000 volt, ya indicadas.

d) Para Cable Entre 5 y 46 KV, Norma WC 74-2000/ICEA S-93-639

(1) Cables con armadura interlockeada y cubierta metálica

Los radios de curvatura mínimos para cables armados interlockeados lisos o cubierta metálica de aluminio corrugado, o cubierta de plomo deberá estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla I –1.

(2) Cables con armadura de cinta plana o armadura de alambres

El radio de curvatura mínimo para cables armados con cinta plana y todos los armados con alambres, el radio de curvatura será 12 veces el diámetro exterior del cable.

(3) Cables apantallados con cinta, sin armadura

El radio de curvatura mínimo para los cables apantallados con cinta dados más abajo se aplica a los cables con cinta aplicada helicoidalmente, o cinta corrugada, aplicada longitudinalmente.

El radio mínimo de curvatura para un cable monoconductor es de 12 veces el diámetro exterior del cable.

Para conductores múltiples o monoconductores multiplexados que tengan conductores apantallados con cinta individualmente, el radio de curvatura mínimo es 12 veces el diámetro de los conductores individuales o siete veces el diámetro exterior, cualquiera que sea el mayor.

Para cable multiconductores que tengan una cinta de pantalla común sobre el conjunto, el radio mínimo de curvatura es 12 veces el diámetro externo del cable.

(4) Cables con pantalla de alambres, sin armadura

El radio mínimo de curvatura para cables monoconductores es de 8 veces el diámetro externo del cable.

Para conductores múltiples o monoconductores multiplexados que tengan conductores apantallados individualmente con alambres, el radio de curvatura mínimo es 8 veces el diámetro de los conductores individuales o cinco veces el diámetro exterior, cualquiera que sea el mayor.

Para cable multiconductores que tengan una pantalla de alambre común sobre el conjunto, el radio mínimo de curvatura es 8 veces el diámetro externo del cable.

Tabla I – 1 Radio Mínimo de Curvatura para Cables Mono & Multiconductores con Armaduras Interlockeadas, Lisas o Corrugadas, Cubiertas de Aluminio o Plomo

Tipo de construcción del cable	Diámetro exterior del cable					
	Pulg	mm	Pulg	mm	Pulg	mm
	< 0,750	< 190	0.76-1,50	191-381	> 1,51	> 382
	Radio mínimo de curvatura como multiplicador del Diámetro del cable					
Monoconductor no apantallado, cubierta de aluminio lisa; multiconductor o multiplexado con conductores apantallados individualmente	10		12		15	
Monoconductor apantallado	12		12		15	
Multiconductor o multiplexado con pantalla común sobre el conjunto	12		12		15	
Armadura interlockeada o cubierta de aluminio corrugado, no apantallado	7		7		7	
Multiconductor con conductores individualmente apantallados	12/7*		12/7*		12/7*	
Multiconductor con pantalla sobre el conjunto	12		12		12	
Cubierta de Plomo	12		12		12	

- 12 veces el diámetro individual del conductor apantallado, o 7 veces el diámetro total del cable, cualquiera que sea mayor.

6.6 Criterios para la Determinación del Tamaño de Cables Mono y Multiconductores

a) General

La selección del tamaño o dimensión del conductor deberá estar basada en las siguientes consideraciones:

1. Criterio de la corriente de carga, según se relaciona con la carga, los requerimientos del NEC, efectos térmicos de la corriente de carga, calentamiento mutuo, pérdidas producidas por inducción magnética y pérdidas dieléctricas
2. Criterio de sobrecarga de emergencia
3. Criterio de limitación de caída de voltaje
4. Criterio de la corriente de falla
5. Criterio de la frecuencia
6. Criterio de la temperatura del punto más caliente

7. Largo del cable en áreas de elevadas temperaturas ambiente
8. Requerimientos de terminaciones en equipos

b) Criterio de Corriente de Carga

Debe usarse las Tablas de capacidad de corriente del NEC Edición 2005, derivadas de la Norma IEEE-S-135.

Las tablas indican el tamaño mínimo del conductor requerido, por lo tanto, debe aplicarse una práctica de ingeniería conservadora, usando un conductor más grande que el necesario por caída de voltaje, calor producido por corrientes de corto circuito o armónicas, el calentamiento mutuo puede ser considerable en un grupo de cables y calibres sobre los 500 MCM y, esto requiere la consideración de usar 2 o más cables de menor calibre.

En la instalación de cables múltiples debe considerarse la ubicación de las fases para minimizar los efectos de la mala distribución de corriente en los cables, que reduce su capacidad de transporte.

Los cables deben ser derrateados cuando están en proximidad de otros cables cargados o fuentes de calor, o cuando la temperatura ambiente excede la temperatura ambiente en las cuales están basadas las Tablas del NEC.

La aislación de cables en una mina subterránea, debe considerarse obviamente como una instalación de cables en interiores; y bajo este criterio, las Tablas del NEC para los cables de baja tensión están dados para una temperatura ambiente de 30°C y para los cables de media tensión la capacidad de corriente está basada sobre una temperatura ambiente de 40°C.

Se sugiere usar la temperatura media del sitio donde se hará la instalación, para los cables instalados en bandejas porta cables ver NEC-318.

Las Tablas del NEC toman en consideración el agrupamiento de circuitos adyacentes. Los factores de derrateo a usar para temperaturas diferentes a las especificadas en las tablas, se indican en las notas de aplicación de las mismas tablas.

c) Criterio de sobrecarga de emergencia

La razón de deterioro de un cable se espera que resulte en una vida útil esperada de 20 a 30 años. La vida de la aislación de un cable es la mitad, y la razón media de fallas en servicio por causas térmicas se doblan cada 5 a 15°C de incremento en la temperatura de carga diaria normal.

Como guía práctica ICEA ha establecido temperaturas de sobrecarga de emergencia máximas para diferentes aislaciones. La operación a estas temperaturas de sobrecarga de emergencia no deberían exceder de 100 horas/año, y tales 100 horas no deberían exceder de cinco veces la vida útil del cable. La Tabla 12-5 suministra los factores para actualizar sobrecargas de tiempo corto para varios tipos de aislación. Los factores de actualización, cuando se multiplican por el valor nominal de la corriente del cable en una instalación particular, dará el valor nominal de corriente de emergencia o de sobrecarga para esa instalación particular.

Tabla 12-5 - Sobrecargas para Operación de Tiempo Corto*, Conductor de Cobre

Tipo de aislación	Clase de voltaje, KV	Temperatura de operación conductor (°C)	Temperatura sobrecarga conductor (°C)	Factores de actualización para temperatura ambiente			
				20°C	30°C	40°C	50°C
Polietileno (natural)	35	75	95	1.13	1.17	1.22	1.30
Goma SBR	06	75	95	1.13	1.17	1.22	1.30
	5	90	105	1.08	1.09	1.11	1.14
Butil RHH	15	85	100	1.09	1.10	1.13	1.17
	35	80	95	1.09	1.11	1.14	1.20
Goma base aceite	35	70	85	1.11	1.14	1.20	1.29
Polietileno (reticulado)	35	90	130	1.18	1.22	1.26	1.33
Goma silicona	5	125	150	1.08	1.09	1.10	1.12
Goma EPR	35	90	130	1.18	1.22	1.26	1.33
Polietileno clorosulfonado**	0.6	75	95	1.13	1.17	1.22	1.30
PVC	0.6	60	85	1.22	1.30	1.44	1.80
	0.6	75	95	1.13	1.17	1.22	1.30

* Para ser aplicados al valor nominal normal determinado para tal condición de instalación

** Por ejemplo Hypalon

Mayor información sobre sobrecargas de emergencia y protección de cables se encuentra en IEEE Std-242.

d) Criterio de la caída de voltaje

Deberá considerarse los requerimientos apropiados para la partida y arranque de los motores, equipos de alumbrado y otras cargas que tienen altas corrientes de inrush.

Se recomienda que la caída de voltaje en estado permanente en alimentadores de potencia, alumbrado y calefacción no sea mayor a un 3% y que la caída de tensión total incluyendo el alimentador y circuitos derivados no sea más allá del 5% del total. Para circuitos y/o alimentadores de transmisión de energía esta caída de tensión será de $\pm 7.5\%$.

e) Criterio de la corriente de falla

Bajo condiciones de corto circuito la temperatura del cable sube muy rápidamente, dependiendo de sus características térmicas de aislación, cubiertas y materiales circundantes, el conductor se enfriará más o menos lentamente después de despejada la falla. Para cada aislación, ICEA recomienda un límite de temperatura transiente para el tiempo de duración del corto circuito que no exceda de 10 segundos.

Una falla en la selección y/o verificación del tamaño del conductor podría resultar en un daño permanente de la aislación debido a la desintegración de del material aislante y, puede estar acompañado de humo y/o generación de vapores combustibles, con la posibilidad de incendio si éstos están suficientemente calientes.

Existe también la posibilidad de una expansión de la aislación y cubiertas del cable que generen vacuolas en ellas que a la larga producirán una falla del dieléctrico.

Adicional al esfuerzo térmico, el esfuerzo mecánico producido por la corriente de corto circuito, que atrae o repele los conductores con respecto a cada uno del otro, especialmente en cables monopolares. Por lo tanto, todos los cables instalados en bandejas y escalerillas porta cables, racks, switchgear, centros de control de motores o compartimentos de paneles eléctricos, deberían ser amarrados y asegurados para prevenir daños causados por tales movimientos. Se usarán amarras plásticas resistentes al fuego.

En la Tabla 12-6 se muestran algunos tamaños de conductor mínimo para varios requerimientos de corriente de corto circuito r.m.s. y tiempos de despeje.

Tabla 12-6 - Tamaño Mínimo de Conductor, en AWG o Kcmil, para Corrientes de Falla y Tiempo de Despeje Indicado

Corriente total rms, amperes	Polietileno y PVC 75-150°C		Base aceite y SBR 75-200°C		Polietileno reticulado y EPR 90-250°C	
	½ ciclo (0.0083s)	10 ciclos (0.1666s)	½ ciclo (0.0083s)	10 ciclos (0.1666s)	½ ciclo (0.0083s)	10 ciclos (0.1666s)
5000	10	4	10	4	12	4
15000	6	2/0	6	1/0	6	1
25000	3	4/0	4	3/0	4	3/0
50000	1/0	400	1	350	2	300
75000	2/0	600	1/0	500	1/0	500
100000	4/0	800	3/0	700	2/0	600

La Tabla 12-3 suministra las temperaturas del conductor (operación máxima, sobrecarga máxima y corriente máxima de corto circuito) para varios tipos de aislación. Información sobre las temperaturas iniciales y finales de los conductores pueden encontrarse en la Norma ICEA-P-32-382 o las normas correspondientes a cada tipo de cable.

Tabla 12-3 - Temperaturas Nominales del Conductor

Tipo de aislación	Clase voltaje máximo, kV	Temperatura operación máxima (°C)	Temperatura sobrecarga máxima* (°C)	Temperatura cortocircuito máxima (°C)
Polietileno (natural)	5	75	95	150
	35	75	90	150
Goma SBR	2	75	95	200
Goma butilo	5	90	105	200
	35	85	100	200
Goma base aceite	35	70	85	200
Polietileno reticulado**	35	90	130	25
Goma EPR**	35	90	130	250
Polietileno clorosulfonado	2	90	130	25
PVC	2	60	85	150
	2	75	95	150
	2	90	105	150
Goma silicona	5	125	150	250
Etileno tetrafluoroetileno***	2	150	200	250

* La sobrecarga de operación a esta temperatura no debe exceder de 100 horas/año. Períodos de 100 horas de sobrecarga no deben exceder de 5 veces.

** Cables disponibles en 69 kV y mayores

*** Por ejemplo: Tefzel

Las pantallas pueden dañarse si se exponen a corrientes de falla. La Norma ICEA –P-45-482 recomienda que la corriente de falla a tierra no exceda de 2000 amperes para ½ ciclo. Las pantallas construidas con requerimientos de trabajo liviano, pueden tener límites menores, debe verificarse este dato con el fabricante.

Para limitar la exposición de la pantalla del conductor a corrientes de falla a tierra, se recomienda utilizar dispositivos de protección limitadores de sobrecorriente o emplear sistemas de alimentación de baja resistencia a tierra para limitar la corriente de falla máxima entre 400 y 2000 amperes con un relé adecuado y sensible a ese rango de corriente.

El aterrizamiento de la pantalla en todas las uniones y puntos de terminación dirigirán las corrientes de falla en varios pasos a tierra y reducirá el daño de la pantalla. Una discusión detallada de corrientes de falla y protección de cables se encuentra en IEEE Std 242.

La práctica habitual en la División es usar neutro aterrizado a través de resistencias de 300 amperes, 10 ohms en 10 segundos.

f) Criterio de frecuencia

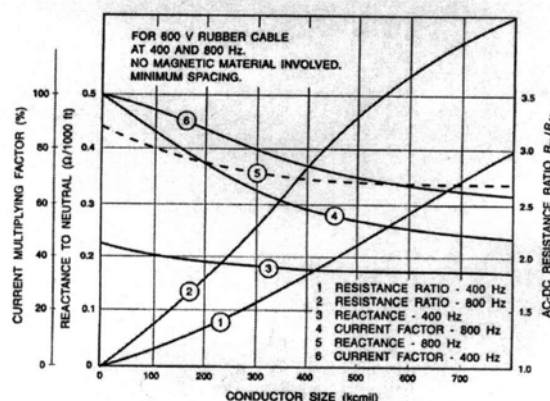
A mayor frecuencia se incrementa los efectos skin y de proximidad de los conductores y por lo tanto un incremento efectivo en la resistencia del cobre. Para una corriente dada, el incremento de la resistencia resulta en un incremento de calor que puede requerir un conductor de mayor calibre. Una frecuencia más alta incrementa la reactancia, que, combinada con el aumento de la resistencia, incrementará la caída de voltaje. A mayor frecuencia también se incrementarán los efectos de materiales magnéticos sobre la reactancia y calentamiento del cable.

Por esta razón, los cables no deben ser instalados en conductos y/o canalizaciones magnéticas, tales como bandejas de acero o ruteados sin protección por miembros estructurales magnéticos de edificios tales como columnas, vigas y costaneras.

La figura 12-7 muestra la razón de resistencia AC/DC cuando existe en un sistema de 400 Hz y la reducción resultante en la corriente que es necesaria del punto de vista del calentamiento para contrarrestar el efecto del incremento de frecuencia.

Las curvas son aplicables a cualquier cable de 600 volt en el mismo conducto no-magnético, o a cualquier cable tipo MC con cubierta metálica de aluminio, bronce o armadura interlockeada. Cuando el factor limitante es la caída de voltaje, entonces debería usarse cables en paralelo de menor calibre.

Figura 12-7 Razón de resistencia AC/DC en un sistema de 400 Hz



g) Temperatura ambiente elevada

La temperatura ambiente del área donde será instalado el cable debe ser considerada en la determinación de la capacidad de corriente permisible del circuito.

Los cables y conductores aislados de valor nominal de 2000 volts o menos, instalados en áreas donde la temperatura ambiente es mayor que la permitida por las Tablas 310-16 a 310-19 del NEC-2002, deben tener su capacidad de corriente permisible reducida por los factores de corrección indicados en la tabla apropiada.

Para los cables sobre 2000 volts, se aplicarán las tablas 310-69 a 310-84. En áreas donde la temperatura ambiente es mayor o menor que la indicada en tablas, puede determinarse la capacidad de corriente usando la fórmula contenida en Nota 1 de las notas a tablas 310-69 a 310-84.

h) Criterio del punto más caliente

La capacidad de corriente permisible de un cable o conductor aislado debe ser reducida cada vez que un tramo de 1829 mm (6 pies) esté en un área de mayor temperatura ambiente. Para los factores correctores ver la tabla de corriente que corresponda.

i) Criterio de terminación

Deberá considerarse los requerimientos de terminación en los equipos. El fabricante puede especificar un tamaño mínimo de cable para un artefacto en particular; también puede ser el caso, que en instalaciones de 600 volt o menores se requiera un cable que opere a una temperatura menor como 60 o 75°C.

6.7 Protección de Cables de Sobre tensiones Transientes

Los cables hasta 35 kV que se usan en sistemas de distribución de energía tienen esfuerzos de aislación más bajos que otros equipos eléctricos de voltaje nominal similar.

Este alto esfuerzo de aislación puede o no existir en uniones y terminaciones, dependiendo del diseño y construcción del cable. Excepto por puntos deteriorados del cable mismo, las uniones y terminaciones son los más afectados por sobrevoltaje atmosféricos y transientes de maniobra.

Las terminaciones de un sistema de cables no suministrados con protección contra transiente pueden tener descargas debido a los transientes de maniobra. En este evento, el cable podría estar sujeto a posibles reflexiones de onda de niveles mayores, posibilitando daño a la aislación del cable, sin embargo, esta es una posibilidad remota en cables de media tensión.

Como en otros equipos eléctricos, el medio empleado para protección de estos sobrevoltaje es un pararrayos. Esto puede ser para protección del equipo asociado tanto como para el cable. Puede usarse pararrayos clase intermedia o de distribución, aplicados en la unión del cable con la línea aérea, y en los terminales donde los interruptores pueden ser abiertos. No se requiere pararrayos en posiciones intermedias a lo largo del cable, en contraste de lo que podría requerir una línea aérea.

Se recomienda que los pararrayos sean conectados entre el conductor y la pantalla del cable con cables cortos para maximizar la efectividad del pararrayos. Similarmente recomendado es la conexión directa de las pantallas y el cable de tierra del pararrayos a un sistema de tierra adecuado para prevenir la propagación de corriente transiente a través de la pantalla.

6.8 CRITERIOS Y MÉTODOS NORMALIZADOS DE PRUEBA PARA LA SELECCIÓN DE CABLES, MONO Y MULTICONDUCTORES, Y DE PARTES AISLADAS RESPECTO A SEGURIDAD DE FUEGO

a) Introducción y Alcance

Este punto prescribe los métodos de prueba normalizados para seleccionar los materiales adecuados para la aislación y cubiertas de cables y alambres de poder, control y señales con respecto a su resistencia al fuego. Resume las características requeridas para los diferentes materiales y tipos de cables, dando los criterios para su especificación, selección y prueba. Es aplicable a todas las clases de cables y alambres y otras partes aisladas (poder, control, señal, alta y baja tensión, frecuencia alta y baja, la óptica de fibra, etc.) que se utilizarán en las instalaciones eléctricas de Minas Subterráneas de la Corporación.

La aplicación de este anexo asegurara un nivel alto de seguridad y debe ser aplicado a todas las nuevas instalaciones de cables en las Minas subterráneas, incluyendo la adición de cables a las instalaciones existentes. Se da una importancia creciente a los peligros asociados a humo, la toxicidad y corrosividad de los plásticos en condiciones de incendio.

Este anexo debe ser considerado completamente en las Especificaciones y/o Solicitudes de Abastecimiento para todas las compras de cables a usar en las Minas subterráneas. Es también aplicable a la infraestructura de la Mina, tal como grúas, elevadores, ventiladores, etc.

Las excepciones que pudieren autorizarse requieren la aprobación de las Gerencias Divisionales de Riesgo, Calidad y Ambiente o el SERNAGEOMIN. En tales casos, las medidas preventivas alternativas deberán ser presentadas por el Proponente, mediante un informe completo de la instalación de los cables y materiales que no cumplen los requerimientos aquí establecidos.

b) Características Requeridas de los Materiales Aislantes del Cable

Los requisitos para todos los tipos de cables son los siguientes:

- Características de las propiedades eléctricas, mecánicas, térmicas y ambientales en conformidad a las normas apropiadas
- Características retardantes a la llama que satisfacen las normas relevantes
- Libres de halógenos y sulfuros
- Baja densidad de humo
- Baja toxicidad de gases de combustión
- Baja corrosividad de gases de combustión

Nota: Los requisitos de baja densidad de humo, baja toxicidad y corrosividad de gases de combustión excluyen algunos materiales comúnmente disponibles, tales como: cloruro de polivinilo (PVC), el polietileno clorosulfonado (Hypalon®), polychloroprene (Neoprene®), los fluoro carbonos (e.g. Teflon®) y otros componentes que contienen halógenos o sulfuros.

c) Criterios para la Especificación y la Selección de los Materiales Aislantes del Cable

(1) Normas aplicables

Las características requeridas se describen en esta sección y se resumen junto con las normas indicadas en Tabla 1, punto f) y g)

(2) Propagación de la llama y resistencia al fuego

Los cables y alambres eléctricos se pueden clasificar en tres categorías de acuerdo a una resistencia al fuego creciente:

- i) Los cables retardantes a la llama probados bajo configuración monopolar (IEC 332-1 y 332-2),
- ii) Los cables retardantes a la llama probaron bajo configuración agrupada (IEC 332-3),
- iii) Cables resistentes al fuego (IEC 331).

Una distinción se hace entre las características al fuego de los materiales y aquellas usadas para los cables. En este documento solo se considera las categorías (i) y (ii). Los cables de la categoría (iii) son aquellos que deben seguir funcionando durante y después de un incendio por tiempo. Se utilizan principalmente para las instalaciones de alta seguridad (alarmas y señales de sistemas contra incendio y otros) y no serán considerados en este documento.

(3) Materiales

El valor del índice de temperatura medido de acuerdo a BS 2782, parte 1, será mayor que 260°C para todos los materiales y compuestos excepto aislamientos y dieléctricos primarios.

Nota: Los cables con materiales de cubiertas que satisfacen este requisito deben también satisfacer la prueba del fuego para el producto terminado.

(4) Cables terminados

Los monoconductores de calibres pequeños aislados con conductores de diámetro más pequeño que 0,8 milímetros ($0,5 \text{ mm}^2$) serán probados de acuerdo a IEC 332-2. Los monoconductores aislados con conductores mayores que $0,5 \text{ mm}^2$ y todos los cables multiconductores, redondos o planos de cualquier dimensión, deben pasar la norma IEC 332-1. Para los cables planos la llama será aplicada a un borde del cable plano con el eje del quemador en el mismo plano que el eje principal de los cables. Todos los tipos de cables terminados que tienen un diámetro externo que exceda de 10 milímetros deben pasar la prueba de la Norma IEC 332-3, categoría CF.

(5) Densidad del humo

Las muestras de cables terminados, materiales de alambres o cubiertas deberán ser probados según ASTM E 662. El valor requerido de la densidad óptica específica, D_s , es menor que 250 en los modos de llama y no-llama. Los cables deben pasar adicionalmente las pruebas de la Norma IEC 1034, parte 1 y 2.

(6) Toxicidad de gases de combustión

Se aplicará el método de la prueba indicado en la Especificación Técnica de la Industria Airbus, descrito como ATS 1000.001. La concentración de los gases tóxicos liberados estará bajo los límites especificados en la Tabla 1.

(7) Corrosividad de gases de combustión

Todos los materiales constituyentes de los cables, incluyendo las cintas y los rellenos (filler), deben ser libres de halógeno y sulfuros (menos de 0.1% por peso). Los materiales deben pasar la prueba de la Norma IEC 754-2, con un valor de pH mayor que 4.0 y una conductividad menor de 100 µS/cm.

(8) Materiales existentes que satisfacen los criterios especificados

(8a) Cables de poder (montaje en mensajeros y/o bandejas porta cables)

La especificación de un polímero de goma etileno propileno (EPR o EPDM) o un polietileno reticulado (XLPE o TRXLPE) se debe utilizar para el aislamiento de los cables.

El vinilo-acetato de etileno (EVA) o un copolímero de polyolefin se usará como material de cubierta exterior.

(8b) Cables del control y de señal (montaje en mensajeros y/o bandejas porta cables)

El material de la aislación será alguno de los indicados en la Norma WC 70/ICEA S-95-658-199. Para la chaqueta externa se usará un material retardante a la llama, tal como vinilo-acetato de etileno (EVA) o un copolímero de polyolefin.

Se permite el uso de materiales aislantes que no cumplen esta característica sólo si estos están montados en conductos eléctricos metálicos, y éstos son terminados en dispositivos adecuados tales como tableros y/o cajas de conexiones.

d) Materiales Aislantes Usados en Equipo Eléctrico y Electrónico

Por razones obvias, las mismas reglas deben también ser aplicadas al considerar el equipo asociado (ver, por ejemplo, punto g)

Nota: Las recomendaciones para el uso de materiales plásticos y sintéticos en las áreas donde los productos de la combustión en un fuego pueden causar daño material o amenazar la salud o la vida de personas afectadas se dan en la nota n° 11 de la seguridad de la CERN (Comité de Investigación de Energía Nuclear)

e) Cotización de Materiales y Cables

Los usuarios que requieran comprar cables de poder, control, señales instrumentación, fibra óptica, etc., en la División El Teniente, deberán gestionar sus solicitudes de abastecimientos y ordenes de compra basándose en la conformidad con los criterios especificados en este documento.

f) Tabla 1 - Propiedades Requeridas para la Selección de Cables Eléctricos con Respecto a la Seguridad Contra Fuego

Propiedad	Norma	Requerimiento	Observaciones
Llama y propagación de fuego	IEC 332-2	Pasar	Aplica a todos los cables monopolares
	IEC 332-1	Pasar	Aplica a todos los cables y monoconductores > 0.5mm ²
	IEC 332-3	Pasar	Aplica a todos los cables y monoconductores con diámetro exterior > 10mm ²
Resistencia al fuego	IEC 331	Pasar	Para cables con funciones especiales de seguridad (emergencia, alarmas, alumbrado, levante, etc.)
Densidad de humo	ASTM E 662 (o ASTM F 814)	D _s < 250 en modo llama y no-llama	Para todos los cables
	IEC-1034-1&2	Pasar	Para todos los cables principales
Toxicidad gases	ATS 1000.001	HF < 100 HCl < 150 HCN < 150 SO ₂ + H ₂ S < 100 CO < 3500 NO + NO ₂ < 100	Valor medio en ppm de a lo menos 3 muestras dentro de 4 minutos bajo el modo de llama y no-llama
Corrosividad gases	IEC 754-2	pH > 4 Conductividad < 100 µS/cm	Los cables deben ser libres de halógenos y sulfuros (menos de 0.1% por peso)
Resistencia UV	IEC-68-2-5	Sin decoloración No pegajoso	Procedimiento C 10 días, 40°C
Índice de temperatura de la cubierta	BS 2782, Parte 1	Pasar	FT > 260°C, largo de quemado < 50mm

g) Pruebas Normalizadas y Especificaciones para Componentes Electromecánicos de Equipamiento Electrónico

(Conectores, regletas terminales, tarjetas, cintas, foils, films, conductos, tubos, moldes, recubrimientos, soportes, cubiertas y partes similares)

PRUEBA	NORMA	REQUERIMIENTO
Propagación de llama a) Prueba aguja de llama b) Prueba de inflamabilidad c) Índice de temperatura	IEC 695-2-2 IEC 707 ó UL 94V BS 2782, Parte 1	Duración aplicación llama 60seg.a menos que se establezca de otra forma por Cláusula 5. Tiempo para extinción: 30seg*. Debe medirse el largo dañado en mm FV0 ó FV1;ó 94V0, 94 V1 FT > 260°C, largo quemado < 50mm
Densidad de humo	ASTM E 662 ó ASTM F 814	D _s <250 para modo llama y no-llama
Toxicidad Toxicidad de gases del fuego	ATS 1000.001	HF < 100 HCl < 150 HCN < 150 SO ₂ + H ₂ S < 100 CO < 3500 NO + NO ₂ < 100 Valor medio en ppm de a lo menos 3 muestras dentro de 4 minutos bajo el modo de llama y no-llama
Corrosividad Corrosividad gases del fuego	IEC 754-2	pH > 4 Conductividad < 100 µS/cm)

* El fabricante debe entregar detalles y valores completos

h) Capacidades de Corriente de Conductores Mineros Portátiles de Baja Tensión Usados En Equipos Electro-hidráulicos

Durante los últimos años, la gran mayoría de las compañías mineras que tienen operaciones subterráneas han estado utilizando equipos electro hidráulicos, tanto en la perforación (Jumbos) como para movimiento de materiales (Palas LHD), cuya alimentación de energía eléctrica se realiza mediante cordones mineros de baja tensión de los tipos W, G-GC; PG o PCG construidos bajo normas americanas y los tipos NSSHOU y HO7RN- F bajo normas europeas.

El uso masivo de estos cables ha ocasionado una serie de consultas sobre las capacidades de corriente que son capaces de transportar dichos conductores, ya que si bien ellas aparecen en las especificaciones y catálogos internacionales, no está claro cuales son los valores, cuando estos conductores son usados en condiciones especiales en el interior de las minas.

Se debe tener en cuenta que los equipos electro hidráulicos tienen un carrete en un costado de la máquina, donde va enrollado el conductor eléctrico que lo alimenta y dependiendo de lo lejano que la máquina se encuentre de la caja de alimentación, será el número de vueltas de cables que esté enrollado en dicho carrete.

Lo anterior, es sumamente importante para el diseño correcto del cable en especial la sección, ya que a mayor cantidad de vueltas en el carrete, menor será la corriente que puede transportar el cable, por razones de disipación del calor generado.

Por otro lado, también se debe considerar, que las temperaturas ambientes al interior de las minas, son inferiores a las que normalmente se indican con los valores de corrientes en las normas y catálogos (30° o 40°C), lo que permite aumentar la capacidad de corriente de los conductores.

Por todo lo anterior, hemos creído de alto interés para todos los usuarios de este tipo de cables, el contar con las siguientes tablas, las cuales tienen los valores de corriente según la forma en que esté instalado el cable.

CAPACIDADES DE CORRIENTE Y FACTORES A CONSIDERAR PARA CABLES W; G-GC, PG Y PCG, SEGÚN NORMAS AMERICANAS ICEA-NEMA

Capacidades de Corriente en Amperes

SECCIÓN AWG/MCM	CABLES DE 3 CONDUCTORES, en carretes con:				
	Extendido Completamente	1 Capa	2 Capa	3 Capa	4 Capa
8	59	50	38	26	21
6	79	67	51	35	28
4	104	88	68	47	36
3	120	102	78	54	42
2	138	117	90	62	48
1	161	137	105	72	56
1/0	186	158	121	84	65
2/0	215	183	140	97	75
3/0	249	212	162	112	87
4/0	287	244	187	129	100
250	320	272	208	144	112

SECCIÓN AWG/MCM	CABLES DE 4 CONDUCTORES, en carretes con:				
	Extendido Completamente	1 Capa	2 Capa	3 Capa	4 Capa
8	54	46	35	24	19
6	72	61	47	32	25
4	93	79	60	42	33
3	106	90	69	48	37
2	122	104	79	55	43
1	143	121	93	64	50
1/0	165	140	107	74	58
2/0	192	163	125	86	67
3/0	221	188	144	99	77
4/0	255	217	166	115	89
250	280	238	182	126	98

Los valores están basados para una temperatura del conductor de 90° C y una temperatura ambiente de 40°C.

Debido a que estos cables están en el interior de la mina, donde las temperaturas normalmente son menores a 40°C, es preciso considerar los siguientes factores a multiplicar por los valores de corriente.

Temperatura ambiente °C	Factor
10	1,26
20	1,18
30	1,10
40	1,00

CAPACIDAD DE CORRIENTE Y FACTORES A CONSIDERAR PARA CABLES NSSHOU Y HO7RN-F, SEGÚN NORMA ALEMANA VDE 0100

SECCION AWG/MCM	CABLES DE 3 CONDUCTORES, en carretes con:			
	Extendido Completamente	1 Capa	2 Capa	3 Capa
10	78	59	45	37
16	104	79	60	49
25	138	105	80	65
35	171	130	99	80
50	213	162	124	100
70	263	200	153	124
95	317	241	184	149
120	370	281	215	174

Los valores están basados para una temperatura del conductor de 80°C y una temperatura ambiente de 30 °C.

Debido a que estos cables se usan en el interior de la mina, donde las temperaturas normalmente son menores a 30°C, es preciso considerar los siguientes factores a multiplicar por los valores de corriente:

Temperatura ambiente °C	Factor
10	1,22
15	1,16
20	1,10
25	1,05

El evaluar correctamente las condiciones bajo las cuales operará el cable de alimentación, permite evitar sobrecalentamientos en estos cables y por lo tanto, mantener en operación los equipos en forma más segura y confiable.

ANEXO 7

COMPARACIÓN DE TOXICIDAD PARA POLÍMEROS DE CABLE PROTOCOLO UNIVERSIDAD DE PITTSBURGH

Table of Comparative Toxicity and Decomposition Data - Using the University of Pittsburgh Combustion Toxicity Protocol

Registration Category - jacket and/or in sulation in wire or cable products (major or minor)	Representative materials	Residue Weight ¹ (Ash)	Temperature EC ²			Number of toxicity tests ³	Eye irritation	LC50 (g) ⁴	
			1% loss	most rapid wt. loss	flame			Mean	Range
Hydrocarbon Rubber / Fluoroplastics (minor)	TP polyester / FEP EPDM / PVDF TP polyester / ECTFE Polyester / ETFE Polyester / PFA	2 - 30%	340	340 - 634	335	5	yes	14.6	9.2 - 26.9
PVC / Fluoroplastics (minor)	PVC / PVDF PVC / ECTFE PVC / PFA	5 - 17%	330	330 - 393	386	3	yes	28	26.4 - 29.6
Chlorinated Rubber / Fluoroplastics / Silicone Rubber (minor)	CSPE / FEP / Silicone Rubber CSPE / PVDF / Silicone Rubber CSPE / PFA / Silicone Rubber CPE / PVDF / Silicone Rubber	24 - 28%	312	455 - 501	418	4	yes	21.6	14.4 - 36.7
PVC / Fluoroplastics / Silicone Rubber (minor)	Silicone Rubber / PVC / FEP Silicone Rubber / PVC / PVDF	16 - 20%	318	381 - 609	392	3	yes	16.1	14.5 - 18
Fluoroplastics (major)	FEP, PFA, ECTFE, ETFE, PVDF	# 10%	452	524 - 551	514	17	yes	8.9	4.4 - 15.6
Chlorinated Rubber (major category comparison)	CPE, CSPE, Neoprene	50%	319	369 - 564	453	33	yes	22.7	12.5 - 50.5
Polyolefin/Ethylene vinyl acetate-ethylene acrylate copolymers (minor category comparison)	LPDE / HDPE / EVA - FR XLPE / EVA XLPE / VAE-EVA	0 - 17%	325	392 - 612	432	4	yes	11.6	10 - 13.5

CPE = Chlorinated polyethylene

CSPE = Chlorosulfonated polyethylene

ECTFE = Ethylene chlorotrifluoroethylene copolymer

EPDM = Ethylene polyethylenediene monomer

ETFE = Ethylene tetrafluoroethylene copolymer

EVA = Ethylene vinyl acetate

FEP = Fluorinated ethylene propylene

FR = Fire-retarded

HDPE = High density polyethylene

LDPE = Low density polyethylene

PFA = Perfluoroalkoxy polymer

PVC = Polyvinyl chloride

PVDF = Polyvinylidene fluoride

TP = Thermoplastic

VAE = Vinyl acetate/ethylene

XLPE = Crosslinked polyethylene

1) Amount of original material left after burning

2) Temperatures at which various events occur, most rapid weight loss indicated the range in which most byproducts are formed, most materials begin to lose weight (1% wt loss value) before flames appear.

3) Number of individual studies and/or materials that were tested to provide the average numbers for toxicity and eye irritation.

4) The amount of starting material that had to be burned in order to produce an atmosphere lethal to 50% of the test animals.

ANEXO 8

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL FUEGO EN CABLES ELÉCTRICOS

CONTENIDO

1. General
2. Fases de combustión
3. Triángulo de fuego
4. Disminución riesgo de incendio
 - a) Inflamabilidad
 - b) Desprendimiento de calor
 - c) Opacidad de humos
 - d) Toxicidad y corrosividad de gases desprendidos
5. Tabla 1 Aditivos para cables
6. Tabla 2 Valores usuales de gases tóxicos
7. Tabla 3 Porcentaje de emisión

1. GENERAL

Los cables eléctricos como parte importante de las instalaciones eléctricas, y principalmente en cables aplicados en minas subterráneas, no pueden sustraerse ni librarse de las medidas de seguridad y de prevención de incendios por las siguientes razones:

- a) Son elementos que cruzando de una zona a otra, subiendo o bajando de un nivel a otro, pueden ser considerados como potenciales propagadores horizontales y/o verticales de un incendio.
- b) Buena parte de los componentes de un cable son de naturaleza orgánica y por lo tanto, en ciertos casos buenos combustibles, que además pueden generar gases inflamables que colaboran en una combustión conjunta.
- c) La integridad eléctrica de un cable sometido a incendio puede quedar dañada poniendo los conductores en contacto entre si o a tierra generando una falla eléctrica que puede ser foco de un nuevo incendio, y en un lugar diferente al amagado.
- d) Ante un incendio en cables eléctricos éstos pueden quedar fuera de servicio quedando anulada su función y consecuentemente quedarían sin servicio instalaciones vitales como sistemas de emergencia, bombas contra incendio, etc.
- e) Se puede concluir entonces, que tanto los proyectistas, constructores, inspectores de obras, fabricantes, etc. deben trabajar fundamentalmente en tres áreas simultáneamente:
 - 1) Eliminar las posibles causas del incendio
 - 2) Minimizar la propagación del fuego una vez producido éste
 - 3) Reducir las consecuencias de sus efectos tales como: Humos, gases tóxicos, corrosivos, opacidad, etc.
- f) Corresponde por lo tanto que los fabricantes de cables eléctricos actúen principalmente en los puntos 2) y 3) a objeto de prevenir o ser la causa del fuego.

- g) Corresponde a los proyectistas, constructores, inspectores de obras eliminar las posibles causas de incendio a través de sus diseños y construcciones, además de conocer a fondo las normas y características de fabricación y aplicación de los cables ofrecidos.

2. FASES DE LA COMBUSTIÓN

Calentamiento: Principio de la degradación por calentamiento del material combustible (aislaciones, cubiertas), por causas externas o internas.

Descomposición: Emisión de compuestos gaseosos de características combustibles.

Ignición: Aparición espontánea de la llama al superar el índice de temperatura (Índice de temperatura: Temperatura a la cual un material es inflamable).

Combustión: Oxidación rápida del material combustible.

Propagación: Combustión que se prolonga siguiendo el trazado de una canalización y/o instalación eléctrica.

El incendio puede definirse como el fuego que se propaga a través de una mezcla combustible/aire, como resultado de la energía liberada en la combustión del material que se quema.

3. TRIÁNGULO DE FUEGO

Para que tenga lugar un incendio, es preciso la presencia permanente de tres componentes:

- **Fuente de ignición:** Grado de ventilación, naturaleza y dimensiones de la fuente, duración de la actividad.
- **Material combustible:** Naturaleza del producto, conductividad térmica del producto.
- **Oxígeno.**

4. DISMINUCIÓN RIESGO DE INCENDIO

La eliminación de un solo componente, o al menos la reducción de sus características particulares, tenderá a un efecto positivo frente al comportamiento al fuego e incluso evitarlo. Por lo tanto, es necesario evaluar una serie de parámetros (que están determinados por norma), que pueden afectar gravemente no solo a las instalaciones sino también al personal. Estos parámetros son:

- a) **Inflamabilidad:** viene definida por dos parámetros: a) Índice de oxígeno límite (IOL)¹ que es el porcentaje mínimo de oxígeno necesario para que la muestra inflamable se inflame a temperatura ambiente en presencia de una llama; b) Índice de temperatura: Temperatura a la cual un material es inflamable en una atmósfera precalentada cuyo valor de IOL es el del aire
- b) **Desprendimiento de calor:** este queda definido por: a) Calor de combustión² que corresponde a la energía total liberada al quemar 1 Kg. de material en atmósfera de oxígeno puro. Se expresa en Kcal./Kg.; b) Potencial calorífico: Es la cantidad de calor que se desprende al quemarse una determinada cantidad de sustancia. Se expresa en kcal.

1. Siendo 20,8% la proporción de oxígeno existente en el aire, el disponer de productos con un IOL superior al indicado, podremos considerarlo como un material "ignífugo". Cuando más elevado sea el IOL mayor dificultad se tendrá para conseguir la ignición.
 2. Cuando mayor es el valor de combustión, mayor es la facilidad de incendio.
- c) **Opacidad de humos:** El humo está constituido por productos aerotransportados que se generan cuando un material se quema o descompone por el calor (Descomposición). Dependiendo de los compuestos y/o aditivos usados para la construcción del cable los humos pueden ser muy opacos o claros. El nivel y opacidad de humo se mide de acuerdo a norma ASTM E-662 en una cámara NBS. En el fondo, se mide la cantidad de luz (Transmitancia mínima, referida a la intensidad de luz al comenzar el ensayo) que puede ser percibida a través del humo. Se expresa en porcentaje (%).
- d) **Toxicidad y corrosividad de los gases** desprendidos: Una sustancia es tóxica cuando es nociva para el ser humano. La toxicidad se establece por el análisis de los gases en combustión al quemar una muestra adecuada de cable se determina la medida de: Índice de nocividad convencional (INC) que es igual a $\Sigma \text{Mg} / \text{Cg}$ (1); o el Índice de toxicidad (IT) que es igual a $\Sigma \text{C} / \text{Cf}$ (2).
Se considera que un cable es de baja emisión de gases tóxicos cuando su IT es $< 2,5$ según Norma NES 713.
Los valores de concentración de sustancias Cg y Cf considerados como usuales, son los publicados anualmente por el "American Conference of Governmental Industrial Hygienists".
- 1) Mg es la masa de gas en gramos formado por 100 gr. de materia. Cg es el valor límite en mg/m^3 de concentración en el aire del gas correspondiente que puede soportar una persona 8 h/día y 40 h/semana.
 - 2) C es la concentración de gas (ppm) referida a 100 gr. de material y 1 m^3 de volumen; Cf es la concentración máxima de gas (ppm) que una persona expuesta durante 30 minutos puede soportar sin síntomas graves de asfixia o efectos irreversibles de salud.

Ver Tabla 2 para valores más usuales. En la Tabla 2, buena parte de los ácidos indicados contienen halógenos (cloro, bromo, yodo), altamente tóxicos y corrosivos, y que están presentes en los polímeros que los fabricantes usan para los aislantes y/o cubiertas internas o externas.

Cuando un cable se clasifica como no emisor de halógeno significa que se han reemplazado de su construcción materiales como el PVC (Policloruro de Vinilo), CSP (Poliéster clorosulfonado), PCP (Polipropileno) etc., generándose una nueva serie de formulaciones especiales que confieren al cable la propiedad de no emisor de halógeno.

El cable se estima libre de halógeno o de cero halógenos cuando al ser ensayado el % de halógeno (en forma de gas clorhídrico) es menor de 0,5%. Ver Tabla 3.

Como fabricantes, para reducir la combustibilidad de los cables, es preciso añadir una serie de aditivos (*) en la elaboración del material que actúan inhibiendo, controlando o eliminando cualquiera de las fases del proceso de combustión ya descrito. La función y comportamiento de los aditivos usados se describe en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1 - Aditivos para cables

Generalmente provocan una reacción termodinámica		
Mecanismo	Funcionamiento	Efectos
Térmico	Sustrayendo calor	Descomposición endotérmica absorbiendo color. Reduciendo temperatura y velocidad de aumento de las mismas en las llamas
Químico	Diluyendo la atmósfera combustible saturada de gases disociados	Controla catalíticamente la reacción de pirólisis del material combustible
Mecánico	Evitando penetración de oxígeno	El aditivo funde y al descomponerse adopta una capa de protección sobre el material combustible que impide la penetración del O ₂ (efecto merengue)

(*) Estos aditivos no deben alterar otras características implícitas del material; características eléctricas, mecánicas, etc.

Tabla 2 - Valores usuales de gases tóxicos

Sustancias	Fórmula	Cg (mg/m ³)	Cf (ppm)
Monóxido de carbono	CO	55	4.000
Dióxido de carbono	CO ₂	9.000	100.000
Acido clorhídrico	HCL	7	500
Acido bromhídrico	HBr	10	150
Acido fluorhídrico	HF	2	100
Acido sulfhídrico	H ₂ S	15	--
Dióxido de azufre	SO ₂	13	400
Vapores nitrosos	NO+NO ₂	9,5	250
Acido cianhídrico	HNC	11	150

Tabla 3 - Porcentajes de cables halogenados

Tipo de cable	Emisión de HCL %
Cable no halogenado	< 0,5%
Cable convencional	25 a 30 %
Cable convencional mejorado	12 a 15 %

Adaptado de Catálogo de Cables BICC.

ANEXO 9

PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO, DENSIDAD DE HUMOS, CORROSIVIDAD GASES COMBUSTIÓN, INTEGRIDAD DE AISLACIÓN, INTEGRIDAD DE CIRCUITOS

CONTENIDO

1. Pruebas de comportamiento al fuego
 - a) Cables monopolares
 - b) Cables agrupados
2. Pruebas de densidad de humos
 - a) Equipo de ensayo
 - b) Muestras de prueba
 - c) Procedimiento de prueba
 - d) Evaluación
3. Prueba de corrosividad gases combustión
 - a) Procedimiento de prueba
 - b) Evaluación
4. Pruebas integridad de aislación
 - a) Muestras
 - b) Quemador
 - c) Procedimiento prueba
 - d) Evaluación
 - e) Observaciones
5. Pruebas de integridad de circuito
 - a) Sistema de cables
 - b) Procedimiento de prueba
 - c) Clasificación
 - d) Evaluación

1. PRUEBAS DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO

Debe hacerse la distinción de comportamiento al fuego de cables de un solo núcleo o cables monopolares y el comportamiento al fuego de cables agrupados (Bundels).

a) Prueba de comportamiento de cables monopolares al fuego, pruebas de acuerdo a normas:

- VDE 0472 Parte 804-B
- BS 4066 Parte 1
- IEC 332-1

Una muestra de 600 mm de largo será amarrada verticalmente en una cámara metálica con los costados abiertos. Un quemador con gas propano con un largo de llama de 75 mm será montado en orden a obtener 45° de incidencia entre el cono de la llama (100mm sobre la parte más baja de la muestra) y la muestra.

La duración de la prueba será obtenida de la siguiente fórmula:

$$t = (60 + m/25), \text{ segundos; donde } m = \text{masa de la muestra en gramos}$$

La prueba será considerada como pasada, cuando la muestra no se queme o cuando la llamada se extinga por si misma y el efecto de la parte afectada de la muestra que esta ubicada en la parte más alejada desde el borde inferior del quemador no haya alcanzado el borde opuesto de la muestra.

b) Prueba de comportamiento en cables agrupados, las pruebas de acuerdo a normas:

- VDE 0472 Parte 804-C
- BS 4066 Parte 3 (NMV = 1,5)
- IEC 332-3 Categoría C

Las muestras de pruebas deberán amarrarse a una escalerilla de acero. El número de muestras depende de la sección respectiva del diámetro exterior de las muestras.

La escalerilla metálica debería ser montada en la parte trasera de la cámara de prueba teniendo un ancho de 1 m, profundidad de 2 m y un alto de 4m. La cámara de prueba debería ser aireada vía una apertura en la base de la cámara. La razón del flujo de aire debería ser aproximadamente a 5 m³ /min.

Las muestras deberían ser quemadas desde una distancia de 75 mm por un quemador de gas propano.

La duración de la prueba será de 20 minutos y se considerará que la prueba esta cumplida cuando las llamas se extinguen por si mismas y cuando ninguna parte de la muestra es afectada sobre un alto de 2,5 m sobre el quemador.

2. PRUEBAS DE DENSIDAD DE HUMOS

Las pruebas se hacen de acuerdo a las normas:

- VDE 0472 Parte 816
- BS 6724 Anexo F
- IEC 1034-1y 2

a) Equipo de Ensayo

La cámara de prueba consiste de un cubo de 3 metros.

El sistema de medida consiste de una fuente de alumbrado (estandarizada en una lámpara halógena de 100 watt) y una celda fotoeléctrica de selenio o silicio, ambas instaladas a una altura de 2,15 m.

Una bandeja rectangular llena con 1 litro de alcohol dará la carga de fuego.

Un ventilador asegura una distribución pareja del humo. Deberá evitarse la turbulencia de la llama por medio de una pantalla metálica que protegerá a la bandeja.

b) Muestras de Pruebas

El largo de la muestra de prueba debería ser de 1m de largo. El número de muestras de pruebas depende del diámetro exterior y deberá tornarse de la tabla siguiente:

Diámetro Exterior en m.	Nº de Muestras	Transmisión de luz %
> 40	1	70%
> 20 ≤ 40	2	60%
> 10 ≤ 20	3	60%
> 5 ≤ 10	2 x 7 trenzado	50%
> 3 ≤ 5	3 x 7 trenzado	40%

c) Procedimiento de Prueba

La muestra debería ser amarrada o sujeta horizontalmente sobre la bandeja que esta llena con 1 litro de alcohol. Se hace partir el ventilador y se enciende el alcohol. La intensidad de luz (= transmisión de luz) es registrada por un ploter que esta conectado a la celda foto eléctrica.

d) Evaluación

La prueba se da como cumplida o pasada, si el nivel de luz transmitida en la tabla de aquí en adelante excede todos los valores de prueba.

3. PRUEBA SOBRE LA CORROSIVIDAD DE GASES DE COMBUSTIÓN

La prueba se hace de acuerdo a las siguientes normas:

- VDE 0472 Parte 813
- BS 6425
- IEC 754-2

Esta prueba permite determinar indirectamente la corrosividad de los gases de combustión causados por la aislación o compuestos de las cubiertas. Es posible detectar pequeñas cantidades de halógenos gracias a la medición del valor de pH y de la conductividad.

a) Procedimiento de prueba

En un horno de largo aproximado a 170 mm se debe calentar a lo menos 1 gramo de aislación y/o compuesto de la cubierta a una temperatura de 800° C.

El aire de circulación llevará los gases de la combustión dentro de una botella lavadora llena de agua destilada. Dos electrodos al interior de la botella medirán el pH y la conductividad.

Durante los primeros 5 minutos de la combustión del espécimen de prueba el valor de pH y la conductividad eléctrica deben ser medidas a cada minuto; durante los 25 minutos siguientes, cada 5 minutos.

b) Evaluación

Se da como cumplida o pasada la prueba cuando el valor medido del pH no es menor que 3,5 y cuando la conductividad eléctrica no excede de 100 µS/cm.

4. PRUEBAS DE INTEGRIDAD DE LA AISLACIÓN

Esta prueba se basa de acuerdo a las siguientes normas:

- VDE 0472 Parte 814
- IEC 331

Esta prueba permite determinar la integridad de la aislación (FE) bajo condiciones de fuego. Los cables o alambres aislados que están bajo prueba de acuerdo a estas normas son marcados como FE 180 (supuesto para los cables fabricados por Alcatel, se ignora si esto es válido para otros fabricantes)

a) Muestras

Una muestra de 1,2 metros de largo del cable completo debería tener la cubierta externa u otras cubiertas removidas en ambos extremos. Estos conductores deberían ser separados para la conexión eléctrica.

La muestra preparada debería ser fijada horizontalmente alrededor de 75 mm sobre el quemador.

Las muestras deberían ser conectadas (vía fusibles de 3 amperes en cada núcleo (conductor)) al voltaje de la fuente y ser probados con sus respectivos voltajes nominales. Pantallas y otras cubiertas metálicas deberán conectarse en conjunto y éstas a tierra. Los núcleos (cables) en el lado opuesto de la fuente de tensión se doblarán o separarán en orden a evitar contacto eléctrico.

b) Quemador

Un quemador tipo tubo a gas propano de alrededor de 610 mm de largo deberá ser usado y las llamas con una temperatura de a lo menos 750°C deberán obtenerse sobre un largo de 600 mm.

c) Procedimiento de prueba

El quemador es encendido y regulado a una temperatura de a lo menos 750°C por medio de una termocupla. La muestra será conectada a una fuente eléctrica e introducida dentro de la llama. La muestra deberá ser probada durante un período de 180 minutos.

d) Evaluación

La prueba se da por cumplida cuando ninguno de los fusibles de 3 amperes se ha fundido durante el período de prueba.

e) Observaciones

Esta prueba no debería ser confundida con la prueba de integridad de circuitos de acuerdo con norma DIN 4102 Parte 12 (cf.3.5).

5. PRUEBA SOBRE LA INTEGRIDAD DEL CIRCUITO (E) DE SISTEMAS DE CABLES ELÉCTRICOS

Esta prueba se hace de acuerdo a la Norma DIN 4102 Parte 12.

Los cables que son probados de acuerdo a esta norma son marcados como E30 y E90 respectivamente.

a) Sistema de cables

Los cables y líneas de potencia (hasta 1 kV), cables de control y alambres también como cables de telecomunicaciones son considerados como un sistema de cables si son considerados como una unidad (todo el conjunto) con todos los dispositivos de conexión, bandejas de cables, prensas, etc. que correspondan.

La prueba descrita aquí no tiene relación con la de integridad de la aislación bajo las condiciones de fuego (cf.3.4) donde la prueba es llevada a cabo sólo en un monoconductor.

b) Procedimiento de prueba

El stand de pruebas tiene un largo mínimo de tres metros, la temperatura de prueba tiene que seguir la curva tiempo - temperatura estándar ("Standard Temperature Time Curve = ETK).

Por medio de sujeción de materiales los cables serán montados en el stand de pruebas y amarrados al cielo o a una pared:

- 2 cables de poder de $4 \times 1,5 \text{ mm}^2$
- 2 cables de control de $4 \times 50 \text{ mm}^2$
- 2 cables de telecomunicación con el menor número de pares posible

El voltaje de prueba será de 380 volt para los cables de poder y 110 volt para los cables de telecomunicación.

c) Clasificación

Dependiendo de la duración de la medición de la integridad del circuito, se hacen las siguientes distinciones:

- E30 > 30 minutos
- E60 > 60 minutos
- E90 > 90 minutos

Esta prueba debe llevarse a cabo sólo por un organismo oficialmente reconocido. Esta organización proveerá el certificado respectivo.

d) Evaluación

La prueba se da por cumplida cuando no hay cortocircuito o interrupción de la corriente durante la duración de la prueba.

ANEXO 10

LISTADO DE NORMAS PARA CABLES DE FIBRA ÓPTICA

Normas EIA-TIA para Fibra Óptica

Estas Normas están bajo actualización continua, por lo que es improbable que este listado este correcto a esta fecha. Se puede obtener mayor información en Electronic Industries Alliance (EIA)

EIA-445 Fiber Optic Test Procedures (FOTPs).

(These are commonly known as "FOTPs" but are officially called "EIA-455-x, e.g. EIA-455-34 is FOTP-34).

- FOTP-1 Cable Flexing for Fiber Optic Interconnecting Devices
- FOTP-2 Impact Test Measurements for Fiber Optic Devices
- FOTP-3 Temperature Effects Measurement Procedure for Optical Fiber, Optical Cable, and Other Passive Components
- FOTP-4 Fiber Optic Connector/Component Temperature Life
- FOTP-5 Humidity Test Procedure for Fiber Optic Connecting Devices
- FOTP-6 Cable Retention Test Procedure for Fiber Optic Cable Interconnecting Devices
- FOTP-10 Measurement of the Amount of Extractable Material in Coatings Applied to Optical Fiber
- FOTP-11 Vibration Test Procedure for Fiber Optic Connecting Devices and Cables
- FOTP-12 Fluid Immersion Test for Fiber Optic Components
- FOTP-13 Visual and Mechanical Inspection of Fibers, Cables, Connectors, and Other Devices
- FOTP-14 Physical Shock (Specified Pulse)
- FOTP-15 Altitude Immersion
- FOTP-16 Salt Spray (Corrosion) Test for Fiber Optic Components
- FOTP-17 Maintenance Aging of Fiber Optic Connectors and Terminated Cable Assemblies
- FOTP-18 Acceleration Testing for Components and Assemblies
- FOTP-20 Measurement of Change in Optical Transmittance
- FOTP-21 Mating Durability for Fiber Optic Interconnecting Devices
- FOTP-22 Ambient Light Susceptibility of Components
- FOTP-23 Air Leakage Testing for Fiber Optic Component Seals
- FOTP-24 Water Peak Attenuation Measurement of Single-mode Fibers
- FOTP-25 Repeated Impact Testing of Fiber Optic Cables and Cable Assemblies
- FOTP-26 Crush Resistance of Fiber Optic Interconnecting Devices
- FOTP-27 Fiber Diameter Measurements
- FOTP-28 Measurement of Dynamic Tensile Strength of Optical Fiber
- FOTP-29 Refractive Index Profile (Transverse Interference Method)
- FOTP-30 Frequency Domain Measurement of Multimode Optical Fiber Information Transmission Capacity
- FOTP-31 Fiber Tensile Proof Test Method
- FOTP-32 Fiber Optic Circuit Discontinuities
- FOTP-33 Fiber Optic Cable Tensile Loading and Bending Test
- FOTP-34 Interconnection Device Insertion Loss Test
- FOTP-35 Fiber Optic Component Dust (Fine Sand) Test
- FOTP-36 Twist Test for Connecting Devices
- FOTP-37 Fiber Optic Cable Bend Test, Low and High Temperature
- FOTP-39 Water Wicking Test for Fiber Optic Cable

FOTP-40 Fluid Immersion, Cables
 FOTP-41 Compressive Loading Resistance of Fiber Optic Cables
 FOTP-42 Optical Crosstalk in Components
 FOTP-43 Output Near Field Radiation Pattern Measurement of Optical Waveguide Fibers
 FOTP-44 Refractive Index Profile (Refracted Ray Method)
 FOTP-45 Microscopic Method for Measuring Fiber Geometry of Optical Waveguide Fibers
 FOTP-46 Spectral Attenuation Measurement (Long Length Graded Index Optical Fibers)
 FOTP-47 Output Far Field Radiation Pattern Measurement
 FOTP-48 Measurement of Optical Fiber Cladding Diameter Using Laser-Based Instruments
 FOTP-49 Measurement for Gamma Irradiation Effects on Optical Fiber and Cables
 FOTP-50 Light Launch Conditions (Long Length Graded Index Fibers)
 FOTP-51 Pulse Distortion Measurement, Multimode Fiber
 FOTP-53 Attenuation by Substitution (Multimode Graded Index)
 FOTP-54 Mode Scrambler Requirements for Overfilled Launching Conditions (Multimode)
 FOTP-55 End View Methods for Measuring Coating and Buffer Geometry
 FOTP-56 Test Method for Evaluating Fungus Resistance of Optical Waveguide Fibers and Cables
 FOTP-57 Optical Fiber End Preparation and Examination
 FOTP-58 Core Diameter Measurements (Graded Index Fibers)
 FOTP-59 Measurement of Fiber Point Defects Using an OTDR
 FOTP-60 Measurement of Fiber or Cable Length Using an OTDR
 FOTP-61 Measurement of Fiber or Cable Attenuation Using an OTDR
 FOTP-62 Optical Fiber Macrobend Attenuation
 FOTP-63 Torsion Test for Optical Fiber
 FOTP-65 Flexure Test for Optical Fiber
 FOTP-66 Test Method for Measuring Relative Abrasion Resistance
 FOTP-68 Optical Fiber Microbend Test Procedure
 FOTP-69 Evaluation of Minimum and Maximum Exposure Temperature on the Optical Performance of Optical Fiber
 FOTP-71 Measurement of Temperature Shock Effects on Components
 FOTP-75 Fluid Immersion Test for Optical Waveguide Fibers
 FOTP-77 Procedure to Qualify a Higher-Order Mode Filter for Measurements of Single-mode Fibers
 FOTP-78 Spectral Attenuation Cutback Measurement (Single-mode)
 FOTP-80 Cut-off Wavelength of Uncabled Single-mode Fiber by Transmitted Power
 FOTP-81 Compound Flow (Drip) Test for Filled Fiber Optic Cable
 FOTP-82 Fluid Penetration Test for Fluid-Blocked Cable
 FOTP-83 Cable to Interconnecting Device Axial Compressive Loading
 FOTP-84 Jacket Self-Adhesion (Blocking) Test for Cables
 FOTP-85 Fiber Optic Cable Twist Test
 FOTP-86 Fiber Optic Cable Jacket Shrinkage
 FOTP-87 Fiber Optic Cable Knot Test
 FOTP-88 Fiber Optic Cable Bend Test
 FOTP-89 Fiber Optic Cable Jacket Elongation and Tensile Strength Test
 FOTP-91 Fiber Optic Cable Twist-Bend Test
 FOTP-92 Optical Fiber Cladding Diameter and Noncircularity Measurement by Fizeau Interferometry
 FOTP-94 Fiber Optic Cable Stuffing Tubing Compression
 FOTP-95 Absolute Optical Power Test for Fibers and Cables
 FOTP-96 Fiber Optic Cable Long-Term Storage Temperature Test for Extreme Environments
 FOTP-98 Fiber Optic Cable External Freezing Test

FOTP- 99 Gas Flame Test for Special Purpose Cable
 FOTP- 100 Gas Leakage Test for Gas Blocked Cable
 FOTP- 101 Accelerated Oxygen Test
 FOTP- 102 Water Pressure Cycling
 FOTP- 104 Fiber Optic Cable Cyclic Flexing Test
 FOTP- 107 Return Loss for Fiber Optic Components
 FOTP- 127 Spectral Characterization of Multimode Laser Diodes
 FOTP- 162 Fiber Optic Cable Temperature-Humidity Cycling
 FOTP- 164 Measurement of Mode Field Diameter by Far-Field Scanning (Single-mode)
 FOTP- 165 Measurement of Mode Field Diameter by Near Field Scanning (Single-mode)
 FOTP- 166 Transverse Offset Method
 FOTP- 167 Mode Field Diameter Measurement, Variable Aperture Method in Far-Field
 FOTP- 168 Chromatic Dispersion Measurement of Multimode Graded-Index and Single-mode Optical Fiber by Phase-Shift Method
 FOTP- 169 Chromatic Dispersion Measurement of Optical Fibers by the Phase-Shift Method
 FOTP- 170 Cable Cut-off Wavelength of Single-mode Fiber by Transmitted Power
 FOTP- 171 Attenuation by Substitution Measurement (Short Length Multimode Graded-Index and Single-mode)
 FOTP- 172 Flame Resistance of Firewall Connector
 FOTP- 173 Coating Geometry Measurement of Optical Fiber, Side-View Method
 FOTP- 174 Mode Field Diameter of Single-mode Fiber by Knife-Edge Scanning in Far-Field
 FOTP- 175 Chromatic Dispersion Measurement of Optical Fiber by the Differential Phase-Shift
 FOTP- 177 Numerical Aperture Measurement of Graded-Index Fiber
 FOTP- 178 Coating Strip Force Measurement
 FOTP- 179 Inspection of Cleaved Fiber End Faces by Interferometry
 FOTP- 180 Measurement of Optical Transfer Coefficients of a Passive Branching Device
 FOTP- 184 Coupling Proof Overload Test for Fiber Optic Interconnecting Devices
 FOTP- 185 Strength of Coupling Mechanism for Fiber Optic Interconnecting Devices
 FOTP- 186 Gauge Retention Force Measurement for Components
 FOTP- 187 Engagement and Separation/Force for Connector Sets
 FOTP- 188 Low-Temperature Testing for Components
 FOTP- 189 Ozone Exposure Test for Components
 FOTP- 190 Low Air Pressure (High Altitude) Test for Components
 FOTP- 191 Measurement of Mode Field Diameter of Single-Mode Optical Fiber
 FOTP- 193 Polarization Crosstalk Method For Polarization Maintaining Optical Fiber And Components
 FOTP- 195 Coating Geometry Measurement For Optical Fiber
 FOTP- 196 Guideline For Polarization-Mode Measurement In Single Mode Fiber Optic Components And Devices
 FOTP- 197 Differential Group Delay Measurement Of Single-Mode Components And Devices By The Differential Phase Shift Method
 FOTP- 200 Insertion Loss Of Connectorized Polarization-Maintaining Fiber Or Polarizing Fiber Pigtailed Devices And Cable Assemblies
 FOTP- 201 Return Loss Of Connectorized Polarization-Maintaining Fiber Or Polarizing Fiber Pigtailed Devices And Cable Assemblies
 FOTP- 203 {Transceiver output pattern}
 FOTP- 204 {Restricted Modal Launch Bandwidth for Multimode Fibers}

FOTP- 220 {Differential Modal Dispersion in Multimode Fiber - Pulse Broadening As A Function of Source Launch Offsets}
System Test Procedures
OFSTP-10 Measurement Of Dispersion Power Penalty In Digital Single-Mode Systems
OFSTP-11 Measurement Of Single-Reflection Power Penalty For Fiber Optic Terminal Equipment
OFSTP-14 Optical Power Loss Measurements Of Installed Multimode Fiber Cable Plant
OFSTP-15 Jitter Tolerance Measurement
OFSTP-16 Jitter Transfer Function Measurement
OFSTP-17 Output Jitter Measurement
OFSTP-18 Systematic Jitter Generation Measurement
OFSTP-19 Optical Signal-To-Noise Ratio Measurement Procedures For Dense Wavelength-Division Multiplexed Systems
OFSTP-27 Procedure For System Level Temperature Cycle Endurance Test
OFSTP-28 IEC-61290-1-2: Basic Spec For Optical Fiber Amplifiers Test Methods Part 1: Test Methods For Gain Parameters - Sect. 2: Electrical Spectrum Analyzer Test Method
OFSTP-29 IEC-61290-1-3: Basic Spec For Optical Fiber Amplifiers Test Methods Part 1: Test Methods For Gain Parameters - Sect. 3: Optical Power Meter Test Method
OFSTP-30 IEC-61290-2-1: Basic Specification For Optical Fibre Amplifiers Test Methods - Part 2: Test Methods For Spectral Power Parameters - Section 2 - Optical Spectrum Analyzer Test Method
EIA-458-B Standard Optical Fiber Material Classes and Preferred Sizes
EIA-472 General Specification for Fiber Optic Cable
EIA-472A Sectional Specification for Fiber Optic Communication Cables for Outside Aerial Use
EIA-472B Sectional Specification for Fiber Optic Communication Cables for Underground and Buried Use
EIA-472C Sectional Specification for Fiber Optic Communication Cables for Indoor Use
EIA-472D Sectional Specification for Fiber Optic Communication Cables for Outside Telephone Plant Use
EIA-4750000-B Generic Specification for Fiber Optic Connectors
EIA-475COOO Sectional Specification for Type FSMA Connectors
EIA-475CAOO Blank Detail Specification for Optical Fiber and Cable Type FSMA, Environmental Category I
EIA-475CBOO Blank Detail Specification Connector Set for Optical Fiber and Cables Type FSMA, Environmental Category 11
EIA-475CCOO Blank Detail Specification Connector Set for Optical Fiber and Cables Type FSMA, Environmental Category III
EIA-475EOOO Sectional Specification for Fiber Optic Connectors Type BFOC/2.5
EIA-475EAOO Blank Detail Specification for Connector Set for Optical Fiber and Cables, Type BFOC/2.5, Environmental Category I
EIA-475EBOO Blank Detail Specification for Connector Set for Optical Fiber and Cables, Type BFOC/2.5, Environmental Category 11
EIA-475ECOO Blank Detail Specification for Connector Set for Optical Fiber and Cables, Type BFOC/2.5, Environmental Category III
EIA-492AAAA Detail Specification for 62.5 micron Core Diameter/I 25 micron Cladding Diameter Class I A Multii-node, Graded Index Optical Waveguide Fibers
EIA-5390000 Generic Specification for Field Portable Polishing Device for Preparation Optical Fiber
EIA-5460000 Generic Specification for a Field Portable Optical Inspection Device, Combined EIA-NECQ Specification
EIA-546A000 Sectional Specification for a Field Portable Optical Microscope for Inspection of Optical Waveguide and Related Devices

EIA-587 Fiber Optic Graphic Symbols
EIA-590 Standard for Physical Location and Protection of Below-Ground Fiber Optic Cable Plant
EIA-598 Color Coding of Fiber Optic Cables

Tipos de Fibras Monomodo (SM)

Hay varias designaciones usadas para describir varios tipos de fibra SM que a menudo provocan confusión. Aquí hay algunos de los más comunes usados hoy en día.

Descripción	Tipo SMF	Especificación ITU
Standard Singlemode Fiber	B1.1	G.652
Cutoff Shifted Fiber	B1.2	G.654
Low Water Peak Fiber	B1.3	G.652
Dispersion Shifted Fiber	B2	G.653
Non-Zero Dispersion Shifted Fiber	B4	G.655

La ITU ha tenido una serie de recomendaciones que describen las propiedades geométricas y de transmisión para los cables de fibra óptica monomodo y multimodo. Las especificaciones más importantes son las que se indican:

- | | |
|-----------|--|
| ITU G.651 | Covers <i>multimode</i> 50/125 micron graded-index fiber. |
| ITU G.652 | Covers <i>single-mode</i> NDSF (non-dispersion-shifted fiber) This fiber is in most of the cable that was installed in the 1980s. Optimized in the 310-nm range. |
| ITU G.653 | Covers <i>single-mode</i> dispersion-shifted optical fiber. Dispersion is minimized in the 1,550-nm wavelength range. At this range attenuation is also minimized, so longer distance cables are possible. |
| ITU G.655 | Covers <i>single-mode</i> NZ-DSF (nonzero dispersion-shifted) fiber), which takes advantage of dispersion characteristics that suppress the growth of four-wave mixing, a problem with WDM (wavelength division multiplexing) systems. NZ-DSF supports high-power signals and longer distances, as well as closely spaced DWDM (dense WDM) channels at rates of 10 Gbits/sec or higher. G.655 is optimized for WDM and long-distance cable runs such as transoceanic cables. It uses dispersion to reduce the effect of <i>four-wave mixing (FWM)</i> , which occurs in DWDM systems when three wavelengths mix in such a way to produce a fourth wavelength that overlays and interferes with the original signals. |

SECCIÓN V REQUERIMIENTOS PARA LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

1. OBJETIVO

Indicar la información relacionada con las distancias de seguridad de líneas de alta tensión respecto al nivel de suelo, restricciones de construcción en cercanías de líneas de transmisión y distribución y las distancias que deben considerarse en las franjas de servidumbre de líneas aéreas abiertas.

2. ALCANCE

Esta sección aplica a todas las líneas de transmisión y distribución aérea con conductores desnudos.

3. DEFINICIONES

Las definiciones aplicables se indican en la Sección I.

4. REQUERIMIENTOS GENERALES

4.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

El diseño y construcción de líneas aéreas de transmisión y distribución, deberá efectuarse de acuerdo a lo establecido en:

- NSEG 5 En 71.Reglamento de instalaciones eléctricas de Corrientes Fuertes (Decreto N° 4.188 del 22-11-1955, del Ministerio del Interior).
- NSEG 6 En 71 Electricidad: Cruces y Paralelismos de Líneas Eléctricas.
- ANSI C2 – 2002 – National Electrical Safety Code (NESC).
- IEEE – Transmission Line Construction Standards Collection 1994 Edition.
- NSEG 18 EP.75 Redes de Distribución aérea (donde sea factible su construcción) u otros criterios complementarios reconocidos por la Corporación.

4.2 PROHIBICIONES

- a) Se prohíbe construir líneas aéreas abiertas de cualquier categoría sobre edificios existentes.
- b) Se prohíbe hacer construcciones de ningún tipo, debajo de líneas existentes, de cualquier categoría, ni dentro de su franja de servidumbre.
- c) Se prohíbe fijar líneas de alta tensión (Categoría Clase B y C desnudas) a edificios, excepto cuando estas sirven exclusivamente a la explotación de las instalaciones eléctricas a están destinadas a una subestación de utilización. En estos casos deberá aplicarse por analogía los requerimientos indicados en el Capítulo V, Letra C –de la Norma NSEG 5 En 71. Instalaciones de Maniobra del Reglamento de Corrientes Fuertes.

- d) Se prohíbe las plantaciones de árboles dentro de las franjas de servidumbre de las líneas de AT, excepto la existencia de árboles frutales debajo de líneas Categorías Clase B o C, siempre que su propietario los mantenga podados a una altura que no exceda de 4 m sobre el suelo.

4.3 CONFLICTO DE ESTRUCTURAS

- a) Significa que una línea de transmisión está situada de forma tal, con respecto a una segunda línea, estructura o edificio, que el desplome a partir del nivel de suelo o la caída de la primera línea, dará como resultado poner en contacto sus estructuras o conductores con las estructuras o conductores de la segunda línea, estructura o edificio, en el supuesto de que ninguno de los conductores de ambas líneas estén rotas.
- b) Excepciones: No se considerará conflicto cuando:
- 1) Una línea cruza a la otra.
 - 2) Cuando las líneas están en lados opuestas de una carretera, calle o avenida y están separados por una distancia no menor que el 60% de la altura del poste o torre de línea más alto. Esta distancia no puede ser menor de 6 m.

4.4 FRANJA DE SEGURIDAD

- a) La separación entre un edificio y/o construcción y el conductor más próximo de una línea aérea de cualquier categoría, no deberá ser menor que los indicados en la Tabla Nº 1.

Tabla Nº 1

Distancia de Zona Expuesta Edificio y/o Construcción a Conductor más Próximos (Metros) (Voltaje entra Conductores)

	Categoría A < 1kv	Categoría 1kv<B< 25 kv	Categoría C >25 kv
Vertical sobre el conductor	1.50	2.0	2+ 0.1 (KV–25 KV)
Vertical bajo el conductor	2.0	2.50	2.5+ 0.1 (KV–25 KV)
Horizontal a un plano vertical paralelo al punto más expuesto	1.30	2.50	2.5+0.1 (KV–25 KV)

- b) Las distancias especificadas en la Tabla Nº1 podrán reducirse en 0.5 m, si toda la extensión de la zona expuesta no tiene ventanas, salidas/acceso u otros elementos por los cuales las personas, no calificadas y no autorizadas, puedan entrar en contacto con dicho conductor.
- c) Para todos los casos anteriores, deberá considerarse los conductores desviados por efecto de la presión de viento.
Esta desviación no podrá ser menor de 30° respecto de la vertical.

d) La distancia horizontal mínima en edificios y/o construcciones, deberá calcularse de acuerdo a,

a) Luces menores de 300 m
 $\alpha = 45^\circ$ Dkv = 0.707 f x d

b) Luces mayores de 300 m
 $\alpha = 30^\circ$ Dkv = 0.5 f x d

Donde:

Dkv= Distancia horizontal mínima según voltaje de la línea (kv) del conductor en reposo al límite de la franja de seguridad.

f = Flecha del conductor + longitud de la cadena de aisladores.

α = Ángulo de desviación máxima del conductor.

d = Distancia mínima correspondiente al voltaje. Tabla Nº 2.

Tabla Nº 2

kv	13.2	23	66	110	154	220	500
d [m]	2.0	2.0	2.91	3.35	3.79	4.45	7.25
Dkv	5.0	5.0	10.0	13.5	15	20	23

4.5 ALTURA MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES SOBRE EL SUELO (Ver artículo 465, Sección VII)

a) La altura mínima respecto al suelo, será la que se indica en Tabla Nº 3. Si bien el Reglamento de Corrientes Fuertes indica una temperatura de 30°C, la práctica habitual es seguir las recomendaciones de ENDESA que fija esta temperatura como la temperatura máxima del proyecto de la línea sin sobrecarga en los conductores.

Tabla Nº 3

ZONA	Distancia Vertical (Metros)				
	Categoría A		Categoría B		Categoría C
	Fase	Neutro	Fase	Neutro	Fases
Regiones poco transitables (montañas, praderas, cursos de agua no navegables)	5,0	4,60	5,50	4,60	6+0.006 x kv*
Regiones transitables (camino principales, cables y plazas públicas)	5,0	5,00	6,00	5,50	6,5+0.006 x kv*
Cruces de camino y calles	5,0	5,50	6,00	5,50	6,5+0.006 x kv*
* 6 + 0.006 (kv - 25 kv)					

- b) La Dirección de Vialidad establece que la altura de los conductores en cruces de caminos, en condiciones de flecha máxima de proyecto, no podrá ser menor de 8,0 m (Carta DVE Nº 16.745 del 18-11-1968) El ángulo de cruce entre el eje del camino y la línea, deberá ser mayor a 45°.
- c) Respecto de los cruces y paralelismos de líneas eléctricas de la Corporación con FF.CC. del Estado, deberá cumplirse con los Decretos V Nº 300/558 del 11-7-50 y Nº 340/25 del 13-1-1959.

4.6 FRANJAS DE SERVIDUMBRE

- a) Las servidumbres deberán ser tratadas de acuerdo a lo indicado en el DFL Nº 4 de 1959, modificado por DFL del 13- 11-1982, y publicado en Diario Oficial Nº 31.366, Capítulo V, Art. Nº 47 a 70.
- b) La servidumbre a imponer en el predio sirviente, deberá quedar establecida en los planos y especificaciones técnicas de cada proyecto.
- c) La aprobación provisional del proyecto de la línea, implica la aprobación de la servidumbre considerada y, por lo tanto, la imposición provisional a las áreas y/o predios involucrados.
- d) La franja de servidumbre deberá determinarse de acuerdo a las necesidades del proyecto; sin embargo, se recomienda considerar los valores indicados en Tabla Nº 4 para las instalaciones de la División El Teniente [1].

Tabla Nº 4 - Distancias para Franjas de Servidumbre

Voltaje Entre Fases	Distancia Conductor Exterior de Límite de la Faja [m]	Ancho de la Faja de Servidumbre [m]
1 a 25 kv	5	D + 10
33 kv	10	D + 20
66 kv	13.5	D + 27
110 kv	15	D + 30
220 kv	20	-
D = Ancho de la línea		

4.7 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN

Cada División de la Corporación deberá generar su Procedimiento de Operación dentro de las franjas de seguridad y servidumbre.

5. ANEXOS

Anexo 1. Distancias de Seguridad y franjas de servidumbre.

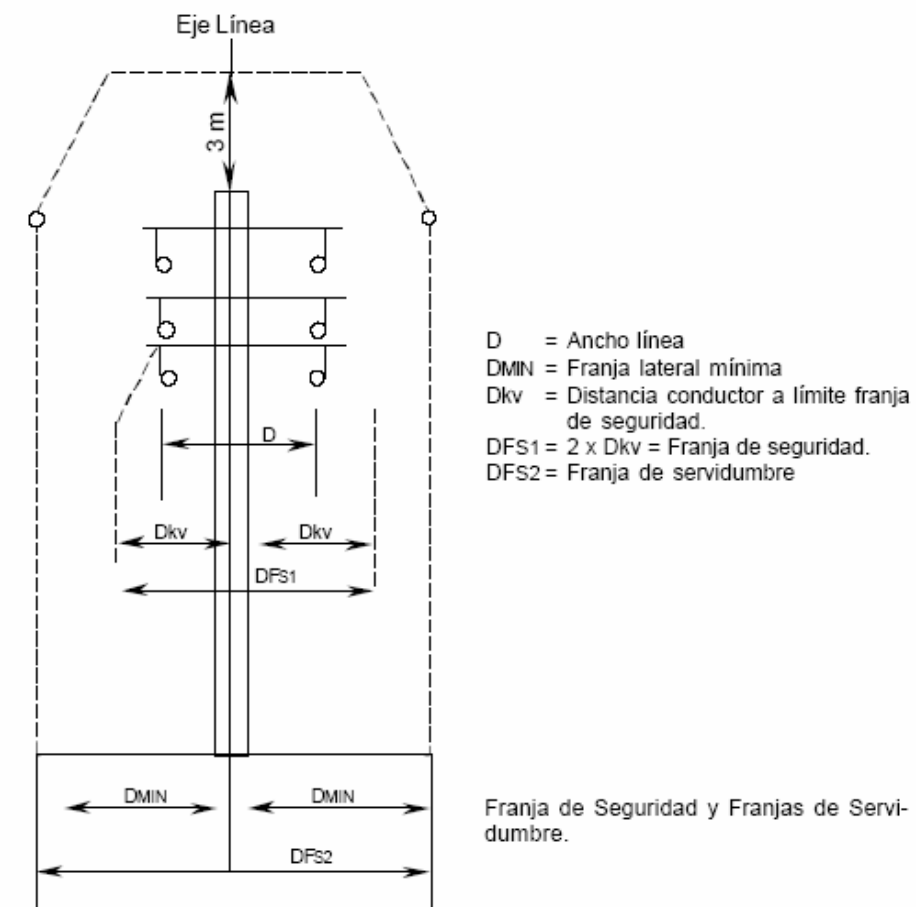
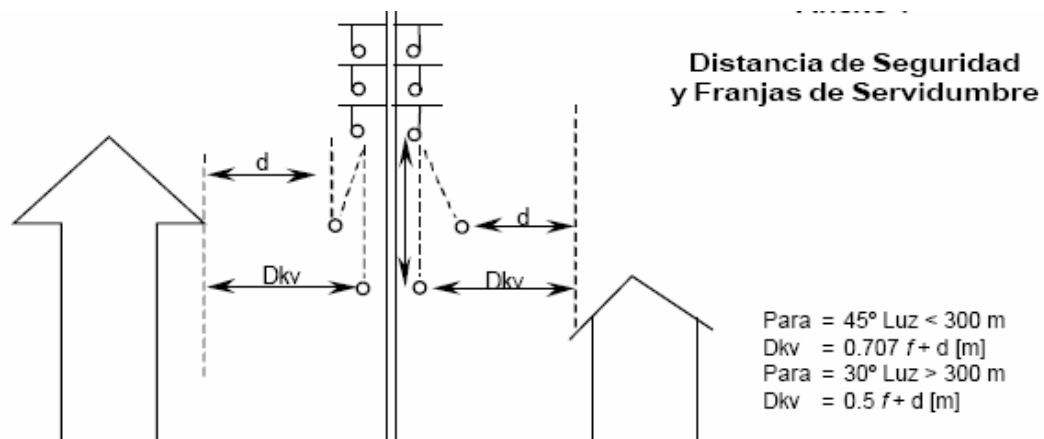
N.C.C.	Nº 21
REVISIÓN	1
VIGENCIA	01.12.2006
Pág.	200 de 264

6. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- ANSI C2-2002 National Electrical Safety Code (NESC).
- NSEG 6 En 71 Electricidad. Cruces y Paralelismos.
- Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes (Decreto Nº 4.188).

ANEXO 1

Distancias de Seguridad y Franjas de Servidumbre



SECCIÓN VI CLASIFICACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS, ARTÍCULO 505 – NEC 2005

1. OBJETIVO

Entregar la información correspondiente al uso de equipamiento eléctrico dentro de un área clasificada como peligrosa.

2. ALCANCE

505.1 Este artículo cubre los requisitos para el sistema de clasificación de Zona, como alternativa al sistema de clasificación por División cubierto en el artículo 500 para el equipo eléctrico y electrónico y cableado para todos los voltajes en ubicaciones clasificadas peligrosas Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2 donde puede existir fuego o peligro de la explosión debido a los gases, a los vapores, o a los líquidos inflamables.

FPN: Para los requisitos del equipo eléctrico y electrónico y cableado para todos los voltajes en Clase I, División 1 o División 2; Clase II, División 1 o División 2; y la clase de ubicaciones (clasificadas) peligrosas de Clase III, División 1 o de la División 2 en donde los peligros del fuego o explosión pueden existir debido a los gases inflamables o los vapores, los líquidos inflamables, o combustible saca el polvo o las fibras, referirse a los artículos 500 a 504.

Esta Sección aplica a todas las Plantas, instalaciones o procesos clasificados como peligrosos.

El contenido de esta sección es complementaria a los requerimientos específicos indicados en las Normas Corporativas NCC N° 20 y NCC N° 22.

3. DEFINICIONES

505.2 Para el propósito de este artículo se aplican las siguientes definiciones.

Sistema de Detección gas combustible: Una técnica de la protección que utiliza detectores estacionarios del gas en establecimientos industriales.

Equipamiento eléctrico y electrónico: Materiales, fitinería, dispositivos, aplicaciones, y similares de los cuales es parte de, o en la conexión con una instalación eléctrica.

FPN: El equipo portátil o transportable que tiene fuentes de alimentación autocontenida, tales como baterías, podría potencialmente convertirse en una fuente de ignición en ubicaciones (clasificadas) peligrosas.

Encapsulamiento "m": Tipo de protección donde las piezas eléctricas que podrían encender una atmósfera explosiva ya sea por chispa o calentando están encerradas un compuesto de manera tal que esta atmósfera explosiva no pueda ser encendida.

FPN: Ver ANSI/ISA 12.23.01-2002, Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection — Encapsulation "m"; and ANSI/UL 60079-18, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part 18: Encapsulation "m".

A prueba de llama "d": Tipo de protección donde el encerramiento soportará una explosión interna de una mezcla inflamable que ha penetrado en su interior, sin sufrir daño y sin causar la ignición, a través de cualquier empalme o abertura estructural del encerramiento, de una atmósfera explosiva externa del gas compuesta de uno o más gases o de los vapores para los cuales está diseñada.

FPN: Ver ANSI/ISA 12.22.01-2002, aparato eléctrico para el uso en Clase I, zona 1 y 2, NEC 2005 localizaciones en zonas (clasificadas) peligrosas, tipo de la protección -- "d ininflamable"; y ANSI/UL 60079-1, aparato eléctrico para las atmósferas explosivas del gas -- parte 1 Flameproof enclosure.

Seguridad creciente "e" Tipo de protección aplicado al equipo eléctrico que no produce arcos ni chispas en servicio normal y bajo condiciones anormales especificadas, en las cuales las medidas adicionales se aplican para dar seguridad creciente contra la posibilidad de temperaturas excesivas y de la ocurrencia de arcos y de chispas.

FPN: Ver ANSI/ISA — 12.16.01-2002, Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection — Increased Safety "e"; and ANSI/UL 60079-7, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part 7: Increased Safety "e"

Seguridad intrínseca "i" Tipo de protección donde cualquier chispa o efecto térmico es incapaz de causar la ignición de una mezcla del material inflamable o combustible aire bajo condiciones de prueba prescritas.

FPN No. 1: Ver ANSI/UL 913-1997, Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, and III, Hazardous Locations; ISA 12.02.01-1999, Electrical Apparatus for Use in Class I, Zones 0, 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations — Intrinsic Safety "i"; y ANSI/UL 60079-11, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part II: Intrinsic Safety "i".

FPN No. 2: La seguridad intrínseca se designa como protección "ia" para el uso en ubicaciones de la Zona 0, y cómo protección "ib" para el uso en ubicaciones de la Zona 1.

FPN No. 3: Los aparatos asociados a intrínsecamente seguro, indicados cómo [ia] o [ib], están conectado con aparatos intrínsecamente seguro ("ia "o" ib, "respectivamente) pero situado fuera de la ubicación (clasificada) peligrosa a menos que también sea protegido por otro tipo de protección (tal como a prueba de llama)

Inmersión en aceite "o" Tipo de protección donde el equipo eléctrico se sumerge en un líquido protector de una manera tal que una atmósfera explosiva que pueda estar sobre el líquido o en el exterior el recinto no puede ser encendido.

FPN: Ver ISA 12.26.01-1998, Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection — Oil-Immersion "o"; and ANSI/UL 60079-6, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part 6: Oil-immersion "o".

Relleno con Polvo "q" Tipo de protección donde las piezas eléctricas capaces de encender una atmósfera explosiva están fijadas y rodeadas totalmente por el material de relleno (polvo de vidrio o de cuarzo) para prevenir la ignición de una atmósfera explosiva externa.

FPN: Ver ANSI/ISA-12.25.01-2002, Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection — Powder Filling "q"; and ANSI/UL 60079-5, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part 5: Powder filling "q".

Purgado y presurizado Tipo de protección para el equipo eléctrico que utiliza la técnica de resguardo contra el ingreso de atmósfera externa, que puede ser explosiva, en un encerramiento manteniendo un gas protector dentro de él a una presión sobre la de la atmósfera externa.

FPN No. 1: Ver NFPA 496-2003, Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment.

FPN No. 2: Ver IEC 60079-2-2000, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 2: Electrical Apparatus, Type of Protection “p”; and IEC 60079-13-1982, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 13: Construction and Use of Rooms or Buildings Protected by Pressurization.

Tipo de protección “n” Tipo de protección donde el equipo eléctrico, en la operación normal no es capaz, de encender una atmósfera explosiva circundante del gas y una falla capaz de causar la ignición no es probable que ocurra.

FPN: Ver ANSI/UL 60079-15-2002, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part 15: Type of protection “n”; and ANSI/ISA 12.12.02-2003, Electrical apparatus for use in Class I, Zone 2 Hazardous (Classified) Locations: Type of protection “n”.

Ubicaciones no Clasificadas: Las ubicaciones que no se determinaron cómo Clase I, División 1; Clase I, División 2; Clase I, Zona 0; Clase I, Zona 1; Clase I, Zona 2; Clase II, División 1; Clase II, División 2; Clase III, División 1; Clase III, División 2; o cualquier combinación de ellas.

505.3 OTROS ARTÍCULOS. El resto de las reglas aplicables contenidas en este código se aplicarán al equipo eléctrico y al cableado instalado en las ubicaciones (clasificadas) peligrosas.

Excepción: Según lo modificado por Artículo 504 “Sistemas intrínsecamente seguros” y este artículo.

4. REQUERIMIENTOS DE CLASIFICACIÓN Y APLICACIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO EN ÁREAS PELIGROSAS

UBICACIONES CLASE I, ZONA 0, 1 Y ZONA 2

FPN: Las reglas que son seguidas por una referencia entre paréntesis contienen texto que se ha extraído de NFPA 497-2004, “Práctica recomendada para la clasificación de líquidos inflamables, de gases, o de vapores y de las localizaciones (clasificadas) peligrosas para las instalaciones eléctricas en áreas de proceso químicas”. Solamente se ha efectuado cambios editoriales al texto extractado para hacerlo consistente con este código.

505.4 GENERAL

(A) DOCUMENTACIÓN PARA LAS OCUPACIONES INDUSTRIALES. Todas las áreas de ocupaciones industriales señaladas como ubicaciones (clasificadas) peligrosas serán documentadas correcta y apropiadamente. Esta documentación estará disponible para las personas autorizadas para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener, o para operar el equipo eléctrico en la ubicación.

FPN: Para diagramas de ejemplos de clasificación de área, vea ANSI/API RP 505-1997, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2; ISA RP12.24.01-1998, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2; IEC 60079-10-1995, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classification of Hazardous Areas; and Model Code of Safe Practice in the Petroleum Industry, Part 15: Area Classification Code for Petroleum Installations, IP 15, The Institute of Petroleum, London.

(B) ESTÁNDARES DE LA REFERENCIA. Información importante referente a los asuntos cubiertos en el Capítulo 5, Ubicaciones Especiales, se puede encontrar en otras publicaciones.

FPN No. 1: Es importante que la autoridad que tiene jurisdicción (Ver Reglamento Eléctrico de cada División) esté familiarizada con experiencias industriales registradas así como con las normas de la Asociación Nacional de la Protección Contra los Incendios (NFPA), del Instituto Americano del Petróleo (API), de la Instrumentación, Sistemas, y Automatización (ISA), y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) que puede estar en uso para la clasificación de varias ubicaciones, de la determinación de la ventilación adecuada, y de la protección contra peligros de la electricidad estática y descargas atmosféricas.

FPN No. 2: Para información adicional sobre la clasificación de ubicaciones peligrosas, vea ANSI/API RP 505-1997, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2; ISA RP 12.24.01-1998, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2; IEC 60079-10-1995, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classification of Hazardous Areas; and Model Code of Safe Practice in the Petroleum Industry, Part 15: Area Classification Code for Petroleum Installations, IP 15, The Institute of Petroleum, London.

FPN No. 3: Para información adicional sobre protección contra peligros de electricidad estática y descargas atmosféricas en ubicaciones (clasificadas) peligrosas, vea NFPA 77-2000, Recommended Practice on Static Electricity; NFPA 780-2004, Standard for the Installation of Lightning Protection Systems; and API RP 2003-1998, Protection Against Ignitions Arising Out of Static Lightning and Stray Currents.

FPN No. 4: Para información adicional sobre ventilación, vea NFPA 30-2003, Flammable and Combustible Liquids Code, and ANSI/API RP 505-1997, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2.

FPN No. 5: Para información adicional sobre los sistemas eléctricos para las ubicaciones (clasificadas) peligrosas de plataformas costa afuera produciendo aceite y gas, vea ANSI/API RP 14FZ-2000, Recommended Practice for Design and Installation of Electrical Systems for Fixed and Floating Offshore Petroleum Facilities for Unclassified and Class I, Zone 0, Zone 1, and Zone 2 Locations.

FPN No. 6: Para información adicional sobre la instalación del equipo eléctrico en ubicaciones (clasificadas) peligrosas en general, vea IEC 60079-14-1996, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 14: Electrical Installations in Explosive Gas Atmospheres (Other Than Mines), and IEC 60079-16-1990, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 16: Artificial Ventilation for the Protection of Analyzer(s) Houses.

FPN No. 7: Para información adicional sobre el uso del equipo eléctrico en ubicaciones (clasificadas) peligrosas en general, vea ANSI/ISA 12.00.01-2002, Electrical Apparatus for Use in Class I, Zones 0 and 1, Hazardous (Classified) Locations: General Requirements; ISA 12.01.01-1999, Definitions and Information Pertaining to Electrical Apparatus in Hazardous (Classified) Locations; and ANSI/UL 60079-0, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part 0: General requirements.

505.5 CLASIFICACIONES DE LAS UBICACIONES

(A) Clasificación de ubicaciones. Las ubicaciones serán clasificadas dependiendo de las características de los vapores, líquidos, o gases inflamables que pueden ser presente y la probabilidad que una concentración o una cantidad inflamable o combustible esté presente. Donde los materiales pirofóricos son los únicos materiales usados o manejados, estas ubicaciones no serán clasificadas.

Cada sitio, sección, o área serán considerados individualmente en la determinación de su clasificación.

FPN No. 1: Vea 505.7 para las restricciones en la clasificación del área.

FPN No. 2: Con el ejercicio del ingenio en la disposición de las instalaciones eléctricas para las ubicaciones (clasificadas) peligrosas, es con frecuencia posible localizar mucho del equipo en un nivel reducido de la clasificación o en una ubicación no clasificada y, así, reducir la cantidad de equipo especial requerida. Las salas y las áreas que contienen los sistemas de refrigeración con amoníaco que están equipadas con ventilación mecánica adecuada se pueden clasificar como ubicaciones "sin clasificar", o no clasificadas.

FPN: Para información adicional con respecto la clasificación y a la ventilación de las áreas que implican amoníaco, vea ANSI/ASHRAE 15-1994, Safety Code for Mechanical Refrigeration; and ANSI/CGA G2.1-1989 (14-39), Safety Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia.

(B) Ubicaciones Clase I, Zona 0, 1, y 2. Las ubicaciones Clase I, Zona 0, 1, y 2 son aquellas en las cuales los gases o los vapores inflamables están o pueden estar presentes en el aire en las cantidades suficientes producir mezclas explosivas o encendibles. Las ubicaciones Clase I, Zona 0, 1, y 2 incluirán las especificadas en artículos 505(B) (1), (B) (2), y (B) (3).

(1) Clase I, Zona 0. Una ubicación Clase I, Zona 0 es una ubicación en la cual:

- (1) las concentraciones encendibles de gases o de vapores inflamables están presentes continuamente, o
- (2) las concentraciones encendibles de gases o de vapores inflamables están presentes por períodos de tiempo largos.

FPN No. 1: Como guía en la determinación de cuando los gases o los vapores inflamables están presentes continuamente o por períodos de tiempo largos, refiérase a ANSI/API RP 505-1997, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations of Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1 or Zone 2; ISA 12.24.01-1998, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2; IEC 60079-10- 1995, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classifications of Hazardous Areas; and Area Classification Code for Petroleum Installations, Model Code, Part 15, Institute of Petroleum.

FPN No. 2: Esta clasificación incluye los interiores de estanques venteados o los recipientes que contienen líquidos inflamables volátiles; dentro de los encerramientos mal ventilados donde se rocía o recubre, donde se utilizan solventes inflamables volátiles; entre las secciones internas y externas de un estanque con techo flotante que contiene líquidos inflamables volátiles; dentro de recipientes, dentro de vasijas abiertas y de los pozos que contienen líquidos inflamables volátiles; el interior de un conducto de extracción que se utiliza para ventear concentraciones encendibles de gases o vapores; y el interior de encerramientos con ventilación inadecuada que contienen y usan normalmente instrumentos ventilados o que analizan los líquidos inflamables y que ventilan dentro del encerramiento.

FPN No. 3: No es buena práctica instalar el equipo eléctrico en ubicaciones de Zona 0 a menos que el equipo sea esencial para el proceso o cuando otras localizaciones no son factibles.

[Vea artículo 505.5(A) FPN No. 2.] Si es necesario instalar sistemas eléctricos en una localización de la zona 0, es buena práctica instalar sistemas intrínsecamente seguros según lo descrito en artículo 504.

(2) Clase I, Zona 1. Una ubicación Clase I, Zona 1 es una localización que:

- (1) Es probable que existan concentraciones encendibles de gases o de vapores inflamables bajo condiciones de funcionamiento normales; o
- (2) Pueden existir concentraciones encendibles de gases o vapores inflamables con frecuencia debido a operaciones de reparación o del mantenimiento o debido a fugas; o
- (3) En que la operación del equipo o los procesos se llevan a cabo, son de tal naturaleza que la ruptura del equipo o las operaciones fallidas podría dar lugar al fugas de concentraciones encendibles de gases o vapores inflamables y también la falla simultánea del equipo eléctrico en un modo que el equipo eléctrico venga a ser la fuente de la ignición; o
- (4) Que esté adyacente a una ubicación Clase I, Zona 0 de la cual las concentraciones encendibles de vapores podrían ser comunicadas, a menos que la comunicación sea prevenida por la ventilación de presión positiva adecuada de una fuente del aire limpio y las salvaguardias eficaces contra una falla de la ventilación sea proporcionada.

FPN No. 1: Se considera operación normal cuando el equipo de la planta está funcionando dentro de sus parámetros de diseño. La liberación de menor cantidad del material inflamable puede ser parte de operaciones normales. La de menor importancia incluyen los empaquetamientos mecánicos en las bombas. Las fallas que implican reparación o parada (tal como la ruptura de los sellos de la bomba y empaquetaduras de juntas (flanches), y el derramamiento causado por accidentes) no se consideran operación normal.

FPN No. 2: Esta clasificación incluye generalmente las ubicaciones donde los líquidos inflamables volátiles o los gases inflamables licuados se transfieren a partir de un envase a otro. En áreas en la vecindad de operaciones de rociadura y pintado donde se utilizan solventes inflamables; salas de secado o encerramientos adecuadamente ventilados para la evaporación de solventes inflamables; ubicaciones adecuadamente ventiladas que contienen el equipo de la extracción de la grasa y del aceite usando solventes inflamables volátiles; porciones de plantas de limpiado y secado donde se utilizan los líquidos inflamables volátiles; salas adecuadamente ventiladas de generador de gas y otras porciones de las instalaciones industriales de gas en donde el gas inflamable puede escaparse; salas de bombas inadecuadamente ventiladas para gas inflamable o para líquidos inflamables volátiles; los interiores refrigeradores y congeladores en de los cuales los materiales inflamables volátiles se almacenan abiertos, tapados ligeramente, o en envases fácilmente rompibles; y otras ubicaciones donde es probable que ocurra concentraciones encendibles de gases o vapores inflamables en el curso de la operación normal, pero no clasificada como Zona 0.

(3) Clase I, Zona 2. Una ubicación Clase I, Zona 2 es una ubicación.

- (1) En la cual las concentraciones encendibles de gases o de vapores inflamables no son probables de ocurrir en operación normal y, si ocurren, solo existirán por un corto período de tiempo; o
- (2) En los cuales los líquidos inflamables volátiles, gases inflamables, o vapores inflamables son manejados, procesados, o utilizados pero en los cuáles se confinan los líquidos, los gases, o vapores normalmente dentro de los envases cerrados, o sistemas cerrados de los cuales pueden escaparse, sólo como resultado de la ruptura accidental de los contenedores o sistemas, o como resultado de la operación anormal del equipo con el cual estos líquidos con gases son manipulados, procesados o usados; o
- (3) En las cuales las concentraciones encendibles de gases o de vapores inflamables son prevenidas normalmente por la ventilación mecánica positiva pero la cual puede llegar a ser peligrosa como resultado de una falla o de la operación anormal del equipo de la ventilación; o
- (4) Que este adyacente a una ubicación Clase I, Zona 1 desde la cual las concentraciones encendibles de gases o de vapores inflamables podrían ser comunicadas, a menos que tal comunicación sea prevenida por una ventilación adecuada de presión positiva de una fuente del aire limpio y las salvaguardias eficaces contra falla de la ventilación sea proporcionada.

FPN: La clasificación de la Zona 2 incluye generalmente las ubicaciones en donde se utilizan los líquidos inflamables volátiles o los gases o vapores inflamables pero que podrían llegar a ser peligrosas solamente en caso de que de un accidente o de una cierta condición inusual de operación.

505.6 GRUPOS MATERIALES. Para los propósitos de pruebas, aprobación, y de la clasificación del área, las variadas mezclas del aire (no oxígeno enriquecido) serán agrupadas como se requiere en el artículo 505.6(A), (B), y (C).

FPN: La intención del Grupo I es describir las atmósferas que contienen grisú (una mezcla de gases, integrada sobre todo por el metano, encontrado bajo tierra, generalmente en minas). **Este código no se aplica a las instalaciones en minas subterráneas. Vea artículo 90.2 (B)** El Grupo II se dividirá en IIC, IIB, y IIA, según lo indicado en el artículo 505.6(A), (B), y (C), según la naturaleza el gas o vapor, para las técnicas de la protección, "d" "ia" "ib" "[ia]," y "[ib]," y, donde de aplicable, la "n" y "o."

FPN No. 1: La subdivisión del gas y vapor según lo descrito arriba, se basa en el espacio seguro experimental máximo (MESG), corriente de mínima ignición (MIC), o ambos. El equipo de prueba para la determinación del MESG se describe en la norma IEC 60079-1A-1975, Enmienda No. 1 (1993), Construction and Verification Tests of Flameproof Enclosures of Electrical Apparatus; y UL Technical Report No. 58 (1993)

El equipo de prueba para determinar la MIC se describe en IEC 60079-11-1999, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres — Part 11: Intrinsic Safety "i".

La clasificación de gases o de vapores según sus espacios y mínimo seguros experimentales máximos de corrientes de ignición se describe en IEC 60079-12-1978, Classification of Mixtures of Gases or Vapours with Air According to Their Maximum Experimental Safe Gaps and Minimum Igniting Currents.

FPN No. 2: La verificación del equipo eléctrico que utiliza las técnicas de la protección, "e", "m", "p," y "q," debido a la técnica de diseño, no requiere las pruebas que implican MESG o MIC. Por lo tanto, no se requiere que el Grupo II sea subdividido para estas técnicas de protección.

FPN No. 3: Es necesario que los significados de las diversas marcas del equipo y clasificaciones del Grupo II sean observadas cuidadosamente para evitar la confusión con la Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos A, B, C, y D. Los Grupos Clase I, Zona 0, 1, y 2, serán como sigue:

(A) Grupo IIC. Atmósferas que contiene el acetileno, hidrógeno, o gas inflamable, o líquido inflamable que produce vapor, o líquido combustible que produce vapores mezclado con el aire que puede quemarse o estallar, teniendo un valor de espacio seguro experimental máximo (MESG) menor o igual que 0,50 o una razón de corriente de mínima ignición (razón MIC) menor que o igual a 0,45. [NFPA 497:3.3]

FPN: El Grupo IIC es equivalente a una combinación de Clase I, Grupo A, y Clase I, Grupo B, según lo descrito en el artículo 500.6(A) (1) y 500.6(A) (2)

(B) Grupo IIB. Atmósferas que contienen el acetaldehído, etileno, o gas inflamable, líquido que produce vapor inflamable, o líquido combustible que produce una mezcla de vapor con el aire que puede quemarse o estallar, teniendo ya sea un espacio experimental máximo (MESG) de valor mayor que 0,50 mm y menor o igual a 0,90 mm o una razón de corriente de mínima ignición mayor que 0,45 y menos que o igual a 0,80 [NFPA 497:3.3].

FPN: El grupo IIB es equivalente a la Clase I, Grupo C, según lo descrito en 500.6(A) (3)

(C) Grupo IIA. Atmósferas que contiene acetona, amoníaco, alcohol etílico, gasolina, metano, propano, o gas inflamable, o líquido inflamable que produce vapor o el combustible líquido produciendo vapor mezclado con el aire que puede quemarse o estallar, teniendo un valor de espacio seguro experimental máximo (MESG) mayor de 0,90 mm o razón de corriente de mínima ignición (razón MIC) mayor de 0,80 [NFPA 497:3.3]

FPN: El grupo IIA es equivalente a la clase I, grupo D según lo descrito en 500.6(A) (4)

505.7 PRECAUCIÓN ESPECIAL. El artículo 505 requiere la construcción e instalación del equipo que asegure un funcionamiento seguro bajo condiciones apropiadas de uso y mantenimiento.

FPN No. 1: Es importante que las autoridades de inspección y los usuarios ejerciten un cuidado más que el normal respecto a la instalación y mantenimiento del equipo eléctrico en localizaciones (clasificadas) peligrosas.

FPN No. 2: Las condiciones ambientales bajas requieren consideración especial. Dependiendo de las técnicas de protección descritas en el artículo 505.8(A) el equipo eléctrico puede no ser conveniente para el uso en temperaturas más bajas que -20°C (-4°F) a menos que él haya sido identificado para uso en temperaturas más bajas. Sin embargo, a temperaturas ambiente bajas, las concentraciones inflamables de vapores pueden no existir en una ubicación clasificada Clase I, Zonas 0, 1, o 2 a la temperatura ambiente normal.

(A) Supervisión del trabajo. La clasificación de áreas y de la selección de equipo y los métodos de cableado estará bajo supervisión de un ingeniero profesional registrado calificado.

(B) Clasificación Dual. En casos de áreas dentro de la misma instalación clasificadas por separado, la ubicación Clase I, Zona 2 se permitirá ser confinada, pero no traslaparse, con ubicaciones Clase I, División 2. Las ubicaciones Clase I, Zona, Zona 1 o Zona 2 no se confinarán con ubicaciones Clase I, división 1 o División 2.

(C) Reclasificación Permitida. Se permitirá reclasificar una ubicación Clase I, División 1 o División 2 como una Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2 con tal que todo el espacio que se clasifica debido a una sola fuente inflamable del gas o vapor se reclasifique bajo los requisitos de este artículo.

(D) Obstáculos Sólidos. No se permitirá la instalación de equipo a prueba de llama con uniones enchanfladas cuya aberturas estén más cercanas que las distancias indicadas en la tabla 505.7 (D) a cualquier obstáculo sólido que no sea una parte del equipo (tal como estructuras de acero, paredes, protectores de intemperie, soportes de montaje, cañerías, u otro equipo eléctrico) a menos que el equipo esté listado para una distancia más pequeña de separación.

Tabla 505.7 (D) - Distancia mínima de obstrucciones desde abertura de flanches "d" a prueba de llamas

Grupo de gas	Distancia mínima	
	milímetros	pulgadas
IIC	40	1 37/64
IIB	30	1 3/16
IIA	10	25/64

505.8 Técnicas de Protección. Las técnicas aceptables de protección para el equipo eléctrico y electrónico en localizaciones (clasificadas) peligrosas estarán como se describe en 505.8(A) a 505.8 (I)

FPN: Para información adicional, vea ANSI/ISA 12.00.01- 2002 Electrical Apparatus for Use in Class I, Zones 0 and 1 Hazardous (Classified) Locations, General Requirements; ANSI/ISA 12.01.01-2002, Definitions and Information Pertaining to Electrical Apparatus in Hazardous (Classified) Locations; and ANSI/UL 60079-0, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part 0: General requirements.

(A) A prueba de llama "d". Esta técnica de protección será permitida para el equipo en ubicaciones Clase I, Zona 1 o Zona 2.

(B) Purgado y presurizado. Esta técnica de protección será permitida para el equipo en ubicaciones Clase I, Zona 1 o Zona 2 para los cuales están identificados.

(C) Seguridad Intrínseca. Esta técnica de la protección será permitida para aparatos y los aparatos asociados en ubicaciones Clase I, Zona 0, Zona 1, o Zona 2 para las cuales está listado.

(D) Tipo de protección "n" Esta técnica de protección será permitida para el equipo en ubicaciones Clase I, Zona 2 El tipo de la protección "n" se subdivide más a fondo en nA, nC, y nR.

FPN: Vea Tabla 505.9(C) (2) (4) para las descripciones de las subdivisiones para el tipo de la protección "n"

(E) Inmerso en aceite "o" Esta técnica de la protección será permitida para el equipo en ubicaciones Clase I, Zona 1 o Zona 2.

(F) Seguridad creciente "e" Esta técnica de la protección será permitida para el equipo en ubicaciones Clase I, Zona 1 o Zona 2.

(G) Encapsulación "m" Esta técnica de protección será permitida para el equipo en ubicaciones Clase I, Zona 1 o Zona 2.

(H) Llenado con polvo "q" Esta técnica de la protección será permitida para el equipo en Ubicaciones Clase I, Zona 1 o Zona 2

(I) Sistema de Detección Gas Combustible. El Sistema de detección de gas combustible se permitirá como un medio de protección en establecimientos industriales con restricción de acceso público y donde las condiciones de mantención y supervisión aseguren que solo personal calificado harán servicio a la instalación. El equipo de la detección del gas será listado para la detección del gas o vapor específico que se encontrará. Donde tal sistema está instalado, se permitirá el equipo especificado en artículos 505.8 (I) (1), I (2), o I (3). El tipo de equipo de detección, su listado, ubicación(es) de instalación, de criterios de alarmar y de parada, y la frecuencia de calibración será documentado cuando los detectores de gas combustibles son usados como técnica de protección.

FPN No. 1: Para información adicional, vea ANSI/ISA- 12.13.01, Performance Requirements, Combustible Gas Detectors.

FPN No. 2: Para información adicional, vea ANSI/API RP 505, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, and Zone 2.

FPN No. 3: Para información adicional, vea ISA-RP12.13.02, Installation, Operation, and Maintenance of Combustible Gas Detection Instruments.

(1) Ventilación Inadecuada. En una ubicación Clase I, Zona 1 clasificada así debido a la ventilación inadecuada, se permitirá equipo eléctrico adecuado para la Clase I, Zona 2.

(2) Interior de un edificio. En un edificio localizado adentro, o con una abertura en el, a una Clase I, Zona 2 donde el interior del edificio no contiene una fuente de gas o vapor inflamable se permitirá que el equipo eléctrico sea para ubicaciones no clasificadas.

(3) Interior de un panel de control. En el interior de un panel de control que contiene la instrumentación que utiliza o que mide líquidos inflamables, gases, o vapores, se permitirá el uso de equipo eléctrico conveniente para la Clase I, Zona 2.

505.9 Equipamiento

(A) Compatibilidad. La conveniencia del equipo identificado será determinada por uno de los siguientes puntos:

- (1) el listado del equipo o etiqueta.
- (2) la evidencia de evaluación del equipo por un laboratorio o agencia de inspección calificada concerniente a la evaluación del producto.
- (3) evidencia aceptable a la autoridad que tenía jurisdicción tal, como una auto evaluación del fabricante o criterio de evaluación del dueño.

(B) Listados

- (1) el equipo que está listado para una ubicación de Zona 0 será permitido en una ubicación Zona 1 o Zona 2 del mismo gas o vapor, a condición de que esté instalado de acuerdo con los requisitos para el tipo marcado de protección. El equipo que está listado para una ubicación de Zona 1 será permitido en una ubicación de Zona 2 del mismo gas o vapor, a condición de que esté instalado de acuerdo con los requisitos para el tipo marcado de protección.
- (2) será permitida equipamiento listado para un gas o vapor específico, una mezcla específica de gases o vapores, o cualquier combinación específica de gases o vapores.

FPN: Un ejemplo común es un equipo marcado para "IIB + H2"

(C) Marcado. El equipo será marcado de acuerdo con artículos 505.9(C) (1) o (C) (2)

(1) División Equipo. El equipo identificado para la Clase I, División 1 o Clase I, División 2, además de ser marcado de acuerdo con el artículo 500.8 (B), se permitirá que sea marcado con todo el siguiente:

- (1) Clase I, Zona 1 o Clase i, Zona 2 (según sea aplicable)
- (2) El Grupo(s) aplicable de la clasificación del gas de acuerdo con la Tabla 505.9(C)
- (3) Clasificación de la de acuerdo con Tabla 505.9 (D) (1)

Tabla 505.9(C) - Grupos de clasificación de gas

Grupo Gas	Comentario
IIC	Ver 505.6(A)(1)
IIB	Ver 505.6(A)(2)
IIA	Ver 505.6(A)(3)

(2) Zona Equipo. El equipo que iguala una o más de las técnicas de protección descritas en 505.8 será marcado con todo lo siguiente en el orden indicado:

- (1) Clase
- (2) Zona
- (3) Símbolo "AEx"
- (4) Técnica de protección(es) de acuerdo con la Tabla 505.9(C) (2) (4)
- (5) Grupo de clasificación de gas aplicable de acuerdo Tabla 505.9(C)
- (6) Clasificación de temperatura de acuerdo con la Tabla 505.9 (D) (1)

Excepción No. 1: Los aparatos asociados NO adecuados para la instalación en las ubicaciones (clasificadas) peligrosas se requerirá su marcado solamente con (3), (4), y (5), pero el símbolo AEx (3) y el símbolo para el tipo de la protección (4) serán incluidos dentro del mismo corchete, por ejemplo, [AEx ia] IIC.

Excepción No. 2: Los aparatos simples según lo definido en artículo 504.2 no requerirán tener marcada la temperatura de operación o la clase temperatura.

El equipo eléctrico de los tipos de protección "e," "m," "p," o "q" serán marcados Grupo II. Equipo eléctrico de los tipos de protección "d," "ia," "ib," "[ia]," o "[ib]" serán marcados Grupo IIA, IIB, o IIC, o para un gas o vapor específico. El equipo eléctrico del tipo de protección "n" será marcado Grupo II a menos que contenga incluido dispositivos de apertura, componentes no encendible o equipo o circuitos de energía limitado, en cuyo caso será marcado Grupo IIA, IIB, o IIC, o para un gas o vapor específico. El equipo eléctrico de otros tipos de protección será marcado Grupo II a menos que el tipo de protección utilizado por el equipo requiera que sea marcado como Grupo IIA, IIB, o IIC, o para un gas o vapor específico.

FPN No. 1: Un ejemplo de la marca requerida para el aparato intrínsecamente seguro para la instalación en Clase I, Zona 0 es "Clase I, Zona 0, AEx ia IIC T6". Una explicación de la marca requerida se demuestra en la figura del FPN 505.9(C) (2)

FPN No. 2: Un ejemplo de la marca requerida para aparato asociado intrínsecamente seguro montado en un encerramiento a prueba de llama para instalación en una ubicación Clase I, Zona 1 es "Clase I, Zona 1, AEx d [ia] IIC T4".

FPN No. 3: Un ejemplo de la marca requerida para el aparato asociado intrínsecamente seguro NO para ser instalado en una ubicación (clasificada) peligrosa es "[ia AEx] IIC".

Tabla 505.9(C) (2) (4) - Tipos de designación de Protección

Designación	Técnica	Zona*
d	Encerramiento a prueba de llama	1
e	Seguridad creciente	1
ia	Seguridad intrínseca	0
ib	Seguridad intrínseca	1
[ia]	Aparatos asociados	No clasificada
[ib]	Aparatos asociados	No clasificada
m	Encapsulación	1
nA	Equipo sin chispa	2
nC	Equipo con chispa en que los contacto son adecuadamente protegidos más que por la restricción de respiración del encerramiento	2
nR	Encerramiento con respiración restringida	2
o	Inmerso en aceite	1
p	Purgado y presurizado	1 o 2
q	Relleno con polvo	1

* No direcciona uso donde es usada una combinación de técnicas de protección

FPN Figura 505.9(C) (2) - Marcado de Zona de Equipo

Ejemplo: Clase I Zona 0 AEx ia IIC T6

Clasificación de área	_____
Símbolo equipo construido norma americana	_____
Tipo(s) designación protección	_____
Grupo clasificación gas (no requerido para técnica de	_____
Protección indicada en 505.6, FNP Nº)	_____
Clasificación de temperatura	_____

(D) Temperatura Clase I. La marca de temperatura especificada abajo no excederá la temperatura de ignición del gas o vapor específico que se encontrará.

FPN: Para información con respecto a temperaturas de ignición de gases y vapores, vea NFPA 497-2004, Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas; y IEC 60079-20-1996, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Data for Flammable Gases and Vapours, Relating to the Use of Electrical Apparatus.

(1) Clasificaciones de Temperatura. El equipo será marcado para mostrar la temperatura de operación o la clase de la temperatura referida a 40°C (104°F) ambiente. La clase de la temperatura, si se incluye, será indicada usando la clase de la temperatura (código T) mostrada en la tabla 505.9 (D) (1).

Tabla 505.9 (D) (1) - Clasificación de la temperatura máxima de la superficie de equipo eléctrico para el grupo II

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

El equipo eléctrico diseñado para el uso en el rango de temperaturas ambiente entre -20°C y +40°C no requerirá ninguna marca adicional de temperatura ambiente.

El equipo eléctrico que se diseña para el uso en un rango de temperaturas de ambiente diferente de -20°C y +40°C se considera ser especial; y el rango de temperaturas ambiente entonces será marcado en el equipo, incluyendo ya sea el símbolo "TA" o "Tamb" junto con el rango especial de temperaturas ambiente.

Como ejemplo, tal marca pudo ser "- 30°C ≤ Ta ≤ + 40°C"

El equipo eléctrico adecuado para las temperaturas ambiente que exceden 40°C (104°F) serán marcados con la temperatura ambiente máxima y la temperatura de operación o la clase de temperatura a esa temperatura ambiente.

Excepción No. 1: El equipo del tipo que no produce calor, tal como fittings de conductos, y el equipo del tipo que produce calor que tiene una temperatura máxima de no más que 100°C (212°F) no requieren tener marcado de temperatura de operación o clase de temperatura.

Excepción No. 2: El equipo identificado para ubicaciones de la Clase I, División 1 o División 2 de acuerdo a lo permitido por el artículo 505.20(B) y 505.20(D) se permitirá sea marcado según los artículos 500.8(B) y la tabla 500.8(B).

(E) Roscado (hilos) Todo los conducto y fitinería referida aquí, será roscada según National (American) Standard Pipe Taper (NPT) que proporcione un ahusamiento de 1 en 16 (3/4-in. por pie). El conducto y los fittings serán hechos con llave de torque para prevenir chispas cuando la corriente de falla atraviesa el sistema de canalizaciones, y para asegurar la integridad del sistema a prueba de explosiones o a prueba de llamas del sistema de canalizaciones donde sea aplicable. El equipo proporcionado con entradas roscadas para las conexiones del cableado en terreno será instalado de acuerdo con los artículos 505.9 (E) (1) o 505.9 (E) (2). Las entradas roscadas en el equipo a prueba de explosiones o a prueba de llamas se harán con por lo menos cinco hilos comprometidos completamente.

Excepción: Para el equipo a prueba de explosiones o a prueba de llamas, con entradas roscadas NPT de fábrica, las entradas estarán compuestas por lo menos con 41/2 de hilos roscados comprometidos completamente.

(1) Equipo suministrado con las entradas roscadas NPT para conductos o fittings roscados. Para equipos suministrados con entradas roscadas, para los conductos y fittings roscados NPT, se deberá usar fittings de cables o conductos listados.

FPN: Las especificaciones de la forma del hilo de rosca NPT están en la norma ANSI/ASME B1.20.1-1983, Pipe Threads, General Purpose (Inch)

(2) Equipo suministrado con las entradas roscadas métricas para conductos o fittings roscados. Para equipo suministrado con entradas de roscado métrico, tales entradas serán identificadas como métricas, o se permitirá adaptadores listados para conectar los conductos o se suministrará fittings con hilos NPT con el equipo. Los adaptadores se usarán para conectar los conductos o fittings con hilos NPT. Se permitirá usar fittings de cables que tengan hilos métricos.

FPN: Las especificaciones de roscando para las entradas roscadas métricas están en la Norma ISO 965/1-1980, Metric Screw Threads; and ISO 965/3-1980, Metric Screw Threads.

505.15 Métodos de Cableado. Los métodos del cableado mantendrán la integridad de las técnicas de la protección y deberán cumplir con los artículos 505.15(A) a 505.15(C).

(A) Clase I, Zona 0. En ubicaciones Clase I, Zona 0, sólo se permitirán los métodos de alambrado intrínsecamente seguros del cableado de acuerdo con el artículo 504.

FPN: El artículo 504 solo incluye la técnica de protección "ia".

(B) Clase I, Zona 1.

(1) General

En ubicaciones Clase I, Zona 1 se permitirán los métodos de alambrado indicados en (B) (1) (a) a (B) (1) (f).

(a) Todos los métodos del cableado permitidos por Artículo 505.15 (A).

- (b) En establecimientos industriales con el acceso público restringido, donde las condiciones del mantenimiento y supervisión aseguran que solo personas calificadas dan servicio a la instalación, y donde los cables no están sujetos a daño físico, el cable listado tipo MC-HL para uso en ubicaciones Clase I, Zona 1 o División 1, con cubierta estanca a gas/vapor, metálica corrugada continua, y una chaqueta exterior de un material polimérico adecuado, con conductores de tierra separados de acuerdo al artículo 250.122, y provisto con fittings de terminación listados para la aplicación.

FPN: Vea artículo 330.12 para las restricciones en el uso del cable tipo MC.

- (c) En establecimientos industriales con el acceso público restringido, donde las condiciones del mantenimiento y supervisión aseguran que solo personas calificadas dan servicio a la instalación, y donde los cables no están sujetos a daño físico, el cable listado tipo ITC-HL para uso en ubicaciones Clase I, Zona 1 o División 1, con cubierta estanca a gas/vapor, metálica corrugada continua, y una chaqueta exterior de un material polimérico adecuado, y provisto con fittings de terminación listados para la aplicación.
- (d) Cable tipo MI con fittings de terminación listados para ubicaciones Clase I, Zona 1 o División 1. El cable tipo MI deberá ser instalado y soportado de manera de evitar esfuerzos de tensión en los fittings de terminación.
- (e) Conducto rígido metálico roscado, o conducto metálico intermedio de acero roscado.
- (f) Se permitirá el uso de conducto no metálico rígido donde éste quede en una envolvente de concreto de espesor mínimo de 50 mm (2 in) siempre que se suministre una cubierta no menor de 600 mm (24 in) medida desde la parte superior del conducto hasta el nivel de suelo. Deberá usarse conducto metálico rígido o conducto metálico intermedio a lo menos de 600 mm (24in) de la corrida subterránea para emerger o para conectar el punto de la canalización sobre el nivel de tierra. Se suministrará un conductor de tierra para el equipo para dar continuidad eléctrica a la canalización y para colocar a tierra partes metálicas no conductoras de corriente.

(2) Conexiones flexibles. Donde sea necesario emplear conexiones flexibles, se permitirá de acuerdo al artículo 505.17 el uso de fittings flexibles listados para Clase I, Zona 1 o División 1.

(C) Class I, Zone 2.

(1) General. En ubicaciones Clase I, Zona 2, se permitirá los métodos de alambrado indicados en (C) (1) (a) a (C) (1) (g).

(a) Todos los métodos de alambrado permitidos por artículo 505.15 (B).

(b) Cables con fittings de terminaciones para cables tipo MI, MC, MV y TC, o en sistemas de cables en escalerillas e instalados de tal manera que eviten esfuerzos de tensión sobre los fittings de terminación. Los conductores monopolares tipo MV serán apantallados o con armadura metálica.

(c) Cable tipo ITC como lo permite el artículo 727.4

(d) Cable tipo PLTC de acuerdo con lo previsto en artículo 725, o en sistemas de bandejas porta cables. El cable PLTC será instalado de tal manera que se eviten esfuerzos de tensión sobre los fittings de terminación.

(e) Sistemas de barras encerradas con empaquetaduras, Sistemas de cables encerradas con empaquetaduras.

(f) Conducto rígido metálico roscado, o conducto metálico intermedio de acero roscado.

(g) Se permitirá alambrado no encendible en terreno usando cualquiera de los métodos de alambrado para ubicaciones no clasificadas.

El alambrado no encendible será instalado de acuerdo con los planos de control. Los aparatos simples, no mostrados en los planos de control se permitirá sean con alambrados no encendibles, siempre que el aparato simple no interconecte el alambrado no encendible con ningún otro circuito.

FPN: Aparato simple está definido en artículo 504.2.

El alambrado no encendible de circuitos será instalado de acuerdo con uno de los requisitos siguientes:

- (1) En cables separados.
- (2) En cables multiconductores donde los conductores de cada circuito están dentro de una pantalla metálica aterrizada.
- (3) En cables multiconductores donde los conductores de cada circuito tienen un espesor de aislamiento mínimo de 0.25 mm (0.01 in)

(2) Conexiones Flexibles. Se permitirá, donde sea necesario flexibilidad lo siguiente de acuerdo al artículo 505.17 flexibilidad limitada, fittings metálicos flexibles, conductos metálicos flexibles con fittings listados, conducto metálico flexible estanco con sus fittings listados, conductos flexibles no metálicos y fittings listados, o cordones flexibles.

FPN: Vea artículo 505.25 (B) para los requisitos de puesta a tierra donde se utiliza el conducto flexible.

505.16 Sellado y drenaje. El sellado en sistemas de conductos y cables deberá cumplir los requerimientos de los artículos 505.16(A) a 505.16 (E) El compuesto de sello será utilizado en la terminación del cable tipo MI para excluir la penetración humedad y otros líquidos en la aislación del cable.

FPN No. 1: Los sellos se proporcionan en sistemas de conducto y cables para reducir al mínimo el paso de gases y vapores y para prevenir el paso de llamas a partir de una porción de la instalación eléctrica a otra a través del conducto. Tal comunicación a través del cable tipo MI es intrínsecamente prevenida por la construcción del cable. A menos que esté diseñado específicamente y probado para los sellos específicos, del conducto y cable no es la intención de prevenir el paso de líquidos, gases, o vapores en un diferencial de presión continuo a través del sello. Incluso con diferencias de algunas pulgadas de agua en la presión a través del sello puede haber un paso lento del gas o vapor a través de un sello y a través de los conductores que pasan a través del sello. Vea artículo 505.16(C) (2) (b) Las temperaturas extremas y los líquidos y los vapores altamente corrosivos pueden afectar la capacidad de los sellos para realizar su función prevista. Vea artículo 505.16 (D) (2)

FPN No. 2: La fuga del gas o vapor y la propagación de llamas pueden ocurrir por los intersticios entre las hebras de conductores de calibre mayor al nº 2 AWG. Las construcciones especiales del conductor, por ejemplo, hebras compactadas o hebras selladas individualmente es un medio de reducir fuga y de prevenir la propagación de llamas.

(A) Zona 0. En ubicaciones Clase I, Zona 0, los sellos serán situados según Artículo 505.16(A) (1), (A) (2), y (A) (3).

(1) Sellos del Conducto. Los sellos serán colocados dentro de 3,05 m (10 pies) de donde un conducto sale una ubicación de Zona 0. No habrá uniones, acopladores, cajas, o fittings, excepto los reductores listados en el sello, en el tramo de conducto entre el sello y el punto en los cuales el conducto sale de la ubicación.

Excepción: Un conducto rígido intacto que pasa totalmente por la ubicación de la Zona 0 sin fittings a lo menos de 300 mm (12 adentro) más allá de cada límite no requerirá ser sellado si los puntos de terminación del conducto intacto están en ubicaciones no clasificadas.

(2) Sellos del Cable. Los sellos serán colocados en los cables en el primer punto de terminación después de la entrada en la ubicación de la Zona 0.

(3) No requerido para ser a prueba de explosiones o prueba de llama. Los sellos no requieren ser a prueba de explosiones o a prueba de llamas.

(B) Zona 1. En ubicaciones Clase I, Zona 1, sellos será situado de acuerdo con 505.16 (B) (1) a (B) (8).

(1) Tipo de protección "d" o encerramiento "e". Los sellos del conducto serán colocados a 50 mm (2 in) para cada conducto que entre al encerramiento que tienen tipo de protección "d" o "e".

Excepción No. 1: Donde el encerramiento tiene marca de tipo de la protección "d" indica que no se requiere un sello.

Excepción No. 2: Para el tipo de la protección "e," el conducto y fittings que emplean solamente hilo NPT a NPT para uniones de canalizaciones o fittings listados para el tipo de protección "e" serán permitidos entre el encerramiento y el sello, y el sello no requiere estar a 50 mm (2 in) de la entrada.

FPN: Los ejemplos de fittings otros roscados que no son NPT incluyen acopladores del conducto, codos capsulados, uniones, y respiradores de drenaje.

Excepción No. 3: No se requiere sello para conductos instalados entre encerramientos con tipo de protección "e" que emplean solamente hilo NPT a NPT en las canalizaciones o fittings listados para tipo de protección "e".

(2) Equipo a prueba de explosiones. Los sellos de conductos serán colocados para cada conducto que entra en el equipo a prueba de explosiones según (B) (2) (a), (B) (2) (b), y (B) (2) (c).

(a) En cada entrada de conducto a un encerramiento a prueba de explosiones ya sea donde (1) el encerramiento contiene aparatos, tal como cuchillos, interruptores, fusibles, relés, o resistores, que pueden producir arcos, chispas, o altas temperaturas que se consideran ser una fuente de ignición en la operación normal, o

(2) la entrada es un designador métrico 53 (el tamaño 2) o más grande y el encerramiento contiene los terminales, empalmes, o derivaciones. Para los propósitos de esta sección, se considerará como una alta temperatura cualquier temperatura que excede el 80 por ciento de la temperatura de autoencendido en grados centígrados del gas o vapor implicado.

Excepción: Conductos que entra en un encerramiento donde tales cuchillos, interruptores, fusibles, relés, o resistores cumplen con uno de los siguientes requisitos:

- (1) es incluido dentro de un compartimiento sellado hermético contra la entrada de gases o de vapores.
- (2) se sumerge en aceite.
- (3) es incluido dentro de un compartimiento a prueba de explosiones sellado en fábrica situado dentro del encerramiento, identificado para la ubicación, y marcado "sellado en fábrica" o equivalente, a menos que la entrada sea el designador métrico 53 (tamaño 2) o más grande. Los encerramientos sellados en fábrica no serán considerados para servir como sello para otro encerramiento adyacente a prueba de explosiones que requiera para tener un sello de conducto.

(b) Los sellos del conducto serán instalados a 450 mm (18 in) desde el encerramiento. Solamente las uniones a prueba de explosiones, acopladores, reductores, codos, encapsulados, y los cuerpos del conducto similares a L, T, y a los tipos cruzados que no son más grandes que el tamaño comercial del conducto serán permitidas entre los fittings de sellado y el recinto a prueba de explosiones.

(c) Donde dos o más encerramientos a prueba de explosiones para los cuales se requiere el sellado de conducto por 505.16 (B) (2) son conectados por niples o por un tramo de conducto de no más que 900 mm (36 in) de largo, un solo sello de conducto en cada niple o el tramo de l conducto será considerado suficiente si están localizados a no más que 450mm (18 in) de cualquier encerramiento.

(3) Encerramientos Presurizados. Se proporcionará sello en cada conducto de entrada al encerramiento presurizado donde el conducto no está presurizado como parte del sistema de protección. Los sellos del conducto serán instalados a 450 mm (18 in) del encerramiento presurizado.

FPN No. 1: La instalación del sello tan cerca como sea posible al encerramiento reduce problemas de purgar el espacio de aire muerto en el conducto presurizado.

FPN No. 2: Para información adicional, vea NFPA 496-2003, Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment.

(4) Límite Clase I Zona 1. Se proporcionará sello de conducto a cada conducto que sale de una ubicación Clase I, Zona1. Los fittings de sellado se permitirán en cualquier lado del límite de tal ubicación dentro de 3,05 m (10 pies) del límite y serán diseñados e instalados para reducir al mínimo la cantidad de gas o vapor dentro de la porción de conducto en la Zona 1 del conducto comunicado más allá del sello. A excepción de los reductores listados a prueba de explosiones mencionados en el sello del conducto, no habrá unión, acoplador, caja, o fittings entre el sello del conducto y el punto en los cuales el conducto sale la ubicación de la Zona 1.

Excepción: El conducto metálico que no contiene ninguna unión, acopladores, cajas, o fittings y atraviesa completamente la ubicación Clase I, Zona 1 sin fittings a menos de 300 mm (12 in) más allá de cada límite no requerirá un sello del conducto si los puntos de terminación del conducto intacto están en una ubicación no clasificada.

(5) Cables capaces de transmitir gases o vapores. Los conductos que contienen los cables con una envoltura estanca continua contra gas/vapor capaz de transmitir los gases o vapores al núcleo del cable serán sellados en la ubicación de la Zona 1 después de quitar la chaqueta y otras cubiertas de modo que el compuesto de sellado rodee cada conductor aislado individualmente y la chaqueta externa.

Excepción: Los cables de multiconductor con una envoltura estanca continua de gas/vapor capaz de transmitir los gases o vapores al núcleo del cable serán considerados como un solo conductor sellando el cable en el conducto a 450 mm (18 in) del encerramiento y el extremo del cable dentro del encerramiento por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de la llama en el núcleo del cable, o por otros métodos aprobados. Para los cables blindados y los cables de par trenzado. Para cables apantallados o par trenzado, no será necesario quitar el material de pantalla o separar el par trenzado.

(6) Cables incapaces de transmitir gases o vapores. Cada cable multiconductor en conducto será considerado como solo conductor si el cable es incapaz transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable. Estos cables serán sellados de acuerdo con artículo 505.16 (D)

(7) Cables que entran en Encerramientos. Los sellos del cable serán proporcionados para cada cable que entra en encerramientos a prueba de llama o a prueba de explosiones. El sello se conformará de acuerdo a artículo 505.16 (D).

(8) Límite de ubicación Clase I, Zona 1. Los cables serán sellados en el punto en el cual salen de la ubicación de Zona 1.

Excepción: Donde el cable se sella en el punto de terminación.

(C) Zona 2. En ubicaciones Clase I, Zona 2, los sellos serán situados de acuerdo con artículo 505.16(C) (1) y (C) (2).

(1) Sellos del Conducto. Los sellos del conducto serán localizados de acuerdo con (C) (1) (a) y (C) (1) (b).

(a) Para las conexiones a los encerramientos que requieren ser a prueba de llama o a prueba de explosiones, un sello de conducto será proporcionado de acuerdo con artículo 505.16(B)(1) y 505.16(B)(2) Todas las porciones de conducto o niples entre el sello y tal encerramiento cumplirá con 505.16 (B).

(b) En cada conducto que pasa de una ubicación Clase I, Zonas 2 a una ubicación no clasificada. Los fittings de sellado se permitirán en cualquier lado del límite de tal ubicación dentro de 3,05 m (10 pies) del límite y serán diseñados e instalados para reducir al mínimo la cantidad de gas o vapor dentro de la porción de conducto en la Zona 2 del conducto comunicado más allá del sello. Entre los fittings de sellado y el punto donde el conducto deja la Zona 2 se usará conducto metálico rígido o conducto metálico rígido intermedio, y se usará una conexión roscada en el fitting de sellado. Excepto para los reductores listados a prueba de explosión en el sello del conducto, no habrá ninguna unión, acoplador, caja, o fitting entre el sello del conducto y el punto del conducto que sale de la Zona 2.

Excepción No. 1: El conducto metálico que no contiene ninguna unión, acopladores, cajas, o fittings y atraviesa completamente la ubicación Clase I, Zona 2 sin fittings a menos de 300 mm (12 in) más allá de cada límite no requerirá un sello del conducto si los puntos de terminación del conducto intacto están en una ubicación no clasificada.

Excepción No. 2: Los sistemas del conducto que terminan en una ubicación no clasificada donde una transición del método del cableado se hace a la bandeja de cable, al bus de cable, al bus de cable ventilado, cable tipo MI, o al cable que no está instalado en un sistema de canalización o bandeja no se requiere que estén sellados donde pasan de una ubicación Clase I, Zona 2 a una ubicación no clasificada. La ubicación no clasificada estará al aire libre o, si el sistema del conducto está todo en una sala, se permitirá que esté al interior. Los conductos no terminarán en un encerramiento que contenga una fuente de ignición en operación normal.

Excepción No. 3: Los sistemas del conducto que pasan desde un encerramiento o sala que no está clasificada como resultado de la presurización de la ubicación Clase I, Zona 2 no requieren sellado de conductos en el límite.

FPN: Para información adicional, refiérase a NFPA 496-2003, Standard for Purged and Pressurized Enclosures for Electrical Equipment.

Excepción No. 4: Los segmentos de sistemas de conductos sobre tierra no requerirán ser sellados donde pasan de una ubicación Clase I, Zona 2 a una ubicación no clasificada si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) ninguna parte del segmento del sistema de conducto pasa a través de una ubicación Clase I, Zona 0 o Clase I, Zona 1 donde el conducto contiene uniones, acopladores, las cajas, o fitting a 300 mm (12 in) de la ubicación Clase I, Zona 0 o Clase I, Zona 1.

(2) el segmento del sistema de conducto está situado enteramente al aire libre exterior.

(3) el segmento del sistema de conducto no está conectado directamente con las bombas abiertas, procesos o las conexiones de servicio para flujo, presión, o medida de análisis, y así sucesivamente, que dependen de un solo sello de compresión, diafragma, o tubo para evitar que líquidos inflamables o combustibles penetren al sistema de conducto.

(4) el segmento del sistema de conducto contiene solamente conducto metálico roscado, uniones, acopladores, condulets, y fitting en la ubicación no clasificada.

(5) El segmento del sistema de conductos se sella en su entrada a cada encerramiento o los terminales, empalmes, o derivaciones en la ubicación Clase I, Zona 2.

(2) Sellos del Cable. Los sellos de cables serán localizados de acuerdo con (C) (2) (a), (C) (2) (b), y (C) (2) (c).

(a) Encerramientos a prueba de explosiones y a prueba de llama. Los cables que entran en los encerramientos que requieren ser a prueba de llama o a prueba de explosiones serán sellados en el punto de entrada. El sello cumplirá con 505.16 (D). Los cables multiconductor con una envoltura continua estanca de gas/vapor capaz de transmitir los gases o los vapores al núcleo del cable serán sellados en la ubicación de la Zona 2 después de quitar la chaqueta y cualquier otra cubierta de modo que el compuesto de sellado rodee cada conductor aislado individualmente de tal manera que reduzca al mínimo el paso de gases y vapores. Los cables multiconductor en conducto serán sellados según lo descrito en 505.16 (B) (4).

Excepción No. 1: Los cables que pasan de un encerramiento o sala que no está clasificada como resultado de una presurización Tipo Z dentro de una ubicación Clase I, Zona 2 no requiere ser sellada en el límite.

Excepción No. 2: Los cables apantallados y los pares torcidos no requerirán el retiro del material de pantalla o de la separación de los pares torcidos, con tal que la terminación sea por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de la llama en el núcleo del cable.

(b) Cables que no transmitirán gases o vapores. Los cables con una envoltura estanca continua de gas/vapor y que no transmitirán los gases o vapores al núcleo del cable en exceso de la cantidad permitida por el sello, no requerirán ser selladas excepto como se requiere en 505.16(C) (2) (a). La longitud mínima del tramo de cable no será menor que la longitud que los límites del flujo de gas o vapor a través del núcleo del cable a la razón permitida por los fitting del sello [200 cm³/hr (0,007 ft³/hr) de aire a una presión de 1500 pascales (6 pulg. de agua)].

FPN No. 1: Vea ANSI/UL 886-1994, Outlet Boxes and Fittings for Use in Hazardous (Classified) Locations.

FPN No. 2: El núcleo del cable no incluye los intersticios de las hebras del conductor.

(c) Cables capaces de transmitir gases o vapores. Los cables con una envoltura estanca continua de gas/vapor capaz de transmitir los gases o vapores a través del núcleo del cable no requerirán ser sellados excepto como se requiere en 505.16(C)(2)(a), a menos que el cable esté unido al equipo o a los dispositivos de proceso que pueden causar una presión en exceso de 1500 pascales (6 pulg. de agua) y transmitida al extremo del cable, en cuyo caso un sello, barrera, u otros medios serán proporcionados para prevenir la migración de inflamables dentro de un área no clasificada.

Excepción: Los cables con una envoltura estanca continua intacta de gas/vapor se permitirán pasar a través de una ubicación Clase I, Zona 2 sin sellos.

(d) Cables sin Envoltura Estanca Continua de Gas/Vapor. Los cables que no tienen envoltura estanca continua de gas/vapor serán sellados en el límite de la Zona 2 y la ubicación no clasificada de tal manera que minimice al mínimo el paso de gases o vapores dentro de una ubicación no clasificada.

FPN: La envoltura del cable puede ser metálica o de material no-metálico.

(D) Clase I, Zonas 0, 1, y 2. Donde se requiera, los sellos en ubicaciones Clase I, Zonas 0, 1, y 2 se cumplirá con 505.16 (D) (1) a (D) (5).

(1) Fittings. Los encerramientos para conexiones o equipo serán proporcionados con un medios integral para sellado, o se usará fittings listados para la ubicación. Los fittings deberán ser listados para el uso con uno o más compuestos específicos y deberán ser accesibles.

(2) Compuesto. El compuesto proporcionará un sello contra el paso del gas o vapores a través de los fittings del sello, no será afectado por la atmósfera o los líquidos circundantes, y no tendrá un punto de fusión menor que 93°C (200°F).

(3) Espesor de compuestos. En un sello terminado, el espesor mínimo del compuesto de sello no será menor que el tamaño comercial del fitting de sellado y, en ningún caso, menor de 16 mm (5/8 pulg.).

Excepción: Los fittings de sellado de cable listados no requieren tener un espesor mínimo igual al tamaño comercial del fittings.

(4) Empalmes y derivaciones. No se harán empalmes ni derivaciones en fittings que solo están hechos para sellarse con compuesto, ni otros fittings en que se hacen empalmes y derivaciones para ser rellenados con compuesto.

(5) Relleno de conductores. El área transversalmente de los conductores permitidos en un sello no excederá el 25 por ciento del área del conducto rígido metálico mismo tamaño comercial a menos que esté listado para un porcentaje de relleno mayor.

(E) Drenaje.

(1) Control de Equipo. Donde hay una probabilidad que el líquido u otro vapor condensado se puede atrapar dentro de los encerramientos para el equipo de control o en cualquier punto en el sistema de canalizaciones, se proporcionará los aprobados para prevenir la acumulación o para permitir el drenaje periódico de ese líquido o vapor condensado.

(2) Motores y generadores. Donde la autoridad que tiene jurisdicción juzgue que hay una probabilidad que el vapor líquido o condensado puede acumularse dentro de los motores o de los generadores, empalmes y sistemas de conducto será diseñada para reducir al mínimo la entrada del líquido. Si se juzgan necesarios los medios para prevenir la acumulación o para permitir el drenaje periódico, tales medios serán proporcionados a la hora de la fabricación y considerados una pieza integral de la máquina.

(3) Bombas abiertas, procesos, o conexiones del servicio, y así sucesivamente. Para las bombas abiertas, el proceso, o las conexiones del servicio para el flujo, presión, o medida de análisis, y así sucesivamente, que dependen de un solo sello, diafragma, o tubo para evitar la entrada de líquidos inflamables o combustibles al sistema eléctrico del conducto, se proporcionará un sello aprobado adicional, barrera, u otros medios para evitar que el líquido inflamable o combustible al sistema de conducto más allá de los dispositivos o de los medios adicionales si el sello primario falla.

El sello o la barrera adicional aprobada y los encerramientos de interconexión deberán igualar las condiciones de la temperatura y presión a las cuales estarán sujetos sobre una falla del sello primario, a menos que se proporcionen otros medios aprobados para lograr el propósito del párrafo precedente. Drenajes, venteos u otros dispositivos serán proporcionados de modo que la fuga del sello primario sea obvia.

FPN: Vea también la nota de pie de página a 505,16.

El equipo conectado a proceso que está listado y marcado como "sello dual" no requerirá el sellado adicional de proceso cuando está utilizado dentro de los valores nominales del fabricante.

FPN: Para los requisitos de construcción y prueba de equipo conectado al proceso mediante sello dual, referirse a norma ISA 12.27,01, Requirements for Process Sealing Between Electrical Systems and Potentially Flammable or Combustible Process Fluids.

505.17 Cordones flexibles, Clase I, Zonas 1 y 2. Se permitirá el uso de cordones flexibles para conexión entre equipo de alumbrado portátil u otro equipo portátil y la porción fija de su circuito de alimentación. También se permitirá el uso de cordones flexibles para la porción del circuito donde los métodos de alambrado fijo indicados en artículo 505.15(B) no puede suministrar el grado de movimiento para la utilización de equipamiento eléctrico fijo y móvil, en un establecimiento industrial donde las condiciones de mantención y supervisión de ingeniería aseguren que solo personal calificado instala y da servicio a la instalación, y que el cordón flexible está protegido por ubicación o resguardado adecuadamente contra daños. Donde se use cordones flexibles, los cordones deberán cumplir con todo lo siguiente:

- (1) sea de un tipo listado para uso extra pesado.
- (2) contiene, además de los conductores del circuito, un conductor de tierra que cumple con artículo 400.23.
- (3) esté conectado con los terminales o a los conductores de alimentación de una manera aprobada.
- (4) esté soportado por abrazaderas o por otros medios adecuados de manera que no haya ninguna tensión en las conexiones terminales.
- (5) esté provisto de sellos listados donde el cordón flexible entra a una caja, fittings o encerramiento que requiere se a prueba de llama o explosión.

Excepción: Según se indica en Artículo 505.16

Las bombas sumergibles eléctricas con sus medios para el retiro sin entrar en el agujero serán consideradas equipo de utilización portátil. Se permitirá la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre la pared del pozo y la fuente de alimentación. Los mezcladores eléctricos previstos para el recorrido en y fuera de estanques o de tinas mezcladoras de tipo abierto serán considerados equipo de utilización portátil.

FPN: Vea artículo 505.18 para cordones flexibles expuestos a líquidos que tienen efectos deteriorantes en la aislamiento de conductores.

505.18 Conductores y aislamiento de conductor.

(A) Conductores. Para el tipo de protección "e," los conductores de alambrado de terreno serán de cobre. Cada conductor (incluyendo conductores libres) que entran a un equipo del tipo "e" será terminado como un terminal del tipo "e".

(B) Aislamiento del Conductor. Donde los vapores o los líquidos condensados pueden colectarse en, o entrar en contacto con la aislación de los conductores, tal aislación deberá ser de un tipo identificado para el uso bajo tales condiciones, o la aislación deberá ser protegida por una cubierta de plomo u otro medio aprobado.

505.19 Piezas Expuestas Sin aislar. No habrá partes expuestas sin aislar, tales como conductores eléctricos, barras, terminales, o componentes que operan a más de 30 volt (15 volt en instalaciones mojadas). Estas partes serán además protegidas por protecciones del tipo ia, ib, o nA, que son adecuadas para la localización.

505.20 Requerimientos de Equipo.

(A) Zona 0. En ubicaciones Clase I, Zona 0, sólo se permitirá el uso adecuado de equipo listado y marcado específicamente para la ubicación.

Excepción: Se permitirá el uso de aparatos intrínsecamente seguro listados para el uso en ubicaciones Clase I, División 1 para el mismo gas, o según lo indicado en artículo 505.9 (B) (2), y con temperatura adecuada para la Clase.

(B) Zona 1. En ubicaciones Clase I, Zona 1, sólo se permitirá el uso adecuado de equipo listado y marcado específicamente para la ubicación.

Excepción No. 1: Se permitirá el equipo identificado para el uso en Clase I, División 1 o listado para uso en ubicaciones Clase I, Zona 0 para el mismo gas, o según lo permitido por 505. 9(B) (2), y con temperatura conveniente a la clase.

Excepción No. 2: Se permitirá el uso de equipo identificado para Clase I, Zona 1 o Zona 2 con tipo de protección “p”.

(C) Zona 2. En ubicaciones Clase I, Zona 2, sólo el equipo listado y marcado específicamente como adecuado para la ubicación.

Excepción No. 1: Se permitirá el equipo listado para el uso en ubicaciones Clase I, Zona 0 o Zona 1 para el mismo gas, o según lo permitido por artículo 505.9 (B) (2), y con temperatura conveniente a la clase.

Excepción No. 2: Se permitirá el uso de equipo identificado para Clase I, Zona 1 o Zona 2 con tipo de protección “p”.

Excepción No. 3: Se permitirá el equipo identificado para el uso en ubicaciones Clase I, División 1 o División 2 para el mismo gas, o según lo permitido por artículo 505. 9(B) (2), y con temperatura conveniente a la clase.

Excepción No. 4: Se permitirá el uso en ubicaciones Clase I, Zona 2, de la instalación de motores encerrados abiertos o que no son a prueba de llama o de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla sin escobillas, los mecanismos de maniobra, o los dispositivos similares que producen arcos eléctricos que no se identifican para el uso en una ubicación Clase I, Zona 2.

FPN No. 1: Es importante considerar la temperatura de las superficies internas y externas que se pueden exponer a la atmósfera inflamable.

FPN No. 2: Es importante considerar el riesgo de la ignición debido a las corrientes que forman arcos a través de discontinuidades y del recalentamiento de partes en encerramientos múltiples (MCC) de grandes motores y generadores. Tales motores y generadores pueden necesitar puentes de unión equipotencial a través de uniones en el encerramiento y del encerramiento a tierra. Donde se sospecha la presencia de gases o vapores encendibles, se puede necesitar inmediatamente antes y durante de periodos de partida él.

(D) Instrucciones del Fabricante. El equipo eléctrico instalado en ubicaciones (clasificadas) peligrosas será instalado de acuerdo con las instrucciones (si hay alguna) proporcionadas por el fabricante.

505.21 Circuitos derivados multialambrado. En una ubicación Clase I, Zona 1, un circuito no se permitirá circuitos derivados multialambrados.

Excepción: Donde el dispositivo(s) de desconexión para el circuito abre todos los conductores no aterrizados del circuito multialambrado simultáneamente.

505.22 Motores y generadores de seguridad creciente "e". En ubicaciones Clase I, Zona 1, los motores y generadores de seguridad incrementada "e" de todos los niveles de tensión. Deben ser listados para ubicaciones de Clase I, Zona 1, y deberán cumplir con todo lo siguiente:

- (1) los motores serán marcados con la razón de corriente I_A/I_N , y el tiempo, t_E .
- (2) los motores tendrán controladores marcados con el modelo o el número de identificación, el valor nominal de salida (HP o kW), corriente de plena carga, razón de corriente de partida I_A/I_N , y tiempo t_E de los motores que piensan proteger; la marca del controlador también incluirá el tipo específico de la protección de la sobrecarga (y ajustes, si es aplicable) que está listado con el motor o el generador.
- (3) las conexiones serán hechas con los terminales específicos listados con el motor o generador.
- (4) se permitirá que la caja de terminales sea de material substancial, no-metálico, no encendible, con tal que se suministre un medio interno de puesta a tierra entre la carcasa del motor y la conexión que pone a tierra el equipo se incorporen dentro de la caja.
- (5) se aplicará las indicaciones de la Parte III del artículo 430 sin importar el nivel de voltaje del motor.
- (6) los motores serán protegidos contra sobrecarga por un dispositivo separado de sobrecarga que responda a la corriente del motor. Este dispositivo será seleccionado disparar o deberá tener un valor nominal de acuerdo con el listado del motor y de su protección de la sobrecarga.
- (7) las secciones 430.32(C) y 430.44 no se aplicarán a tales motores.
- (8) la protección de la sobrecarga del motor no será puenteada o cortada durante el período de partida.

505.25 Conexión y puesta a tierra. La conexión y puesta a tierra deberá cumplir con el artículo 250 y los requisitos indicados en 505.25(A) y 505.25 (B).

(A) Conexión. Los tipos de contactos de las boquillas con tuerca de bloqueo y doble tuerca no serán dependientes para el proceso de conexión, pero los puentes de conexión con fittings apropiados u otros medios aprobados deberán ser usados. Tales medios de conexión se aplicarán a todas las canalizaciones que intervienen, fittings, cajas, encerramientos, y así sucesivamente, entre las ubicaciones de la Clase I y el punto de aterrizamiento para el equipo del servicio o el punto de aterrizamiento de un sistema separado derivado.

Excepción: Los medios específicos de la conexión serán requeridos solamente en el punto más cercano donde el conductor de puesta a tierra del circuito y el electrodo que pone a tierra están conectados juntos en el lado de línea de los medios que desconectan el edificio o del medio de desconexión de éste según lo especificado en 250.32(A), (B), y (C), con tal que la protección de la sobre corriente del circuito esté situada en el lado de la carga de los medios de desconexión.

FPN: Vea artículo 250.100 para los requisitos de conexión adicionales en ubicaciones (clasificadas) peligrosas.

(B) Tipos de conductores para aterrizamiento de equipo. Donde se usa conducto metálico flexible o conducto metálico flexible estanco según lo permite el artículo 505.15(C) y debe ser confiado para completar un solo paso a tierra, será instalado con los puentes de conexión internos o externos en paralelo a cada conducto y cumpliendo con artículo 250.102.

Excepción: En ubicaciones Clase I, Zona 2, se permitirá suprimir el puente de conexión donde todas las condiciones siguientes se cumplen:

- (a) Se utiliza conducto metálico flexible estanco listado de 1,8 m (6 pies) o menos de longitud, con los fittings listados para aterrizamiento.
- (b) La protección de sobre corriente en el circuito se limita a 10 amperes o menos.
- (c) La carga no es una carga de utilización de energía.

5 ANEXOS

- 1. Guía de referencia Crouse-hinds para áreas peligrosas y equipos protegidos contra explosión.
- 2. Tipos de protección de Estándar Europeo.
- 3. Clasificación de emplazamientos Clase I, según norma UNE 20.322-86.

ANEXO 1

GUÍA DE REFERENCIA CROUSE-HINDS PARA ÁREAS PELIGROSAS Y EQUIPOS PROTEGIDOS CONTRA EXPLOSIÓN

Clasificación Norteamericana Áreas Peligrosas

	Ejemplo	NEC 500-503	NEC 505
CLASE I (Gases y Vapores)	Acetileno Hidrógeno Etileno Propano	Grupo A Grupo B Grupo C Grupo D	IIC IIC o IIB+H2 IIB IIA
CLASE II	Polvo Metálico Polvo De Carbón Polvo De Granos	Grupo E Grupo F Grupo G	
CLASE III (Fibras y Partículas En Suspensión)	Procesamiento De Madera, Papel y Algodón.	No Hay Subgrupos	

GRUPOS DE GASES

Gases Peligrosos Típicos	Norte América NEC Artículo 500 (Clase I)	CENELEC EN 50 014 IEC
ACETILENO	A	IIC
HYDROGENO	B	IIC o IIB +H2
ETILENO	C	IIB
PROPANO	D	IIA
La clasificación de los gases y temperaturas de ignición se relacionan con las mezclas de gas y aire a temperatura ambiente y presión.		

CLASIFICACIÓN DE ÁREAS

		Peligro Intermitente	Condiciones Peligrosas y Anormales
Norte América /NEC500-503	División 1	División 1	División 2
IEC/CENELEC/EUROPA /NEC505+	Zona 0 (Zona 20 polvo)	Zona 1 (Zona 21 polvo)	Zona 2 (Zona 22 polvo)
Categorías de seguridad para vapores*	G1	G2	G3
Categorías de seguridad para polvos*	D1	D2	D3
Zonas, Divisiones y Categorías de Seguridad: Medida de la probabilidad que el peligro este presente. Esto define el método de protección que puede ser empleado. El Código Nacional Eléctrico (NEC) es una marca registrada de La National Fire Protection Association (NFPA) NEC 505 cubre gases y vapores explosivos, solamente de acuerdo a la directriz Estadounidense 94/9 EU (ATEX)			

CLASIFICACIÓN DE TEMPERATURA

Máxima Temperatura Superficial(°C)	NEC Tabla 500-3(d)	IEC79-8 T Clasificación	EN 50 014
450°C	T1	T1	T1
300°C	T2	T2	T2
280°C	T2A	--	--
260°C	T2B	--	--
230°C	T2C	--	--
215°C	T2D	--	--
200°C	T3	T3	T3
180°C	T3A	--	--
165°C	T3B	--	--
160°C	T3C	--	--
135°C	T4	T4	T4
120°C	T4A	--	--
100°C	T5	T5	T5
85°C	T6	T6	T6

Una lista completa de gases y clasificaciones de temperaturas es publicada en el Code-Digest de Crouse-Hinds.

MÉTODOS DE PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIÓN

Método de Protección	Permitido Para División	Permitido Para Zona	IEC Estándar-79	CENELEC EN 50...	Code letter IEC Ex... CENELEC EEx...
Requerimientos generales		--	0	014	--
Inmersión en aceite	1 o 2	1 o 2	6	015	o
Presurizado	1 o 2	1 o 2	2	016	p
Encapsulado en polvo o arena	2	1 o 2	5	017	q
A prueba de explosión	--	1 o 2	1	018	d
Seguridad aumentada	2	1 o 2	7	019	e
Seguridad intrínseca	1 o 2	0*, 1 o 2	11	020 (aparatos) 039 (sistemas)	ia o ib
Sellado de fábrica	1 o 2	1 o 2	--	--	--
Aparatos eléctricos con protección tipo "n" [^]		2	15	021 (pendiente)	n
Encapsulado especial	2	1 o 2	18	028	m
	--	1 o 2	Ninguno**	Ninguno	s
	--				

* 1A: Zona 0, 1, 2; 1B: Zona 1,2, Excluyendo Zona 0 ** ME.

[^] Incluye, O-Chispa, Respiración Restrictiva, Sellado Herméticamente, No-Incendiario, Etc.

ORGANISMOS DE CERTIFICACIÓN EN EUROPA Y ESTADOS UNIDOS

País	Organismo de Certificación	País	Organismo de Certificación
EUA	Underwriters Laboratories	EUA	Factory Mutual
EUA	ETL	Canadá	CSA
México	ANCE	Austria	TUV-A
Austria	BVFA	Bélgica	ISSEP
Dinamarca	DEMKO	Finlandia	VTT
Francia	INERIS	Francia	LCIE
Italia	CESI	Holanda	KEMA
Noruega	NEMKO	España	LOM
Suecia	SP	Reino Unido	BASEEFA/EECS
Reino Unido	SCS	Alemania	PTB
Alemania	BVS		

EQUIVALENCIAS DE ENVOLVENTES TIPO NEMA A CLASIFICACIÓN SEGUN IEC

(No puede ser empleada para convertir clasificación según IEC al tipo NEMA)

Envolventes Tipo NEMA	Envolventes Tipo IEC
3	IP54
3R	IP54
3S	IP54
4 Y 4X	IP56
5	IP52
6 Y 6P	IP67
12 Y 12K	IP52

TIPO DE ENVOLVENTES, SEGÚN NEMA Y UL

Envolvente Tipo 3

Las Envolventes Tipo 3 son empleadas en Lugares Exteriores, principalmente para proveer un Grado de Protección Contra Polvo, en el Ambiente, Lluvia, Granizo y Formación Externa de Hielo.

Envolvente Tipo 3R

Las Envolventes Tipo 3R son empleadas en Lugares Exteriores, principalmente para proveer un Grado de Protección Contra Lluvia y Formación Externa de Hielo.

Envolventes Tipo 3S

Las Envolventes Tipo 3S son empleadas en Lugares Exteriores, principalmente para proveer un Grado de Protección Contra Lluvia, Granizo, Polvo y para permitir la Operación de Mecanismos Externos Cuando Nieva.

Envolventes Tipo 4

Las Envolventes Tipo 4 son empleadas en Lugares Exteriores, principalmente para proveer un Grado de Protección Contra Polvo por Polvaderas y Lluvia, Salpicaduras de Agua, Chorro Directo de Agua y Formación Externa de Hielo.

N.C.C.	Nº 21
REVISIÓN	1
VIGENCIA	01.12.2006
Pág.	230 de 264

Envolventes Tipo 4X

Las Envolventes Tipo 4X son empleadas en Lugares Exteriores, principalmente para proveer un Grado de Protección Contra Corrosión, Polvo por Polvaderas, Lluvia, Salpicadura de Agua, Chorro Directo de Agua y Formación Externa de Hielo.

Envolventes Tipo 7

Las Envolventes Tipo 7 son empleadas en Lugares Interiores Clasificados como Clase I, Grupos A, B, C ó D, Definidos en el Código Nacional Eléctrico NEC.

Envolventes Tipo 9



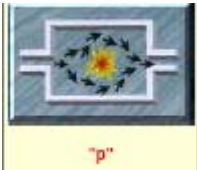
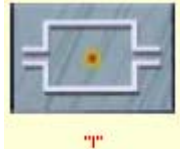
Las Envolventes Tipo 9 son empleadas en Lugares Interiores Clasificados como Clase II, Grupos E, F ó G, Definidos en el Código Nacional Eléctrico NEC.



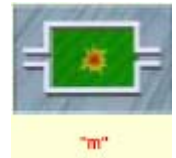
Envolventes Tipo 12

Las envolventes Tipo 12 son empleadas principalmente para lugares interiores para suministrar un grado de protección contra polvo, mugre que cae y gotas de líquidos no corrosivos.

ANEXO 2

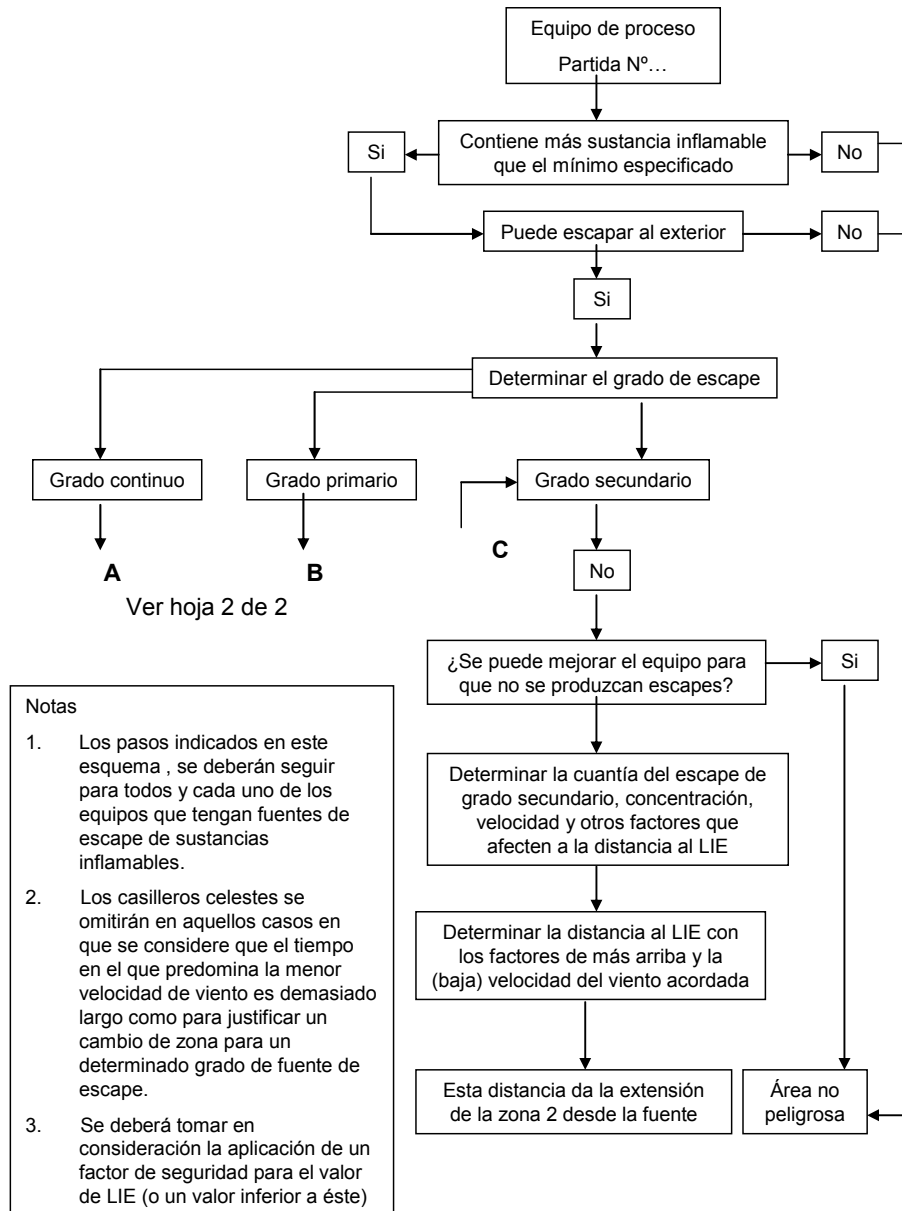
TIPOS DE PROTECCIÓN DE ESTÁNDAR EUROPEO

Tipo de protección de acuerdo con IEC o Estándar Europeo	Principio básico	Esquema	Esquema
Antideflagrante "d"	Un tipo de protección en el que las partes, que pueden encender una atmósfera explosiva, son colocadas en una caja, la cual puede resistir la presión generada durante una detonación interna de una mezcla explosiva y que evita la propagación de la explosión a las atmósferas explosivas que rodean la caja.		Interruptores, equipo de control e indicación, tableros de control, motores, transformadores, accesorios de iluminación y otros componentes que producen chispas.
Seguridad aumentada e	Un tipo de protección en el que se aplican medidas a fin de evitar con mayor grado de seguridad la posibilidad de que se registren temperaturas excesivamente elevadas y que se produzcan arcos y chispas en el interior y en las partes exteriores de aparatos eléctricos, que no las produce en sus operaciones normales.		Cajas de terminales y conexiones, módulos EX de cubiertas de cajas de control (de un tipo diferente de protección), motores de jaula de ardilla, luminarias.
Aparatos presurizados p	Un tipo de protección en el que se evita el ingreso de una atmósfera circundante en la caja del aparato eléctrico manteniendo en el interior de la mencionada caja un gas protector (aire, gas inerte u otro gas apropiado) a una mayor presión que la de la atmósfera circundante.		Como las anteriores, pero en especial para equipo grande y salas de control.
Seguridad intrínseca	Un tipo de protección en el que el aparato eléctrico contiene circuitos con seguridad intrínseca, que no tienen posibilidad de provocar una explosión en la atmósfera circundante. Un circuito o una parte de un circuito tienen seguridad intrínseca, cuando alguna chispa o efecto térmico en este circuito, producidos en las condiciones de prueba establecidas en este estándar (dentro del cual figuran las condiciones en operación normal y de falla específica) no puede ocasionar una ignición.		Equipo de control y medición.

Inmersión en aceite o	Un tipo de protección en el que el aparato eléctrico o parte de aparato eléctrico es sumergido en aceite de manera tal que una atmósfera explosiva, que puede generarse arriba del aceite o afuera de la caja protectora no pueda encenderse.		Transformadores (usado en el presente muy raras veces)
Relleno de polvo q	Un tipo de protección en el que la cubierta del aparato eléctrico está rellena de un material en estado de gránulos finos de modo que, en las previstas condiciones de operación, cualquier arco que se produzca dentro de la caja de un aparato eléctrico no encenderá la atmósfera circundante. Ninguna ignición será ocasionada por llamas o Temperatura excesivamente elevada de las superficies de la caja.		Transformadores, condensadores, cintas calentadoras, cajas de conexión, ensambles electrónicos.
Moldeado (resina) m	Un tipo de protección en el que las partes, que pueden encender una atmósfera explosiva, son encerradas dentro una resina , con resistencia efectiva a las influencias ambientales de modo que esta atmósfera explosiva no pueda ser encendida por chispas o calentamiento, que pudieran generarse dentro del encapsulado.		Sólo interruptores de baja capacidad, aparatos de control, equipo de indicación, sensores.

ANEXO 3

CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS CLASE I, SEGÚN NORMA UNE 20.322-86

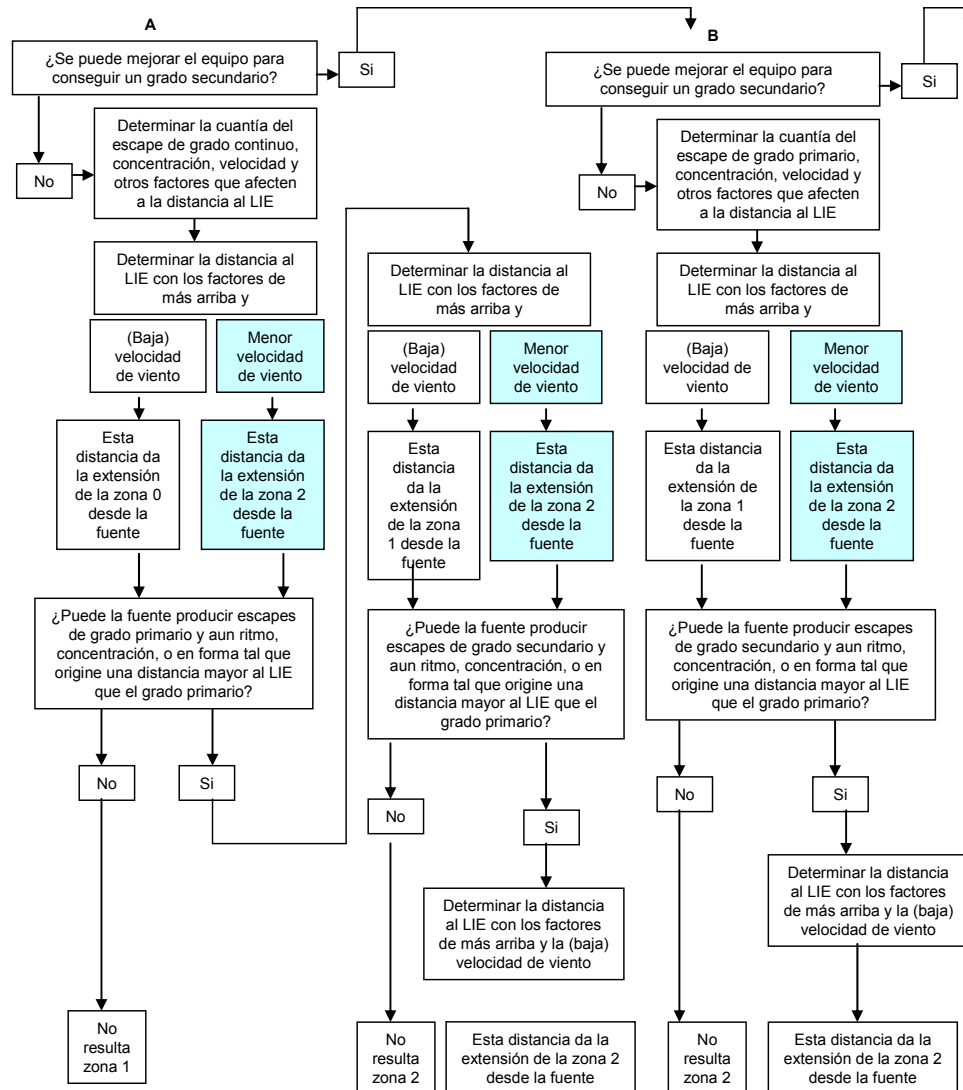


Hoja 1 de 2

Notas:

- Los pasos indicados en este esquema, se deberán seguir para todos y cada uno de los equipos que tengan fuentes de escape de sustancias inflamables.
- Los casilleros 8a, 9a, 12a, 13a, 21a y 23a se omitirán en aquellos casos en que se considere que el tiempo en que predomina la menor velocidad del viento es demasiado largo como para justificar un cambio de zona para un determinado grado de fuente de escape.
- Se deberá tomar en consideración la aplicación de un factor de seguridad para el valor de LIE (o a un valor inferior al del LIE). En algunos casos, si se dispone de una opinión autorizada se podrá utilizar un valor mayor que el LIE, para mezclas de vapores.

CLASIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS CLASE I, SEGÚN NORMA UNE 20.322-86



SECCIÓN VII REQUERIMIENTOS DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA (DS Nº132-2004)

1. OBJETIVO

Entregar la información correspondiente al campo eléctrico, prevención y control de incendio contenido en el Reglamento de Seguridad Minera del DS Nº 132-2004.

Nota 1: El texto indicado en letra cursiva y negrita corresponde a comentarios, información adicional u observaciones y no corresponden al texto del DS Nº 132 original.

Nota 2: Se ha preferido alterar el orden en que aparecen los requerimientos en el texto original, de ahí que se considere primero los requerimientos de carácter general (Título IX), antes que los específicos aplicables a minería subterránea y minería de rajo abierto (Títulos III y IV).

2. ALCANCE

El articulado del DS Nº 132 es de aplicación obligatoria en faenas mineras y aplica a todas las instalaciones eléctricas de la Corporación.

Para instalaciones eléctricas en instalaciones de Almacenamiento de Líquidos Combustibles e Inflamables, ver Norma Corporativa NCC Nº 20.

Para instalaciones eléctricas en Plantas de Extracción por Solventes y Electro-obtención, ver Norma Corporativa NCC Nº 22.

3. REQUERIMIENTOS GENERALES, TÍTULO IX, INSTALACIONES Y SERVICIOS DE APOYO Capítulo Quinto: Sistemas Eléctricos (Artículos 395 al 488)

3.1 NORMAS Y REGLAMENTOS A CUMPLIR

Artículo 395.- Serán aplicables a las instalaciones, equipos, materiales y dispositivos, como asimismo a la operación de sistemas eléctricos de las faenas mineras, las normas nacionales dictadas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, y las normas específica que establece el presente Reglamento. En caso de conflicto en el alcance de las citadas normas, prevalecerán las más exigentes.

Ver en Anexo 1, Sección I, Listado de normativa vigente de Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC); en Anexo 2, Sección I, Listado de normas y regulaciones internacionales de uso habitual en instalaciones de faenas mineras. Esta normativa y regulaciones son generalmente las más actualizadas y exigentes. Aplica a todas las divisiones.

La Superintendencia de Electricidad y Combustibles NO tiene normativa NI reglamentación aplicable explícitamente a la minería del cobre. Por ejemplo: en el punto 2.3 del ALCANCE de la Norma NCh Elec. 4/2003 dice: “En general, las disposiciones de esta Norma NO SON APLICABLES A INSTALACIONES EN FAENAS MINERAS SUBTERRÁNEAS, A INSTALACIONES DE TRACCIÓN FERROVIARIA, NI A INSTALACIONES DE COMUNICACIONES, SEÑALIZACIÓN Y MEDICIÓN, las cuales se proyectarán ejecutarán y mantendrán de acuerdo a las normas específicas para cada caso”. SEC no indica cuáles pueden ser estas normas.

Ver Anexo 1, Sección I para comentarios sobre aplicabilidad de Normas de SEC.

3.2 DOCUMENTACIÓN Y REGISTROS EXIGIBLES: PLANOS, INFORMACIÓN GENERAL Y PERSONAL AUTORIZADO

Artículo 396.- En toda faena minera donde se utilice energía eléctrica se deberán mantener planos y registros actualizados de todos los equipamientos y sistemas instalados, como asimismo, la información necesaria y detallada, referida a:

- a) Potencias instaladas, consumos y distribución de la energía por áreas o centros de operación.
- b) Descripción y características de los equipos de generación y distribución y también de aquellos de consumo como, motores, palas, ferrocarriles eléctricos y demás aparatos utilizados.
- c) Descripción de los sistemas y redes de alumbrado.
- d) Descripción de los sistemas de protección y control, incluido pararrayos.

La información solicitada se obtiene de los diagramas unilineales, los planos de disposición general de planta (lay-out).

Para Requerimientos de diseño y aplicación de pararrayos (tipo Franklin), ver Norma NFPA Nº 780 Standard for the Installation of Lightning Protection Systems.

Artículo 397.- En cada faena minera que utilice energía eléctrica se deberán mantener en las oficinas que corresponda, disponibles al Servicio:

- Registros de las inspecciones, control y mantenimiento de los equipos e instalaciones principales; y
- Registros del personal autorizado para intervenir en instalaciones y equipos eléctricos y del personal autorizado para operar equipo eléctrico.

Artículo 398.- En cada local o recinto destinado a contener equipos o instalaciones eléctricas energizadas, se debe mantener disponible un diagrama unilineal de los circuitos eléctricos que le son propios.

3.3 CONTROL DE RIESGO OPERACIONAL

Artículo 399.- El administrador deberá adoptar las medidas pertinentes para que en las faenas mineras se elaboren los procedimientos específicos que se requieren para ejercer un eficiente control sobre los riesgos operacionales. Se deberá regular entre otros aspectos:

- a) Procedimiento de trabajo ante detección de fallas o desperfectos de instalaciones y/o equipos.
- b) Procedimientos de intervención de equipos, ya sea por razones de reparación o mantención, en el que se estipule claramente el concepto de intervención en Estado de Energía Cero.
- c) Procedimientos de puesta en marcha.
- d) Instrucciones para actuar ante casos de emergencias, provocados por aparatos eléctricos y sus riesgos inherentes.
- e) Instalación y operación de equipos generadores ante emergencias.
- f) Otros, según se estime necesario.

3.4 DEBERES Y PROHIBICIONES DEL PERSONAL CALIFICADO

Artículo 400.- No se debe utilizar el material o equipo eléctrico en tensiones más elevadas, ni someterlo permanentemente a corrientes más intensas que las indicadas por el fabricante. Cualquiera modificación de algún elemento del equipo eléctrico debe ser realizada por personal capacitado y autorizado para el efecto.

Artículo 401.- Después de la desconexión de un interruptor automático a consecuencia de un cortocircuito, no se debe reponer su servicio antes de descubrir y eliminar la causa que lo originó. Su reposición sólo debe realizarla personal facultado para ello.

Artículo 402.- Sólo personal autorizado podrá poner en servicio el equipo eléctrico desconectado a causa de la reparación o de la mantención, y únicamente después que los montadores hayan entregado el equipo y de cerciorarse que tal acción no involucra riesgo de accidentes personales o de equipos.

3.5 AVISOS DE ADVERTENCIA E INSTRUCCIONES

Artículo 403.- Toda instalación, equipos y recinto destinado a contener equipos, materiales, repuestos, etc., debe estar identificado de acuerdo a código de señales y/o colores especificados por la normativa nacional o internacionales aceptadas.

Este requerimiento se cumple mediante la aplicación de las siguientes Normas nacionales:

- ***NCh 19.Of79 Prevención de riesgos –Identificación de sistemas de tuberías.***
- ***NCh 1410.Of37 Prevención de riesgo-Colores de seguridad.***
- ***NCh 1411/I. Of37 Prevención de riesgo- Parte I Letreros de seguridad.***
- ***NCh 1411/II. Of37 Prevención de riesgo- Parte II Señales de seguridad.***
- ***NCh 1411/III.Of37 Prevención de riesgo- Parte III Identificación de riesgos en materiales.***
- ***NCh 1411/IV. Of37 Prevención de riesgo- Parte IV Identificación de riesgos en materiales.***

Existiendo normas nacionales al respecto, las Divisiones de la Corporación deberían abstenerse de transcribirlas y darles número de codificación propio (caso de GRO-P-01 y NEEC-1) De existir particularidades especiales, debería citarse la norma correspondiente e indicar adicionalmente el requerimiento especial.

Artículo 404.- Los avisos de advertencia e instrucciones destinadas a restringir y advertir al personal respecto de los riesgos presentes, las limitaciones de acceso a recintos energizados y las restricciones para la intervención de sistemas deberán ser instalados en lugares destacados.

Artículo 405.- Toda instalación que se canalice bajo tierra debe estar señalizada en superficie con letreros que adviertan su presencia y replantearse en un plano que estará disponible en las faenas.

Artículo 406.- En plantas generadoras, subestaciones, centros de distribución y otros lugares en que exista el riesgo de contacto con equipos energizados, se deberá disponer de instrucciones escritas para el rescate de personas electrocutadas y su reanimación, así como de los medios necesarios para ello.

El Procedimiento de primeros auxilios para electrocutados, deberían ubicarse en cada recinto eléctrico donde se maniobre equipamiento eléctrico.

3.6 SISTEMA DE BLOQUEO Y TARJETO (LOTO)

Artículo 407.- Se establece como norma permanente y obligatoria el uso de sistemas de bloqueos y advertencia para la intervención de equipos y sistemas; lo que deberá estar regularizado por procedimientos internos.

Este procedimiento debería ser de Nivel Corporativo.

Artículo 408.- Ninguna persona podrá instalar, operar, ajustar, reparar o intervenir equipos e instalaciones, sin haber sido instruida y autorizada por la Administración.

Ver los Reglamentos Eléctricos de cada División.

3.7 OPERACIÓN EQUIPOS MÓVILES O MÁQUINAS PORTÁTILES

Artículo 409.- Las personas encargadas de la operación de equipos móviles o de máquinas portátiles eléctricas u otras similares, deberán:

- a) Desenergizar y/o desconectar el equipo cada vez que deban abandonarlo.
- b) En caso de desperfectos, dejar la información pertinente en el equipo y comunicar de ello a la supervisión respectiva.
- c) Por ningún motivo operar o utilizar equipos que estén con sistema de bloqueo y advertencia colocados, en tanto no sean expresamente autorizados por la supervisión; previa verificación de su estado y de cerciorarse que tal acción no involucra riesgo para la integridad de las personas, equipos e instalaciones.

3.8 GESTIÓN DE MANTENCIÓN

Artículo 410.- Todo recinto, equipos, instalaciones y todos los sistemas de una faena minera deben ser sometidos a un riguroso plan de mantención, llevando registros actualizados de esta actividad, los que en cualquier momento podrán ser solicitados por el Servicio.

En los planes de mantención, sin perjuicio de lo establecido en los textos legales y normas técnicas, se deberán considerar a lo menos los siguientes aspectos específicos:

- a) Orden, limpieza y disposición de los residuos o desechos.
- b) Requisitos y estado de la señalización de advertencia e identificación de comandos y controles.
- c) Identificación y estado de los diferentes equipos de maniobras.
- d) Protecciones y conexiones a tierra.
- e) Fundaciones, anclajes, estructuras soportantes y gabinetes de maniobras.
- f) Alumbrado y sistema de ventilación y presurización en aquellos casos que corresponda.
- g) Sistema de detección y control de incendios y de emergencia en general.
- h) Vías de acceso.

Para inspección y mantención de equipos e instalaciones, se recomienda aplicar Norma NFPA Nº 70B Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance, adicionalmente a la información de los fabricantes.

3.9 CONSTRUCCIÓN DE RECINTOS Y/O SALAS ELÉCTRICAS

Artículo 411.- Todo recinto o lugar destinado a contener instalaciones eléctricas, como asimismo las estructuras de transmisión deben proyectarse y construirse de manera tal que:

- a) Estén protegidas contra los riesgos propios de las operaciones mineras, como proyecciones de rocas, tronaduras, impactos, aguas ácidas, polvo, humedad u otro tipo de agentes con potencial de deterioro.
- b) Estén protegidos razonablemente contra los riesgos extra operacionales como, aludes, aluviones, movimientos de terreno, subsidencia u otros.

Ver la Sección II para complementos de requerimientos constructivos de recintos eléctricos.

La Norma NSEG 5 En 71 Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes (ex. DS. 4188 del 22-11-55) es aplicable a instalaciones de líneas aéreas con conductores desnudos, para transmisión y distribución de energía en exterior. Aplicable a todas las Divisiones que tienen líneas de transmisión y distribución abiertas.

Esta Norma está en proceso de revisión, de hecho, existe en el sitio web de SEC el texto correspondiente.

La Norma NSEG 6 En 71 Cruces y Paralelismos de Líneas Eléctricas (ex. DS. 1261 del 25-4-57) es aplicable principalmente a instalaciones de líneas aéreas con conductores desnudos, para transmisión y distribución de energía de líneas de diferentes niveles de tensión. También aplica en canalizaciones eléctricas subterráneas cercanas o paralelas a otros tipos de servicio (telefonía, agua, gas, etc.).

Artículo 412.- Los locales importantes que contengan equipo eléctrico en funcionamiento, tales como: salas de bombas o estaciones de distribución, deben estar provistos de facilidades para efectuar la evacuación, en casos de emergencia, del personal que transitoria o permanentemente permanezca en el lugar, desde cualquier punto del recinto. Las puertas deben:

- a) Abrirse al exterior;
- b) Poder abrirse en todo momento desde el interior con facilidad; y

- c) Abrirse desde el exterior con llave especial de la que se mantendrá una copia en lugar accesible, para casos de emergencia

Ver punto 6.5, Sección II para requerimientos adicionales de Vías de Acceso, Rutas y Evacuación.

3.10 INSPECCIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Artículo 413.- Personal expresamente designado debe realizar:

- a) Por lo menos una vez dentro del turno o jornada de trabajo, la lectura de los aparatos de control permanente del aislamiento de las redes, cuando se disponga de tales elementos;
- b) Por lo menos una vez al mes, una inspección minuciosa de todos los equipos e instalaciones eléctricas estacionarias y semiestacionarias de la faena; y
- c) Por lo menos una vez a la semana, una inspección de todas las instalaciones móviles de la faena.

3.11 MANTENCIÓN, REVISIÓN Y REPARACIÓN DE EQUIPOS

Artículo 414.- Los equipos y aparatos móviles y portátiles deberán ser llevados al taller de mantención, para su revisión técnica después de cumplir, en cada tipo, con una cantidad preestablecida de horas o carga de trabajo.

Artículo 415.- Se deben inscribir en los respectivos registros indicados en el artículo 397 todos los desperfectos notables detectados, y también las medidas adoptadas, al realizar las tareas de mantención.

Se recomienda aplicar Norma NFPA Nº 70B Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance.

Debe además considerarse espacios correspondientes para mantención in situ, operación y retiro seguro de equipos.

3.12 AJUSTE Y CALIBRACIÓN INTERRUPTORES Y PROTECCIONES

Artículo 416.- Debe mantenerse correctamente el ajuste de los aparatos automáticos de ruptura, de los termostatos y de todos los dispositivos de protección y de control en general.

Esta obligación recae en el personal de mantención eléctrica de cada área de la División y el personal de protecciones (transversal en cada División) Todos los equipos y protecciones deben ser aptos para integrarse a los Sistemas SCADA.

Artículo 417.- Al realizar una tarea de reparación, deben adoptarse las medidas de precaución necesarias, como retiro de los fusibles de control y poder, puesta en cortocircuito y a tierra de las fases, inhabilitación de mando a distancia, bloqueado por medio de tarjeta y otros elementos equivalentes, para impedir, mientras dure el trabajo, que puedan energizarse los elementos bajo intervención.

3.13 REQUERIMIENTOS PARA CABLES Y CONDUCTORES

Artículo 418.- La aislación de los conductores y equipos eléctricos debe ser la adecuada al voltaje aplicado y mantenido en forma que no se produzcan fugas o cortocircuitos.

Los voltajes normalizados en Chile, están indicados en la Norma NSEG 8 En 75.

Para Requerimientos y Características de Cables interior mina subterránea ver Sección IV.

Los cables de comunicación deben tenderse lo suficientemente alejados de los cables de fuerza o alta tensión, de acuerdo al reglamento de cruces y paralelismos de la Superintendencia de Electricidad y Combustible, aprobado por Resolución No 692 de 24 de septiembre de 1971, publicado en el Diario Oficial de 24 de septiembre de 1971.

La Norma NSEG 6 En 71 Cruces y Paralelismos de Líneas Eléctricas (ex. DS. 1261 del 25-4-57), aplica principalmente a instalaciones exteriores de alta, media y baja tensión.

El Reglamento de Cruces y Paralelismos no es aplicable a interior de minas subterráneas para Distancias de Separación entre Canalizaciones de Diferentes Niveles de tensión, ver Sección IV.

Artículo 419.- Los cables flexibles deberán:

- a) Mantenerse constantemente apartados de las aristas cortantes y de las piezas en movimiento;
- b) Substraerse a toda tracción excesiva; y
- c) Guardarse convenientemente en lugar seguro, cuando no se hallen en servicio.

3.14 ENCHUFES Y CLAVIJAS DE CONEXIÓN

Artículo 420.- Los enchufes o clavijas de conexión no deben retirarse de las tomas de corriente tirando del cable flexible, sino tomándolos del mismo enchufe o clavija.

3.15 VÍAS, SOPORTACIONES Y REPARACIÓN DE CABLES

Artículo 421.- Las vías y soportes de cables deberán revisarse anualmente, o con mayor frecuencia si las condiciones de trabajo lo exigen, efectuando las reparaciones necesarias a todos los elementos dañados, así como la limpieza y extracción de material extraño que pueda deteriorar los cables o afectar la disipación térmica.

Artículo 422.- Los materiales y equipamientos destinados a utilizarse en el interior de la mina o en cualquier lugar de las faenas deben ser de calidad certificada por algún organismo autorizado.

En general los Reglamentos de Certificación de SEC son para materiales y/o aparatos eléctricos de comercialización a público general y no aplica a los productos y/o equipos usados en las Divisiones de la Corporación, los que son de importación y certificados por organismos reconocidos en su país de origen. Ver Anexo 3 de Sección I.

Artículo 423.- Toda reparación, de cables eléctricos debe hacerse de tal forma que se reconstituyan fielmente sus características de conductividad, sus aislaciones y cubiertas protectoras.

En Minería de Rajo Abierto, debe seguirse lo indicado en la Norma NSEG Nº 5 Instalaciones de Corrientes Fuertes y algún tipo de canalización indicado en la Norma NSEC. 4/2003. Para las líneas de transmisión de tensiones superiores a 15 KV, generalmente se sigue los criterios del National Electric Safety Code (NESC) o los que dicte la experiencia de la Empresa Consultora.

En el caso de Minería Subterránea, donde los cables son aislados, se usa sólo canalizaciones en escaleras porta cables (sectores de subestaciones y talleres), conducto rígido galvanizado de pared gruesa en talleres, comedores y barrio cívico, en terminaciones subterráneas a equipos en conjunto con tubo flexible) y mensajeros (galerías, piques y chimeneas), el resto de las canalizaciones queda no autorizado, ver Sección IV para Requerimientos de Canalizaciones en interior Mina.

3.16 INSPECCIÓN DE PUESTA A TIERRA

Artículo 424.- Las líneas y “mallas de tierra” deberán inspeccionarse a lo menos una (1) vez al año, revisando conductores, conexiones y efectuando las mediciones eléctricas correspondientes de cuyos resultados se deberá llevar un registro.

Los conductores de tierra deberán conectarse a las mallas de tierra de cada una de las subestaciones del sistema de 50 Hz; y al cable mensajero cada vez que sea necesario hacer una unión y/o derivación en el cable.

El tamaño de los conductores de tierra deberá cumplir el requerimiento más exigente de las siguientes Tablas (indicadas en Sección IV), esto, en relación a tener capacidad suficiente para la circulación de corrientes armónicas:

- ***Tabla 250-95, del National Electrical Code.***
- ***Tabla 20-1 de la Norma UL-1072.***
- ***Tabla 5.2 de la Norma ICEA S 95-658-1999.***
- ***Tabla 5.2 de la Norma ICEA S 96-659-1999.***
- ***Tabla 6.1 de Norma UL 1277-1989.***

3.17 PUESTA A TIERRA TRANSFORMADORES

Artículo 425.- En los transformadores deben tomarse precauciones para impedir en el circuito de baja tensión toda sobre tensión que pueda producirse a consecuencia de una derivación o inducción del circuito de alta tensión.

Para tal efecto, se puede aplicar uno o varios de los siguientes procedimientos:

- a) La puesta a tierra permanente de un punto del circuito de baja tensión.
- b) La puesta a tierra automática del punto neutro del circuito de baja tensión, mediante un dispositivo adecuado.

- c) La puesta a tierra de un cuerpo metálico intercalado entre los bobinados primario y secundario de los transformadores.
- d) La interrupción automática de la alimentación del transformador en caso de elevarse la tensión en el circuito de baja tensión; y
- e) Cualquier otro medio apropiado, aprobado por el Director.

Salvo casos especiales la conexión de los transformadores será delta-estrella con el neutro directamente aterrizado; algunos transformadores son aterrizados a través de resistencias de puesta a tierra para limitar la corriente de falla a tierra a 200 amperes por un tiempo de 10 segundos.

En general los alimentadores de clase 15 kV tienen protección multipropósito que contiene detección de falla a tierra de los alimentadores

Artículo 426.- Los lugares donde las personas deben permanecer mientras operan cualquier interruptor u otro dispositivo de control, instalaciones o equipos eléctricos y que tengan terminales expuestos al contacto, deben permitir el seguro y libre movimiento de dichas personas, debiendo su piso mantenerse seco en todo tiempo y estar provisto de material aislante.

En las subestaciones de interior mina, la malla de puesta a tierra cubre toda la caverna de la subestación, ésta hace las veces de una superficie equipotencial, que se usa en instalaciones exteriores; el estado de avance de la tecnología no permite equipos con terminales expuestos. Por otra parte, todo el equipamiento es del tipo metal-clad.

Los desconectadores de subestaciones o aparatos de maniobras que deben operarse en forma manual, a través de una transmisión mecánica solidaria a la estructura, deben tener una plancha metálica de operación donde debe pararse el operador. Esta plancha debe estar sólidamente conectada a la estructura y a tierra, para no someter al operador a una diferencia de potencial en caso de falla.

Cuando se use una pértiga para una operación similar, la persona debe estar aislada de tierra.

Este requerimiento es válido para los patios de maniobra de instalaciones de subestaciones exteriores. El uso de pértigas de madera queda prohibido.

3.18 ENCLOSURE COMO PROTECCIÓN CONTRA CONTACTO INDIRECTO

Artículo 427.- Las cubiertas, rejillas de protección y envoltentes deben ser de material incombustible, tener resistencia mecánica suficiente a los requerimientos y estar sólidamente fijadas.

3.19 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTO ACCIDENTAL

Artículo 428.- Se deberán adoptar las medidas para evitar todo contacto accidental de personas con elementos energizados de una instalación o equipo cuya tensión sea superior a cincuenta (50) volts. Se deben aplicar medidas tales como:

- a) Disponer en las instalaciones de espacios necesarios para ejecutar las tareas.
- b) Los terminales de conductores, deberán poseer sus sistemas de aislación y protección aprobados.

- c) En las instalaciones de toda faena minera, los sistemas eléctricos, deberán diseñarse e instalarse de tal forma de evitar todo contacto de cables energizados con tendidos de cañerías, rieles u otros elementos metálicos, como asimismo con eventuales focos de agua.
- d) La instalación de cables para los sistemas de comunicación o tendidos de otra naturaleza, deberán diseñarse e instalarse de tal forma que no exista posibilidad alguna de que estos entren en contacto con cables eléctricos energizados o que puedan recibir algún tipo de inducción de corriente.

3.20 MEDIOS DE DESCONEXIÓN GENERAL

Artículo 429.- Se deberá instalar en superficie equipos de interrupción general automática para desenergizar todas las instalaciones, tanto del interior como del exterior de la mina. Tales dispositivos deben ser accesibles, pero lo suficientemente mantenidos y resguardados para asegurar su óptimo funcionamiento, y su operación sólo por personal autorizado.

Este requerimiento se cumple, con la aplicación del Reglamento Eléctrico, Procedimiento de Operación y Procedimiento de Bloqueo exclusivo para el sistema eléctrico principal de cada División.

Artículo 430.- Los terminales de un conductor, que presenten riesgo de contacto accidental para personas o instalaciones, deberán protegerse con aislación equivalente, manteniendo la resistencia de aislación del conductor, a lo menos.

Los terminales de un conductor expuestos a originar fallas en el circuito por contaminación del medio ambiente, deben ser protegidos con aislación apropiada, resistente al contaminante. La aislación de los terminales debe ser adecuada a la tensión máxima a que éstos estén conectados.

3.21 PROTECCIÓN DE SOBRECARGA, CORTO CIRCUITO Y FALLA A TIERRA

Artículo 431.- Toda instalación y equipo eléctrico en funcionamiento en una faena debe contar con los sistemas de protección que, en caso de sobrecarga, fallas a tierra, cortocircuitos, sobrecalentamiento u otra anomalía, actúen eficientemente, desenergizando los circuitos.

Este requerimiento se cumple mediante la aplicación del articulado correspondiente a la Norma NCh 4/2003 y NEC edición 2005, adicionalmente hoy en día, todas las protecciones son del tipo digital y multipropósito compatibles con Sistemas SCADA.

Dichos sistemas que deben ser regularmente conservados, responderán a especificaciones y diseños aprobados por la normativa legal y a normas técnicas reconocidas para ello.

SEC no indica cuales son estas especificaciones y diseños aprobados por la normativa legal y a normas técnicas reconocidas para ello. Se recomienda usar como criterios de diseño de aplicación de protecciones eléctricas las normas del IEEE.

Artículo 432.- Los aparatos utilizados en la protección contra las sobrecargas y los cortocircuitos deben aislarse y mantenerse de manera tal que su estado asegure el corte de la corriente antes que los elementos alcancen la temperatura máxima de diseño.

Salvo excepciones, todos los equipos eléctricos son diseñados para condiciones de operación normal hasta 1000 metros de altura sobre el nivel del mar y para una temperatura ambiente de 40°C. Para factores correctores debe verse la norma particular para cada tipo de equipo. Las normas de fabricación de equipos utilizadas preferentemente, son las Normas ANSI o sus equivalentes IEC.

Artículo 433.- Se deben instalar dispositivos que desenergicen automáticamente los circuitos, con neutros conectados a tierra, en los que la corriente de tierra sobrepase los valores permitidos por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Para el propósito de esta Norma, la protección de falla a tierra requiere que el suministro:

- a) **Puesto a tierra a través de un dispositivo de puesta a tierra del neutro, que limite la tensión de falla a tierra a 100 volt o menos; y,**
- b) **Desenergizado si la corriente de falla a tierra excede el 20% de la corriente de falla esperada.**

El monitoreo del conductor de tierra requiere que la fuente sea desenergizada por un circuito a prueba de fallas en el caso de:

- a) **El conductor de chequeo de tierra interrumpa el circuito.**
- b) **El retorno de tierra interrumpa el circuito; o, el conductor de chequeo de tierra se cortocircuite a tierra.**

Un sistema de monitoreo del conductor de tierra tendrá una tensión a circuito abierto menor que 100 volt e indicará permanentemente la continuidad del circuito de tierra.

3.22 PROVISIÓN DE MALLA DE PUESTA A TIERRA

Artículo 434.- Se deberá proveer de “malla de tierra” individual a:

- a) Subestaciones que operen con tensiones superiores a seiscientos (600) volts. En subestaciones móviles, la malla de tierra podrá ser reemplazada por barras metálicas enterradas.
- b) Los centros de distribución o maniobras y equipos que operen con tensiones superiores a seiscientos (600) volts.
- c) Los almacenes de explosivos e instalaciones anexas. Estas mallas de tierra deberán estar conectadas eléctricamente al cable de tierra general de la faena minera.
- d) Contenedores de instalación de faenas y/o campamentos, y a las instalaciones de combustibles.

Artículo 435.- Se debe además conectar a tierra, en los aparatos o instalaciones con tensión superior a cincuenta (50) volts, lo siguiente:

- a) Las armaduras y las cubiertas metálicas exteriores de los cables.
- b) Las piezas metálicas exteriores que formen parte de un aparato eléctrico y que no se encuentren normalmente en tensión.
- c) Las piezas metálicas que se encuentren en la proximidad de los conductores en tensión.
- d) Las estructuras metálicas en que se instalen los dispositivos de control.

- e) Los equipos de comunicación o transmisión de datos deben contar con mallas de tierra exclusivas y unirse a la tierra general.

Artículo 436.- Se usará neutro aislado de tierra cuando se comprueben riesgos de que las corrientes de neutro puedan inducir tensiones en áreas en que se emplea disparo eléctrico **(de explosivos)**.

Artículo 437.- Todas las conexiones entre los conductores de tierra, así como las conexiones a tierra de las cubiertas metálicas de los cables, deben ser ejecutadas con terminales apropiados, que permitan una conexión segura al conductor de tierra de protección.

En División El Teniente, todas las conexiones, uniones y arranques de la malla de tierra se harán con soldadura de termofusión. La conexión final a estructuras y/o equipos debería efectuarse con prensas y/o terminales apertados para facilitar la posterior medición y control de resistividad de la malla de puesta a tierra.

Artículo 438.- En los conductores de tierra no debe colocarse ningún cuchillo, fusible, interruptor u otro mecanismo que pudiera interrumpir el enlace a tierra, excepto cuando se realicen las revisiones periódicas.

La revisión de las condiciones eléctricas y mecánicas de los cables a tierra, de sus conexiones y remates se hará anualmente.

3.23 PROTECCIÓN CON FUSIBLES Y/O INTERRUPTORES

Artículo 439.- Todos los fusibles, interruptores y equipos de control deberán estar instalados en cajas herméticas al polvo y agua. Se exceptúan los desconectadores fusibles tipo intemperie.

No se usa fusibles en baja tensión de corriente alterna. El uso de fusibles está circunscrito a los desconectadores fusibles de media tensión, con operación sin carga o bajo carga, para la protección de transformadores, rectificadores; para los circuitos de control en corriente continua de los interruptores de poder se usa fusibles encapsulados y/o interruptores automáticos. Adicionalmente, estos fusibles deben ser del tipo limitadores de corriente.

Las bases aislantes que se utilicen para montaje de equipos de protección o control, deberán ser de material incombustible y no higroscópico. ***Este es un requerimiento sobrepasado por la tecnología actual.***

Artículo 440.- No se deberá usar ningún tipo de fusible abierto. Sólo se permitirá el uso de fusibles encapsulados.

En División El Teniente no se usan fusibles en baja tensión para sistemas de distribución. Sólo se usa fusibles en celdas de alta tensión, hasta clase 15 KV, generalmente del tipo limitador de corriente.

Artículo 441.- La capacidad de los fusibles empleados para proteger los circuitos alimentadores no debe exceder la corriente máxima permanente del conductor que protege. Esta capacidad debe estar claramente indicada en el cartucho, balín del fusible o en la placa del interruptor, así como también su tensión nominal de trabajo y si es de acción lenta o rápida.

Artículo 442.- Los interruptores, partidores u otros elementos de control instalados en terreno deberán montarse en forma tal que queden protegidos de daños mecánicos y humedad. El lugar debe mantenerse limpio y despejado.

Salvo instalaciones especiales en terreno solo se ubica los elementos de control y desconectores cuchillos de seguridad con contactos auxiliares. Los partidores con su correspondiente protección de corto circuito se instalan en los MCC al interior de recintos eléctricos.

En caso de falla de contactos, debe ser reemplazado por otro de capacidad requerida por el sistema. Tales elementos deberán poseer un piso o plataforma de maniobras aislado, que obligue a operar desde allí, para así evitar una eventual descarga a tierra a través del operador.

Esta plataforma es innecesaria cuando el elemento es de una tensión menor de ciento quince (115) volts, o cuando está encerrado en una caja metálica efectivamente conectada a tierra.

Artículo 443.- Cada circuito debe estar provisto de un interruptor de capacidad nominal, instalado dentro del recinto y a no más de quince metros (15 m) del punto de derivación. Cada circuito derivado debe protegerse con fusibles u otros dispositivos de sobrecarga de acuerdo a especificaciones técnicas al respecto.

Las Divisiones no usan la protección mediante fusibles en baja tensión; los circuitos de alimentadores se protegen mediante interruptores automáticos ubicados en un centro de control de motores, tablero de distribución de fuerza o tablero de alumbrado, centralizados en una sala eléctrica.

Artículo 444.- Los interruptores de cuchillo deben ser instalados de modo que la manilla vaya hacia abajo cuando se corta la corriente. No podrán usarse tipos de interruptores que no hayan sido aprobados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

3.24 PROTECCIÓN DE EQUIPOS MAYORES

Artículo 445.- Los generadores deben ser protegidos, por lo menos, con dispositivos de sobrecorriente. A su vez, los transformadores deben ser protegidos, por lo menos, con dispositivos de sobrecorriente, tanto en el lado de alta tensión como en el de baja tensión.

Artículo 446.- Los motores deben ser protegidos con dispositivos de sobrecorriente y bajo voltaje, que impidan su involuntaria reenergización después de una interrupción de corriente. En los motores fraccionales, cuya reenergización involuntaria no origine riesgos, podrá omitirse la protección de bajo voltaje.

Artículo 447.- Todo equipo eléctrico debe protegerse apropiadamente de:

- a) La humedad, con cubiertas protectoras y calefactores si fuere necesario.
- b) La acumulación de polvo.
- c) La acción de los roedores, cerrando las aberturas con rejillas para no impedir su ventilación.
- d) Daños mecánicos por caída de piedras u otro motivo; y
- e) Sobrecarga, cortocircuito y fallas a tierra.

3.25 PROCEDIMIENTO DE BLOQUEO DE EQUIPOS

Artículo 448.- Las operaciones de reparación, conexión o desconexión, o cualquier intervención que se efectúe en los cables portátiles, como los utilizados en perforadoras, palas y equipos de levante, deben hacerse con la energía desconectada y los sistemas de bloqueo colocados.

3.26 SOPORTACIÓN DE TABLEROS

Artículo 449.- Las estructuras utilizadas en el montaje de los tableros principales deben ser de material incombustible. Las partes metálicas que no transporten energía deben estar conectadas a tierra.

Este artículo esta dirigido a instalaciones interiores de edificios de oficina, ya que en las áreas industriales todos los equipos son del tipo auto soportado, metálicos y con su respectiva puesta a tierra.

3.27 PISOS AISLANTES Y PROTECCIÓN A PARTES VIVAS

Artículo 450.- Deberá proveerse con pisos aislantes a ambos lados de cada tablero principal que contenga partes energizadas expuestas y accesibles. Estos pisos deberán ser de tamaño tal que imposibiliten alcanzar la parte energizada a cualquier persona que esté situada fuera del piso aislante.

Artículo 451.- El acceso a las áreas posteriores de los tableros descubiertos deberá ser restringido por barreras sólidas o puertas, ubicadas de tal manera que impidan el ingreso a personal no autorizado. Las entradas a estas áreas permanecerán siempre cerradas con llave, excepto cuando se realicen trabajos en el tablero.

En las Divisiones de la Corporación ya no se usa equipo eléctrico con partes expuestas y accesibles. Todos los equipos de distribución en media tensión son del tipo metal-clad y de frente muerto, esto quiere decir que, por construcción, los operadores no tienen acceso o no se ven expuestos a partes vivas por las medidas de protección consultadas en la construcción de equipos.

3.28 VENTILACIÓN DE SALAS DE TRANSFORMADORES Y OTROS RECINTOS ELÉCTRICOS

Artículo 452.- Las salas de transformadores deben mantenerse bien ventiladas para evitar el sobrecalentamiento de los transformadores. La ventilación debe efectuarse con aire limpio y factible de ser suspendida en caso de incendio en la sala.

Ver punto 4.4 de Sección II para requerimientos de Ventilación y Presurización aplicables a recintos eléctricos.

3.29 NIVELES DE ILUMINACIÓN

Artículo 453.- La iluminación de las salas de transformadores debe realizarse de acuerdo a las normas establecidas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

El nivel de iluminación será igual o superior a:

<i>Switchgear</i>	<i>300 lux</i>
<i>Tableros de distribución</i>	<i>300 lux</i>
<i>Pasillos</i>	<i>100 lux</i>
<i>Túneles de cables (bajo switchgears)</i>	<i>100 lux</i>
<i>Interiores de switchgear</i>	<i>100 lux</i>
<i>Alumbrado de emergencia</i>	<i>30 lux</i>

De conformidad a dichas Normas, también deben ser iluminados tanto el frente como la parte posterior de los tableros de control.

3.30 REQUERIMIENTOS PARA SUBESTACIONES

Artículo 454.- Los transformadores de distribución instalados en superficie deben montarse sobre postes, a una altura mínima de cuatro metros cincuenta centímetros (4,50 m.) desde el suelo. Si lo anterior fuere impracticable, los transformadores serán protegidos por una defensa de un metro ochenta centímetros (1,80 m.) de alto, la que se mantendrá cerrada a fin de evitar el ingreso de personas no autorizadas. Con todo, el libre ingreso será permitido cuando se trate de subestaciones unitarias totalmente cerradas, en todo caso éstas deben protegerse de posibles daños producidos por vehículos o maquinarias en movimiento.

Para requerimientos de éste y otros tipos de subestación, aplicable en exteriores o en minas de rajo abierto, ver la Norma NSEG 20 Ep 78 Subestaciones Transformadoras Interiores (Resol. Exc. 943, SEG (8-11-78))

Ver punto 6, Sección II para subestaciones en interior de minas subterráneas.

Artículo 455.- Las estaciones de transformadores deben estar equipadas con los dispositivos necesarios para efectuar rápidas y seguras maniobras de desconexión o conexión.

Artículo 456.- Todos los transformadores deben estar equipados con fusibles u otros dispositivos de desconexión automática, tanto en el circuito primario como en el secundario.

Artículo 457.- Las instalaciones de transformadores con devanados sumergidos en líquidos aislantes, deben regirse por las normas establecidas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, además de las establecidas en este Reglamento.

Las normas citadas en este artículo corresponden a:

NSEG 16 En 78 Especificación para Transformadores de Distribución 13.2 kV (Resol. Exc. 393, SEG (4-6-71)).

NSEG 18 Ep 75 Redes de Distribución Aérea.

NSEG 20 Ep 78 Subestaciones Transformadoras Interiores (Resol. Exc. 943, SEG (8-11-78)).

Los transformadores instalados en el exterior pueden tener cualquier tipo de dieléctrico líquido; los transformadores instalados en interior de mina subterránea deben atenerse a lo indicado en Anexo 3, Sección II.

3.31 CAPACIDAD Y MONTAJE DE INTERRUPTORES

Artículo 458.- Los interruptores deberán:

- a) Tener capacidad de ruptura y de cierre que responda a las exigencias de su normal funcionamiento; y
- b) Llevar indicaciones visibles de sus características fundamentales.

Además, los interruptores no deben poder abrirse ni cerrarse accidentalmente por efecto de la gravedad o de los choques mecánicos.

El dimensionamiento de los interruptores debe hacerse de acuerdo al cálculo de corto circuito esperado, o al correspondiente a la barra en que éste se conectará, aplicando los factores de derrateo exigidos por las normas de fabricación de los equipos correspondientes.

3.32 DISPOSITIVO DE PARTIDA Y CONTROL DE EQUIPOS

Artículo 459.- Debe existir un sólo dispositivo de partida de los equipos eléctricos, instalado tan cerca del equipo como sea posible. Se exceptúan las instalaciones con control centralizado, en las que deben existir elementos de detención junto al equipo y en otros lugares, si fuese necesario.

Lo habitual en los equipos eléctricos de la gran minería del cobre, es que exista una botonera de partida y parada localmente al lado del equipo o lo más cercana a éste. Sin embargo, también existen estos mismos dispositivos en forma remota (en la sala eléctrica) y en la sala de control del operador de la planta en cuestión.

Para solucionar y facilitar el bloqueo de equipo y asegurar un equipo desenergizado se instala un desconectador cuchillo de seguridad (Safety Switch), lo más cercano al motor.

3.33 REQUERIMIENTOS PARA CANALIZACIONES Y CABLES

Artículo 460.- Los conductores enterrados, excepto los cables de tierra, deben poseer aislación apropiada contra la humedad y deben ser instalados en ductos metálicos o bajo otra cubierta protectora equivalente, a menos que estos estén especificados para ser directamente enterrados y cuenten con la aislación apropiada. Tal cubierta deberá ser reforzada en los lugares más expuestos a daños.

La canalización de cables directamente enterrados en suelo no es aplicable en el interior de minas subterráneas, salvo en los últimos tramos de la canalización a motores y sus dispositivos auxiliares, en que se canaliza en conducto rígido y terminaciones en conducto flexible.

3.34 PROTECCIÓN MECÁNICA DE CABLES

Artículo 461.- Al atravesar barreras, puertas de ventilación y otras instalaciones semejantes, los cables deberán estar protegidos contra el riesgo de aplastamiento.

3.35 HERRAMIENTAS PORTÁTILES

Artículo 462.- Las herramientas portátiles eléctricas deben contar con un interruptor incorporado, que corte automáticamente la corriente cuando el operador suelte el interruptor de la herramienta. Adicionalmente todas las herramientas portátiles y de mano deberían tener doble aislamiento.

3.36 REQUERIMIENTOS PARA CORDONES FLEXIBLES Y CABLES

Artículo 463.- Todo conductor debe poseer adecuada protección eléctrica y mecánica para que:

- a) Su aislación soporte la máxima tensión de operación, sin originar fugas ni cortocircuitos;
- b) Sus cubiertas protectoras soporten los esfuerzos mecánicos a que pueda estar sometido el conductor, sin dañar ni deformar la aislación, y
- c) Toda cubierta metálica de conductores debe ser eléctricamente continua.

Ver punto 3, Sección IV, Requerimientos para cables y Anexo 8, Sección IV.

3.37 DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD OPERATIVA DE UN CABLE

Artículo 464.- La sección de todo conductor debe estar de acuerdo con las normas prescritas en las disposiciones de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

El dimensionamiento de los conductores debe basarse en:

- a) *Capacidad de corriente requerida por la carga*
- b) *Caída de tensión aceptada para el nivel de tensión y características de la carga*
- c) *Capacidad de cortocircuito*
- d) *Aplicación de factores correctores por temperatura y contenidos de armónicos*

Para mayores detalles ver punto 6.6 de Anexo 6, Sección IV.

3.38 DISTANCIAS DE SEGURIDAD LÍNEAS AÉREAS RESPECTO AL SUELO

Artículo 465.- Las líneas aéreas desnudas de transmisión y distribución en superficie, exceptuando las de trole, no deben estar a menos de seis metros veinte centímetros (6,20 mts.) sobre la superficie, a través de todo su recorrido. Las instalaciones de esta naturaleza, deben cumplir con el Reglamento de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

En los lugares en que se produce constante movimiento de equipos bajo las líneas eléctricas aéreas, se deberán adoptar a lo menos las siguientes medidas:

- a) Instalar avisos de advertencia sobre el riesgo eléctrico.
- b) Indicar altura o distancias de seguridad de modo que las personas y equipos queden fuera del campo eléctrico.
- c) Colocar esferas anaranjadas en los cables más bajos.

Para distancias de seguridad respecto al suelo, ver punto 4.5, Sección V.

3.39 EMPALMES Y TERMINACIONES

Artículo 466.- Los empalmes de los conductores deben ser asegurados por soldaduras o por conectores mecánicos, de modo que la unión a lo menos sea igual en conductividad y resistencia a la tracción del conductor. Tales empalmes deben ser adecuadamente cubiertos con una aislación equivalente a la del conductor de mayor aislación.

El empalme de conductores por soldadura (de estaño) ya no se usa, la práctica habitual son los conectores mecánicos.

Artículo 467.- Los puntos por los cuales un conductor blindado entra a una carcasa de metal, deben estar provistos de un acoplamiento que afiance firmemente el conductor a la carcasa y asegure la continuidad eléctrica entre el blindaje y la carcasa.

Los puntos por los cuales los conductores entran en una carcasa de madera, deberán estar provistos de una mordaza con boquilla aislada, de modo que la mordaza no dañe a los conductores.

El segundo párrafo de este artículo no es aplicable en la gran minería del cobre. Ni siquiera en instalaciones provisionales de instalación de faenas y/o provisionales.

Artículo 468.- No se podrán efectuar reparaciones en conductores eléctricos energizados. Sin embargo, cuando lo anterior deba ser excepcionalmente practicable, las personas que hacen estas reparaciones deberán estar debidamente capacitadas y usar los elementos de protección adecuados al voltaje del conductor (guantes de goma, herramientas aisladas, pértigas aisladas, etc.)

No obstante lo indicado, si se requiere hacer ajustes, pruebas y/o calibraciones – mientras el equipo esté con tensión – se tomará todas las precauciones para que estos trabajos se ejecuten de acuerdo al programa de trabajo y al procedimiento para trabajo con tensión.

Artículo 469.- Los conductores de los cables multiconductores deberán identificarse por colores u otros medios

Cada norma de construcción de cables indica las posibilidades de identificación, dependiendo de los requerimientos del cliente. Los cables portátiles de potencia que operen a tensiones que excedan los 300 volt deberán cumplir con lo siguiente:

- a) ***Los cables serán fabricados de acuerdo a la norma NEMA WC-58 “Portable and power feeder cables for use in mines and similar applications” o su equivalente.***
- b) ***Los cables portátiles de potencia que operen a tensiones que excedan los 750 volt serán de los tipos SHD, SHD- GC o similares.***
- c) ***La capacidad de corriente de los cables portátiles de potencia deberá exceder la máxima demanda de la carga conectada (en el intervalo de 15 minutos).***

Al poner a tierra las carcasas de los equipos (que se alimentan desde sistemas de puesta a tierra a través de resistencia), el conductor de monitoreo de tierra y el conductor de tierra formarán un lazo de monitoreo al conectarse a tierra la estructura de un equipo en dos puntos diferentes, de tal manera que se incluya la armadura del equipo en el lazo de monitoreo de tierra.

3.40 CONEXIÓN A TIERRA

Artículo 470.- Las conexiones de los conductores a tierra y las conexiones a la cubierta metálica de los cables deberán ser ejecutadas con terminales adecuados, que aseguren en forma permanente la correcta conexión electromecánica.

3.41 AISLADORES PARA LÍNEAS AÉREAS

Artículo 471.- Las líneas eléctricas deberán suspenderse mediante aisladores diseñados y aprobados para tal efecto.

3.42 REQUERIMIENTOS PARA SISTEMAS DE TRACCIÓN CON TROLE

Artículo 472.- Toda nueva instalación de tracción con hilo de contacto o trole debe ser notificada previamente al Servicio.

Artículo 473.- Los conductores desnudos, utilizados para la línea de contacto o para los alimentadores, deben instalarse de forma tal:

- a) Que estén protegidos al máximo posible contra el riesgo de cortaduras; y
- b) Que estén fijados a soportes aisladores convenientemente espaciados.

Artículo 474.- Los circuitos principales de trole se deben proteger con interruptores automáticos, que se desconecten por sobrecarga o cortocircuito.

En toda derivación del circuito de trole deberá instalarse un interruptor seccionador que permita desenergizar dicha rama cuando se desee intervenir en ella. Los interruptores deben:

- a) Ser perfectamente visibles.
- b) Poderse bloquear en la posición de apertura mediante una llave especial o candado.
- c) Tener un mecanismo que indique si están en posición abierta o cerrada.

Artículo 475.- Los conductores y demás elementos instalados en las locomotoras eléctricas, deben estar protegidos contra eventuales daños causados por agentes externos.

Artículo 476.- Toda máquina eléctrica debe estar dotada de un sistema de frenos complementario con la potencia requerida para detener el móvil y poseer los correspondientes sistemas de detección y extinción de incendios.

Artículo 477.- Los rieles se conectarán eléctricamente en cada juntura, conformando un conductor continuo. Estas conexiones deben inspeccionarse periódicamente, reacondicionando las uniones que se hayan soltado.

Artículo 478.- Cuando se use uno de los rieles de la vía, aislado, con fines de señalización u otros, debe instalarse un cable de retorno que lo reemplace.

Este cable de retorno debe tener una sección equivalente a la del cable conductor, y debe conectarse al riel continuo, cada cien (100) metros.

Artículo 479.- Los conductores de trole serán de cobre duro estirado, de sección adecuada, pero no inferior a 1/0 AWG; 53,5 mm² norma nacional o equivalente.

Artículo 480.- Los conductores de trole, deberán instalarse a un mínimo de dos metros cuarenta centímetros (2,40 m.) desde la superficie. Alturas menores serán autorizadas sólo por el Servicio, siempre que el trole se proteja con defensas aisladas del contacto accidental con personas, sus herramientas o equipos. El Servicio tendrá un plazo de treinta (30) días para responder la solicitud desde la fecha de presentación de ella en la oficina de parte.

Artículo 481.- Los trole de las locomotoras eléctricas deberán ser del tipo de arrastre (zapata o pantógrafo).

3.43 REQUERIMIENTOS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO EN RECINTOS ELÉCTRICOS

Artículo 482.- Los locales, estructuras, salas y bodegas destinadas a contener instalaciones, equipos o material eléctrico deben ser construidos con materiales incombustibles, a prueba de fuego. Deberán disponer de sistemas y procedimientos de rigor para la prevención y control de incendios y toda emergencia que pudiera producirse.

Ver Sección II para Requerimientos de construcción de recintos eléctricos y Sección III para Requerimientos de Prevención y protección de incendio.

Artículo 483.- La zona inmediatamente circundante a cualquier subestación eléctrica debe mantenerse libre de hierba, césped o maleza que pueda incendiarse.

La franja de servidumbre de las líneas eléctricas debe mantenerse libre de edificaciones y vegetación que puedan provocar incendios.

Este artículo no aplica a instalaciones eléctricas en interior de minas subterráneas.

Artículo 484.- Los transformadores sumergidos en algún tipo de líquido, instalados dentro de alguna construcción en superficie, deben estar protegidos con materiales a prueba de fuego que impidan que éste se extienda si el aceite o líquido contenido llegara a inflamarse.

La tecnología actual permite el uso de transformadores secos, encapsulados en resinas, por lo que es impensable el uso de transformadores con dieléctrico de aceite. Sólo se puede usar transformadores aislados en silicona si el dieléctrico de éste es líquido.

Si tales transformadores están instalados en lugares que representen riesgo, como cerca de la entrada de la mina o cerca de construcciones inflamables, se deben disponer los medios necesarios para evacuar o represar el aceite si la cubierta del transformador llegara a romperse.

Artículo 485.- Se prohíbe la utilización de extintores, espumantes o soluciones acuosas en el combate de incendios en instalaciones, equipos y dispositivos eléctricos energizados, sólo está permitido el uso de agua cuando ésta es atomizada mediante equipos especiales aprobados por el Servicio.

Los extintores deben tener las siguientes características:

- a) *Debe ser aprobado para uso en fuegos de origen eléctrico*
- b) *Debe estar dimensionado para el tamaño y tipo de equipo*
- c) *Deben estar localizados a la salida del área o sala; y,*
- d) *Deben estar siempre en condiciones operativas*
- e) *En el caso de uso de agua atomizada debe aplicarse la norma NFPA 750*

Puede considerarse la aplicación de la Norma NFPA Nº 15: Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire protection o NFPA Nº 750 Standard for Water Mist Fire protection Systems.

Artículo 486.- Se prohíbe mantener y almacenar materiales de todo tipo en subestaciones y salas eléctricas. Sólo se podrá mantener en estos recintos, los equipos, herramientas y dispositivos que sean necesarios para las operaciones regulares.

Artículo 487.- Las mediciones eléctricas deben efectuarse con las precauciones necesarias para evitar los riesgos derivados de la producción de chispas.

Artículo 488.- En todos los lugares de superficie en que sea necesario, deben colocarse pararrayos adecuados para proteger las instalaciones de las sobre tensiones debidas a la electricidad atmosférica.

Las líneas aéreas que alimenten polvorines deben estar protegidas contra descargas atmosféricas, mediante hilo de guardia.

Cuando los alimentadores subterráneos estén conectados a una línea aérea que exceda los 90 metros de longitud, se usará pararrayos (lightning arrester) o condensadores de protección contra sobre tensión transitoria que serán instalados en el punto de conexión de los alimentadores subterráneos.

Cuando estructuras tales como los portales, tuberías de servicio, rieles, cables u otras partes metálicas que no formen parte del sistema eléctrico de transmisión y distribución que entran a la mina subterránea y están en lugares expuestos a ser impactados o cargados por descargas atmosféricas, serán protegidos con hilos de guardia o sistemas de puesta a tierra con conexiones a tierra de muy baja resistencia, así como por pararrayos.

Ver mayor información en Norma NFPA Nº 780 Standard for the Installation of Lightning Protection Systems.

4. REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS, TÍTULO III, EXPLOTACIÓN MINAS SUBTERRÁNEAS

Capítulo Octavo: Prevención y Control de Incendios (Artículos 196 a 212)
Capítulo Décimo: Sistemas eléctricos (Artículos 216 a 236)

4.1 REQUERIMIENTOS DE INSPECCION, MANTENCION, PROGRAMAS Y PROCEDIMIENTOS

Artículo 196.- La Administración de toda faena minera, deberá adoptar las medidas de prevención y control de incendios, tendientes a resguardar la integridad de las personas, equipos e instalaciones. En la elaboración y construcción de los proyectos, como también, en las

operaciones, se deberán considerar las disposiciones contenidas en las normas nacionales e internacionales reconocidas, en lo que le sea aplicable.

Ver Sección III para requerimientos de prevención y protección contra incendio.

Entre otras medidas, se deberá considerar:

- a) Contar con los elementos e instalaciones de detección y extinción de incendios.
- b) Disponer de la inspección y mantención permanente de estos elementos.
- c) Desarrollar e implementar un programa de entrenamiento para su personal en técnicas de prevención y control de incendios.
- d) Organizar y entrenar brigadas bomberiles industriales y de rescate minero.
- e) Dictar normas de almacenamiento, uso, manejo y transporte de líquidos combustibles e inflamables y sustancias peligrosas.
- f) Mantener registro de comportamiento de los sistemas de ventilación frente a una emergencia.

Las brigadas antes mencionadas deberán además estar capacitadas en técnicas de primeros auxilios.

Ver Listado de normas NCh. de protección contra incendio en Sección III.

Artículo 197.- Para afrontar situaciones de emergencia ante la ocurrencia de incendio, en toda mina subterránea se deberá:

- a) Elaborar un procedimiento de evacuación del personal de la mina.
- b) Establecer sistemas efectivos de control de ingresos y salidas del personal de la mina.
- c) Contar con los sistemas de alarma que se requieran.
- d) Dotar de equipos auxiliares de rescate y refugios señalizados.
- e) Efectuar programas de simulacros de emergencia a lo menos una vez al año, para todo el personal de la mina.

Artículo 198.- Toda instalación que se ubique sobre la entrada de una mina o en sus inmediaciones (a una distancia menor de cincuenta metros (50 m)), debe ser construida de material incombustible y no podrán ser utilizados como depósitos de materiales combustibles y/o explosivos.

Para evitar que los gases y humos de un incendio de instalaciones cercanas puedan ingresar a la mina, se deberán instalar puertas metálicas en los accesos.

Ver Requerimientos de construcción de recintos eléctricos en Sección II.

Artículo 199.- Los brocales y accesos a la mina, se deberán mantener limpios de toda acumulación de desechos o materiales combustibles.

4.2 OPERACIÓN DE SOLDADURA

Artículo 200.- Toda operación de soldaduras o corte que se ejecute en una mina subterránea debe contar con autorización de la supervisión, mantener elementos extintores en el lugar y cuidar que esta operación no provoque el recalentamiento e incendio de materiales combustibles.

Terminadas las operaciones, será responsabilidad del personal soldador, inspeccionar y verificar que no queden restos incandescentes.

Artículo 201.- En aquellas labores mineras, donde existan equipos, materiales, construcciones o cualquier sustancia combustible, deberán existir puertas contra incendios con mecanismos de cierre expedito frente a una eventual emergencia.

4.3 REQUERIMIENTOS PROTECCIÓN INCENDIO EN RECINTOS CON RIESGO DE COMBUSTIÓN

Artículo 202.- Todo lugar, equipo o instalación calificada como de alto riesgo de combustión, debe contar con sistemas automáticos de detección y extinción de incendios.

Artículo 203.- Las instalaciones y almacenamiento de elementos combustibles tales como petroleras, lubricanteras o zonas de suministro y mantención de vehículos automotrices de las minas subterráneas, deben contar con la autorización del Servicio, previa presentación de un proyecto que cautele debidamente el riesgo de incendio. Se deberá considerar entre otros aspectos los siguientes:

- a) En lo que sea pertinente, para el diseño e instalación del proyecto, las disposiciones contenidas en el Reglamento sobre Almacenamiento y Distribución de Combustibles del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- b) Las instalaciones deben emplazarse de manera tal que ante una eventual emergencia, las descargas de humos y gases se hagan en forma directa a una galería de extracción general de aire viciado de la mina.
- c) Poseer puertas de material incombustible automáticas de aislamiento que eviten la difusión del humo y gases hacia otros sectores de la mina.
- d) Colocar la señalización pertinente sobre restricciones y advertencias respecto al no uso de llamas abiertas en estos lugares.
- e) Además de la iluminación normal, se deberá considerar alumbrado de emergencia y una permanente ventilación, que de acuerdo a las dimensiones de los recintos, aseguren un ambiente libre de vapores o gases combustibles.
- f) Establecer programas permanentes de ordenamiento y limpieza de la zona, evacuando permanentemente los residuos, fuera de la mina. El Servicio tendrá un plazo de sesenta (60) días para responder la solicitud, desde la fecha de presentación de ella en la Oficina de Parte.

Para Requerimientos de prevención y protección contra incendio en Instalaciones y almacenamiento de elementos combustibles, ver Norma Corporativa NCC Nº 20.

4.4 REQUERIMIENTOS PARA UNIDADES DIESEL

Artículo 204.- Cada unidad diesel deberá llevar los extintores reglamentarios, aunque tenga su propio sistema integrado.

4.5 TRASPASO DE LÍQUIDOS INFLAMABLES O COMBUSTIBLES

Los requerimientos de los Artículos 205 a 211 son obligatorios y complementarios en la aplicación de la Norma Corporativa NCC Nº 20.

Artículo 205.- Todo traspaso de líquidos inflamables o combustibles, deberá efectuarse en lugares ventilados y mediante el uso de dispositivos que eviten todo derrame de líquido. Se prohíbe el uso de recipientes de vidrio para el transporte de estos líquidos.

4.6 REQUERIMIENTOS PARA CONTENEDORES DE PRODUCTOS INFLAMABLES O COMBUSTIBLES

Artículo 206.- Los estanques, tambores, recipientes o similares, de los cuales se traspase o se extrae líquidos inflamables, deben estar conectados a tierra.

Artículo 207.- Los productos inflamables y combustibles que se utilicen en las faenas mineras, deben ser almacenados en bodegas acondicionadas para ello, con murallas y puertas exteriores que resistan a lo menos dos horas de exposición al fuego.

Artículo 208.- El carburo de calcio, de uso habitual en la pequeña minería, deberá ser almacenado en superficie en lugar seco y ventilado.

Este Artículo no aplica a las Divisiones de la Corporación.

Artículo 209.- La cantidad de combustible almacenado en el interior de la mina no debe exceder el consumo estimado para cinco (5) días de operación, pudiendo ser mayor, siempre que se cuente con una autorización del Servicio. El Servicio tendrá un plazo de treinta (30) días para responder la solicitud, desde la fecha de presentación de ella en la Oficina de Parte.

4.7 DISTANCIAS DE SEGURIDAD A DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLE (Ver Norma Corporativa NCC Nº 20)

Artículo 210.- Los depósitos de combustible en superficie, deberán ubicarse de tal forma que las corrientes de aire alejen los gases de la bocamina en caso de incendio; la distancia horizontal a que se instalará un depósito de combustible de una bocamina estará dada por la expresión:

$$D = N^{\circ} \text{ de litros} / 200$$

Donde la distancia mínima (D) es treinta metros (30m)

Se consideraran estanques independientes, los ubicados a una distancia tal que la explosión o incendio de uno de ellos no afecte al otro, en caso contrario la distancia mínima (D), se calculará considerándolos como uno solo.

La distancia de seguridad entre estanques de combustibles está dada por:

Metros Cúbicos	Metros	Distancia, m
0 - 200		3
200 - 4.000		5
4.000 o más		10

Ver información adicional en Norma Corporativa NCC Nº 20.

4.8 ESTACIONES DE EXPENDIO DE COMBUSTIBLE

Artículo 211.- Las estaciones o lugares destinados a reabastecer de combustible a las máquinas diesel deberán estar adecuadamente ventilados, ser de material incombustible y tener una superficie lisa impermeable, la cual siempre debe conservarse limpia.

Deberán contar con un apropiado sistema de detección y extinción de incendio. Este será el único lugar autorizado para reabastecer de combustible a la máquina.

El piso de esta área dispondrá de canalizaciones que impidan el libre escurrimiento ante derrames accidentales y permitan la rápida recolección del líquido.

El abastecimiento de combustible en los lugares de trabajo, por medio de vehículos especiales, podrá ser autorizado por el Servicio siempre y cuando se solicite mediante un informe, el cual deberá contener, a lo menos, las características del vehículo y el procedimiento específico de abastecimiento. El Servicio tendrá un plazo de treinta (30) días para responder la solicitud, desde la fecha de presentación de ella en la Oficina de Parte.

Artículo 212.- Las personas que no estén autorizadas no podrán entrar a los lugares de reabastecimiento de combustible y ninguna persona podrá fumar o usar luz de llama abierta a menos de quince (15) metros de estos lugares, los cuales deben estar señalizados.

CAPÍTULO DÉCIMO: Sistemas Eléctricos (Artículos 216 A 236)

4.9 REQUERIMIENTOS GENERALES

Artículo 216.- Serán aplicables, en lo concerniente, las disposiciones del Título IX, Capítulo V, de este Reglamento.

Ver Secciones I a V de esta Norma Corporativa.

Artículo 217.- Todos los equipos eléctricos que se necesite introducir en la mina deben ser aprobados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

4.10 AVISOS A SERNAGEOMIN

Artículo 218.- El administrador dará oportuno aviso al Servicio sobre:

- a) Las características de equipos eléctricos diferentes a los aprobados que se desee introducir en el interior de la mina, y

- b) Las modificaciones mayores que se introduzcan al proyecto original, en cuanto al cambio y reubicación de subestaciones principales, cambios de voltaje, frecuencia y, en general, todo cambio de tecnología, consumos y distribución que altere lo previamente autorizado.

4.11 MARCADO, IDENTIFICACIÓN DE CABLES Y MONTAJE

Artículo 219.- Los cables multiconductores instalados en galerías deberán estar identificados de acuerdo a codificación de colores y a lo dispuesto por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Cada cien metros de longitud o mayores distancias según se determine se colocarán marcas identificatorias que permitan su individualización.

Artículo 220.- Todo tendido eléctrico en una mina subterránea debe ir ubicado en cajas, opuesto a la ubicación de las redes de agua y de aire. En caso que esto no sea factible deberá ir ubicado en el techo o en un lugar más alto que las redes antes mencionadas.

4.12 NIVELES DE TENSIONES

Artículo 221.- No podrán emplearse tensiones mayores a seiscientos (600) volts. En máquinas portátiles que vayan a usarse en sectores inmediatos a los frentes de trabajo o en los frentes mismos, o en galerías que sirvan de tránsito a las personas.

Las tensiones superiores a seiscientos (600) volts sólo se usarán para la transmisión de energía al interior de la mina, o para la alimentación de transformadores, motores estacionarios o aparatos en los cuales los enrollamientos que reciben dicha tensión sean fijos.

Artículo 222.- Los alimentadores de tensión superior a seiscientos (600) volts. Deben ser del tipo "armado", con cubierta metálica protectora. Esta armadura deberá conectarse a tierra.

Adicionalmente podrán usarse cables no armados siempre y cuando sus especificaciones técnicas controlen el riesgo de incendio (retardante de llama, gases no clorados, baja opacidad de los humos y no corrosivos) y garanticen plena aislación de la energía. En estos casos deberá solicitarse la autorización del Servicio. El Servicio tendrá un plazo de treinta (30) días para responder la solicitud, desde la fecha de presentación de ella en la Oficina de Parte.

Ver Sección II, III y IV para mayor información.

Los cables armados podrán instalarse bajo tierra o suspenderse en los costados de las galerías, en soportes diseñados para tal efecto.

Se aceptarán cables alimentadores de tensión superior a seiscientos (600) volts., del tipo flexible, que lleven una malla metálica protectora concéntrica en cada fase. Dicha malla deberá conectarse a tierra.

N.C.C.	Nº 21
REVISIÓN	1
VIGENCIA	01.12.2006
Pág.	261 de 264

4.13 PUESTA A TIERRA NIVEL DE OPERACIÓN ELECTRIFICADO

Artículo 223.- En cada nivel electrificado deberá tenderse un cable de tierra, conectado eléctricamente al cable de tierra general de la faena minera.

Las subestaciones (transformadores) y centros de distribución de energía del nivel deberán conectarse a este cable de tierra del nivel, configurando la red o malla de tierra de éste.

Toda maquinaria fija, línea férrea (ferrocarril no electrificado), cañerías de aire y de agua instaladas en el nivel, las estructuras metálicas y artefactos metálicos, deberán ir conectados eléctricamente al cable de tierra.

Artículo 224.- Las carcasas de los motores, de los generadores, de los transformadores y de los equipos de maniobras y las estructuras y bases en que estén montadas, deberán conectarse eléctricamente a la malla de tierra del nivel.

La línea de tierra del nivel deberá ser eléctricamente independiente del retorno usado, donde exista tracción eléctrica.

Artículo 225.- Las canalizaciones que cruzan áreas de tránsito deben estar a lo menos a dos metros diez centímetros (2,10 m) sobre el nivel del piso, o deben ser instaladas bajo tierra.

Todas las redes eléctricas que deban pasar bajo tierra deben quedar debidamente protegidas y señalizadas.

4.14 RECINTOS ELÉCTRICOS CON OPERADOR 24 HORAS

Artículo 226.- En centros de distribución eléctrica, atendidos por personal, deberán mantenerse máscaras autónomas que permitan la inmediata y segura acción del operador, en caso de incendio.

4.15 PROTECCIÓN INCENDIO SUBESTACIONES

Artículo 227.- Las subestaciones subterráneas deberán ser construidas de materiales incombustibles y estar provistas de elementos apropiados para extinción de incendios.

Este artículo no aplica a instalaciones de subestaciones al interior de minas subterráneas. Su aplicación está dirigida a las subestaciones de distribución pública instaladas bajo el nivel de suelo.

4.16 BÓVEDAS PARA TRANSFORMADORES

Artículo 228.- No deben instalarse, en minas subterráneas, transformadores con devanados sumergidos en aceites u otros líquidos aislantes cuya combustión genere humos o gases tóxicos. Instalaciones especiales, en cámaras herméticas y/o aisladas, podrán ser específicamente aprobadas y autorizadas por el Servicio. El Servicio tendrá un plazo de treinta (30) días para responder la solicitud, desde la fecha de presentación de ella en la Oficina de Parte.

N.C.C.	Nº 21
REVISIÓN	1
VIGENCIA	01.12.2006
Pág.	262 de 264

Los requerimientos para bóvedas de transformadores se explican muy bien en el Artículo 450 del National Electrical Code.

Para requerimiento de instalación de transformadores en interiores, todos los cuales deben cumplir con el requerimiento de fluido dieléctrico con un punto de ignición sobre 300°C, se aplicará el criterio de NEC 450-23/UL o el criterio de NEC 450-23/FM. La elección depende de situaciones del lugar y el costo involucrado.

4.17 NIVEL DE TENSIÓN PARA TROLE Y VÍAS DE RETORNO

Artículo 229.- El voltaje nominal en circuito de trole reglamentado en esta parte (ferrocarriles eléctricos subterráneos), no podrá exceder los trescientos (300) volts. Sistemas con voltajes superiores a trescientos (300) volts deben ser autorizados por el Servicio. El Servicio tendrá un plazo de treinta (30) días para responder la solicitud, desde la fecha de presentación de ella en la Oficina de Parte.

Artículo 230.- No podrán usarse, como vías de retorno de Ferrocarriles eléctricos subterráneos, cañerías de agua o de aire, estructuras, blindajes de cables eléctricos ni los cables de tierra.

4.18 AVISOS DE ADVERTENCIA CRUCES Y BIFURCACIONES

Artículo 231.- Se deben colocar avisos visibles o señales luminosas para prevenir la existencia de línea de contacto en los cruces y bifurcaciones de las galerías con Ferrocarril eléctrico subterráneo.

4.19 GENERACIÓN DE HUMOS EN CABLES ELÉCTRICOS

Artículo 232.- Los cables eléctricos cuya falla pueda generar humo, no deben tenderse por labores de ingreso de aire y, si no fuere posible aplicar esta norma, los cables deberán ser confinados en canalizaciones que eviten la propagación del humo. ***Ver Anexo 6, punto 6.8, Sección IV.***

4.20 PROTECCIÓN CONTRA AGUA EN TROLE

Artículo 233.- En las galerías de tracción con Ferrocarril eléctrico subterráneo se desviará el agua procedente del techo, evitando que caiga sobre los hilos de contacto o los alimentadores. La misma medida deberá tomarse cuando existan redes eléctricas en la galería, evitando el mojado de los cables e instalaciones.

Artículo 234.- Los conductores utilizados para la línea de trole o para los alimentadores, deberán instalarse aislados de modo tal que no puedan provocar incendio en la madera de fortificación.

En el desarrollo de nuevas minas en El Teniente ya no se usa fortificación de madera.

4.21 PROTECCIÓN CONTRA EXPLOSIONES

Artículo 235.- Deben adoptarse todas las medidas necesarias para proteger el material eléctrico durante determinadas operaciones, como cachorreo, reparación de galerías y otras semejantes.

4.22 NIVEL DE TENSIÓN PARA SEÑALIZACIÓN

Artículo 236.- Cuando se emplee electricidad para la señalización, la tensión no deberá exceder de doscientos veinte (220) volts en cualquier circuito donde haya riesgos de contacto con personas.

Los dispositivos de contacto que se empleen en la señalización deberán construirse en forma que se evite el cierre accidental del circuito. Los conductores de las instalaciones telefónicas y de señalización deberán estar protegidos contra cualquier contacto con otras canalizaciones y aparatos, y contra todo efecto de inducción.

5. REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS, TÍTULO IV, EXPLOTACIÓN DE MINAS A RAJO ABIERTO **Capítulo Quinto: Servicios Eléctricos (Artículos 261 a 265)**

5.1 REQUERIMIENTOS GENERALES

Artículo 261.- Serán aplicables, en lo concerniente, las disposiciones del Título IX, Capítulo V, de este Reglamento.

Ver Secciones I a V de esta Norma Corporativa.

5.2 REQUERIMIENTOS PARA CABLES

Artículo 262.- Todos los cables eléctricos utilizados para la transmisión de energía a las palas, grúas, perforadoras y maquinarias o equipos mayores, en general, deben contar con las aislaciones y protecciones estándares diseñadas para tales fines. Dichos cables no deben ser expuestos a ser pisados o estropeados por vehículos.

Los cables enterrados, deberán ser convenientemente señalizados e indicados en un plano para evitar dañarlos o entrar en contacto accidental con ellos.

5.3 REGISTRO ESTADO INSTALACIONES INICIO DE TURNO

Artículo 263.- Al inicio de cada turno y cada vez que sea necesario su manipulación, el personal que utiliza tendidos eléctricos deberá revisar el estado de cables, conexiones e interruptores. Cualquier desperfecto detectado debe ser comunicado de inmediato al supervisor.

Se debe suspender la operación del equipo o instalación dañada, cuando aquella represente un alto riesgo a personas o equipos.

N.C.C.	Nº 21
REVISIÓN	1
VIGENCIA	01.12.2006
Pág.	264 de 264

5.4 PROTECCIÓN FÍSICA DE TRANSFORMADORES

Artículo 264.- Los transformadores y distribuidores de energía, sean fijos o móviles, deberán ser de fácil acceso y estar resguardados de las operaciones inherentes al avance de la explotación.

5.5 MANIPULACIÓN Y TRASLADO DE CABLES

Artículo 265.- Se prohíbe la manipulación, disposición y traslado de cables de alimentación a palas, perforadoras y en general de alta tensión, con equipos que no sean los adecuados para esa operación.

José Pablo Arellano
Presidente Ejecutivo

Santiago, 01 de diciembre de 2006