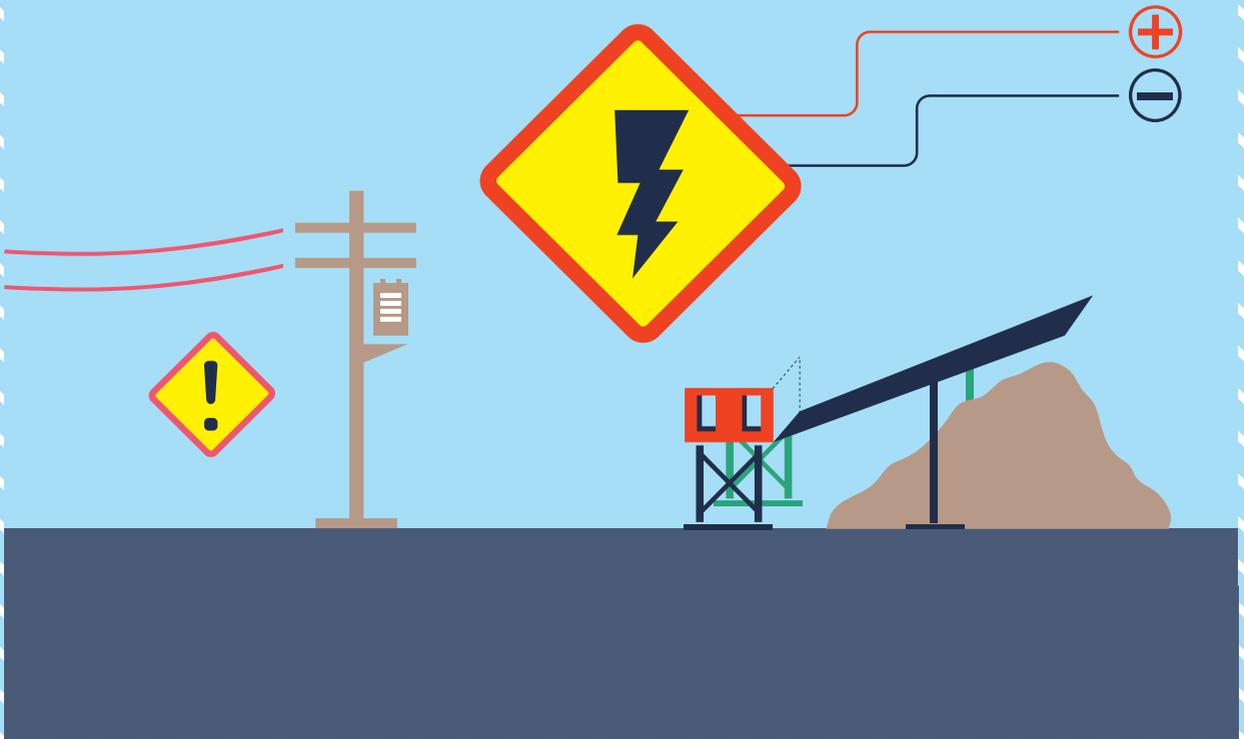


INSTALACIÓN Y MANTENCIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS





GUÍAS DE OPERACIÓN PARA LA PEQUEÑA MINERÍA

01. DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN, TRATAMIENTO DE MINERALES Y CIERRE DE FAENAS
02. OPERACIÓN Y TRÁNSITO DE EQUIPOS, VEHÍCULOS Y PERSONAS
03. MANEJO DE EXPLOSIVOS
04. PERFORACIÓN Y TRONADURA
05. FORTIFICACIÓN Y ACUÑADURA
06. MANEJO DE MINERAL Y RESIDUOS MINEROS
07. MANEJO DE RESIDUOS INDUSTRIALES Y DOMÉSTICOS
08. MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS
09. PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS
10. INSTALACIÓN Y MANTENCIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

CONTENIDOS

A.

Antecedentes Generales

A.1 Definiciones Básicas en
Electricidad

A.2 Grupo Electrónico

A.3 Red de Transmisión Eléctrica

B.

Electrificación de Operaciones Mineras

- B.1 Electrificación en Minas Subterráneas
- B.2 Electrificación en Minas de Carbón
- B.3 Electrificación en Minas a Rajo Abierto
- B.4 Electrificación en Plantas de Concentración y Lixiviación

C.

Verificación y Mantenimiento de Sistemas Eléctricos



GUÍA DE OPERACIÓN PARA LA PEQUEÑA MINERÍA

Mediante Decreto Supremo N° 34 del Ministerio de Minería, con fecha 14 de junio de 2013, se modificó el Reglamento de Seguridad Minera, incorporándose el Título XV sobre "NORMAS DE SEGURIDAD MINERA APLICABLE A FAENAS MINERAS QUE INDICA". Este título reconoce las características especiales de las faenas mineras cuya extracción subterránea o a rajo abierto y/o tratamiento de minerales, sea igual o inferior a 5.000 toneladas por mes (en adelante indistintamente la "pequeña minería"), estableciendo medidas en seguridad acordes con la realidad propia de dichas faenas.

En este contexto, el Título XV establece que las Empresas Mineras de la pequeña minería y sus trabajadores, deberán conocer y cumplir con las disposiciones específicas contenidas en Guías de Operación que publicará el Servicio Nacional de Geología y Minería, (en adelante el "Servicio"). Dichas guías deben formar parte del Reglamento Interno de cada una de estas Empresas Mineras.

El presente documento cumple con lo señalado en el Artículo 606 y 631 letra (j) del Reglamento de Seguridad Minera, y constituye una "Guía de Operación para la Instalación y Mantenimiento de Sistemas Eléctricos" (en adelante indistintamente la "Guía"), y su contenido forma parte integral del Título XV para todos los efectos legales.

El Responsable de la Faena, apoyado por la asesoría de un Experto en Prevención de Riesgos, estará a cargo de dirigir, supervisar y controlar el cumplimiento de las obligaciones y medidas contenidas en la presente Guía.

INTRODUCCIÓN

La guía N°10, “**Instalación y Mantenición de Sistemas Eléctricos**”, resume los principales requerimientos de energía eléctrica de la pequeña minería, los que están relacionados principalmente con la operación de motores que accionan equipos de extracción vertical (huinche), de ventilación, de mantención y bombas de drenaje, así como para iluminación de faenas y necesidades de campamento. En el caso de plantas de tratamiento de minerales, el requerimiento de energía es para la operación de equipos de proceso e iluminación.

Con excepción de la energía que se utiliza en las plantas de tratamiento, que normalmente es contratada y obtenida por empalme a una red troncal, el resto de las necesidades eléctricas son cubiertas con grupos electrógenos, móviles o fijos.

A. Antecedentes Generales

A.1 DEFINICIONES BÁSICAS EN ELECTRICIDAD



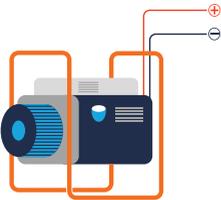
- **TENSIÓN ELÉCTRICA:**
Se mide en volts (V) y es el elemento impulsor de la corriente. El flujo de esta última que circula por un conductor se mide en amperes (A), y la resistencia que se opone para que circule se mide en Ohm (Ω).
- **CORTOCIRCUITO:**
Es la pérdida de resistencia de consumo del circuito, lo que se traduce en una elevación brusca de la intensidad de la corriente.
- **CORRIENTE ALTERNA:**
Es la energía eléctrica ocupada en los motores industriales.
- **CORRIENTE TRIFÁSICA:**
Es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia, que presentan una cierta diferencia de fase entre ellas. Cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se designa con el nombre de fase.
- **CORRIENTE MONOFÁSICA:**
Es un sistema de distribución de corriente en el que la electricidad "viaja" por un sólo conductor o cable hasta el punto de alimentación (enchufe). Es de uso generalmente doméstico porque esa línea o fase no da un ancho de voltaje muy poderoso, de $230v \pm 10\%$.
- **CONDUCTOR ELÉCTRICO:**
Es el material que ofrece poca resistencia al movimiento de una carga eléctrica que pase por él. Si se pretende pasar una cierta cantidad de corriente por un conductor y éste no tiene la sección (diámetro) adecuada, se producirá una alta resistencia que provocará su calentamiento. Todo conductor debe estar blindado, es decir, fuertemente protegido contra eventuales daños.



Potencia en HP	1,5	3,0	5,5	7,5	10,0	15,0
Corriente Nominal (A)	2,6	5,1	8,6	11,7	15,5	22,0
Sección del cable (mm) ²	2,0 a 2,5	2,0 a 2,5	2,0 a 2,5	6,0	10,0	10,0

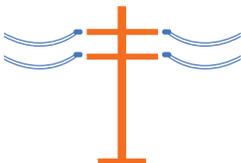
- El mal dimensionamiento y uso de los conductores en una instalación eléctrica puede generar cortes de suministro, riesgos de incendios o pérdidas de energía para realizar trabajo. El cuadro superior presenta valores de referencia que relaciona la potencia del motor con el amperaje y la sección adecuada del cable de conexión (válido para distancias de 300 m).

A.2 GRUPO ELECTRÓGENO



- Esta unidad está compuesta por dos equipos, un motor a combustión interna y un alternador, ambos unidos por un muñón o transmisión por correas. Lo que define a un grupo electrógeno es su potencia expresada en kilo-volt-ampere (KVA), y de acuerdo a su rendimiento se expresa en kilo-watts (KW).
- En el caso de las minas subterráneas, el grupo electrógeno debe ubicarse fuera de la mina con el propósito de evitar contaminar el ambiente interior. Toda unidad que utilice motor a combustión interna que funcione a bencina, jamás debe ser utilizado en el interior de la mina.

A.3 RED DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA



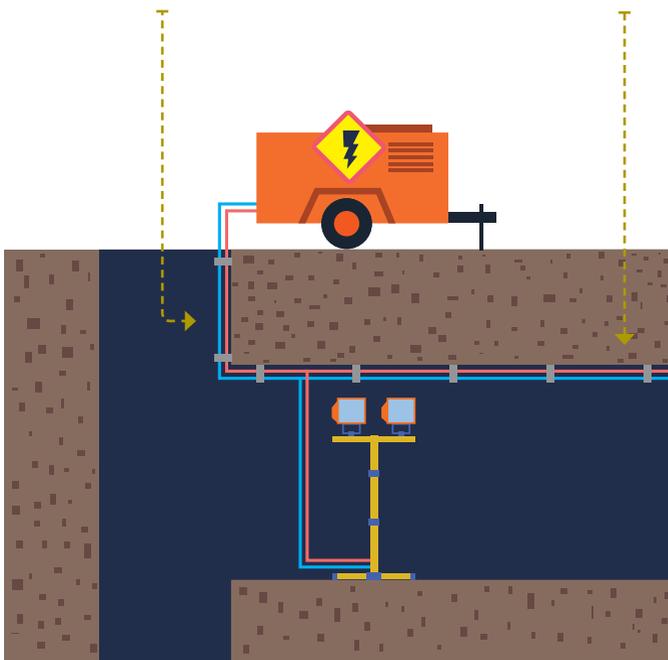
- La red eléctrica es la encargada de conducir la energía desde la estación de generación a los lugares de consumo, y está constituida por cables conductores, cuyos diámetros tienen relación con la distancia de transporte y la intensidad de la corriente.
- Toda red debe disponer de una malla a tierra que permita evitar tensiones peligrosas entre estructura, equipos y el terreno durante cortocircuitos; evitar descargas eléctricas peligrosas durante condiciones normales de operación; y proporcionar un camino a tierra para las corrientes inducidas, que debe ser lo más corto posible. La instalación de una red debe ser encargada a un especialista.

B. Electrificación de Operaciones Mineras

B.1 ELECTRIFICACIÓN EN MINAS SUBTERRÁNEAS

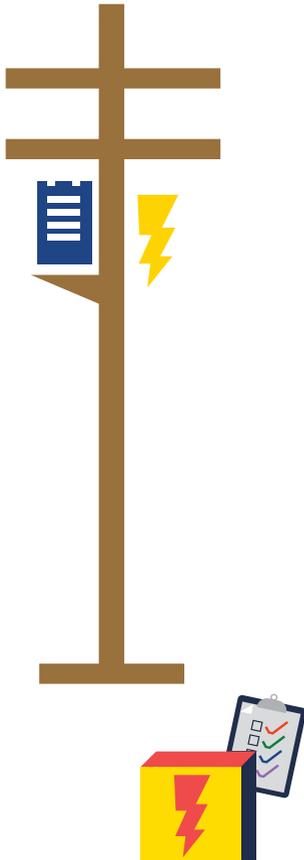
EL INGRESO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEBE SER CON UNA RED DE BAJA TENSIÓN (MENOR A 600 V).

- **Todo tendido eléctrico debe instalarse por la caja opuesta a la ubicación de las redes de agua y aire.** En caso que esto no sea factible, deberá ubicarse en el techo o en un lugar de mayor altura que las redes de agua y aire.
- **Los cables de ingreso deben ser recubiertos** y su aislamiento certificado para la potencia que transmitan. Los cables multiconductores deben estar identificados de acuerdo a codificación de colores.



- **Al bajar cables eléctricos por chimeneas o piques,** deben asegurarse a las cajas para evitar cortes por estiramiento de los cables.
- **Debe adoptarse todas las medidas necesarias para proteger el material eléctrico** durante operaciones como las de cachorreos, reparaciones de galerías y otras semejantes.

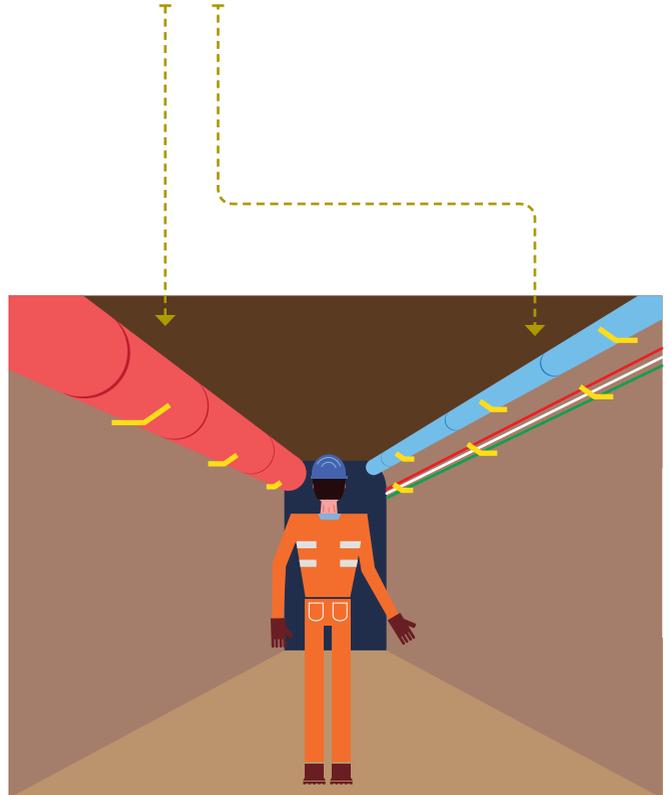
- Si por distancia y amperaje el ingreso de energía eléctrica debe realizarse en alta tensión, siendo necesaria la instalación de un transformador, este no puede ser del tipo bañado en aceite, y su ubicación debe estar al interior de una estocada, debidamente protegido y señalizado para evitar el ingreso de personal no autorizado.



- Todos los equipos eléctricos que se necesite introducir en la mina deben contar con la aprobación de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.



- **Las canalizaciones que cruzan áreas de tránsito deben estar, a lo menos a 2,1 metros sobre el nivel de piso,** o deben ser instaladas bajo el mismo debidamente protegidas y señalizadas.

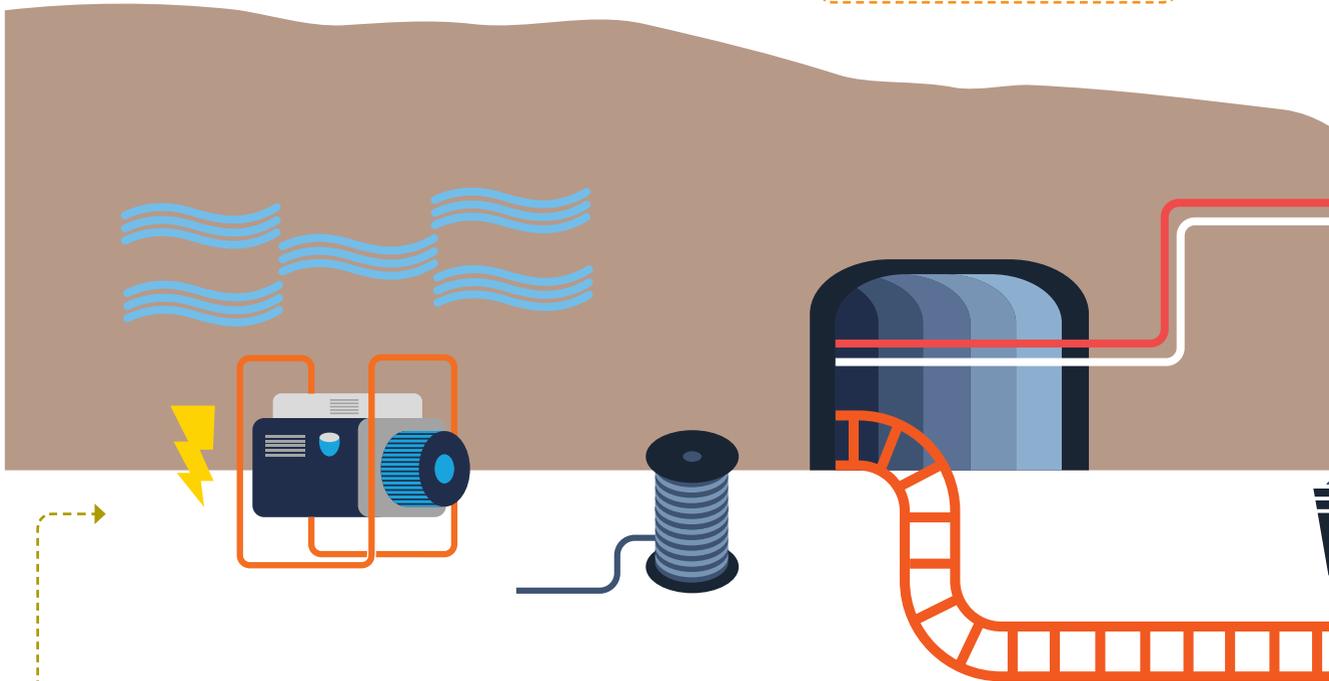
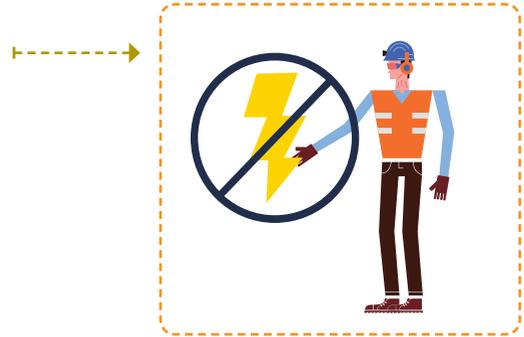


- **Toda faena minera donde se utilice energía eléctrica deberá mantener planos y registros actualizados de todos los equipamientos** y sistemas instalados como: redes de alumbrado, sistemas de protección, descripción y características de los equipos de generación, distribución y consumo.

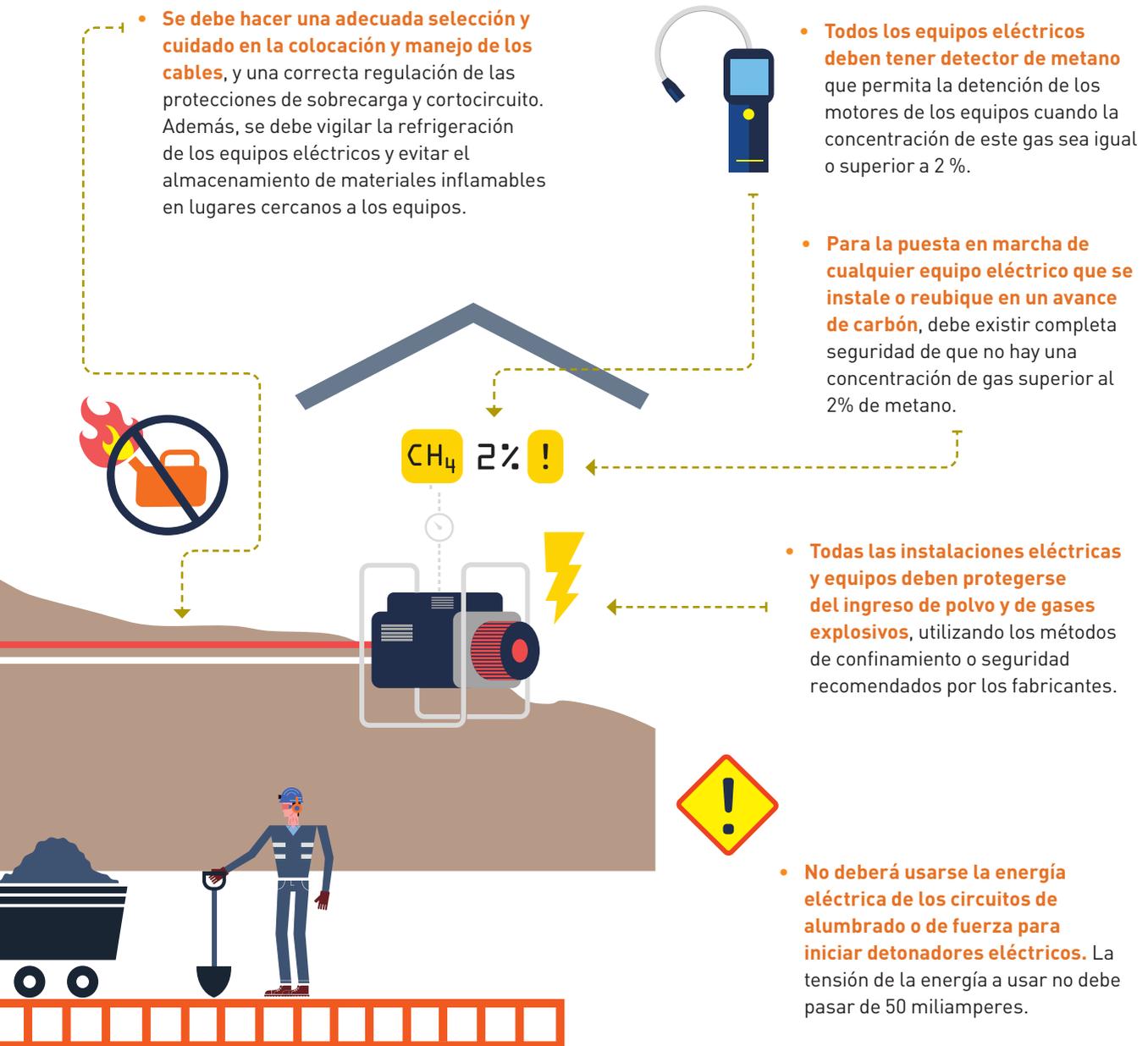
B.2 ELECTRIFICACIÓN EN MINAS DE CARBÓN

EN LAS MINAS DE CARBÓN EXISTEN RIESGOS ASOCIADOS A LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS POR LA PRESENCIA DE UNA ATMÓSFERA POTENCIALMENTE EXPLOSIVA, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA EXPLOSIÓN POR CALENTAMIENTO DE LOS EQUIPOS O POR ARCOS O CHISPAS PRODUCIDAS EN LA APERTURA Y CIERRE DE CIRCUITOS.

- Deberá impedirse todo contacto accidental con los **elementos energizados de una instalación** o equipo cuya tensión sea superior a 50 volts en ambientes secos y 24 volts en ambiente húmedo, emplazándolos en lugares fuera del alcance del personal, interponiendo obstáculos eficaces o protegiéndolos con envolventes.



- **Todo aparato eléctrico debe instalarse en lugares donde exista circulación de aire fresco.** Si se comprueba que una corriente de ventilación tiene un contenido de gas grisú circunstancialmente superior al 2%, se debe desconectar todas las instalaciones eléctricas que puedan ser alcanzadas por esta corriente.



- **Se debe hacer una adecuada selección y cuidado en la colocación y manejo de los cables**, y una correcta regulación de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito. Además, se debe vigilar la refrigeración de los equipos eléctricos y evitar el almacenamiento de materiales inflamables en lugares cercanos a los equipos.

- **Todos los equipos eléctricos deben tener detector de metano** que permita la detención de los motores de los equipos cuando la concentración de este gas sea igual o superior a 2 %.

- **Para la puesta en marcha de cualquier equipo eléctrico que se instale o reubique en un avance de carbón**, debe existir completa seguridad de que no hay una concentración de gas superior al 2% de metano.

- **Todas las instalaciones eléctricas y equipos deben protegerse del ingreso de polvo y de gases explosivos**, utilizando los métodos de confinamiento o seguridad recomendados por los fabricantes.

- **No deberá usarse la energía eléctrica de los circuitos de alumbrado o de fuerza para iniciar detonadores eléctricos**. La tensión de la energía a usar no debe pasar de 50 miliamperes.

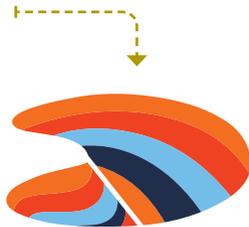
- **Se debe prevenir disfunciones o arranques intempestivos de los equipos que pueden causar accidentes**, impidiendo el acceso de las personas a los equipos, manteniendo en perfecto estado los sistemas de preaviso de arranque, señalizaciones y paradas de emergencia. En las operaciones de mantenimiento no se debe modificar o anular ninguna protección.

RECUERDA QUE...

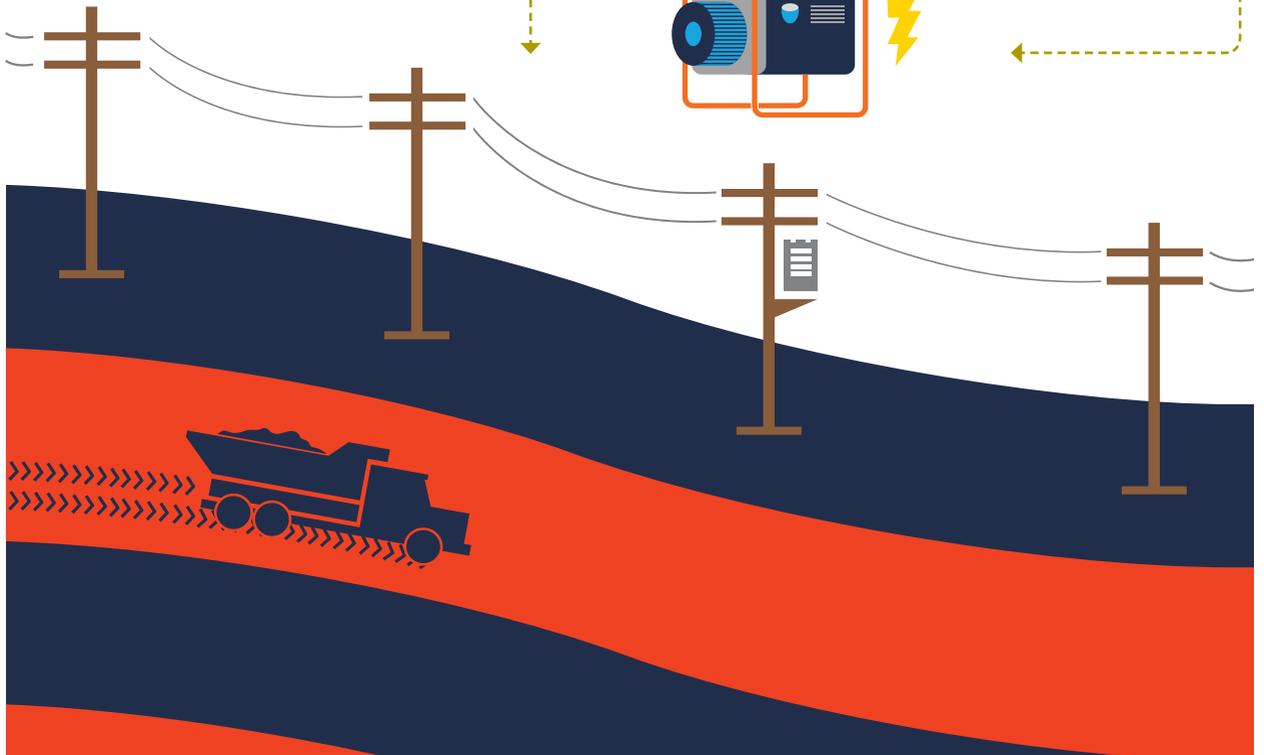
- En minas subterráneas el grupo electrógeno debe ubicarse fuera de la mina, para evitar la contaminación del ambiente interior. Todo equipo que utilice motor a combustión interna que funcione a bencina, nunca debe ser utilizado en interior mina.
- Todo tendido eléctrico debe ir ubicado por la caja opuesta a la ubicación de las redes de agua y aire. En caso que esto no sea factible, deberá ubicarse en el techo o en un lugar de mayor altura que las redes de agua y aire.

B.3 ELECTRIFICACIÓN EN MINAS A RAJO ABIERTO

- En explotaciones a rajo abierto, el suministro de energía eléctrica debe ser en **media tensión**, con una línea aérea que circunda el rajo.



- La ubicación de la línea, el tipo de poste y altura de este, deben tener relación con los equipos utilizados.

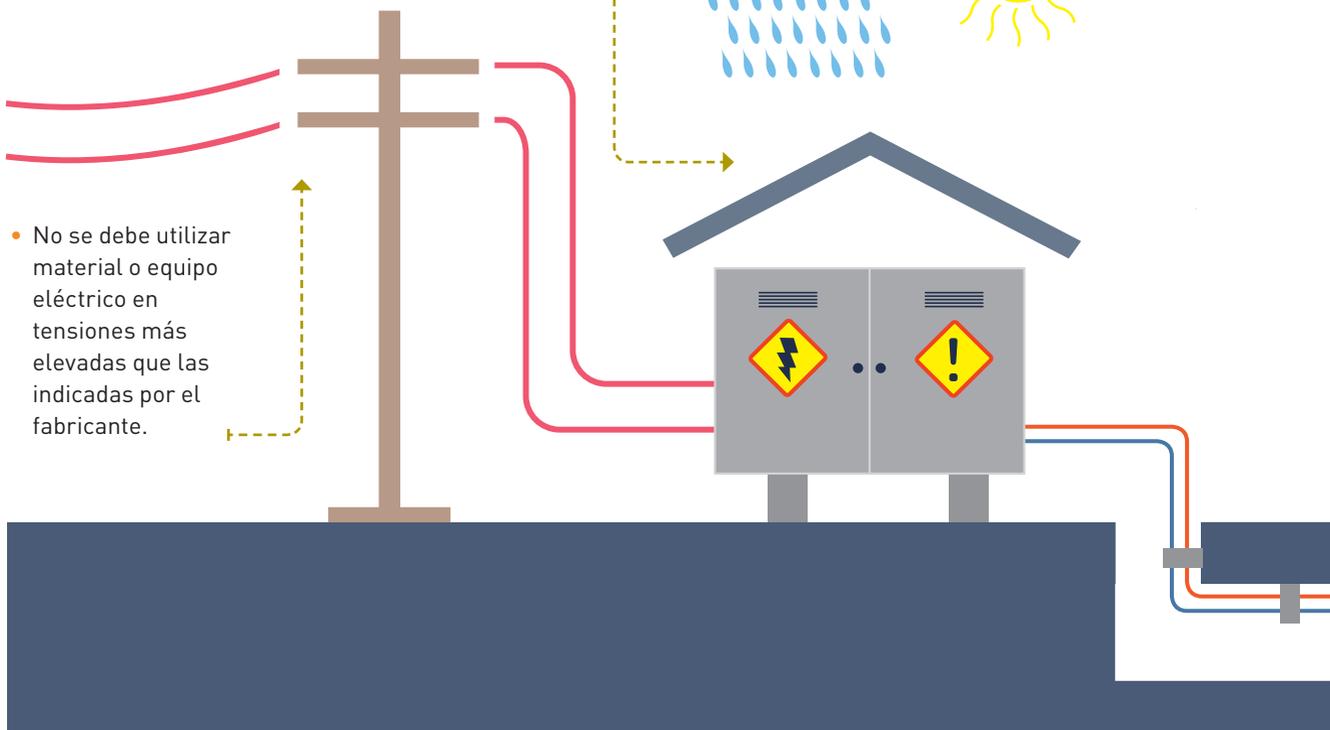


- Las estaciones de abastecimiento de energía deben quedar ubicadas en **lugares estratégicos**, de modo que puedan prestar servicio por un largo período, y evitando que una tronadura las dañe.
- Los transformadores y distribuidores de energía, sean fijos o móviles, deberán ser de fácil acceso y estar resguardados de las operaciones inherentes al avance de la explotación.

B.4 ELECTRIFICACIÓN EN PLANTAS DE CONCENTRACIÓN Y LIXIVIACIÓN

TODAS LAS INSTALACIONES, EQUIPOS, MATERIALES Y DISPOSITIVOS, COMO TAMBIÉN LA OPERACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE LAS PLANTAS MINERAS, ESTÁN SUPEDITADAS A LAS NORMAS DICTADAS POR LA SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES (SEC).

- En las zonas secas de las plantas, como la planta de chancado, los equipos eléctricos deben ser blindados a prueba de polvo y todo el sistema debe estar conectado a tierra.
- En las zonas húmedas de las plantas, como las plantas de molienda y flotación, los equipos eléctricos deben ser blindados y protegidos contra la humedad. En plantas de lixiviación, la formación de aerosoles por vaporización de ácidos y soluciones exige instalaciones de alta resistencia al ataque de los ácidos.



- No se debe utilizar material o equipo eléctrico en tensiones más elevadas que las indicadas por el fabricante.

• **En toda planta de procesamiento se debe mantener registros actualizados con la siguiente información:**

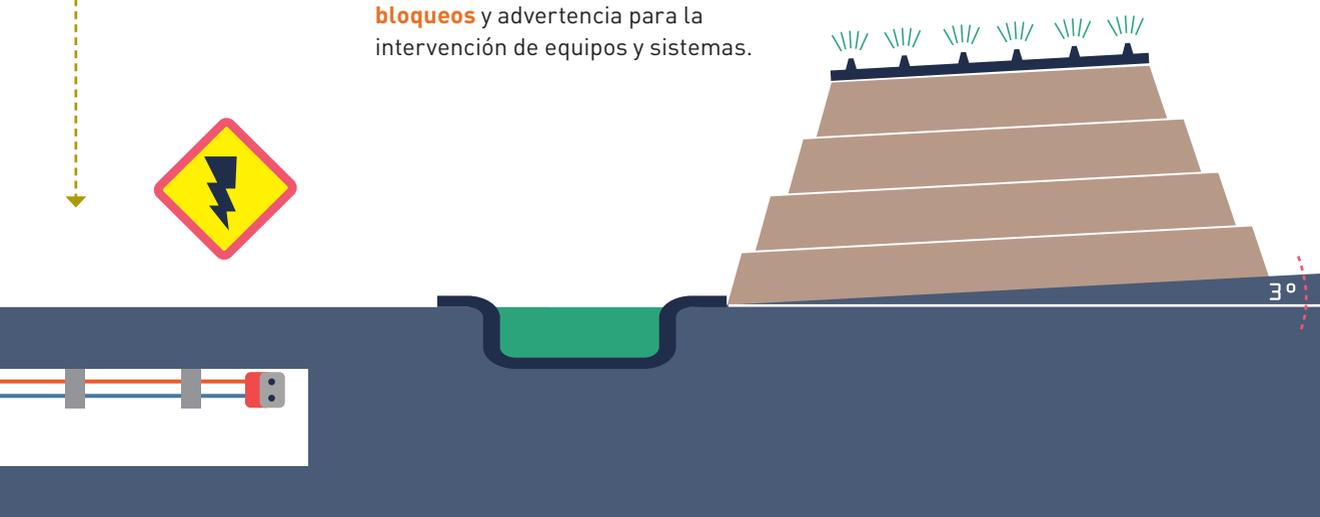
- ▶ Potencias instaladas, consumos y distribución de la energía por áreas o centros de operación.
- ▶ Descripción y características de los generadores y/o del transformador de conexión a la red troncal, como también de las unidades de consumo (chancadoras, correas transportadoras, molinos, celdas, otros).
- ▶ Descripción de los sistemas y redes de alumbrado.
- ▶ Descripción de los sistemas de protección y control, incluido pararrayos.



- **Toda instalación que se canalice bajo tierra debe estar señalizada** en superficie con letreros que adviertan su presencia. Además, deberá quedar reflejada en un plano que estará disponible en la faena.



- **Debe ser norma permanente y obligatoria el uso de sistemas de bloqueos** y advertencia para la intervención de equipos y sistemas.



C. Verificación y Mantenimiento de Sistemas Eléctricos

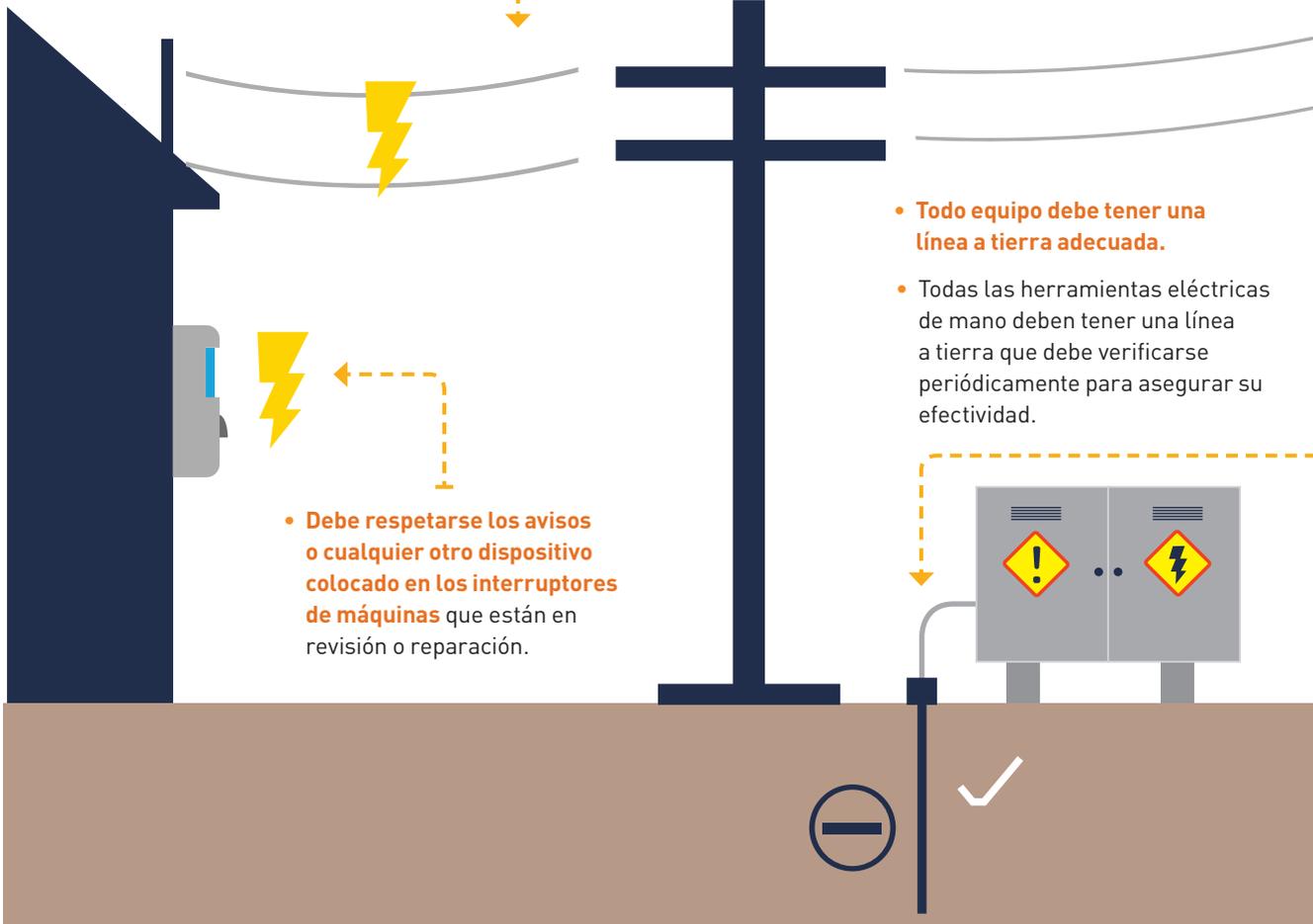
- Todo equipo de alumbrado eléctrico debe ser del tipo y capacidad calculada para su uso.

- Todo problema eléctrico que encuentre el personal, deberá informarlo inmediatamente al Responsable de la Faena para que éste disponga su solución.



- **Debe respetarse los avisos o cualquier otro dispositivo colocado en los interruptores de máquinas** que están en revisión o reparación.

- **Todo equipo debe tener una línea a tierra adecuada.**
- Todas las herramientas eléctricas de mano deben tener una línea a tierra que debe verificarse periódicamente para asegurar su efectividad.



- El operador que intervenga un circuito o equipo y que por necesidad de servicio debe abandonarlo, **debe colocar su tarjeta de seguridad en el equipo como forma de bloqueo.**

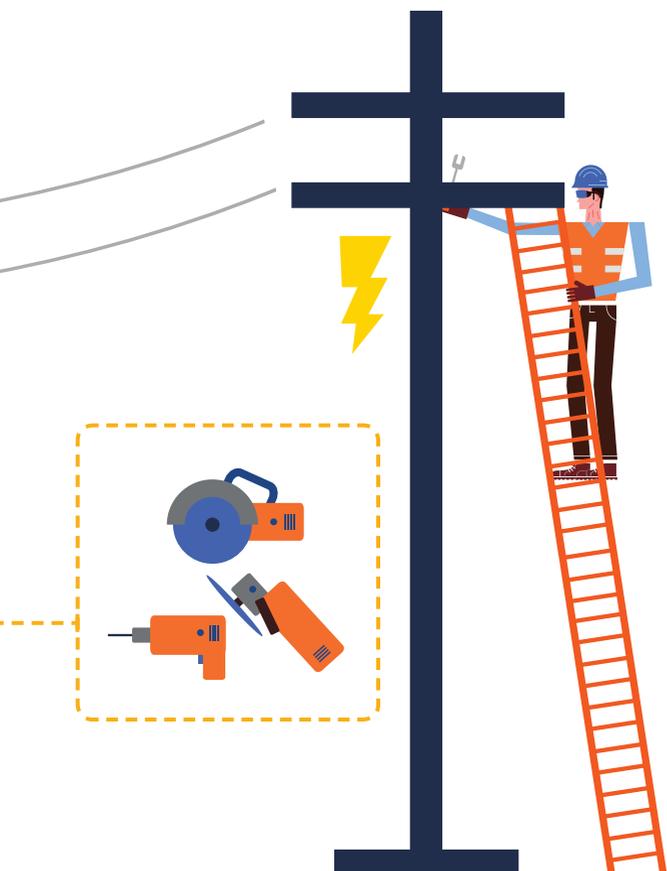


- En las redes eléctricas deberá verificarse, por lo menos cada dos meses, el estado mecánico y eléctrico de las instalaciones, los elementos de montaje de los conductores y soportes (grapas, aisladores, conectores, amortiguadores, etc.), protecciones y conexiones a tierra.

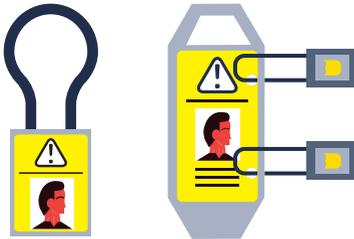
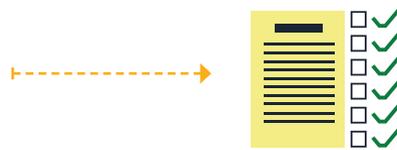
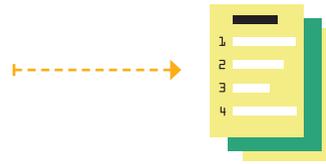
- Todo switch que ha sido **desconectado** para reparar, limpiar, lubricar motores o maquinarias, llevará la tarjeta de seguridad correspondiente con el nombre de la persona que está trabajando en la línea.



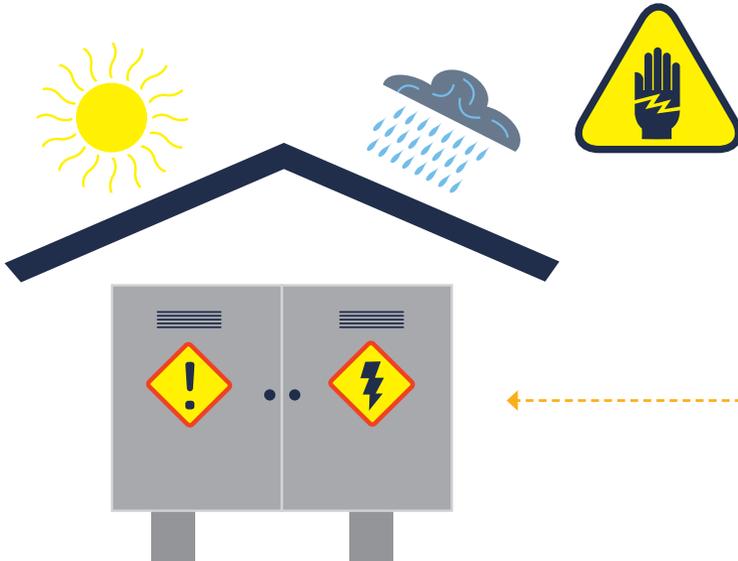
- Ninguna persona podrá reparar, desarmar, abrir motores e intervenir en instalaciones eléctricas si no está expresamente autorizado.



- El responsable de la faena debe mantener registro, tanto de las inspecciones, como del control y mantenimiento de los equipos e instalaciones principales, y del personal autorizado para intervenir en dichas instalaciones. Dichos registros deberán estar disponibles para la autoridad correspondiente que lo requiera.
- El personal de talleres deberá registrar e informar a los jefes y personal relacionados con el equipo que intervienen, comunicando a éstos el término de su intervención.
- Las líneas y mallas a tierra deberán inspeccionarse a lo menos una vez al año, revisando conductores y conexiones.
- En ninguna circunstancia se deberá trabajar en circuitos energizados en lugares donde se almacena explosivos o la atmósfera sea inflamable.



- Para la reparación de motores o circuitos eléctricos accionados por un interruptor, éste deberá estar completamente asegurado. Si el trabajo tiene que cumplirse en circuito energizado, deberá tomarse todas las precauciones que esta clase de labor requiere.



- Se colocará letreros de advertencia, confeccionados de material no inflamable, en las instalaciones que impliquen riesgos eléctricos, como: transformadores, interruptores, cajas de empalmes y unidades de derivación.

- Se deberá instalar en superficie, equipos de interrupción general automática para desenergizar todas las instalaciones, tanto del interior como del exterior de la mina, salvo los equipos de ventilación.

RECUERDA QUE...

- 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.
- En las zonas húmedas de las plantas, como las áreas de molienda y flotación, los equipos eléctricos deben ser blindados y protegidos contra la humedad. En plantas de lixiviación la formación de aerosoles por vaporización de ácidos y soluciones, exige instalaciones de alta resistencia al ataque de los ácidos.

NOTAS

A series of 20 horizontal dotted lines for writing notes.

NOTAS

A series of 20 horizontal dotted lines for writing notes.

GUÍAS DE OPERACIÓN PARA LA PEQUEÑA MINERÍA

GUÍA 10:

INSTALACIÓN Y MANTENCIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

Los contenidos de esta guía han sido elaborados por un equipo de especialistas del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), con la colaboración de la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI), la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) y el Ministerio de Minería de Chile.

Diseño y diagramación

Innovacom (www.innovacom.cl)

Ilustraciones

Patricio Otniel (www.patriciootniel.com)

Primera edición, mayo de 2014.

Para más información, visite

www.sernageomin.cl
www.sonami.cl

Impresión

Ograma



GUÍA DE OPERACIÓN PARA LA PEQUEÑA MINERÍA

El presente documento cumple con lo señalado en el Artículo 606 y 631 letra (j) del Reglamento de Seguridad Minera, y constituye una “Guía de Operación para la Instalación y Mantenimiento de Sistemas Eléctricos”, y su contenido forma parte integral del Título XV para todos los efectos legales.

El Responsable de la Faena, apoyado por la asesoría de un Experto en Prevención de Riesgos, estará a cargo de dirigir, supervisar y controlar el cumplimiento de las obligaciones y medidas contenidas en la presente Guía.



ENAMI