

(2001-07-11).- R. M. N° 308-2001-EM/VME.-Aprueban Norma Técnica “Uso de la Electricidad en Minas” (2001-07-16)

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL  
N° 308-2001-EM/VME**

Lima, 11 de julio de 2001

**CONSIDERANDO :**

Que, el Código Nacional de Electricidad es un documento técnico que establece prescripciones consideradas necesarias para la seguridad de las personas y de las propiedades en el uso de la electricidad;

Que, el Código Nacional de Electricidad no cubre las consideraciones de seguridad, principios generales o requerimientos para el uso de la electricidad en la minería subterránea, de superficie y canteras, por lo que es necesario emitir la normatividad correspondiente que a su vez fomente la tecnificación del uso de la electricidad en la actividad minera y promueva condiciones de seguridad;

Que, el proyecto de norma técnica “Uso de la Electricidad en Minas” ha sido prepublicado en la Página Web del Ministerio de Energía y Minas, con el correspondiente aviso en el Diario Oficial “El Peruano”, originando sugerencias y aportes que han sido considerados en el texto definitivo;

De conformidad con el inciso c) del Artículo 6° del Decreto Ley N° 25962, Ley Orgánica del Sector Energía y Minas;

Con la opinión favorable del Director General de Electricidad y del Viceministro de Energía;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.-** Aprobar la norma técnica: “Uso de la Electricidad en Minas”, la cual forma parte integrante de la presente Resolución.

**Artículo 2°.-** La presente Resolución Ministerial entrará en vigencia al día siguiente de su publicación.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

CARLOS HERRERA DESCALZI

Ministro de Energía y Minas

## USO DE LA ELECTRICIDAD EN MINAS

### INTRODUCCIÓN

El objetivo general de esta norma intitulada “Uso de la Electricidad en Minas” es establecer mínimos estándares y requerimientos esenciales para la instalación y mantenimiento de los equipos eléctricos destinados a uso minero.

También considera disposiciones para la prevención de los peligros de incendios, daños a personas y propiedades; así como una adecuada operación y mantenimiento de los equipos.

Se incluye prescripciones aplicables a todo tipo de mina; a minas de superficie y canteras; y, a minas subterráneas.

Se permite métodos alternativos a los requerimientos de esta norma donde se asegure que objetivos equivalentes puedan ser logrados estableciendo y manteniendo un nivel de seguridad igual o mayor.

La presente norma se aplicará a toda nueva instalación. Las instalaciones existentes se adecuarán a esta norma de acuerdo a un plan, y serán evaluadas para determinar la existencia de riesgos que impidan su operación con seguridad, en cuyo caso se hará las modificaciones necesarias.

### 1. ALCANCE

- 1.1 Establecer los requerimientos mínimos de seguridad para todo trabajo que involucra el uso de la electricidad y para los equipos eléctricos que operan, o tienen el propósito de operar, en minas y canteras; no es aplicable a minas de carbón.
- 1.2 La norma se aplica conjuntamente con el Código Nacional de Electricidad, el cual contiene disposiciones que también deben aplicarse a no ser que estén consideradas por la misma.

### 2. DEFINICIONES

**Acoplador de cables ( “*cable coupler*” )** .- Dispositivo hembra-macho en el cual se conecta el extremo de un cable de suministro con un equipo u otro cable.

**Balde ( “*Skip*” )** .- Gran contenedor de metal, usualmente autodescargable, parecido a una caja, usado en un pique para izaje de minerales o rocas.

**Cable portátil de potencia ( “*portable power cable*” )** .- Cable extraflexible, usado para conectar equipos móviles o estacionarios en minas a una fuente de energía eléctrica cuando no sea practicable una instalación permanente.

**Caseta de interruptores ( “*Switch house*” )** .- Equipo eléctrico movable que contiene interruptores que controlan las salidas de alimentación hacia las máquinas utilizadas en las minas de superficie y canteras.

**Castillo de pique ( "headframe" )** .- Estructura de metal o madera en la parte superior de un pique que lleva una polea para el cable de izaje y es utilizado para diferentes propósitos.

**Cubierta ( "jacket" )** .- Cubierta termoplástica o termoestable algunas veces reforzada, aplicada sobre el aislamiento principal, cubierta metálica o armadura de un cable.

**Conductor de puesta a tierra ( "Grounding conductor" )** .- Conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de una instalación, al electrodo o electrodos de tierra de la instalación.

**Conexión equipotencial ( "bonding" )** .- La unión permanente de partes metálicas para formar un paso o una trayectoria eléctricamente conductiva, que asegure la continuidad eléctrica y la capacidad para conducir cualquier corriente que le sea impuesta.

**Conmutador de retroceso ( "Backout switch" )** .- Un conmutador que permite la operación de la wincha solamente en la dirección contraria al movimiento que originó sobrepasar el límite de seguridad.

**Dispositivo de puesta a tierra del neutro ( "Neutral-grounding device" )** .- Una impedancia usada para conectar a tierra el neutro de un sistema eléctrico, con el propósito de controlar la corriente de tierra y la tensión a tierra.

**Dispositivo de control de hombre muerto ( "Dead-man control" )** .- Dispositivo diseñado para parar un equipo cuando un operador libera el mismo con la mano o pie.

**Equipo eléctrico móvil** .- Equipo que está diseñado para ser energizado mientras se mueve.

**Equipo eléctrico movable** .- Equipo alimentado por un cable de arrastre y que está diseñado para ser movido sólo cuando está desenergizado.

**Equipo de interrupción ( "Switchgear" )** .- Un término general que cubre dispositivos de conmutación e interrupción y su combinación con dispositivos asociados de control, instrumentación, medición, protección y regulación, también los ensamblajes de estos dispositivos con interconexiones, accesorios y estructuras de soporte asociados, usados principalmente en conexión con generación, transmisión, distribución y conversión de energía eléctrica.

**Jaula ( "cage" )** .- Una plataforma encerrada que se mueve verticalmente y es usada en un pique de mina para el transporte de trabajadores y materiales.

**Mina** .- Cualquier apertura, excavación o trabajo de la tierra para propósitos de extracción, acondicionamiento o prueba de cualquier mineral o sustancia con contenido mineral, cuerpo mineralizado, mineral o yacimiento de carbón, estrato, suelo, roca, lecho de tierra, arcilla, arena, grava, etc.

**Monitoreo del conductor de tierra ( “ground-conductor monitoring” )** .- Acción de verificar la continuidad del conductor de tierra de los cables de alimentación.

**Personal autorizado** .- Personas que han sido advertidas de los peligros de la operación de los equipos eléctricos, instruidos y autorizados en el manejo de éstos por autoridad competente de una empresa minera.

**Personal calificado** .- Personas familiarizadas con la construcción y operación de los equipos y de los peligros involucrados.

**Wincha ( “hoist” )** .- Sistema que es accionado eléctricamente para subir minerales, rocas u otros materiales desde una mina y para subir o bajar personal o materiales.

**Wincha de fricción ( “friction hoist” )** .- Una wincha de mina en el que los baldes o jaulas están suspendidos a ambos lados de una tambora de fricción, la cual le imparte a los baldes o jaulas el movimiento deseado.

### 3 GENERALIDADES

#### 3.1 Alcance

Esta sección se aplica a todo tipo de operación minera, a no ser que se especifique de otra manera.

#### 3.2 Disposiciones diversas

##### 3.2.1 Desconexión eléctrica de la mina cuando deja de ser operada

Cuando una mina es abandonada o deja de ser operada, deberán tomarse precauciones a fin de no tener circuitos energizados que representen condiciones de riesgo hacia las personas.

##### 3.2.2 Planos de la mina

3.2.2.1 En toda mina donde se use electricidad debe haber planos o diagramas que muestren información actualizada que ayude a operar el sistema eléctrico.

3.2.2.2 Tales planos o diagramas estarán siempre disponibles para la autoridad competente y se suministrará copia de los mismos cada vez que los requiera.

##### 3.2.3 Supervisión y trabajo

3.2.3.1 Solamente personas autorizadas podrán operar o estar a cargo de aparatos eléctricos en una mina.

3.2.3.2 Las reparaciones, ampliaciones y cambios en las instalaciones eléctricas serán hechos solamente por personal calificado en electricidad.

### **3.2.4 Instalaciones temporales**

- 3.2.4.1 Se instalará interruptores en el punto de suministro de toda instalación temporal. Se considerará instalaciones eléctricas temporales a aquellas destinadas a periodos cortos para el mantenimiento y reparación de equipos o estructuras o al traslado de equipos. Sin embargo, tales instalaciones no son sustitutas de instalaciones permanentes y deberán ser retiradas tan pronto como se terminen los trabajos. Estas instalaciones sólo son aceptadas si están preparadas de acuerdo con las condiciones de uso y requerimientos especiales de dichas instalaciones.
- 3.2.4.2 Toda instalación temporal que no cumpla con esta norma podrá ser usada solamente mientras dure una emergencia, cuando:
- a) Peligre la vida o la seguridad de la mina esté involucrada;
  - b) Se proporcione supervisión calificada; y,
  - c) Se instalen barreras adecuadas y avisos de advertencia.

### **3.2.5 Instalaciones fuera de servicio**

- 3.2.5.1 Se desconectará de su fuente de alimentación toda instalación que esté fuera de servicio o dañada. Todo cable dejado en el lugar tendrá sus puntas aisladas y protegidas; en caso de estar defectuoso será retirado.
- 3.2.5.2 Toda línea aérea que esté fuera de servicio será desconectada de su fuente de alimentación, aislada y puesta a tierra.

### **3.2.6 Trabajos sobre equipos con tensión**

- 3.2.6.1 Ninguna reparación o modificación podrá llevarse a cabo sobre los equipos con tensión.
- 3.2.6.2 No obstante lo indicado en el numeral 3.2.6.1, si se requiere hacer ajustes, pruebas y calibraciones – mientras el equipo esté con tensión – se tomará todas las precauciones necesarias para que estas operaciones se realicen en forma segura.

### **3.2.7 Bloqueo y etiquetado de interruptores**

- 3.2.7.1 Se proveerá en cada circuito eléctrico de un sistema de etiquetado y bloqueo de los medios de desconexión.
- 3.2.7.2 Los medios de desconexión de una máquina o equipo estarán bloqueados y etiquetados en la posición abierta, mientras se realice trabajos en la máquina o equipo. El dispositivo de bloqueo podrá ser omitido si es que el interruptor automático o los fusibles no están equipados con medios de bloqueo y la tensión a tierra es de 150 V o menos.
- 3.2.7.3 Las etiquetas serán de material no conductor cuando sean colocadas sobre los equipos.

### **3.2.8 Extintores**

- 3.2.8.1 Toda sala con equipo eléctrico deberá contar con un extintor.
- 3.2.8.2 El extintor mencionado en el numeral anterior debe tener las siguientes características:
- a) Debe ser aprobado para uso en fuego de origen eléctrico;
  - b) Debe estar dimensionado para el tamaño y tipo de equipo;
  - c) Debe estar localizado a la salida del área; y,
  - d) Debe estar siempre en condiciones operativas.

### **3.2.9 Manual de normas y procedimientos**

Todo sistema eléctrico de una mina deberá contar con manuales internos de procedimientos sobre actividades de operación y mantenimiento del sistema eléctrico que se desarrolle en las minas.

## **3.3 Métodos de cableado**

### **3.3.1 Cables**

Las cubiertas de los cables no serán pintadas; sin embargo, pueden llevar cubiertas o capas adicionales de protección contra el fuego.

### **3.3.2 Cables portátiles de potencia (arrastre)**

- 3.3.2.1 Los cables portátiles de potencia que operen a tensiones que excedan los 300 V seguirán los numerales 3.3.2.2 a 3.3.2.4 de esta norma.
- 3.3.2.2 Los cables portátiles de potencia serán fabricados de acuerdo a la norma NEMA No WC-58 "*Portable and power feeder cables for use in mines and similar applications*" o similar.
- 3.3.2.3 Los cables portátiles de potencia que operen a tensiones que excedan los 750 V serán de los tipos SHD, SHD-GC o similares.
- 3.3.2.4 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).
- 3.3.2.5 Al poner a tierra las carcasas de los equipos (que se alimentan desde sistemas puestos 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 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.

### **3.3.3 Separación de seccionadores**

Cuando grupos de seccionadores sean instalados uno al lado de otro, se dispondrá de medios que identifiquen a estos a fin de evitar que seccionadores de circuitos diferentes sean abiertos.

### **3.3.4 Suministro de corriente alterna a equipos eléctricos móviles**

La alimentación eléctrica a un equipo eléctrico móvil tendrá una protección de falla a tierra y un sistema de monitoreo del conductor de tierra.

### **3.3.5 Cableado en polvorines**

#### **3.3.5.1 Disposición general**

Todo equipo eléctrico instalado en lugares de almacenamiento de explosivos o detonadores debe cumplir con los requerimientos correspondientes a la clasificación Clase II, División 2, de lugares peligrosos del Código Nacional de Electricidad.

#### **3.3.5.2 Ubicación de polvorines**

Los polvorines en superficie deben estar ubicados, en forma adyacente, como mínimo a 60 m de las líneas eléctricas aéreas y, como mínimo a 100 m de subestaciones eléctricas.

#### **3.3.5.3 Protección contra descargas atmosféricas**

Las líneas eléctricas aéreas que alimentan a polvorines deben estar protegidas contra descargas atmosféricas en caso existan en la zona.

### **3.3.6 Líneas aéreas de alimentación**

3.3.6.1 Toda línea de alimentación eléctrica aérea será instalada de acuerdo con lo dispuesto en el Código Nacional de Electricidad.

3.3.6.2 Ningún equipo o material debe ser almacenado dentro de:

- a) Los 3 m de cualquier punto directamente debajo de una línea de alimentación eléctrica o una parte energizada expuesta con una tensión 5 kV o menos; o,
- b) Los 15 m de cualquier punto directamente debajo de una línea de alimentación eléctrica o una parte energizada expuesta con una tensión encima de los 5 kV.

3.3.6.3 Las distancias de aislamiento mínimas para el desplazamiento de vehículos o máquinas debajo o en las proximidades de líneas eléctricas aéreas serán de acuerdo a la tabla N° 2 de esta norma.

3.3.6.4 Las distancias especificadas en el numeral 3.3.6.3 no están previstas para el movimiento de grúas, palas y perforadoras. Los numerales 3.3.6.5 y 3.3.6.6 están relacionados al movimiento de equipos especiales debajo y a lo largo de líneas

aéreas energizadas de suministro y no debe entenderse como un procedimiento para trabajar en la vecindad de líneas energizadas.

3.3.6.5 Cuando tenga que moverse un equipo especial y se encuentre que las distancias mínimas especificadas en la tabla N° 3 : “Espaciamientos mínimos para el movimiento de equipos” no puedan cumplirse, las líneas de suministro deberán ser desenergizadas, aisladas y puestas a tierra por personal calificado en electricidad.

3.3.6.6 El personal involucrado en el movimiento de equipos especiales en la vecindad de líneas aéreas energizadas minimizará el peligro de descarga eléctrica por contacto accidental. Dichos movimientos serán considerados dentro de los procedimientos internos de seguridad de la empresa.

### **3.4 Instalación de equipos**

#### **3.4.1 Medios de desconexión del tipo apertura visible**

3.4.1.1 En todos los circuitos que operen a tensiones que excedan los 300 V se instalará medios de desconexión del tipo apertura visible u otros que indiquen que los contactos estén abiertos y deberán localizarse tan cerca como sea posible al punto de suministro.

3.4.1.2 No obstante los requerimientos del numeral 3.4.1.1, se permitirá interruptores automáticos de caja moldeada sin apertura visible, siempre y cuando se tomen medidas para asegurar que todas las fases estén abiertas.

#### **3.4.2 Tomacorrientes**

Todos los tomacorrientes en duchas o áreas de lavado deberán cumplir lo previsto por el Código Nacional de Electricidad.

#### **3.4.3 Equipos móviles**

Las perforadoras, compresoras superiores a los 40 HP, perforadoras del tipo “*raise borer*”, equipos de profundización de piques y bombas sumergibles, que operen a tensiones por encima de los 300 V y estén conectados a una fuente de tensión con un cable portátil de potencia deberán:

- a) Usar cables portátiles de potencia que cumplan con los requerimientos de la norma NEMA No WC 58 y serán de los tipos SHC-GC, SHD-GC o similares;
- b) Tener una protección de falla a tierra y un monitoreo del conductor de tierra en el lado de la fuente; o el equipo móvil estará unido a la red de tierra usando un conductor externo de capacidad equivalente a los conductores de tierra del cable portátil de potencia; y,
- c) Donde sea practicable, no estar sujeto a tensiones de falla a tierra que excedan los 100 V ( Ver apéndice A)

#### **3.4.4 Acopladores de cables**



Los acopladores de cables que se usen para unir cables portátiles de potencia que operen a tensiones que excedan los 300 V deberán tener:

- a) Un dispositivo de sujetamiento mecánico, para unir el acoplador de cable, con una resistencia a la tracción mayor que el de los cables portátiles de potencia;
- b) Dispositivos liberadores de esfuerzo adecuados para el cable portátil de potencia;
- c) Medios para prevenir el ingreso de humedad;
- d) Una disposición de pines de modo que:
  - i) El pin del conductor de tierra cierre antes y abra después que los pines de los conductores de fase; y,
  - ii) El pin de monitoreo de la línea de tierra cierre después y abra antes que los pines de los conductores de fases.

### **3.4.5 Sistemas de fajas transportadoras**

3.4.5.1 Toda sección accesible de una faja transportadora accionada eléctricamente deberá tener un cordón de seguridad que se extienda a lo largo de la sección y que esté dispuesto de tal manera que pare la faja en caso de emergencia. El interruptor operado por el cordón de seguridad será de reposición manual.

3.4.5.2 Una faja transportadora usada en mina subterránea o una faja transportadora de más de 15 m de longitud instalada en un edificio u otra estructura cerrada tendrá un dispositivo de detección para parar el motor en el caso de que la faja se obstruya o se desvíe.

3.4.5.3 Cuando la faja transportadora se arranque automáticamente o cuando una parte de ésta no sea visible para el operador, la faja tendrá un dispositivo de alarma previo al momento del arranque.

## **3.5 Protección y control**

### **3.5.1 Enclavamiento en los dispositivos de seccionamiento**

3.5.1.1 Todo seccionador debe estar mecánica o eléctricamente enclavado con un interruptor.

3.5.1.2 Donde no sea práctico cumplir con el numeral 3.5.1.1, los dispositivos estarán clara y permanentemente marcados para indicar que ellos son sólo para abrir sin carga.

### **3.5.2 Protección y control de transformadores**

Se instalará medios de desconexión adecuados en el circuito primario de cada transformador de potencia y distribución o en cada banco de transformadores que opere como una unidad. También serán instalados medios de desconexión en el lado secundario de cada transformador cuando los transformadores operen en paralelo para alimentar a un solo circuito.

### **3.5.3 Prueba y calibración de los dispositivos de protección**

Excepto para los fusibles, los dispositivos de protección para instalaciones que operen a tensiones que excedan los 750 V serán probados para determinar que los dispositivos protejan al equipo contra operaciones que excedan su capacidad de diseño. Estas pruebas serán realizadas antes de su uso inicial y después de cada 3 años de uso y los resultados serán registrados en un libro de ocurrencias.

### **3.5.4 Protección de falla a tierra**

Para el propósito de esta norma, la protección de falla a tierra requiere que el suministro sea:

- 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 V o menos; y,
- b) Desenergizado, si la corriente de falla a tierra excede el 20% de la corriente de falla esperada. ( Ver apéndice A)

### **3.5.5 Monitoreo del conductor de tierra**

Para los propósitos de esta norma, el monitoreo del conductor de tierra requiere que la fuente sea desenergizada por un circuito a prueba de fallas en el caso que:

- a) El conductor de chequeo de tierra interrumpa el circuito;
- b) El retorno de tierra interrumpa el circuito; o,
- c) 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 V e indicará permanentemente la continuidad del circuito de tierra.

## **3.6 Puesta a tierra**

### **3.6.1 Dispositivos de puesta a tierra del neutro**

Los dispositivos de puesta a tierra del neutro deben ser:

- a) Dimensionados para funcionamiento continuo, excepto cuando se provea un dispositivo de disparo de falla a tierra;

- b) Monitoreados de tal manera que desenergize la fuente si el dispositivo de puesta a tierra del neutro se abre; y,
- c) Conectados tan cerca como sea práctico al neutro de la fuente.

### **3.6.2 Indicación de falla a tierra**

- 3.6.2.1 En casos que existan sistemas no puestos a tierra se proveerá un dispositivo indicador de falla a tierra con:
- a) Una protección de cortocircuito; y,
  - b) Medios de desconexión tal como un interruptor de uso general.

Una falla a tierra debe ser investigada y eliminada tan pronto como sea posible.

- 3.6.2.2 Cuando se use una alarma visible para indicar una falla a tierra, tal alarma será continua hasta que se elimine la falla. En caso se use alarmas audibles y visibles, la alarma audible podrá ser cancelada y reemplazada por la alarma visible hasta que se elimine la falla.

## **3.7 Protección contra descargas atmosféricas**

### **3.7.1 General**

- 3.7.1.1 Se usará, donde se requiera, equipos para protección contra descargas atmosféricas que incluirá pararrayos, condensadores de protección contra sobretensiones transitorias, explosores de protección de alta velocidad, líneas de guarda, estructuras de guarda y pararrayos de varilla.
- 3.7.1.2 La protección contra descargas atmosféricas estará de acuerdo con los numerales 3.7.2 y 3.7.3 de esta norma y con las disposiciones aplicables del Código Nacional de Electricidad.

### **3.7.2 Líneas aéreas**

- 3.7.2.1 Cuando los alimentadores que se empleen para trabajos subterráneos estén conectados a una línea aérea que exceda los 90 m de longitud, se usará pararrayos o condensadores de protección contra sobretensión transitoria que serán instalados en el punto de conexión de los alimentadores subterráneos.
- 3.7.2.2 Cuando las líneas aéreas alimenten equipos de superficie, se instalará pararrayos o condensadores de protección contra sobretensión transitoria en los puntos de conexión.

### **3.7.3 Líneas de guarda o estructuras**

—

Cuando estructuras como castillos de pique, tuberías de servicio, carriles, cables u otra parte metálica que no forme parte del sistema de conducción eléctrica entran a una mina y están en lugares expuestos a ser impactados o cargados por rayos, tales estructuras serán protegidas en la superficie por líneas de guarda o sistemas de puesta a tierra con tomas de tierra de muy baja resistencia, así como por pararrayos.

## **4 MINAS DE SUPERFICIE Y CANTERAS**

### **4.1 Alcance**

Este capítulo cubre los requerimientos para minas de superficie y canteras. Estos requerimientos son adicionales a lo especificado en el capítulo 3: Generalidades.

### **4.2 Salas con equipamiento eléctrico**

#### **4.2.1 General**

La ubicación, construcción e instalación de una sala que contenga equipos eléctricos deberán asegurar la mejor protección contra la propagación del fuego, ingreso de polvo y agua, y atmósferas corrosivas. Estas salas eléctricas estarán lo suficientemente ventiladas para mantener los equipos a temperaturas seguras.

#### **4.2.2 Iluminación**

Los niveles de alumbrado serán de magnitud suficiente para asegurar que todos los equipos se puedan distinguir claramente y todos los instrumentos y etiquetas puedan leerse fácilmente. Se proveerá de un sistema de alumbrado de emergencia cuando exista la posibilidad de peligro al personal por causa de una falla en el sistema de alumbrado.

#### **4.2.3 Sistema de alarma contra incendios**

Una sala con equipamiento eléctrico tendrá un sistema adecuado de alarma contra incendio cuando exista peligro de incendio.

### **4.3 Equipamiento eléctrico exterior – cercado**

#### **4.3.1 General**

Las cercas para la protección de los equipos eléctricos serán construidas e instaladas de acuerdo con los requerimientos del Código Nacional de Electricidad.

#### **4.3.2 Mantenimiento**

No deben almacenarse materiales junto a las cercas, las cuales son mantenidas libres de corrientes de agua, acumulación de escombros y vegetación elevada.

### **4.4 Líneas aéreas de alimentación**

#### **4.4.1 Medios de desconexión**

Los medios de desconexión serán instalados tan cerca como sea práctico al punto de inicio de cada circuito derivado de la línea de alimentación.

Los medios de desconexión estarán equipados o diseñados de tal manera que pueda determinarse por observación visual que estos están abiertos.

#### **4.4.2 Trabajos en líneas aéreas**

##### **4.4.2.1 Desconexión de la línea de alimentación y puesta a tierra**

Toda línea aérea de alimentación será desenergizada y puesta a tierra antes de que se realice algún trabajo sobre ella.

##### **4.4.2.2 Trabajos sobre las líneas aéreas de alimentación**

Ninguna línea aérea de alimentación será considerada como desenergizada, para desarrollar trabajos sobre ésta, hasta que haya sido verificado por un personal calificado que la línea aérea ha sido aislada y puesta a tierra. Los trabajos serán desarrollados solamente de acuerdo con las técnicas y procedimientos elaborados por la propia empresa.

#### **4.5 Alimentación en alta tensión para equipos móviles**

##### **4.5.1 Aumento del potencial de tierra**

Un circuito que alimente un equipo móvil será puesto a tierra a través de un dispositivo de puesta a tierra del neutro que limite el aumento del potencial de tierra en el equipo móvil a 100 V o menos. (ver apéndice A)

##### **4.5.2 Dispositivos de puesta a tierra del neutro**

El dispositivo de puesta a tierra del neutro será continuamente monitoreado por un dispositivo que desconectará la alimentación si ocurre una apertura de circuito en el dispositivo de puesta a tierra del neutro.

##### **4.5.3 Conexión primaria a una caseta de interruptores móvil o subestación transformadora desde una línea aérea de alimentación.**

Se aplicará lo siguiente:

- a) El cable de conexión a la línea aérea de alimentación terminará en un medio de desconexión localizado en un poste.
- b) La longitud del cable de conexión no debe exceder los 25 m a no ser que:

- i.- La capacidad de corriente del cable sea al menos un tercio del ajuste por sobrecorriente de la fuente de alimentación; o,
  - ii.- Se instale en el punto final del cable que viene de la línea aérea un dispositivo de protección de sobrecorriente adecuadamente dimensionado.
- c) Los conductores del cable de conexión serán continuos y estarán directamente conectados a los terminales de alimentación de la caseta de interruptores o subestación, o terminarán en un conector hembra que se conectará con el conector macho adherido a la caseta de interruptores o subestación claramente etiquetado y mecánicamente asegurado al conector hembra.
  - d) No se usará acopladores de cable o cajas de empalme en la línea de conexión de la caseta de interruptores o subestación.

## 4.6 Equipos eléctricos móviles

### 4.6.1 Caseta de interruptores móvil

La construcción de la estructura será adecuada para el movimiento sobre terreno rugoso o estará provista con adecuados medios de izaje para permitir levantarlo sobre otro medio de transporte.

La cubierta de la caseta de interruptores cumplirá con las exigencias tipo IP24 (ver tabla N° 4: "Selección de cubiertas para lugares no peligrosos") y estará puesta a tierra por medio de un sistema de puesta a tierra que cumplirá los requerimientos del Código Nacional de Electricidad relacionado a: Utilización, Sección Alta Tensión.

La caseta de interruptores incluirá los siguientes elementos:

- a) **Medios de desconexión.-** Los medios de desconexión serán manualmente operados, trifásicos, agrupados, del tipo hoja visible, excepto donde se use equipos de interrupción extraíbles. Adicionalmente serán de una capacidad adecuada, instalados en el punto de entrada de energía y enclavado con el interruptor.
- b) **Interruptor.-** El interruptor tendrá una adecuada capacidad de interrupción, debe ser completo con todos los dispositivos necesarios para dar protección contra cortocircuitos, sobrecargas y fallas a tierra.
- c) **Dispositivos de control.-** Los dispositivos de control que requieran ajuste o reconexión no deben estar localizados dentro de la sección de alta tensión de la cubierta de la caseta de interruptores.

### 4.6.2 Subestaciones móviles

#### 4.6.2.1 Subestaciones

Las subestaciones que consistan de un conjunto de equipos eléctricos montados sobre una estructura autoportante móvil deberán cumplir con lo siguiente:

- a) **Estructura de la subestación.-** La estructura autoportante será adecuada para el movimiento a través de terreno rugoso o estará provista de adecuados medios de izaje para permitir el levantamiento sobre un medio de transporte.
- b) **Transformador de potencia.-** El transformador de potencia y los demás componentes de la subestación estarán dentro de una cubierta totalmente cerrada o estarán comprendidos dentro de un cerco fuerte de malla entrelazada o equivalente con una altura de al menos 2 m por encima de la plataforma y localizados a una distancia segura de cualquier parte energizada. Un aviso de advertencia indicando la tensión será puesto en forma visible a la entrada de la cubierta del transformador.
- c) **Conexión del dispositivo de puesta a tierra del neutro.-** El dispositivo de puesta a tierra del neutro deberá instalarse tan cerca como sea posible al neutro del transformador. Si el cable que conecta el neutro del transformador y el dispositivo de puesta a tierra excede los 2 m de longitud será protegido por elevación o por una cubierta.

#### 4.6.2.2 Sistema de puesta a tierra para subestaciones móviles

Las subestaciones móviles serán puestas a tierra de acuerdo a las exigencias del Código Nacional de Electricidad relacionado a Utilización, sección Alta Tensión.

#### 4.6.2.3 Resistencia del sistema de puesta a tierra de la subestación móvil

El sistema de puesta a tierra será diseñado e instalado para evitar la transferencia de potenciales que excedan los 100 V desde el sistema de puesta a tierra de la subestación móvil a cualquier equipo eléctrico móvil. La resistencia del sistema de puesta a tierra de la subestación móvil con electrodos será medida y la protección de falla a tierra será probada después de cada instalación o cambio de ubicación de la subestación. Se hará cambios si es necesario para asegurar que la elevación del potencial a tierra no exceda los 100 V. (ver apéndice A)

#### 4.6.3 Cables de arrastre ( uso)

##### 4.6.3.1 Accesorios de los cables

Los cables entrarán a las carcasas metálicas de los motores, cajas de empalmes y compartimientos eléctricos solamente a través de accesorios apropiados. Los cables de arrastre serán asegurados a las máquinas para protegerlos de daños y para evitar esfuerzos mecánicos sobre las conexiones eléctricas.

##### 4.6.3.2 Empalmes permanentes en cables de arrastre

Cuando se haga empalmes permanentes en cables de arrastre, estos empalmes serán:

- a) Mecánicamente fuertes con una adecuada conductividad eléctrica;

- b) Aislados y sellados en forma efectiva para evitar el ingreso de humedad; y,
- c) Probados por continuidad y aislamiento, por personal calificado antes de ser puestos en servicio. Un registro de reparaciones y pruebas será conservado.

#### **4.6.3.3 Protección de cables de arrastre**

4.6.3.3.1 Deberá escogerse una ruta adecuada para los cables para evitar que sean dañados y serán mantenidos visibles con adecuados marcadores a intervalos regulares a lo largo de la ruta del cable. Los acopladores de cable no estarán directamente sobre el piso de tierra, sino soportados a cierta altura sobre éste.

4.6.3.3.2 Cuando los cables crucen vías de transporte, o cuando haya equipos que pasen sobre ellos, los cables serán protegidos por elevación o contra el aplastamiento que puedan ocasionar los equipos.

#### **4.6.3.4 Identificación de cables de arrastre**

Todo terminal de cable en el lado de alimentación será provisto de un medio efectivo que identifique el equipo al cual va conectado.

#### **4.6.3.5 Desconexión de cables de arrastre**

Los acopladores de cable no serán conectados o desconectados mientras estén energizados. No debe usarse los circuitos de chequeo de tierra para aislar la fuente de potencia.

### **4.7 Equipo eléctrico móvil**

#### **4.7.1 Iluminación**

El nivel de alumbrado en todas las áreas de los equipos eléctricos móviles será lo suficiente para el desarrollo seguro y eficiente de todas las operaciones y labores de mantenimiento.

Se proveerá de alumbrado de emergencia para todas las áreas con equipos a fin de brindar una salida segura de todo el personal cuando haya una interrupción del alumbrado principal.

#### **4.7.2 Anillo deslizante de puesta a tierra**

El conductor de puesta a tierra del sistema llevado al equipo a través del cable de arrastre será conectado a la estructura giratoria a través de un anillo deslizante de puesta a tierra.

#### **4.7.3 Continuidad del circuito de tierra**

Se instalará medios que aseguren la continuidad del circuito de tierra hacia la parte superior de la estructura giratoria del equipo.

#### **4.7.4 Uniones equipotenciales**



-

Se usará puentes de unión equipotencial si es que la unión de las estructuras metálicas de los equipos eléctricos móviles es inadecuada.

## **5.- MINAS SUBTERRÁNEAS**

### **5.1 Alcance**

Estos numerales cubren los requerimientos para minas subterráneas, las cuales son adicionales a aquellos especificados en el capítulo 3.

### **5.2 Métodos de cableado**

#### **5.2.1 Conductores**

5.2.1.1 Los conductores y cables cumplirán con los requerimientos del numeral 5.2.3.

5.2.1.2 Los conductores, cables, o cables portátiles de potencia que alimenten a equipos fijos con tensiones a tierra que excedan los 150 V serán protegidos por armaduras, tubos rígidos (*“conduit”*) u otros medios mecánicos similares; o por una adecuada ubicación.

#### **5.2.2 Marcado de las cubiertas**

5.2.2.1 Los cables capaces de cumplir con los requerimientos del numeral 5.2.3 serán continuamente identificados y permanecerán sin pintar.

5.2.2.2 El marcado de las cubiertas de los cables portátiles de potencia tendrá, por lo menos, los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante;
- b) Tipo de denominación;
- c) Calibre del conductor;
- d) Tensión nominal;
- e) Año de fabricación; y,
- f) Si son a prueba de flama.

#### **5.2.3 Requerimientos de prueba de flama**

Todos los cables instalados en un pique de mina o vías de escape serán no propagadores de flama y tendrán una baja emisión de humos.

#### **5.2.4 Empalmes**

Cuando se haga empalmes en cables o conductores usados en un pique o chimeneas auxiliares a tensiones a tierra que excedan los 750 V;

- a) El empalme tendrá características mecánicas y eléctricas equivalentes a las del cable;
- b) El empalme será realizado bajo la supervisión directa de una persona competente; y,
- c) El empalme tendrá un aislamiento igual o superior que el cable original y estará sellado para excluir la humedad.

### **5.2.5 Cajas de empalmes**

- 5.2.5.1 Una caja de empalmes usada en circuitos que excedan los 750 V estará por lo menos a 3 m del pique.
- 5.2.5.2 Una caja de empalmes usada en el pique donde la tensión del circuito es de 750 V o menos cumplirá los requerimientos del tipo IP68 (ver tabla N° 4 “Selección de cubiertas para lugares no peligrosos”).
- 5.2.5.3 Una cubierta no metálica podrá ser instalada en mina subterránea, excepto en un pique de mina o vía de escape, si el material de la cubierta es no propagador de flama.

## **5.3 Instalación de transformadores y capacitores**

### **5.3.1 Transformadores de superficie–punto de inflamación menor que 300° C**

Un transformador que contiene un líquido con punto de inflamación menor que 300°C, instalado sobre la superficie en la vecindad de la entrada o vía de escape de una mina subterránea:

- a) Será localizado al menos a 15 m del castillo del pique, de la casa de wincha, de la bocamina, o edificio combustible junto a tales estructuras;
- b) Será montado sobre un piso no combustible diseñado para contener el líquido del transformador y evitar derrames por escurrimiento que penetren a la mina, casa de wincha, bocamina, castillo de pique, u otro edificio; y,
- c) Puede estar ubicado al lado de un edificio a prueba de llamas que esté junto al castillo de pique, de la casa de wincha, de la bocamina, si no hay aberturas en la parte del edificio que se encuentra adyacente al transformador a través del cual el humo o calor pueda entrar al edificio.

### **5.3.2 Transformadores subterráneos – Generalidades**

Un transformador instalado en una mina subterránea:

- a) Será protegido contra daño físico;
- b) Será resguardado de tal manera que se pueda impedir el acceso a personal no calificado y no autorizado, si hay partes expuestas energizadas;

- c) Estará separado de un almacén de explosivos como sigue:
  - i) Cuando el transformador es mayor que 5 kVA, por una distancia de al menos 15 m de roca sólida o una distancia de por lo menos 60 m de espacio abierto; o,
  - ii) Cuando el transformador es 5 kVA o menos, por una distancia de por lo menos 15 m de espacio abierto;
- d) Estará dimensionado para la temperatura ambiente;
- e) Tendrá espaciamientos alrededor del mismo para permitir un acceso seguro para inspección, mantenimiento y reparación;
- f) Será montado sobre una base a prueba de fuego y en una ubicación que minimice el esparcimiento del fuego;
- g) No será usado donde haya riesgo de inundación;
- h) Estará provisto con una cubierta que cumpla con los requerimientos del Código Nacional de Electricidad correspondiente al Sistema de Utilización.

### 5.3.3 Transformadores subterráneos – punto de inflamación menor que 300°C

Un transformador que contenga líquido con un punto de inflamación menor que 300°C, instalado en mina subterránea:

- a) Cumplirá con lo indicado en la cláusula 5.3.2;
- b) Será instalado de acuerdo al Código Nacional de Electricidad;
- c) Estará adecuadamente ventilado para propósitos de enfriamiento del equipo;
- d) Tendrá medios para contener cualquier derrame o gotera inadvertida.

### 5.3.4 Transformadores subterráneos- rellenos con nitrógeno o del tipo seco.

Cuando un transformador del tipo seco o de relleno con nitrógeno sea instalado en una mina subterránea:

- a) Cumplirá lo indicado en el numeral 5.3.2;
- b) Tendrá materiales aislantes iguales o superiores que la clase H de acuerdo a la publicación IEC N° 85: *“Thermal evaluation and classification of electrical insulation”* ; y,
- c) Estará a una distancia de al menos 3 m del pique cuando el transformador es mayor que 5 kVA.

### **5.3.5 Transformadores subterráneos – punto de inflamación mayor que 300° C**

Un transformador que contiene un líquido con un punto de inflamación encima de los 300°C, instalado en mina subterránea:

- a) Cumplirá con los requerimientos del numeral 5.3.2; y,
- b) Tendrá medios para una remoción segura de los gases peligrosos que puedan producirse dentro del transformador.

#### **5.3.5.1 Transformadores con PCB's ("Polychlorinated biphenyls")**

No está permitido el uso de transformadores que contengan PCB's.

### **5.3.6 Capacitores**

No se usará capacitores que contengan PCB's. Los capacitores que contengan líquidos inflamables:

- a) Serán instalados de acuerdo a lo indicado por el Código Nacional de Electricidad; y,
- b) Tendrán medios para contener cualquier derrame o goteo.

## **5.4 Cuadros de distribución y equipos de interrupción**

### **5.4.1 Disposiciones generales**

Los cuadros de distribución y equipos de interrupción deben:

- a) Estar protegidos contra daños físicos;
- b) Estar resguardados de tal manera que se pueda evitar el acceso de personal no calificado y no autorizado, si hubiera partes energizadas;
- c) Estar separados de las áreas de almacenamiento de explosivos por lo menos 15 m medidos a lo largo de las áreas de trabajo de la mina.
- d) Tener espaciamientos alrededor de estos que permitan un acceso seguro para inspección, mantenimiento y reparación;
- e) Estar instalados en bases resistentes al fuego;
- f) Estar en una ubicación que minimice la propagación del fuego; y,
- g) Estar instalados de acuerdo al Código Nacional de Electricidad.

## **5.5 Instalación de baterías de acumuladores**

### **5.5.1 Ubicación**

Las baterías de acumuladores usadas en locomotoras deben estar localizadas en salas de acumuladores o en áreas con un ambiente equivalente.

### **5.5.2 Instalación**

Las baterías de acumuladores y sus áreas de carga cumplirán con lo siguiente:

- a) Ellos deben estar ubicados de tal manera que no sean dañados por equipos móviles;
- b) Ellos deben estar ventilados por una adecuada cantidad de aire fresco para asegurar la difusión de los gases peligrosos que ellos producen;
- c) Todas las estaciones de carga de batería deben estar equipadas con un extintor adecuado para combatir los fuegos de origen eléctrico;
- d) No está permitido fuego abierto, excepto lo definido por el ítem (g);
- e) Está prohibido fumar;
- f) Los aparatos eléctricos deben estar encerrados en cubiertas apropiadas o ubicados de otra manera para asegurar que no exista posibilidad de encendido; y,
- g) La reparación de la batería debe ser realizada después de que todas las debidas precauciones han sido tomadas para asegurar la disipación de gases inflamables. Durante el tiempo que tome efectuar la reparación debe pararse la recarga de la batería.

### **5.5.3 Remoción del electrolito**

El electrolito de las baterías de acumuladores debe ser removido y neutralizado antes de que las baterías sean desechadas o almacenadas para recuperación.

## **5.6 Puesta a tierra**

### **5.6.1 Circuito de puesta a tierra**

El circuito de puesta a tierra que va del subsuelo a la superficie consistirá por lo menos de un conductor de cobre interconectado y unido con las partes metálicas del sistema eléctrico, a menos que un medio igualmente efectivo sea provisto.

### **5.6.2 Inspección**

La red de tierra será inspeccionada periódicamente por continuidad y evaluada para una adecuada capacidad.

## **5.7 Sistemas de comunicación**

### **5.7.1 Comunicación por voz**

- 5.7.1.1 La tensión del sistema de comunicación por voz no debe exceder los 50 V, con excepción del circuito de timbrado de un teléfono.
- 5.7.1.2 Cada circuito de un sistema de comunicación que se extienda a la superficie desde una mina subterránea debe estar provisto con un adecuado equipo de protección contra descargas atmosféricas, adecuadamente puesto a tierra en el lugar donde el circuito sale de los lugares de trabajo de la mina.
- 5.7.1.3 Se deberá tomar adecuadas precauciones para evitar que los conductores telefónicos o de señal eléctrica aislados o no sean energizados por otros conductores eléctricos.

### **5.7.2 Sistema de llamado de jaula**

Cuando sea instalado un sistema de llamado para una jaula, el sistema será operado a una tensión no mayor que 150 V.

### **5.7.3 Sistema de señales del pique**

- 5.7.3.1 Un sistema de señalización será instalado en una mina subterránea entre el operador que atiende la jaula y el operador de la wincha, con el fin de controlar la wincha. Este sistema será diseñado de tal manera que no pueda ser accionado por otra persona que no sea el operador de la jaula.

El control de la señal para el movimiento de la jaula estará localizado dentro del alcance del operador en la jaula

- 5.7.3.2 El sistema descrito en el numeral 5.7.3.1:
- a) Será operado a una tensión que no exceda los 150 V;
  - b) Será alimentado desde un transformador el cual no debe conectarse a otra carga;
  - c) Tendrá las partes metálicas no conductoras de corriente de la unidad de señalización puestos a tierra;
  - d) Será capaz de proporcionar señales que sean audibles y claras;
  - e) Será instalado en cada nivel de trabajo, plataforma de descanso, u otra ubicación del pique donde sea necesario.

## **5.8 Winchas de mina**

### **5.8.1 Aplicación de requerimientos**

Los requerimientos de los numerales 5.8.2 a 5.8.8 se aplican a toda wincha eléctrica de izaje.

## 5.8.2 Pruebas de verificación

Un registro de las pruebas ejecutado antes de la puesta en servicio de cada wincha debe ser archivado en la mina.

El desempeño de todos los componentes será probado de manera formal bajo el control de una persona experimentada en winchas.

## 5.8.3 Dispositivos y circuitos de protección

5.8.3.1 Cada freno de wincha estará equipado con un dispositivo que:

- a) Dé una indicación cuando se requiera un ajuste como resultado del desgaste del freno o aflojamiento del varillaje;
- b) Impida el arranque de la wincha en caso que se afloje el freno.

5.8.3.2 Se debe disponer de uno o más frenos con adecuados medios para aplicación automática en casos de emergencia y detenga la operación de cada tambora.

5.8.3.3 Cada wincha debe estar provista con dispositivos de protección y circuitos de protección que, cuando actúen, inician el control automático de los circuitos de fuerza en conjunción con la aplicación automática de los frenos para lograr que la wincha y lo que transporta paren en forma segura bajo todas las condiciones de carga permisible, dirección de viaje y velocidad.

5.8.3.4 Los circuitos de protección de seguridad deben:

- a) Ser diseñados para dar seguridad aún al fallar;
- b) Estar instalados y mantenidos para proporcionar una protección efectiva en todo momento; y,
- c) Ser operados a una tensión que no exceda los 250 V.

5.8.3.5 Cada wincha debe tener los siguientes dispositivos de seguridad los cuales inician una desaceleración automática y originan una parada antes de que la jaula o balde, el contrapeso o sus dispositivos de amarre puedan alcanzar cualquier obstrucción permanente:

- a) Adecuados dispositivos de protección contra el sobreenrollamiento (límite superior) operados directamente por la jaula, balde o contrapeso;
- b) Un dispositivo de protección accionado por la tambora que realice la primera función de protección contra el sobreenrollamiento o subenrollamiento;
- c) Se pondrá un dispositivo adicional contra el sobreenrollamiento o subenrollamiento cuando la velocidad de los cables es 4 m/s o más;

-

- d) Dispositivos de sobrevelocidad para que operen cuando la velocidad de los cables exceda la máxima autorizada;
- e) Dispositivos de retardo, accionados por la tambora o tamboras, los cuales forzarán a una gradual reducción de la velocidad en la medida que el balde, jaula o contrapeso se aproxime al extremo final del recorrido;
- f) Adecuados dispositivos contra el sobreenrollamiento y subenrollamiento para cada lugar de descarga de mineral o desmonte, chutes o puertas de derrame instalados en cada compartimiento de izaje de un pique en lugares que no sean los límites de un viaje regular de un balde o jaula, cuando las partes de tales lugares de descarga, chutes o puertas obstruyan el libre paso del balde o jaula;
- g) Dispositivos de protección, de baja tensión, en los circuitos de control de la wincha, según sea necesario, para efectuar una operación segura del equipo de izamiento;
- h) Dispositivos de protección de sobrecarga en el circuito de fuerza de la wincha que operen cuando haya una carga en el motor de la wincha de una magnitud y duración que exceda lo que pueda ser considerada como una operación con sobrecarga;
- i) Dispositivos de protección contra cortocircuitos en el circuito de fuerza de la wincha; y,
- j) Un interruptor de emergencia, operable manualmente, instalado para ser alcanzado fácilmente por el operador cuando controla la wincha, que al ser operado inicia una acción de parada de emergencia.

5.8.3.6 Cuando haya en un compartimiento de izaje un punto de descarga de mineral o desmonte, chute o puerta de derrame de un pique localizado en lugares que no sean los límites de un recorrido regular de una jaula o balde que obstruya el libre paso de la jaula o balde, deberá darse al operador de la wincha una indicación visible de la posición de estos elementos en todo momento.

#### **5.8.4 Conmutador de retroceso (“Backout switch”)**

Cada wincha debe llevar un dispositivo de retroceso operable manualmente para permitir el movimiento de la wincha en sentido contrario para casos de sobreenrollamiento o subenrollamiento y evitar la operación de la wincha en una dirección inadecuada.

#### **5.8.5 Amperímetro**

Un amperímetro que indique la carga del motor de la wincha será plenamente visible desde los controles manuales.

#### **5.8.6 Señal de advertencia de aproximación**



En todo pique que exceda los 100 m de profundidad debajo del collar, debe tomarse adecuadas medidas a fin de que el operador de la wincha sea avisado audiblemente del arribo de la jaula o el balde a puntos en el pique lo suficientemente distanciados de los lugares de desembarco superior e inferior, que permitan que la wincha sea parada de manera normal antes de que la jaula o balde alcance cualquier lugar de desembarco.

#### **5.8.7 Ajuste de los dispositivos de protección**

Sólo personal calificado debe ser autorizado para hacer ajustes a los dispositivos de protección. Después de los ajustes debe realizarse pruebas que verifique la correcta operación de los dispositivos de protección.

#### **5.8.8 Indicadores de profundidad**

Toda wincha debe ser provista de un adecuado indicador de profundidad el cual mostrará en cualquier momento en forma clara y precisa al operador de la wincha:

- a) La posición de la jaula o balde; y,
- b) Cualquier parte del pique donde sea necesario un cambio de velocidad.

#### **5.8.9 Winchas de fricción**

5.8.9.1 Cada wincha eléctrica de fricción tendrá un dispositivo que iniciará una parada de emergencia para detener la tambora en el caso de la ocurrencia de un deslizamiento entre el cable o cables de izaje y la tambora, tal como podría ocurrir con la jaula, balde o contrapeso atascado en el pique o trabado al final del recorrido.

5.8.9.2 Cada wincha eléctrica de fricción que tenga un cable o cables de cola tendrá un dispositivo que iniciará una parada de emergencia en el caso de un movimiento anormal del lazo del cable de cola.

5.8.9.3 Para casos en que un deslizamiento altere la posición efectiva de los dispositivos de seguridad, se proveerá de medios para ajustar los dispositivos de seguridad para una correcta operación (sincronización). Tal ajuste tendrá lugar solamente cuando la wincha esté en reposo y los frenos estén aplicados.

### **5.9 Transporte**

#### **5.9.1 Alcance**

El numeral 5.9 se aplica a vehículos de transporte sobre rieles eléctricamente accionados.

#### **5.9.2 Equipo de advertencia**

5.9.2.1 Toda locomotora será equipada con faros que permanecerán energizados si el interruptor está en la posición de encendido. Las locomotoras equipadas con fusibles tendrán los faros energizados mientras haya contacto entre la pértiga de trole (“*trolley pole*”) o pantógrafo con la línea de trole.

5.9.2.2 Toda locomotora estará provista de un medio audible de advertencia capaz de ser escuchado a una distancia de 60 m. Tal dispositivo de alarma será mantenido en buenas condiciones de trabajo.

5.9.2.3 Toda locomotora en movimiento debe emitir una luz en la dirección del viaje el cual otorgue una adecuada iluminación para hacer visible claramente a las personas y objetos a una distancia de 30 metros en la dirección en el que la locomotora se está moviendo.

### **5.9.3 Control**

5.9.3.1 Toda locomotora debe ser equipada con algún tipo de control del tipo “hombre muerto” el que deberá quitar la energía automáticamente cuando el operador abandona su compartimiento. Donde sea práctico, las locomotoras existentes deberán estar equipadas con tales controles.

### **5.9.4 Conductores de trole**

5.9.4.1 Los soportes deben ser instalados de tal manera que un espaciamiento no menor que 75 mm sea mantenido entre el conductor de trole y el techo de la galería cuando el trole está soportado al techo.

5.9.4.2 El conductor usado en sistemas de tracción de trole tendrá una resistencia a la tracción mayor que el correspondiente a la sección 50 mm<sup>2</sup>, sólido y de cobre estirado duro.

5.9.4.3 Los extremos de los conductores de una línea de trole o los alimentadores finalizarán en aisladores que soporten tracción y con dispositivos que mantengan tensión mecánica en los alambres de trole o alimentadores.

5.9.4.4 Todos los ramales de la línea de trole deben estar provistos con:

- a) Sapos de trole o puentes adecuados en todos los puntos donde ellos abandonan la línea principal; e,
- b) Interruptores instalados cerca de los sapos, por el cual los ramales de trole puedan ser desconectados de la línea principal.

5.9.4.5 Los conductores de trole y los rieles poseerán un área de sección transversal tal que en ningún punto de contacto del sistema de trole la tensión caiga por más del 30% de la tensión nominal.

5.9.4.6 Los conductores de trole pueden ser alimentados desde fuentes ubicadas en otros niveles siempre que los cables de fuente y retorno sean aislados.

### **5.9.5 Rieles de transporte**

- 5.9.5.1 Ambos rieles de un sistema de tracción por trole de retorno por riel tendrán cables de enlace equipotencial alrededor de los cambiadores de vías, sapos u otras discontinuidades en el sistema de rieles y con enlaces equipotenciales cruzadas entre rieles a intervalos menores de 60 m para asegurar la continuidad del conductor de retorno.
- 5.9.5.2 Todos los enlaces equipotenciales de rieles en un sistema de tracción por trole en una mina serán inspeccionados para encontrar daños en los enlaces u otros defectos en el circuito de retorno por riel.

### **5.9.6 Conductores en galerías de transporte**

Todo conductor, excepto el conductor de trole, en galería de transporte estará 300 mm encima de los carros o locomotoras de mina y será protegido y resguardado convenientemente.

### **5.9.7 Transporte de explosivos**

Cuando por permiso especial una locomotora a trole sea usada para el transporte de explosivos en una mina, el carro o carros que llevan explosivos serán protegidos del contacto con el conductor de trole y de otros peligros existentes.

### **5.10 Equipo eléctrico móvil sin rieles**

#### **5.10.1 Alcance**

Este numeral se aplica a equipo eléctrico móvil sin rieles que recibe corriente alterna a una tensión que exceda los 300 V.

#### **5.10.2 Alimentación de corriente alterna para equipo eléctrico móvil.**

- 5.10.2.1 El numeral 5.10.2 se aplica para la fuente de tensión, el seccionador, la protección de falla a tierra, el monitoreo del conductor de tierra, el cable portátil de potencia, los anillos deslizantes y tamboras.
- 5.10.2.2 Un transformador que alimente de energía a un equipo eléctrico móvil:
- a) Tendrá como valor nominal mínimo el 125% del máximo valor nominal en kVA del equipo eléctrico móvil; y,
  - b) Tendrá dispositivos de apertura con carga en el secundario del transformador que alimente al equipo eléctrico móvil.
- 5.10.2.3 Los cables portátiles de potencia usados para alimentar a los equipos eléctricos móviles:

- a) Cumplirán con los requerimientos del estándar Nema N° WC 58 “*Portable and power feeder cables for use in mines and similar applications*” o similar, y donde sea practicable, ser del tipo SHC-GC, SHD-GC o similar;
- b) Cumplirán con los requerimientos de capacidad de corriente para cables portátiles de potencia dados por el Código Nacional de Electricidad para la corriente nominal del equipo eléctrico móvil. La caída de tensión no excederá el 5% desde el lado de la fuente del transformador hasta el equipo eléctrico móvil;
- c) Tendrán conectores de entrada del cable y terminales del conductor que no sean afectados por la operación normal del equipo eléctrico móvil;
- d) Tendrán conectores de entrada del cable que eviten el ingreso de agua, polvo y otras condiciones ambientales a las cajas de empalme y caja de interruptores;
- e) Serán suspendidos o asegurados cuando sean instalados fuera del radio de operación del equipo eléctrico móvil;
- f) Cuando se empalmen tendrán las características mecánicas y eléctricas equivalentes al del cable original; y,
- g) Cuando se empalmen estarán sujetos a pruebas de tensión de aislamiento iguales al nominal del cable.

5.10.2.4 Cada tambora para cable instalado en los equipos eléctricos móviles:

- a) Será diseñada para cumplir los requisitos de curvatura del cable requerido por el Código Nacional de Electricidad: Sistema de Utilización;
- b) Será provista con un interruptor limitador que evite el desenrollamiento de todo el cable eléctrico durante una operación normal;
- c) Estará provista con:
  - i) Un anillo deslizante de puesta a tierra;
  - ii) Un anillo deslizante de chequeo de tierra adecuado para los circuitos de control y señalización; y
  - iii) Anillos deslizantes de los conductores de fuerza;

5.10.2.5 Los equipos eléctricos instalados en los vehículos cumplirán los siguientes requerimientos:

- a) Todas las cubiertas deben cumplir con los requerimientos tipo IP45 de la tabla N° 4: Selección de cubiertas para lugares no peligrosos;

- b) Cada motor o grupo de motores deben tener medios separados de desconexión, protección de sobrecarga y protección de falla a tierra. Están exceptuados accionamientos especializados;
- c) Todos los motores serán del tipo totalmente cerrados;
- d) Todo cableado y terminales de corriente alterna de alta y baja tensión serán claramente identificados, separados por adecuadas barreras de los circuitos y terminales del carro y serán a prueba de flama.

ANEXOS

**Tabla N° 1**

**Descripción de los cables de mina**

<b>Tipo de cable</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tensión</b>
SHC-GC	Multiconductor con conductores de tierra, un conductor de chequeo de tierra y un apantallado total.	2 000 V o menos
SHD	Con conductores de potencia apantallados individualmente y conductores de tierra.	25 000 V o menos
SHD-GC	Con conductores de potencia apantallados individualmente y conductores de tierra y un conductor de chequeo de tierra.	25 000 V o menos

**Tabla N° 2**

**Distancias de aislamiento mínimas para el desplazamiento de vehículos o máquinas, bajo o en las proximidades de líneas eléctricas aéreas**

<b>Valor eficaz máximo de la tensión de funcionamiento U (entre fases)</b>	<b>Distancia de aislamiento mínima (mm)</b>
Menor o igual a 1 kV	1 000
Desde 1 kV a valores menores que 30 kV	2 300
Desde 30 kV a valores menores que 60 kV	2 500
Desde 60 kV a valores menores que 138 kV	3 000
Desde 138 kV a valores menores o iguales que 220 kV	4 000

**Tabla No 3**  
**Espaciamientos mínimos para el movimiento de equipos.**

Clase de tensión kV m	Espaciamiento mínimo
0 a 1	1
1 a 50	3
50 a 90	5
90 a 120	10
sobre 120	15

**Nota.-** Estas son tensiones de fase a tierra para sistemas puestos a tierra y de fase a fase para sistemas no puestos a tierra.

Las distancias deberán incrementarse en un 3% por cada 300 m de exceso sobre los 1000 m sobre el nivel del mar, cuando las instalaciones se ubican por encima de este valor.

**Tabla N° 4**

**Selección de cubiertas para lugares no peligrosos**

Provee un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales	Tipo de cubierta					
	Uso en Interiores			Uso en interiores/exteriores		Inmersión
	IP21	IP22	IP55	IP24	IP45	IP68
Contacto accidental con partes vivas	X	X	X	X	X	X
Caída de polvo y suciedad	X	X	X	X	X	X
Goteo y salpicadura ligera de líquidos no corrosivos		X	X	X	X	X
Circulación de polvo, pelusa, fibras en suspensión				X	X	X
Precipitación de polvo, pelusa y fibras en suspensión			X	X	X	X
Caída de mangueras y salpicadura de agua					X	X
Corrosión					X	X
Inmersión temporal ocasional						X
Inmersión prolongada ocasional						X

Filtración, rociado o salpicado de aceites y refrigerantes			X			
Lluvia, nieve y formación externa de hielo				X		
Formación externa de hielo				X	X	X
Polvareda				X	X	X

**Apéndice A**

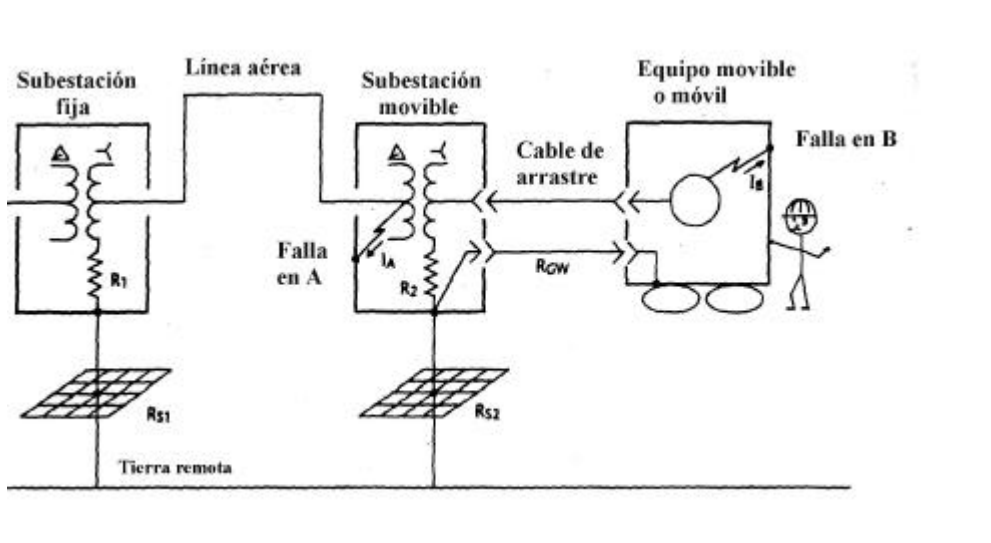
**Elevación del potencial de tierra y tensión de falla a tierra**

**Nota.-** Este apéndice no es una parte obligatoria de esta norma.

Para esta norma se define la elevación del potencial de tierra como: “La tensión máxima que una malla de puesta a tierra puede alcanzar con respecto a un punto de puesta a tierra asumido que está al potencial de tierra remota”. La elevación del potencial de tierra puede ser transferida a un equipo remoto por un conductor de tierra. Esta tensión transferida no debe ser confundida con la tensión de falla a tierra, la cual es una caída de tensión en el conductor de tierra cuando ocurre una falla de tierra. La figura A1 ayuda a ilustrar la elevación del potencial a tierra y la tensión de falla a tierra. Los medios de desconexión y protección no son mostrados.

**Figura A1**

**Elevación del potencial a tierra y tensión de falla a tierra**



En sistemas puestos a tierra a través de una resistencia, es una práctica común asumir un camino de falla de impedancia cero y considerar solamente la resistencia de puesta a tierra del neutro para calcular la corriente de falla a tierra esperada. Este valor es usado para calcular, en el peor de los casos, la elevación del potencial a tierra y la tensión de falla a tierra.



- a) La corriente de falla esperada  $I_A$  es igual a la tensión de línea a neutro en el secundario del transformador de la subestación fija dividido por la resistencia de puesta a tierra del neutro ( $R_1$ ).
- b) La elevación del potencial a tierra en la subestación móvil es igual al producto de  $I_A$  y la resistencia de tierra de la subestación ( $R_{S2}$ ). Esta Elevación del potencial de tierra será transferido a la estructura de los equipos alimentados por cables de arrastre.
- c) La corriente de falla esperada  $I_B$  es igual a la tensión de línea a neutro en el secundario del transformador de la subestación móvil dividido por el valor de la resistencia del neutro del transformador ( $R_2$ ).
- d) La tensión de falla a tierra en la estructura del equipo alimentado por el cable de arrastre es igual al producto de  $I_B$  y la resistencia de la línea de tierra ( $R_{GW}$ ).

La persona que toque la estructura del equipo alimentado por el cable de arrastre estará expuesta a una elevación del potencial a tierra transferido cuando ocurre una falla en A; y, a una tensión de falla a tierra cuando la falla ocurre en B.