



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

FACULTAD DE INGENIERIA

**ELABORACION DE INSTRUCTIVOS DE ARMADO, MANTENCION Y
REPARACION DE CABLES DE MEDIA TENSION 5 KV-8 KV Y PUESTA EN
SERVICIO DE HERRAMIENTA VULCANIZADORA PARA TALLER
ELECTRICO Y FAENA MINERA**

Proyecto de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de
ingeniero de ejecución en electricidad

Profesor guía: José Gómez Vega

Jonathan Cristopher Castro Contreras

Copiapó, Chile 2021

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que facilitaron material e información y que colaboraron haciendo posible el presente trabajo.

En primer lugar, a mi esposa, padres y familiares, quienes me guiaron, brindaron su apoyo y su constante preocupación basados en grandes sacrificios.

Deseo también hacer llegar mis agradecimientos a la compañía minera, pues con ellos logré adquirí una gran cantidad de conocimiento necesarios, gracias a una gran gama de profesionales altamente calificados y con vastos conocimientos.

Quisiera agradecer especialmente a mi profesor guía el señor José Gómez Vega.

ÍNDICE

Tabla de contenido

RESUMEN	5
CAPITULO I.....	6
1.1. Introducción	6
1.2 Objetivos	7
1.3 Alcance.....	7
CAPITULO II MARCO REFERENCIAL	8
2.1. Fallas que afectan la continuidad de servicio eléctrico	8
2.2. Fallas comunes que registra la switch house.....	8
2.3 Definiciones técnicas	9
2.4. Indicadores de confiabilidad en la gestión del mantenimiento	15
CAPITULO III METODOLOGIA	19
3.1. Diseño	19
3.2. Tipo de investigación	20
3.3. Recursos	21
3.3.1. Materiales y herramientas ocupadas para preparación y reparación de cable minero.	21
3.3.2. Elementos de protección personal.....	30
CAPITULO IV RESULTADOS.....	31
4.1 Descripción del servicio eléctrico mina rajo abierto.....	31
4.2. Resultados indicadores de confiabilidad MTBF y MTTR.....	37
4.2.1. Datos históricos de enero-abril 2021 cables con falla.....	37
4.2.2. MTBF y MTTR con datos históricos de enero-abril 2021.....	38

4.3. Relación entre las actividades de mantenimiento de cables eléctrico con la seguridad y continuidad de suministro, dólares, toneladas horas y tiempo.....	42
4.3.1. Beneficios de la mantención al cable minero con respecto a la seguridad.	42
4.3.2. Beneficios de la mantención al cable minero con respecto a la continuidad de suministro.....	42
4.3.3. Explicación de pérdidas de toneladas transportadas a chancado por falla de cable minero	43
4.4. Presentación de Instructivos.....	44
4.4.1. Instalación conectores UEE en cable minero.....	44
4.4.2. Instructivo instalación conector patón Cooke en cable minero	53
4.4.3. Instructivo reparación de cable minero instalación de mantas.....	56
4.4.4. Instructivo Reparación de cable minero mufa de unión.....	59
4.4.5. Instructivo de mufa de unión para vulcanizar	69
4.4.6. Instructivo mantenimiento cable minero.....	79
4.4.7. Instructivo uso maquina vulcanizadora.....	82
Conclusión	87
Referencias.....	88

RESUMEN

La entrega continua de energía eléctrica en la minería incide directamente sobre la eficiencia del desarrollo y explotación de la mina. De modo tal que, si la energía eléctrica no es continua para el desarrollo y explotación, éste percibirá mayores costos y menor satisfacción en la extracción de minerales tales como el cobre.

Debido al crecimiento frecuente de la mina, también debe aumentar el sistema eléctrico (switch house, cables mineros) y con esto conlleva a movimientos y traslados de equipos de extracción eléctricos tales como palas y perforadoras, movimientos de pasacables aéreos, cortes y reposiciones de energía y elaboración de nuevos cables mineros.

La industria minera en la región de Atacama constituye el proceso productivo de mayor desarrollo y para este desarrollo se necesitan una serie de maquinarias de gran carguío que funcionan con energía eléctrica y estos equipos necesitan servicios eléctricos de manipulación y reparación de cables mineros

El presente proyecto de tipo descriptivo presenta el diseño de instructivos de armado, mantención y reparación de cables de media tensión 5 kv-8 kv y puesta en servicio de herramienta vulcanizadora para taller eléctrico y faena minera.

Los instructivos diseñados tienen como finalidad ayudar al personal eléctrico que ingresa a faena en las tareas realizadas y con ello disminuir fallas, de manera de contribuir en los indicadores de confiabilidad en la gestión del mantenimiento, los que permitirán otorgar más credibilidad y confianza a la empresa tanto a nivel interno como externo.

CAPITULO I

1.1.Introducción

Hoy en día para llevar a cabo un proceso industrial productivo se complementan diversos factores que hacen posible el desarrollo de estos.

Las labores de mantenimiento de equipos, sistemas e instalaciones que conforman una faena minera son un eje fundamental. En términos generales, el mantenimiento se divide en mecánico; de ensayos o predictivo; eléctrico y mantenimiento instrumentista.

El mantenimiento eléctrico se diferencia del instrumentista en que la función del primero apunta a las conexiones y alimentación eléctrica para dar energía a los equipos y asegurar su funcionamiento, mientras el segundo se refiere a los sistemas electrónicos que controlan el funcionamiento y permiten las distintas acciones que los sistemas y componentes de los procesos deben cumplir (Marco de Cualificaciones para la Minería 2017).

Existen indicadores principales del desempeño del proceso en el área de mantenimiento, que permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes y para ello se hace necesario contar con las metodologías e instrucciones adecuadas para reducir el número de averías o fallas de manera de dar más credibilidad y confianza a la empresa, tanto a nivel interno como con sus clientes, por lo que la presente investigación tiene como objetivo describir el servicio eléctrico del área de operación de una mina de producción y extracción de cobre a rajo abierto y con ello diseñar instructivos adecuados y pertinente a sus procesos tales como elaboración, mantención y reparación de cables de media tensión de 5-8 KV, además del uso de vulcanizadora eléctrica para la reparación de cables MT.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Confeccionar instructivos de los trabajos realizados en el área del taller eléctrico de armado, pruebas eléctricas, mantención y reparación de cables eléctricos media tensión de 5-8 KV, para contribuir con el desarrollo y la continuidad de suministro eléctrico.

1.2.2 Objetivos específicos

1-Describir el servicio eléctrico aplicado en mina rajo abierto

2-Realizar previsiones sobre la producción que se ha reducido o detenido debido a las fallas mediante indicadores de confiabilidad MTBF y MTTR

3-Explicar la relación entre las actividades de mantenimiento de cables eléctrico con la seguridad y continuidad de suministro, dólares, toneladas horas y tiempo.

4-Diseñar instructivos de armado, reparación y mantención de cables media tensión

5- Diseñar instructivos de utilización de vulcanizadora eléctrica para el sellado de mufas para mejorar la calidad de reparación

1.3 Alcance

Los instructivos diseñados tienen como finalidad ayudar al personal eléctrico que ingresa a faena en las tareas realizadas y con ello disminuir fallas, lo que se verá reflejado en los indicadores de confiabilidad en la gestión del mantenimiento, otorgando de esta manera más credibilidad y confianza a la empresa tanto a nivel interno como externo.

CAPITULO II MARCO REFERENCIAL

2.1. Fallas que afectan la continuidad de servicio eléctrico

La continuidad del suministro se puede ver afectada por interrupciones o por las perturbaciones presentes en la red, dentro de las perturbaciones más frecuentes se encuentran las variaciones de voltajes, sobre tensión, baja tensión, sobre corriente, fase a tierra e hilo piloto.

2.2. Fallas comunes que registra la switch house

2.2.1. Caída de tensión

La Caída de tensión que puede producir por la desconexión de motores debido a la desconexión de contactores por causa del bajo o voltaje que alimenta las bobinas.

2.2.2 Corto circuito

Se produce cortocircuito cuando existe contacto directo entre dos o más conductores de distinta fase. Se caracteriza por un aumento instantáneo de la intensidad de la corriente cuyo valor está limitado únicamente por la impedancia de cortocircuito y de las maquinas asociadas al mismo.

2.2.3 Sobrecarga

Es una elevación de la intensidad de la corriente por encima de los valores máximas permisibles para la instalación.

2.2.4 Sobretensión

Se trata de una elevación en el valor de la tensión por encima de los valores normales de explotación. Sus consecuencias son perforaciones de aislación cebado de arcos.

2.3 Definiciones técnicas

En esta sección se definen los conceptos técnicos que se utilizaran en este trabajo para diseñar el manual de servicios eléctricos en mina para manipulación y reparación de cables mineros en rajo mina.

2.3.1 Caída de tensión

Es la diferencia entre el voltaje de envío o suministrado y el voltaje recibido en la carga en un circuito.

$$\Delta V = 3 \cdot I^2 \cdot Z \cdot L$$

Donde

- ΔV : es la caída de tensión (Volt)
- I: es la corriente que circula por el circuito (Ampere)
- R: es la impedancia del conductor (Ohm)
- L: es la longitud del circuito (metros)

2.3.2 Banco de condensadores

Un banco de condensadores es un sistema que absorbe la energía reactiva originada en los motores y transformadores reduciendo el consumo de esta. Los bancos de condensadores son utilizados para aumentar el factor de potencia sin aumentar costos. Es decir, la fuente

suministra la misma energía, pero el banco de condensadores almacena y suministra cuando se hace necesario. Al poner un banco de condensadores el factor de potencia se hace más alto y los costos disminuyen (ARGROUP, 2020).

2.3.3 Hilo piloto

El hilo piloto es un conductor que se encuentra en el cable con las tierras y las fases sirve para la seguridad de las personas y equipos, funciona con un diodo Zener, su función es que al abrirse una copla con energía bote en milisegundo la energía abra el interruptor de la switch house sin producir un arco eléctrico.

2.3.4 Transformadores de potencia

La función de un Transformador de Potencial, llamados TP, es la de brindar mediante un primario devanado especialmente, o acople tipo capacitivo en otros modelos, una conexión segura con los circuitos de Alta Tensión, para reducir el voltaje y aislar galvánicamente su lado secundario y conectarse de forma segura con los circuitos de medida en el lado de baja tensión.

Generalmente los TP tienen una potencia nominal muy baja y su único objetivo es suministrar una muestra de voltaje del sistema de potencia, para que se mida con instrumentos conectados a su secundario. Además, puesto que el objetivo principal es el muestreo de voltaje deberá ser particularmente preciso como para no distorsionar los valores verdaderos. Se pueden conseguir transformadores de potencial de varios niveles de precisión, dependiendo de qué tan precisas deban ser sus lecturas, para cada aplicación especial.

El primario de un transformador de potencial se conecta en paralelo con el circuito de potencia y en el secundario se conectan los instrumentos o aparatos de protección. De esta forma se obtiene un aislamiento entre el lado de Alta tensión con respecto de los circuitos de Baja tensión donde están los voltímetros o instrumentos de medida, relés o controladores (Guile y Paterson, 1977).

2.3.5. Transformadores de corrientes

En general se puede decir que los transformadores de corriente se utilizan para tomar muestras de corriente de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de instrumentos, aparatos de medida, u otros dispositivos de medida y control (Fink y Wayne,1978).

2.3.6 Índice de polarización

Es la relación entre la resistencia de aislación medida a los 10 minutos, y la medida al minuto, de aplicada la tensión continua “E” al equipo o instalación 10 min/1 min.

2.3.7 Reparación de chaqueta

Reparación correctiva de la protección mecánica del cable minero.

2.3.8 Mufa

Reconstitución de los componentes eléctricos y mecánicos del cable minero.

2.3.9. Cantidad de reparaciones

Es la suma de las mufas del cable y la cantidad de chaqueta.

2.3.10. Cable cola

Cable minero que en el circuito eléctrico viene inmediatamente atrás del equipo de las palas o perforadoras.

2.3.11. Cable Estáticos

Cable minero que en el circuito eléctrico están cerca de la fuente de energía y por lo general tienen el menos movimiento.

2.3.12. Cable dinámico

Cable minero que en el circuito eléctrico están después del splitter o dos cables atrás del cable cola.

2.3.13. Tiempo de exposición

Tiempo que un cable minero ha estado instalado en un circuito y no ha tenido su respectiva mantención.

2.3.14 Parada de emergencia

Según la norma EN ISO 13850, la función de parada de emergencia sirve para prevenir situaciones que puedan poner en peligro a las personas, para evitar daños en la máquina o en trabajos en curso o para minimizar los riesgos ya existentes, y ha de activarse con una sola maniobra de una persona (Metalparts Industrial Solutions, 2021).

2.3.15 Vulcanizadora

Maquina diseñada para reparar cubiertas y/o realizar uniones de cables mineros de uso móvil del tipo SHD-GC. De manera de exponer a una temperatura elevada su material de caucho logrando la fusión de sus compuestos (Hidráulica Dumont,2015).

2.3.16. Vulcanización

La vulcanización es un proceso de curado irreversible y debe ser fuertemente contrastado con los procesos termoplásticos que caracterizan el comportamiento de la vasta mayoría de los polímeros modernos. ... El proceso de vulcanización hace uso de este fenómeno.

2.3.17 Prensa hidráulica

Máquina que sirve para comprimir una cosa; está compuesta básicamente de dos plataformas rígidas que se aproximan por accionamiento mecánico, hidráulico o manual de una de ellas.

2.3.18 Tubos PST

Tubos contráctiles en frío (al interior de Kit de reparación 3M)

2.3.19 Kit de reparación 3M

Material para reparación y unión de conductores tipo SHD-GC, en su interior dispone de catálogo para implementación y paso a paso

2.3.20. Resistencia de Aislación (RA)

Se entiende por Resistencia de Aislación (RA) a la resistencia óhmica que presenta la aislación eléctrica de un equipo o instalación, al aplicarle una tensión continua de ensayo "E". El valor de esta resistencia puede variar apreciablemente desde el instante en el que se aplica la tensión continua "E", hasta el instante en que tiende a estabilizarse su valor. También se define la Resistencia de Aislación Instantánea (RA_t) como la resistencia de aislación en un instante "t" posterior a la aplicación de la tensión continua de ensayo "E".

El valor de (RA_t) se obtiene de la relación entre la tensión continua “E” y la corriente total instantánea que “toma” la aislación (Ferrero et al.,2004).

2.3.21. Relación de absorción dieléctrica (RAD)

Es la relación entre la resistencia de aislación medida a los 60 segundos, y la medida a los 30 segundos, de aplicada la tensión continua “E” al equipo o instalación.

2.3.22. Prueba de Resistencia de Aislamiento

Siendo la suma de tres componentes -Corriente de Carga Capacitiva, Corriente de Absorción y Corriente de Fuga- la Corriente Total puede medirse con un instrumento MEGGER (Ohmmetro), aplicando un cierto voltaje. Como ésta depende del tiempo que se aplique el voltaje, es necesario esperar antes de tomar una lectura, con el objeto de que se cargue el equipo bajo prueba. De esta manera, se puede realizar diferentes métodos comunes de prueba, uno de ellos el Método de Relación de Absorción Dieléctrica.

2.3.22.1. Método de Relación de Absorción Dieléctrica

Consiste en obtener una razón entre dos medidas obtenidas en distinto tiempo. Ejemplo: 60seg/30seg y 10 minutos/1 minuto, este ultimo es el ya definido índice de polarización.

Tabla 2.1. Método de Relación de Absorción Dieléctrica

Condiciones del aislamiento	Relación 60/30	Relación 10/1
Peligroso		Menos de 1.0 M
Dudoso	1.0 a 1.25 M	1.0 a 2.0 M
Bueno	1.4 a 1.6 M	2.0 a 4.0 M
Excelente	Arriba de 1.6	Arriba de 4.0 M

Nota : estos valores se deben considerar tentativos y relativos, estan sujetos a la experiencia del usuario

2.3.22.2 Voltajes de Prueba

Los voltajes de Prueba de DC comúnmente utilizados para mantenimiento de rutina (Suárez,2014) son los siguientes:

Tabla 2.2. Voltajes de Prueba

Capacidad del equipo de AC	Voltaje de prueba DC recomendado
Hasta 100V	100 a 250 V
440 a 500 V	500 a 1000 V
2400 V	1000 a 2500 V
4160 V y mayor	1000000 V o más

Fuente: Suárez,2014

2.4.Indicadores de confiabilidad en la gestión del mantenimiento

Productividad y competencia son características de los ambientes donde se desempeñan corporaciones e industrias, las cuáles se ven obligadas a maximizar sus capacidades productivas y minimizar costes operativos. La condición y disponibilidad de sus sistemas productivos juegan un papel decisivo en el éxito de sus negocios.

Para la función Mantenimiento, esto significa una constante búsqueda de nuevas y novedosas formas de incrementar la confiabilidad, disponibilidad y vida útil de plantas y equipos industriales, siempre a través de un control efectivo de costes.

El hecho de planificar y programar los trabajos de Mantenimiento a grandes volúmenes de equipos e instalaciones ha visto en la automatización una oportunidad de constantes mejoras, y la posibilidad de plasmar procedimientos cada día más complejos e interdependientes.

Esto aunado a la mejor práctica de un mantenimiento de Clase Mundial, que establece Sistemas Integrados, ha conllevado a las grandes corporaciones a tomar la decisión de adoptar sistemas de Mantenimiento de Planificación, para que ésta sea agrupada y

consultada de acuerdo con los requerimientos específicos de cada usuario, lo cual facilita los procesos de análisis y toma de decisiones.

Los Indicadores de mantenimiento y los sistemas de planificación empresarial asociados al área de efectividad permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes de esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar la labor de mantenimiento, los indicadores son:

- Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) – Mean Time To Fail (MTTF)
- Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) – Mean Time To Repair (MTTR)
- Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF) – Mean Time Between Failures MTBF).
- Disponibilidad
- Utilización
- Confiabilidad

2.4.1. Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) – Mean Time To Fail (MTTF):

Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado “Tiempo Promedio Operativo” o “Tiempo Promedio hasta la Falla”.

2.4.2. Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) – Mean Time To Repair (MTTR):

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del

diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento). Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$$

2.4.3. Tiempo medio entre fallas (MTBF)

Es el tiempo promedio que un equipo, maquina, línea o planta cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional.

Se obtiene dividiendo el tiempo total de operación entre el número de paros por falla.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$$

2.4.4. Disponibilidad

La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, el TPPF y el TPPR, es posible para la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

- MTBF: Tiempo medio entre fallas indicador de confiabilidad.
- MTTR: Tiempo medio para restaurar indicador de eficiencia de mantenibilidad.

2.4.5. Utilización

La utilización también llamada factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un período determinado.

2.4.6. Confiabilidad

La Confiabilidad es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición de este: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo (Azoy, 2017).

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1. Diseño

Para la elaboración del trabajo se han considerado dos etapas:

I-Diagnostico servicio eléctrico aplicado en área de operación de la mina rajo abierto y previsiones sobre la producción que se ha reducido o detenido debido a las fallas mediante indicadores de confiabilidad MTBF y MTTR

II-Diseño de los instructivos de los trabajos realizados en el área del taller eléctrico, de armado, pruebas eléctricas realizadas, mantención y reparación de cables eléctricos media tensión de 5-8 KV.

Para lo anterior se realizarán las siguientes actividades:

- Revisión de métodos de trabajos con el personal de reparación de cables.
- Observación de métodos de trabajo del personal de movimientos de cables.
- Evaluación de los procedimientos de trabajo con el APR. (asesor de prevención de riesgos)

Los instructivos se elaboraron recopilando métodos de seguridad eléctrica utilizadas por el mandante y métodos utilizados en distintas faenas mineras en donde se utiliza este tipo de conductor para el suministro eléctrico, los instructivos diseñados fueron:

1. Instalación conectores UEE en cable minero
2. Instructivo instalación conector patón Cooke en cable minero
3. Instructivo reparación de cable minero instalación de mantas
4. Instructivo Reparación de cable minero mufa de unión
5. Instructivo de mufa de unión para vulcanizar
6. Instructivo mantenimiento cable minero
7. Instructivo uso máquina vulcanizadora

3.2. Tipo de investigación

De acuerdo con el diseño y a los objetivos propuestos, la presente investigación tiene en su primera etapa un alcance descriptivo ya que busca especificar las propiedades, las características de, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, al describir el servicio eléctrico aplicado en el área de operación de la mina rajo abierto. De la misma manera posee un enfoque cuantitativo al realizar el análisis numérico de los indicadores de confiabilidad de mantenimiento MTBF y MTTR para el desarrollo de las previsiones sobre la producción que se ha reducido o detenido debido a las fallas.

Junto con lo anterior es una investigación documental en su segunda etapa y la realización de los instructivos, esto se justifica oca dado que la investigación documental consiste en detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que parten de otros conocimientos y/o informaciones recogidas moderadamente de cualquier realidad, de manera selectiva, de modo que puedan ser útiles para los propósitos del estudio (Hernández et al., 2014).

3.3. Recursos

3.3.1. Materiales y herramientas ocupadas para preparación y reparación de cable minero.

En este apartado se presentan las herramientas y materiales ocupados para la preparación y reparación de cables mineros.

3.3.1.1. Enchufes hembra y macho de 8 KV, 400 Amper

Estos enchufes son de origen canadiense sus características son que resisten n amperaje de 400 amperes y son hasta 15 KV se ocupan en la salida de la switch house hasta el equipo, estos enchufes son para conectar 3 fases, 2 tierras y 1 hilo piloto.



Figura N° 3.1: Enchufes hembra y macho 8 KV

3.3.1.2. Kit de mufas de unión tripolar auto contraíble clase 8 KV

Este kit contiene:

- 1 tubo PST largo de protección de cubierta.
- 1 tubo PST mediano de relleno.
- 3 tubos PST pequeños de aislación.
- 1 kit de limpieza.

- 1 rollo de cinta scotch súper 33+
- 2 rollos 13
- 1 rollo de cinta scotch 130C
- 3 rollos de cinta malla de cobre scotch 24

Se ocupa cuando hay que hacer una unión en el cable por falla de alguna o todas sus fases.



Figura N° 3.2: Mufa autocontraible /Tubo PST

3.3.1.3 Mantas de sellado termo contraíbles

Las mantas son termo contraíbles se ocupan cuando el cable en su chaqueta tiene algún corte o daño que no llega a dañar las fases, se debe aplicar el procedimiento en 4.4.3. Instructivo reparación de cable minero instalación de mantas.



Figura N° 3.3: Manta termo contraíble

3.3.1.4 Terminales de unión

Los terminales se ocupan para la unión de las fases en reparación cuando se hace una mufa, se ocupan dos terminales los de unión y los terminales de punta.



Figura N° 3.4: Terminal de unión 4/0

3.3.1.5 Aprieta terminales

Se ocupa para apretar los terminales es ajustables a varias medidas de terminales.



Figura N° 3.5: Aprieta terminales

3.3.1.6 Llaves Allen

Son ocupadas para abrir los enchufes, para hacer reaprietos se usan las de pulgadas y las milimétricas.



Figura N° 3.6: Llaves Allen

3.3.1.7 Destornilladores

Se ocupan para los enchufes para soltar tornillos interiores de las fases y tierras del conector.

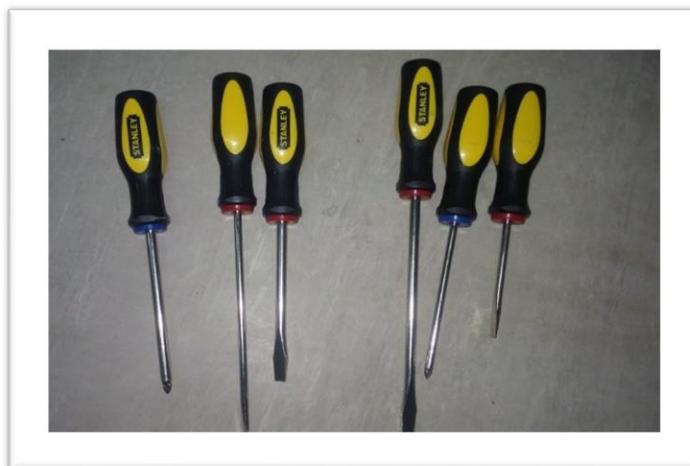


Figura N° 3.7: Destornilladores

3.3.1.8 Corta fases

Herramienta utilizada para cortar las fases y tierras del cable.



Figura N° 3.8: Corta fases

3.3.1.9 Corvo liniero

Cuchillo utilizado para pelar las puntas del cable.



Figura N° 3.9: Corvo liniero

3.3.1.10 Soplete

Se utiliza para instalar las mantas termo contraíbles.



Figura N° 3.10: Soplete

3.3.1.11. Guantes dieléctricos clase 2 para 25 KV

Estos guantes se ocupan para todo tipo de pruebas de cables con energía



Figura N° 3.11: Guantes dieléctricos clase 2

3.3.1.12. Megger 10 KV

Con este instrumento se hacen mediciones de resistencia de aislamiento en el cable



Figura N° 3.12: Megger 10 KV

3.3.1.13. High Pot

Son fuentes de alimentación portátiles que son utilizados para comprobar las calidades del cable, motores, conmutadoras, aislantes, transformadores. Está compuesto por dos módulos.

Módulo de control: aquel que permite al operador cambiar el rango de salida de corriente apropiado y controlar tanto la tensión aplicada tanto como la corriente de fuga de una distancia segura.



Figura N° 3.13: High Pot módulo de control

Módulo de alta tensión: es un diseño aislado en aire que revive sus instrucciones desde la unidad de control. Genera alta tensión en corriente continua que se suministra a la carga que se está probando.



Figura N° 3.14: Modulo alta tensión.

3.3.1.14. Tester

El tester es ocupado se ocupa para medir continuidad en el cable, diodo en el equipo, hilo piloto en la switch house.



Figura N° 3.15: Tester marca Fluke

Otros equipos o herramientas necesarias para desarrollar el proceso o actividad descrita son:

- Maquina vulcanizadora MVU-3
- Megohmetro MEGGER MIT 1025
- Reflecto metro VON
- Multitester FLUKE 87 V
- Pistola de calor BOSH 1800W
- Cuchillo para cables KNIPEX 1000V
- Alicata universal
- Alicata cortante
- Alicata de punta
- Limatón
- Lima plana
- Kit de dados para compresión aprieta terminales Green lee.
- Marco de sierra
- Trípode para afianzar el cable
- Corta cable manual (rachetera)
- Flexómetro
- Lápiz marcador indeleble
- Extensión 380V
- Extensión 220V con interruptor de hombre muerto

3.3.2. Elementos de protección personal

De acuerdo con la legislación vigente se entiende por elemento de protección personal (EPP) “todo equipo, aparato o dispositivo especialmente proyectado y fabricado para preservar el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales”. (Art. 1° del Decreto Supremo N°173, de 1982, del Ministerio de Salud).

Los EPP utilizados en el presente proyecto son:

- Casco de seguridad con barbiquejo.
- Lentes de seguridad con protección UV.
- Protector Auditivo.
- Protección solar factor 50.
- Protección respiratoria con filtros.
- Filtros Mascarilla P-100.
- Overol de trabajo o buzo de trabajo
- Chaleco reflectante tipo geólogo.
- 1° piel, 2° piel, 3° piel, guante de nieve, pasa montaña. (Operación Invierno).
- Cubrenuca para casco de polar.
- Guante de Cabritilla con forro.
- Calzado de seguridad dieléctricos caña alta.
- Guantes de soldador (trabajo en caliente)
- Coletos soldador (trabajo en caliente)
- Guantes anticorte

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1 Descripción del servicio eléctrico mina rajo abierto

De acuerdo con el primer objetivo específico se procedió a describir el servicio eléctrico aplicado en mina rajo abierto, obteniéndose los siguientes resultados

4.1.1. Preparación cable minero

Se traen los cables al taller vienen en carretes de 500 metros la sección del cable es de 8 kv, 400 Amper, se sacan del carrete para liberar los extremos y empezar el proceso de armado con los enchufes marca UEE Macho y Hembra y ser mellado para la entrega

3.2.1.14. Tester

El tester es ocupado se ocupa para medir continuidad en el cable, diodo en el equipo, hilo piloto en la switch house



Figura N° 4.1: Cable minero de 8 KV – 400 Amp.

4.1.2. Traslado de cable minero a la mina

El cable minero se traslada desde el patio de armado con un equipo especial para enrollar el cable que consiste en un tambor giratorio y un brazo hidráulico. (cargador frontal modificado).



Figura N° 4.2: Equipo enrolla cables

4.1.3. Instalación de cable minero en circuito eléctrico:

Según requerimiento se instala cable en circuitos de equipos dependiendo del avance y el carguío.



Figura N° 4.3: Instalación de cable en circuito

4.1.4. Manipulación de switch house corte y reposición de energía

La switch house es un interruptor el cual contiene un relé f-35 el cual es un registrador de fallas y operaciones además de un carro desplazable el cual tiene los conectores de cuchillos de media tensión, se manipula cuando hay que hacer un desacople de enchufes, fallas, y hay un procedimiento para tal manipulación.



Figura N°4.4: Switch house

4.1.5. Movimientos de cables según requerimientos

Los movimientos de cable se realizan cuando el equipo se traslada cuando los camiones ya no tienen espacio para cargar cuando se crean las bermas de las mallas de perforación y estorban la perforación se realizan con energía.



Figura N° 4.5: Movimiento de cable

4.1.6 Movimientos de equipos según requerimiento

Los movimientos de los equipos eléctricos son según las frentes de carguío según el material que va saliendo, por tronadura, mantención o fallas.



Figura N° 4.6: Traslado de equipos pala P&H 4100



Figura N° 4.7: Perforadora 320 XPC

4.1.7. Evacuación de equipos por tronaduras

Los equipos se evacuan siempre cuando estén dentro del radio de tronadura, los radios son 200 metros y para los equipos y 500 metros para las personas por la onda expansiva.

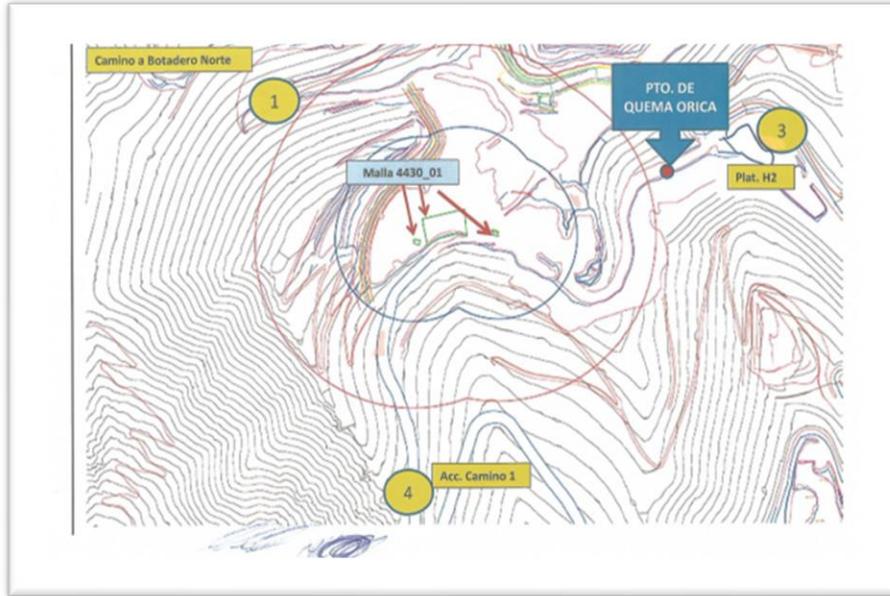


Figura N° 4.8: Diagrama: radio evacuación por tronadura

1.3.8 Descuelgue de cables por bancos

Los descuelgues de cable por bancos se realizan cuando hay que alimentar algún equipo y la fuente de energía está en un piso superior al cual está el equipo.



Figura N° 4.9: Descuelgue de cable por bancos

1.3.9 Reparación de cable por falla

La reparación de cable se realiza solo cuando la falla afecta directamente a la continuidad de trabajo del equipo se le hacen las pruebas correspondientes para dejarlo fuera de servicio si se confirma la falla se retira a taller y es remplazado.

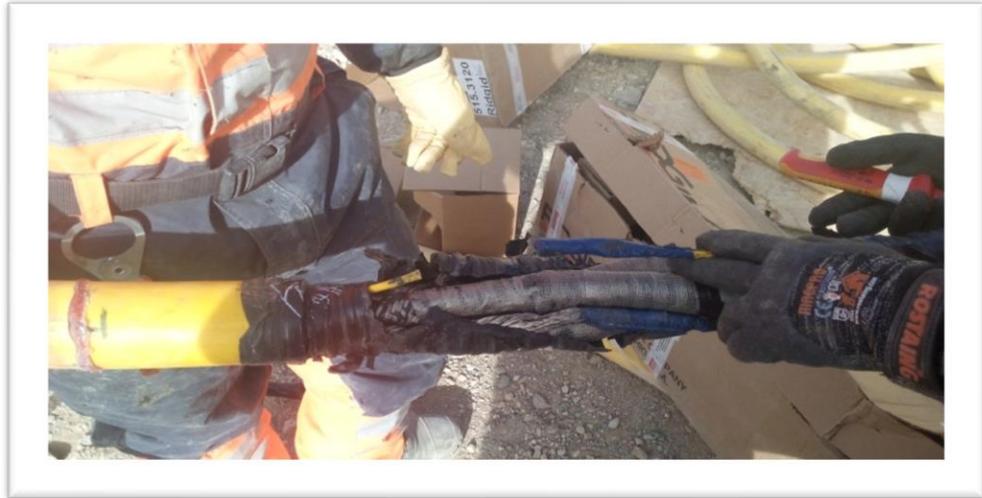


Figura N° 4.10: Falla en hilo piloto

4.2. Resultados indicadores de confiabilidad MTBF y MTTR

De acuerdo con el segundo objetivo específico se realizaron las previsiones sobre la producción que se ha reducido o detenido debido a las fallas mediante indicadores de confiabilidad MTBF y MTTR en el área de operación servicio eléctrico.

4.2.1. Datos históricos de enero-abril 2021 cables con falla

N° CABLE	FECHA	TURNO	TIEMPO(Min)	MTS	MED FAS 1	MED FAS 2	MED FAS 3	HILO PILOTO	IP FAS 1	IP FAS 2	IP FAS 3	IP HP	CONDICION
435	15-01-2021	A	105	100	110.3 G	114.2 G	117 G	107.7 G	4,1	4,3	5,7	1,0	REPARACION
430	17-01-2021	A	330	166	214 G	274 G	281 G	3.30 G	4,4	6,7	5,6	25,0	REPARACION
441	17-01-2021	A	150	300	34 G	37 G	34.7 G	5.81 G	3,2	1,5	3,6	8,3	REPARACION
408	18-01-2021	A	180	246	54.2 G	51.9 G	53.6 G	137.6 G	3,2	3,7	3,3	3,8	REPARACION
448	29-01-2021	A	210	331	17.3 G	17.99 G	18.38 G	1085 G	3,0	2,9	2,8	0,9	REPARACION
449	30-01-2021	A	330	300	47.8 G	47 G	48.1 G	13.06 G	3,5	3,3	3,1	14,5	REPARACION
450	31-01-2021	A	250	300	27 G	24.9 G	26.8 G	6.75 G	4,1	4,1	4,1	11,6	REPARACION
451	01-02-2021	A	250	331	12.58 G	12.63 G	12.71 G	75.1 G	4,0	4,2	5,2	13,3	REPARACION
452	11-02-2021	A	300	333	25,1 G	24,9 G	25,4 G	21,1 G	-	-	-	-	REPARACION
443	12-02-2021	A	240	224	101,6 G	109,1 G	107,4 G	8,4 G	2,5	2,8	2,6	-	REPARACION
453	13-02-2021	A	300	343	33,1 G	31,8 G	31,9 G	11,4 G	3,6	3,8	4,0	-	REPARACION
432	15-02-2021	A	240	242	119 G	129 G	128 G	114,9 G	4,5	4,1	4,6	-	REPARACION
CSPT05	24-02-2021	A	120	10	-	-	-	-	-	-	-	-	REPARACION
CSPT09	24-02-2021	A	120	15	-	-	-	-	-	-	-	-	REPARACION
CSPT13	24-02-2021	A	120	15	-	-	-	-	-	-	-	-	REPARACION
CSPT11	28-02-2021	A	120	15	-	-	-	-	-	-	-	-	REPARACION
452	01-03-2021	A	150	300	-	-	-	-	-	-	-	-	REPARACION
CSPT11	11-03-2021	A	120	15	889 G	908 G	1012 G	1000 G	1,7	1,5	1,7	1,0	REPARACION
CSPT16	11-03-2021	A	120	6	1110 G	1780 G	1653 G	1000 G	3,0	2,7	2,9	1,0	REPARACION
CSPT10	12-03-2021	A	120	6	783 G	1135 G	1742 G	300 G	8,4	4,1	4,9	3,3	REPARACION
431	13-03-2021	A	300	160	115.6 G	137.8 G	139.3 G	127.5 G	5,0	4,3	4,4	4,7	REPARACION
454	24-03-2021	A	240	300	157.3 G	176.6 G	176.9 G	20.8 G	4,6	3,8	3,9	14,9	REPARACION
455	25-03-2021	A	240	300	130.4 G	131.4 G	138.4 G	20.5 G	2,6	2,6	2,6	20,8	REPARACION
456	25-03-2021	A	240	300	100.2 G	75.8 G	76.8 G	35.5 G	3,4	1,9	1,9	7,6	REPARACION
457	26-03-2021	A	240	300	138.9 G	129.1 G	146.9 G	19.18 G	2,4	2,3	2,0	37,5	REPARACION
458	26-03-2021	A	240	300	115.1 G	119.1 G	90 G	24.9 G	4,2	3,9	2,8	20,3	REPARACION
459	27-03-2021	A	240	300	64.6 G	67.4 G	72.2 G	19.2 G	3,8	3,7	3,8	52,1	REPARACION
414	02-04-2021	B	240	250	156,4 G	153 G	155,4 G	> 1T	5,4	5,2	5,3	-	REPARACION
442	03-04-2021	B	210	300	93,6 G	92,4 G	93,5 G	6,92 G	3,9	3,7	3,6	-	REPARACION
449	04-04-2021	B	360	300	67,6 G	62,1 G	67,3 G	14,11 G	4,1	3,6	3,9	-	REPARACION

4.2.2. MTBF y MTTR con datos históricos de enero-abril 2021

Mediante el uso de las fórmulas descritas en apartados anteriores se realizó el cálculo del Tiempo medio entre fallas (MTBF), el Tiempo Promedio para Reparar (MTTR) y la disponibilidad con datos históricos de la mina a rajo abierto objeto de estudio desde el mes enero hasta el mes abril del año 2021.

Las siguientes tablas indican el tiempo promedio que el circuito eléctrico de media tensión del área de operación mina cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional, valores obtenidos dividiendo el tiempo total de operación entre el número de paros por falla. MTBF

$$\mathbf{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$$

Y el tiempo medio real utilizado para arreglar la falla y restaurar la función de un equipo, maquinaria, línea o proceso después de una falla funcional. MTTR

Es una medición de la eficiencia de la cuadrilla para la reparación de la falla de un equipo.

Valores que se han obtenido como intervalo de tiempo dividiendo el tiempo total de reparación entre el número total de fallas en un sistema.

$$\mathbf{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$$

Para finalmente obtener la disponibilidad, función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que el circuito eléctrico de media tensión del área de operación mina esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
Fecha termino	31-ene-21	28-feb-21	31-mar-21	30-abr-21
Tiempo disponible	12420	24840	40020	48300
Tiempo perdido	1555	3365	5615	0
Número de fallas	7	16	27	30
MTBF REAL (MIN)	1552	1342	1274	1610
MTBF META	1500	1552	1552	1552
MTTR REAL (MIN)	222	210	208	0
MTTR META	235	222	222	222

COMPROBACIÓN	12420	24840	40020	48300
RESULTADO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO

DISPONIBILIDAD REAL	87%	86%	86%	100%
DISPONIBILIDAD META	90%	90%	90%	90%

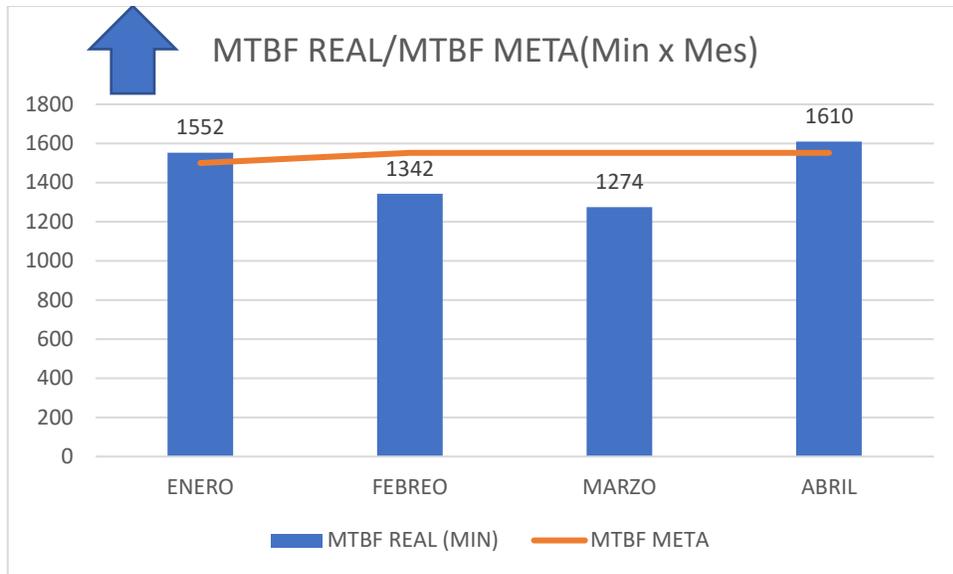


Figura N° 4.11: MTBF REAL/MEBF META

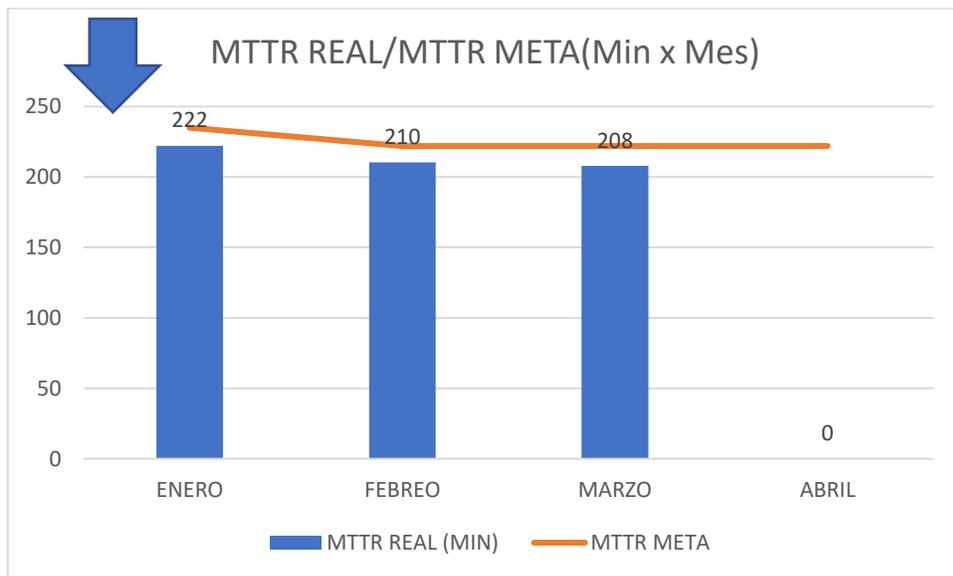


Figura N° 4.12: MTTR REAL/MTTR META

Análisis

De acuerdo con las gráficas anteriores se debe mencionar que el MTBF en el área de operación del servicio eléctrico ha ido en aumento durante el transcurso de los meses y el MTTR ha ido descendiendo, lo que indica que el sistema eléctrico estaría trabajando en su máxima capacidad, sin embargo, es necesario mantener dichos valores.

Se debe mencionar que mientras que el MTBF mide la fiabilidad, el MTTR es un fuerte indicador de la eficacia de la reparación. O sea, juntos, nos permiten obtener una previsión de cuánto tiempo está indisponible sistema eléctrico del área de operación mina.

El análisis del MTBF y del MTTR en conjunto permite también hacer previsiones sobre la producción que, obviamente, se reduce o para completamente durante las averías. Podemos también hacer previsiones acerca de los costes de mantenimiento y de las reparaciones a lo largo del año.

Con base en todos estos indicadores, el gestor de operaciones técnicas puede entender cuáles son los equipos relacionados con el servicio eléctrico menos fiables, es decir, que necesitan más mantenimiento o incluso sustitución. El objetivo debe ser implementar políticas de mantenimiento preventivas y, por consiguiente, reducir el número de averías.

Un MTBF más elevado dará más credibilidad y confianza a su empresa, tanto a nivel interno como con sus clientes.

En cuanto al MTTR, el objetivo debe ser reducir el MTTR pasa, por un lado, por el mantenimiento preventivo, para que el número de averías sea menor; por otro lado, hace falta, también, reducir el tiempo de reparación. Aquí, se trata de actuar rápidamente y preparar a su equipo – cuanto más rápido respondan a una avería, más rápido todo se solucionará.

Con un MTBF elevado y un MTTR bajo, el sistema estará trabajando en su máxima capacidad.

4.3. Relación entre las actividades de mantenimiento de cables eléctrico con la seguridad y continuidad de suministro, dólares, toneladas horas y tiempo.

De acuerdo con el tercer objetivo se procedió a explicar la relación entre las actividades de mantenimiento de cables eléctrico con la seguridad y continuidad de suministro, dólares, toneladas horas y tiempo.

4.3.1. Beneficios de la mantención al cable minero con respecto a la seguridad.

Las siguientes revisiones o mantenciones al cable minero nos benefician a los trabajadores y equipos en prevenir la electrocución y daño a equipos:

1. revisión en chaqueta del cable.
2. revisión de pines de los enchufes.
3. revisión de mantas y mufas.
4. revisión de enchufes.

4.3.2. Beneficios de la mantención al cable minero con respecto a la continuidad de suministro.

Las siguiente revisiones o mantenciones al cable minero benefician a no parar la continuidad de los equipos de carguío y perforación así no afectando a la producción.

1. revisión en chaqueta del cable.
2. revisión de pines de los enchufes.
3. revisión de mantas y mufas.
4. revisión de enchufes.

4.3.3. Explicación de pérdidas de toneladas transportadas a chancado por falla de cable minero

En la minera se dispone para su proceso de producción y extracción de mineral de cobre lo siguiente:

- 1 flota de 30 camiones CAES 930 Komatsu
- 2 palas 4100 XPC – AC
- 3 perforadoras 320 XPC,
- 2 cargadores frontales P&H.

A continuación, se exponen los datos de las toneladas cargadas por equipo y toneladas aproximadas perdidas por falla de cable minero.

Toneladas camión CAES 930	Total, camiones operativos	Toneladas transportadas a chancado por hora.	Toneladas totales transportadas por turnos de 12 horas.
300	30	9.000	108.000 aprox.

Palas	Toneladas balde	Cantidad de cargas
2 palas P&H 4100 XPC-AC	110 toneladas	3

Tiempo perdido por continuidad de suministro eléctrico	
Falla por cable minero (proceso de verificación de falla y cambio de cable)	2 a 3 horas

Toneladas perdidas por falla en la continuidad de suministro (cable)
27.000 toneladas

4.4. Presentación de Instructivos

De acuerdo con el cumplimiento del cuarto y quinto objetivo específico se procedió a diseñar los instructivos propuestos:

4.4.1. Instalación conectores UEE en cable minero

La actividad de instalación conector UEE en cable minero se realizará de acuerdo con las necesidades operacionales por lo anterior esta actividad debe ser planificada y programada para garantizar la seguridad y la integridad de las personas. Para mayores detalles ver el siguiente instructivo.

INSTRUCTIVO INSTALACIÓN CONECTORES UEE EN CABLE MINERO	
Área: Operación mina	Elaborado por: Jonathan Castro
Fecha: mayo 2021	Revisión: 1

1°-

Actividad: Posicionar cable en trípode y sujeción con cadena

Descripción: Posicionar cable en trípode y sujetarlo con cadena con el fin de realizar un trabajo seguro, evitando la caída cable en pies o golpes en manos.



Figura N° 1

2°-

Actividad: Retiro de chaqueta

Descripción: Retirar 32 cm de chaqueta principal realizando un corte vertical y horizontal con el cuchillo aislante de 7" de hoja recta. Evitando dañar fases y realizando cortes en línea opuesta al cuerpo y manos



Figura N° 2

3°-

Actividad: Ingreso de collarin, sello de goma y cuerpo de copla en el cable

Descripción: Posicionar collarin, sello de goma y cuerpo de copla en el cable antes de preparar las fases e instalar pines previos a su armado final.

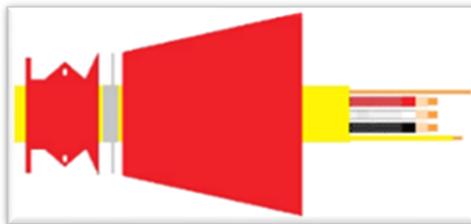


Figura N° 3

4°

Actividad: Preparación de fases

A-Descripción: Las tres fases de color negro, rojo y blanco deben cortarse a 26cm; dejando los conductores de tierra e hilo piloto de 33cm por la tolerancia requerida al armar el enchufe en futuras mantenciones preventivas.



Figura N° 4

B-Descripción: Retirar 12 cm de shield o tierra: para luego proceder a retirar 8 cm de cinta semiconductora. Siempre considerando las medidas desde punta hacia chaqueta



Figura N° 5

C-Descripción: Retirar 2.5 cm de aislación para instalación de pin y cono de compresión. Considerando que antes de instalar cono de compresión y pin (macho/hembra) se debe posicionar collarin, sello de goma, cuerpo de copla, separador de fases y mufas.



Figura N° 6

5°

Actividad: Instalación de Separador de fases y mufas

Descripción: Insertar el separador de fase no importando el orden de éstas; luego se procede a instalar las 3 mufas, una en cada fase, pero antes hay que colocarles vaselina en su interior para un desplazamiento sin problemas al posicionarlas.

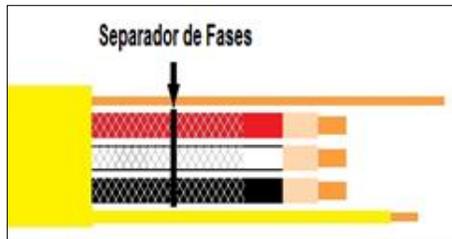


Figura N° 7

6°

Actividad: Instalación de cono de compresión

A-Descripción: Una vez instalado la mufa se procede a instalar las prensas o conos de compresión para los pines, estos se instalan a presión en los 2.5cm de conductor desnudo de cada fase. Se procede a la instalación de pines en cada una de las fases.



Figura N° 8

B-Descripción: Es de gran importancia el apriete entre conductor, cono de compresión y PIN de cada fase; ya que de lo contrario se provocan fenómenos eléctricos causantes de fallas.

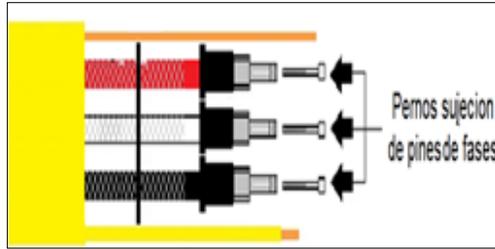


Figura N° 9

C-Descripción: El apriete del pin se realiza con una llave hexagonal de 6mm en sentido horario, ya sea para hembra o macho. Para lograr un mejor apriete se puede ayudar sujetando el pin con un alicate tipo caimán como en la Figura N°10

Como se aprecia en la Figura N°11 ambos son distintos en estructura, pero la sujeción con el cable es la misma



Figura N° 10

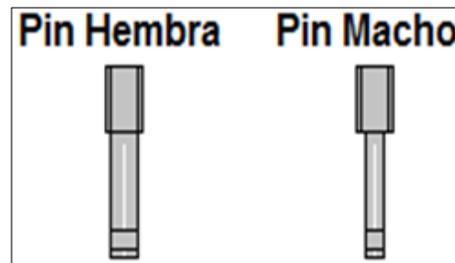


Figura N° 11

7°-

Actividad: Secuencia de fases

Descripción: Respetar el código de colores en enchufes y el sentido de sus fases en modelo macho y hembra; para un correcto funcionamiento de los equipos de la operación (palas y perforadoras).

8°-

Actividad: Enchufe macho

Descripción: Como se aprecia en la Figura N° 12 el sentido de fases al observarlo de forma frontal es en sentido antihorario y donde T.P es tierra de protección y H.P hilo piloto.

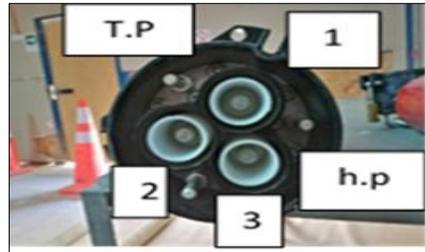


Figura N° 12

9°-

Actividad: Enchufe hembra

Descripción: Como se aprecia en la Figura N° 13 el sentido de fases al observarlo de forma frontal es en sentido horario o a favor de las manecillas del reloj y donde T.P es tierra de protección y H.P hilo piloto.

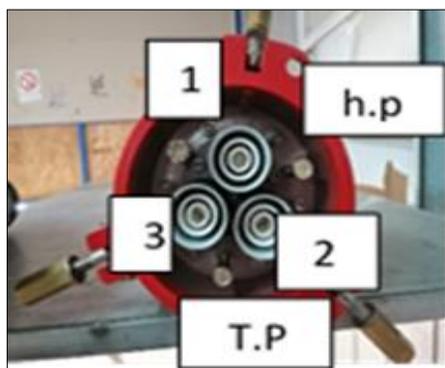


Figura N° 13

10°-

Actividad: Código de colores

Descripción: La Figura N° 14 expone los códigos de colores: Fase 1: negro, Fase 2: rojo, Fase 3: blanco. Es importante considerar el punto anterior para evitar dejar fases invertidas al montar aisladores en cople.

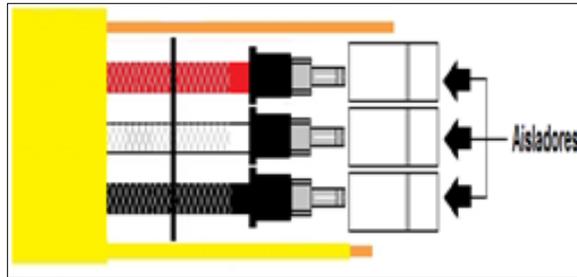


Figura N° 14

11°-

Actividad: Etapa final del armado

A-Descripción: Apretar con llave hexagonal de 6 mm adecuado en porta fases, separador y aisladores para no causar daño o ruptura por sobre apriete al unir con cople.



Figura N° 15

B-Descripción: El apriete de terminales de tierras e hilo piloto se realizará con un destornillador de paleta 6.5 mm, verificando un correcto contacto en terminales y la holgura necesaria de 33 cm para posibles mantenciones.



Figura N° 16

12°

Actividad: Armado de cuerpo de copla

Descripción: El apriete del cuerpo de copla debe ser considerable; ya que es la pieza del enchufe que realiza mayor suportación y debe ser con una llave hexagonal de 5/16".



Figura N° 17

13°

Actividad: Instalación de sello de goma

Descripción: El sello de goma permite la hermeticidad del enchufe y debe ser ajustada mediante una abrazadera con destornillador de paleta de 6.5mm.



Figura N° 18

14°

Actividad: Sujeción de collarin

Descripción: El collarin se posiciona en el cuerpo de la copla y va sujetado por pernos hexagonales de 5/16". Se debe realizar un buen apriete para generar sello en cuerpo de copla y collarin.



Figura N° 19

15°

Actividad: Sujeción de abrazadera

Descripción: La abrazadera del collarin cumple una tarea importante; ya que toda tracción por movimiento de cable se aplica en ese punto. El apriete debe ser considerable y con una llave hexagonal de 6 mm.



Figura N° 20

4.4.2. Instructivo instalación conector patón Cooke en cable minero

La actividad de instalación conector patón cooke en cable minero se realizará de acuerdo con las necesidades operacionales por lo anterior esta actividad debe ser planificada y programada para garantizar la seguridad y la integridad de las personas.

INSTRUCTIVO INSTALACIÓN CONECTOR PATON COOKE EN CABLE MINERO	
Área: Operación mina	Elaborado por: Jonathan Castro
Fecha: mayo 2021	Revisión: 1

1°

Actividad: Instalación de cable en trípode

Descripción: Verificar área de trabajo libre para transitar, Instalar con precaución cable sobre trípode de trabajo, sujetarlo con cadena para evitar golpes con el cable, uso de guantes cabritilla o hyflex en todo momento para esta tarea.

2°

Actividad: Delimitación de área

Descripción: Delimitar área de trabajo con conos y cadenas dejando un paso peatonal entre ambas líneas de trabajo en taller de cable, si la reparación es en terreno, delimitar área de trabajo con conos, cadenas y letrero que indique el ingreso solo con la autorización del encargado del área.

3°

Actividad: Ingreso de cuerpo conector P&C

Descripción: Ingresar cuerpo de conector en cable antes de realizar preparación de puntas para mufa de terminación.

4°

Actividad: Preparación de puntas para mufa de terminación

A-Descripción: Comenzar con retiro 13" de chaqueta aislante exterior realizando corte vertical y horizontal con cuchillo de descarnado dieléctrico 7" de hoja recta, evitando dañar aislación de hilo piloto o fases y realizando cortes en línea opuesta a manos y cuerpo utilizando guantes anticorte en todo momento.

B-Descripción: Instalar cinta aisladora en ambas puntas de tierra para evitar que se despeine el trenzado y dificulte el trabajo.

C-Descripción: Marcar con cinta aislante o de vidrio y Se cortará con alicate cortante pantalla de conductor a tierra y semiconductor a 3,5" desde chaqueta hacia punta de fases. Para esta tarea se debe utilizar guantes anticorte en todo momento.

D-Descripción: Cortar las tres fases a 8,5" desde chaqueta a punta de fases. El corte se realiza con herramienta corta cable y guantes anticorte.

E-Descripción: Cortar la aislación de fase lo necesario para la instalación pin de fase utilizando cuchillo de descarnado dieléctrico con guantes anticorte y realizando cortes en sentido opuesto a manos y cuerpo. Posterior a esto se debe instalar pin en las tres fases.

5°

Actividad: Mufa de terminación

A-Descripción: Instalar mufas en cada fase, la mufa es termo contraíble por lo que se debe contraer con calor, para este efecto se debe utilizar soplete con gas generando permiso de trabajo en caliente autorizado por quien corresponda, extintor clase C y personal instruido en uso y manejo de extintores, uso de delantal de cuero y guantes cabritilla. mantendremos el gas siempre detrás de la llama abierta, calentando las mufas una a una terminando con la instalación de cono protector termo contraíble y posterior aplicación de calor con soplete. una vez terminado se deja enfriar a temperatura ambiente.

6°

Actividad:

A-Descripción: Una vez se encuentre la mufa a temperatura ambiente, se puede continuar con el armado de conector P&C.

B-Descripción: El cabezal de conector P&C, tiene los aisladores instalados tanto de las tres fases como de hilo piloto, por lo que se debe instalar cabezal de conector en cable pasando los pines de fases por el interior de los aisladores cuidando seguir la continuidad de fases guiándose por el cable hilo piloto que debe instalarse recto desde donde sale por la chaqueta aislante exterior hasta el aislador de hilo piloto.

C-Descripción: Instalar pin en cables de tierra e hilo piloto apretando con llave hexagonal, posterior a esto instalarlos en cabezal de conector P&C.

D-Descripción: Cuerpo de conector se debe instalar junto con su empaquetadura para hermeticidad, de igual manera el collarín con abrazadera.

4.4.3. Instructivo reparación de cable minero instalación de mantas

La actividad de reparación de cable minero instalación de mantas se realizará de acuerdo con las necesidades operacionales por lo anterior esta actividad debe ser planificada y programada para garantizar la seguridad y la integridad de las personas.

INSTRUCTIVO REPARACIÓN DE CABLE MINERO INSTALACIÓN DE MANTAS	
Área: Operación mina	Elaborado por: Jonathan Castro
Fecha: mayo 2021	Revisión: 1

1°

Actividad: Posicionar cable en ambos trípodes y segregar área de trabajo

A-Descripción: Para realizar un trabajo de forma adecuada y una instalación de chaqueta de forma correcta; ya que el uso de llama abierta es considerado un trabajo que requiere un permiso especial, se deben tomar todas las medidas de seguridad necesarias para la tarea.

2°

Actividad: Documentación previa a trabajos

A-Descripción: Anexo a la ART debe realizarse un permiso especial de trabajo en caliente visado por el supervisor y APR.

3°

Actividad: Preparación de cable

A-Descripción: Es importante limpiar el área de todo residuo y realizar un lijado considerable para una buena adherencia de la chaqueta termo contraíble en el lugar a reparar.

4°

Actividad: Instalación de manta

A-Descripción: Es importante limpiar el área de todo residuo y realizar un lijado considerable para una buena adherencia de la chaqueta termo contraíble en el lugar a reparar.

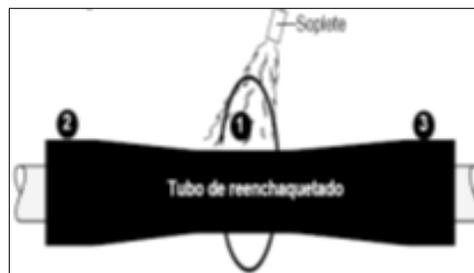


Figura N° 1

B-Descripción: Para el caso de instalación de chaqueta del kit de mufa se debe omitir el paso anterior, ya que la chaqueta no posee cierre metálico.

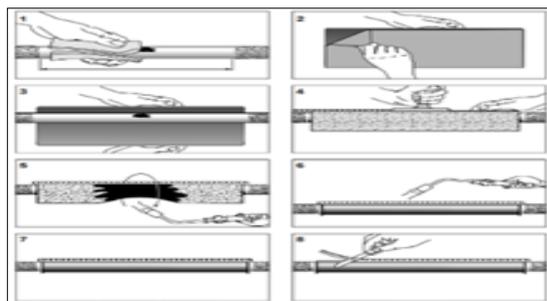


Figura N° 2

5°

Actividad: Termino correcto del montaje

A-Descripción: Una vez enfriada la manta se debe retirar el cierre metálico, el color de la manta deber ser completamente negro y el adhesivo debe fluir en sus extremos lo que significa que la resina fue calentada correctamente para su adherencia.



Figura N° 3

6°

Actividad: Consideraciones

A-Descripción: Una vez terminado el uso de la llama abierta o pistola de calor se debe verificar el área. Además, se debe verificar con mediciones de aislación y continuidad en fases, hilo piloto y tierras que la instalación de chaqueta fue correcta y no causo algún daño considerable en el cable.

4.4.4. Instructivo Reparación de cable minero mufa de unión

La actividad de reparación de cable minero mufa de unión se realizará de acuerdo con las necesidades operacionales por lo anterior esta actividad debe ser planificada y programada para garantizar la seguridad y la integridad de las personas.

INSTRUCTIVO REPARACION DE CABLE MINERO MUFA DE UNION	
Área: Operación mina	Elaborado por: Jonathan Castro
Fecha: mayo 2021	Revisión: 1

1°

Actividad: Posicionar cada extremo de cable en trípodes

A-Descripción: Para maniobrar de forma cómoda y segura el cable se debe sujetar con cadena en los trípodes. Así evitamos golpes en pies y manos.



Figura N° 1

2°

Actividad: Retiro de chaqueta principal

A-Descripción: Posterior a la búsqueda de falla y posicionar el cable en trípode, proceder a retirar 30 cm de chaqueta principal realizando un corte vertical y horizontal con el cuchillo aislante de 7" de hoja recta. Evitando dañar fases y realizando cortes en línea opuesta al cuerpo y manos.

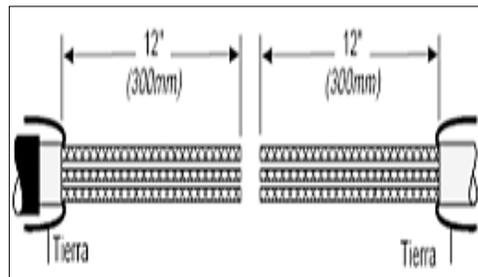


Figura N° 2

3°

Actividad: Cortes de fases

A-Descripción: La idea principal del corte de fases a 5" y el otro extremo a 12" o viceversa; siendo la fase que se corte a 8.5" la única que queda con medidas iguales en ambos extremos para lograr una unión traslapada o escalonada.

12": 30.48 cm 8.5": 21.59 cm 5": 12.7 cm

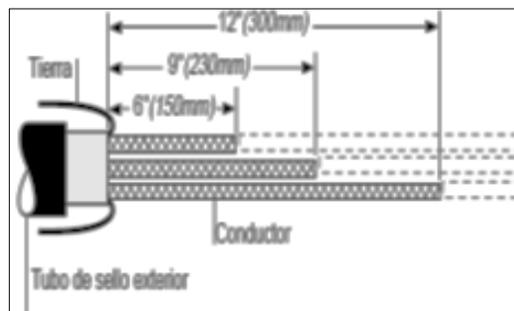


Figura N° 3

Actividad: Preparación de cada fase

A-Descripción: Retirar 4" de shield o pantalla, además de la cinta semiconductora de la cual debemos dejar 6mm para su continuidad al unir; por lo tanto, se deben retirar 94mm.

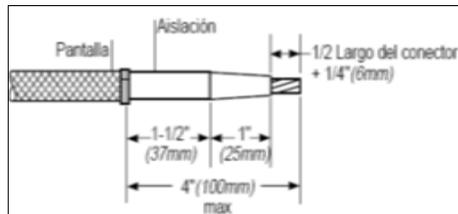


Figura N° 4

B-Descripción: La punta de lápiz y el retiro de aislación para el conector recto se realiza con cuchillo de 7" de hoja recta. Se deben respetar medidas indicadas en la figura, para posteriormente lijar aislación y eliminar toda terminación dejada por los cortes del cuchillo.

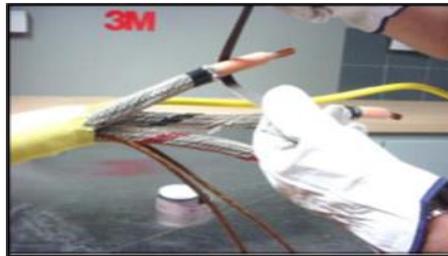


Figura N° 5

C-Descripción: La terminación de un extremo debe quedar como se aprecia en la siguiente imagen sin considerar sus medidas.

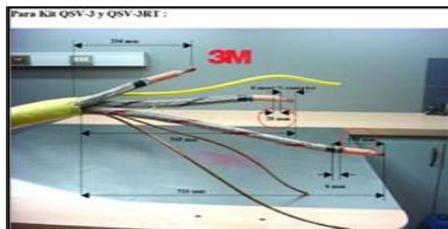


Figura N° 6

Actividad: Unión de cada fase con terminal recto

A-Descripción: Considerar que el terminal a utilizar debe ser de acuerdo con la sección del cable que se va a unir al igual que la medida de la muela del aprieta de terminales correspondiente a 4/0 awg

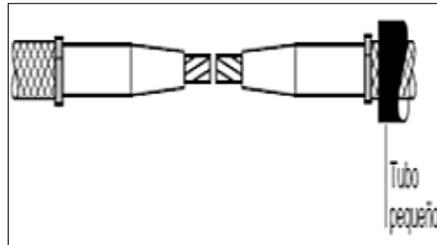


Figura N° 7

B-Descripción: Tener precaución de unir correctamente las fases, utilizando como referencia el código de colores y colocar el tubo pequeño termo contraíble del kit de unión antes de apretar el conector.

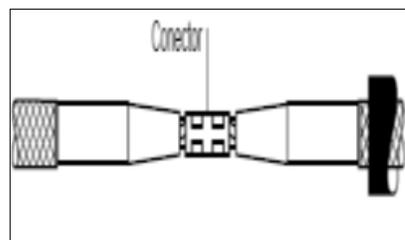


Figura N° 8

Descripción: Apriete correcto de terminales como muestra la Figura N° 9.



Figura N° 9

Actividad: Limpieza y encintado de semiconductora

A-Descripción: Una vez finalizada la unión con terminal recto se debe limpiar con paños de kit de limpieza desde terminal hacia shield o malla tierra en una sola dirección para eliminar contaminación.



Figura N° 10

B-Descripción: Aplicar dos capas a medio traslape de cinta semiconductora Scotch 13, sobre el conector, cubriendo como máximo 2 mm sobre las puntas de lápiz de la aislación.

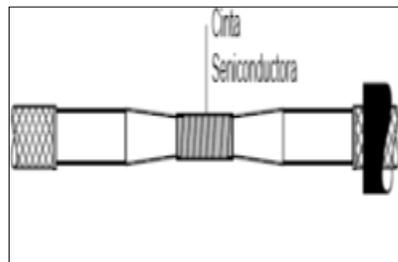


Figura N° 11

C-Descripción: Estirar la cinta hasta casi su punto de ruptura como muestra en la Figura N° 12



Figura N° 12

7°

Actividad: Aplicación de cinta de goma

A-Descripción: No olvidar nivelar el área entre las puntas de lápiz mediante la aplicación de cinta de goma Scotch 130-C. Aplique la cinta con estiramiento cubriendo como máximo 2 mm sobre el término de las puntas de lápiz.

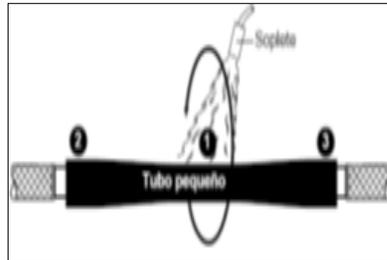


Figura N° 13

8°

Actividad: Instalación de tubo termo contraíble

A-Descripción: Centrar el tubo sobre la conexión. Termo contraiga el tubo partiendo por el centro (1). Aplique calor de forma uniforme por todo el tubo. Cuando el centro se halla termo contraído, continúe con un lado (2) y luego con el otro (3). Una pequeña cantidad de adhesivo saldrá por los extremos.



Figura N° 14

Actividad: Aplicación de cinta semiconductora y pantalla o shield

A-Descripción: Aplicar una capa a medio traslape bien estirada casi al punto de ruptura de cinta semiconductora Scotch 13 de un extremo a otro, cubriendo 12 mm de la pantalla expuesta con el propósito de recuperar la propiedad de la capa semiconductora del cable.

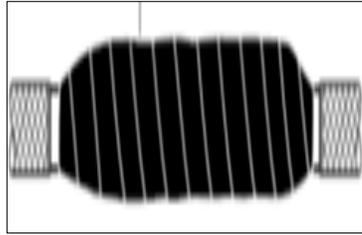


Figura N° 15

B-Descripción: Aplicar en cada una de las fases una capa de cinta Scotch 24 de cobre estañado a medio traslape cubriendo 12 mm de pantalla expuesta medida desde los extremos de la cinta aplicada anteriormente, esta para recuperar la forma de pantalla en cada una de las fases.

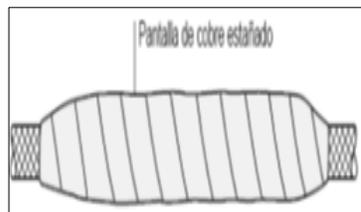


Figura N° 16



Figura N° 17

10°

Actividad: Termino de unión de fases

A-Descripción: Tener la precaución de que las fases no queden cruzadas y que sigan la misma trayectoria original.

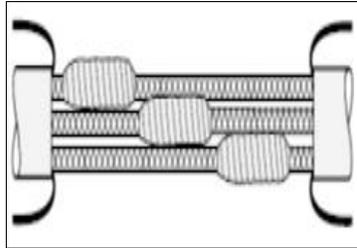


Figura N° 18



Figura N° 19

11°

Actividad: Unión de hilo piloto y tierras

A-Descripción: Aislar en toda su extensión el conductor del hilo piloto, mediante la aplicación de dos capas a medio traslape de cinta Scotch 69 de fibra de vidrio, sobre el conector y la aislación de este con el fin de proteger la aislación de las altas temperaturas de la instalación de la manta termo contraíble.



Figura N° 20

A-Descripción: El conector a utilizar es de 6 awg y se debe considerar cierta holgura, debido a la flexión que sea sometida la mufa de unión.



Figura N° 21

B-Descripción: En el caso de las tierras se deben unir con un terminal 2 awg y también debemos considerar cierta holgura por lo mencionado en el punto anterior.

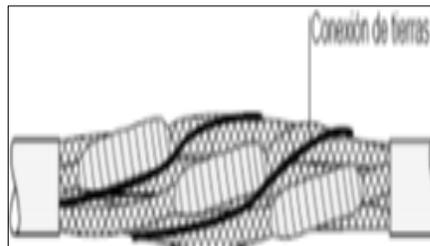


Figura N° 22

12°

Actividad: Terminación de mufa previo a instalación de chaqueta termo contraíble

A-Descripción: Realizar una punta de lápiz y lijado con las medidas indicadas para nivelar con cinta mastic negra con el fin de reestablecer el perfil del cable.

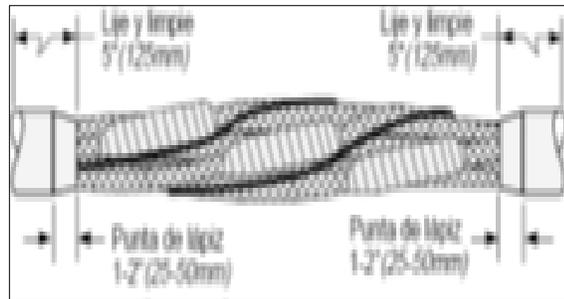


Figura N° 23

B-Descripción: En esta condición es posible la instalación de la chaqueta termo contraíble y finalizar la mufa de unión.

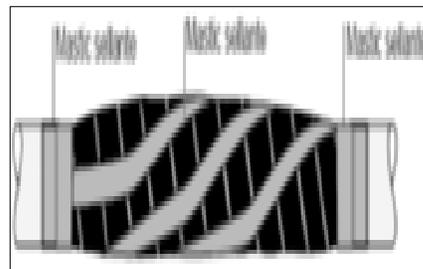


Figura N° 24

4.4.5. Instructivo de mufa de unión para vulcanizar

La actividad de mufa de unión para vulcanizar se realizará de acuerdo con las necesidades operacionales por lo anterior esta actividad debe ser planificada y programada para garantizar la seguridad y la integridad de las personas.

INSTRUCTIVO MUFA DE UNIÓN PARA VULCANIZAR	
Área: Operación mina	Elaborado por: Jonathan Castro
Fecha: mayo 2021	Revisión: 1

1°

Actividad: Preparación de los cables

A-Descripción: Marque cada uno de los conductores. Por ejemplo “a” y “b.”

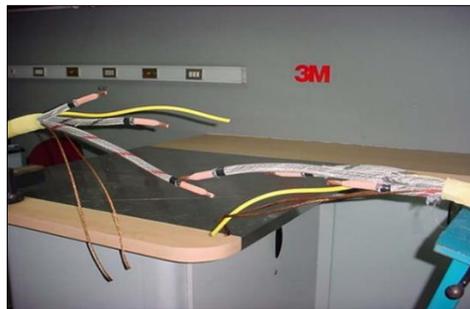


Figura N° 1

B-Descripción: Retirar la chaqueta de cada uno de los cables a unir a 50cm medida desde sus extremos como se muestra en la figura 2. Para retirar chaqueta, se debe realizar corte con cuchillo de descarte dieléctrico, el corte se debe siempre direccionar hacia fuera del cuerpo y utilizando guantes anticorte.

Nota: cuide de no dañar el blindaje electrostático o pantalla ni cualquiera de las capas de las fases e hilo piloto

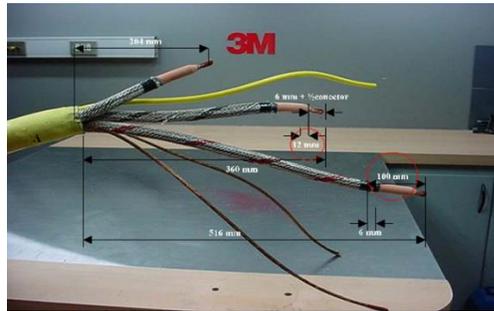


Figura N° 2

C-Descripción: Cortar cada una de las fases según el nivel de tensión del conductor (8 kv ó 15 kv) de acuerdo con las medidas indicadas en la figura 2 y figura 3.

Nota: observe que las 3 fases de cada extremo del conductor se deben cortar a distinta medida. Por ejemplo, si la fase “roja” del conductor “a” es la más larga, en el conductor “b” ésta debe ser la más corta. El traslape de fases debe quedar con el conductor más largo de 47cm, el más corto de 17cm y el ultimo conductor de 32cm.

El largo total de las fases debe quedar de 64cm

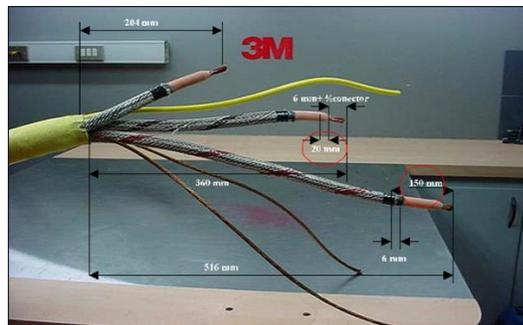


Figura N° 3

D-Descripción: Retirar la pantalla de alambres y el refuerzo textil hasta lograr la medida deseada utilizando para ello tijeras o alicates. Fije con cinta semi conductora scotch 13.

Corte la capa semiconductora, dejando 6 mm de capa semiconductora expuesta medida desde el corte de la pantalla.

Retire la aislación a partir del extremo del conductor a 6mm más la mitad del largo del conector.

Prepare una punta de lápiz en el extremo de la aislación (ver Figura N° 2 y N°3 para largo). Procure dejar ésta lo más lisa posible utilizando lija 120j incluida en el kit de preparación de cables cc – 2

E-Descripción: Raspar cuidadosamente 30 mm de cubierta de los cables a partir del corte de ésta utilizando lija #80 o una escofina fina, de forma de eliminar todo tipo de suciedad y hacer una punta de lápiz.

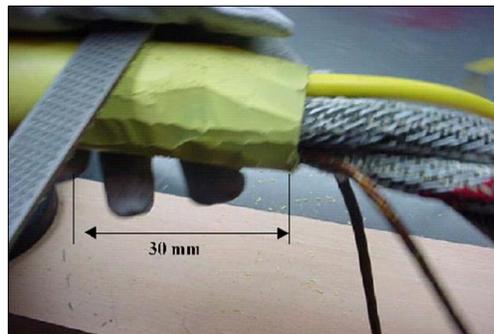


Figura N° 4

F-Descripción: Limpie la aislación expuesta siguiendo la práctica normal: Lije la superficie de la aislación con la lija del kit de preparación de cables CC – 2.

nota: Realice estas operaciones de preparación del cable en cada una de las fases.

La preparación correcta de cada cable, considerando como ejemplo una fase, como se muestra en la Figura N° 5.



Figura N° 5

2°

Actividad: Disposición de los tubos contráctiles en frío (PST)

A-Descripción: Coloque los tubos PST pequeños en cada una de las fases de los cables a unir. Asegúrese de retirar el espiral hasta que éste quede alineado con el extremo del tubo antes de ser instalados en cada una de las fases.

La disposición correcta de los tubos PST se muestran en la Figura N° 6.

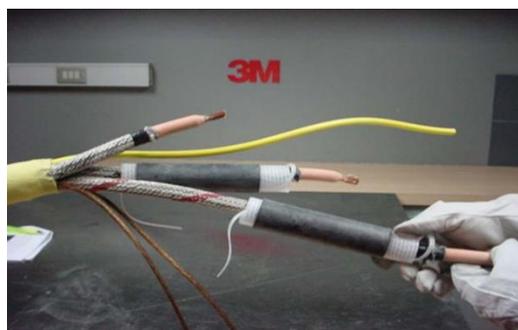


Figura N° 6

Actividad: Conexión de los conductores

A-Descripción: Realice la unión de los conductores utilizando un conector de fuerza apropiado a la sección del conductor Figura N°7 y N°8



Figura N° 7



Figura N° 8

B-Descripción: Para nuestro caso, según los conductores utilizados en terreno, corresponden a un diámetro 4/0 awg, por lo siguiente debemos utilizar un conector de unión 4/0 o en su defecto utilizar un conector de 120 mm².

Para la unión de cable hilo piloto, debemos utilizar un conector de fuerza 2 ó 4 awg.

C-Descripción: Para la compresión de estos conectores de fuerza se debe considerar realizar el apriete con herramienta aprieta terminal hidráulico manual y la pieza de compresión adecuada, en este caso para 4/0 debe ser KA12-4/0, para 2 awg se debe utilizar K12-2 Y PARA 4AWG K12-4.

Tener la precaución de unir correctamente las fases, utilizando como referencia las marcas que vienen incluidas en cada una de las fases. Como, por ejemplo: colores iguales para iguales fases. NOTA: Antes de efectuar la compresión del terminal verifique que el tubo PST se encuentre puesto.

Limpie la superficie de la aislación con los paños del kit CC – 2, sin tocar la capa semiconductor como se aprecia en la Figura N°9.



Figura N° 9

D-Descripción: Rellene las posibles irregularidades producidas en el conector mediante el uso de una cinta semiconductor Scotch 13. Aplique dos capas a medio traslape de cinta semiconductor Scotch 13 sobre el conector, cubriendo como máximo 2 mm sobre las puntas de lápiz de la aislación. Estire la cinta hasta casi su punto de ruptura (400% APROX.).



Figura N° 10

4°

Actividad: Aplicación de la aislación primaria

A-Descripción: Nivela el área entre las puntas de lápiz mediante la aplicación de cinta de goma Scotch 23 o Scotch 130 C. Aplique la cinta con estiramiento cubriendo como máximo 2 mm sobre el término de las puntas de lápiz. Figura N°11.



Figura N° 11

B-Descripción: Para Deslice el tubo PST sobre la zona encintada. Cuando retire el núcleo plástico del tubo este se elongará, por lo cual deje un espacio libre de 6 mm entre el tubo y el corte de la capa semiconductor.

Quite el núcleo plástico del tubo, desenvolviéndolo en sentido contrario a las manecillas del reloj.

Este proceso permite recuperar la propiedad aislante de la unión.

NOTA: Al aplicar algunos tirones ocasionales del núcleo plástico mientras desenrolle el espiral plástico, le facilitarán la operación. Repita este proceso en cada una de las fases, como se muestra en las Figuras N^a12 y N^a13.



Figura N° 12



Figura N° 13

C-Descripción: Aplicar una capa a medio traslape bien estirada casi al punto de ruptura de cinta semiconductor Scotch13 de un extremo a otro, cubriendo 12 mm de la pantalla expuesta con el propósito de recuperar la propiedad de la capa semiconductor del cable. como se muestra en las Figuras N^a14 y N^a15.



Figura N° 14



Figura N° 15

D-Descripción: Aplicar en cada una de las fases una capa de cinta Scotch 24 de cobre estañado a medio traslape cubriendo 12 mm de pantalla expuesta medida desde los extremos de la cinta aplicada anteriormente, recuperando de esta forma la propiedad de la pantalla en cada una de las fases. como se muestra en las Figuras N°16 y N°17.

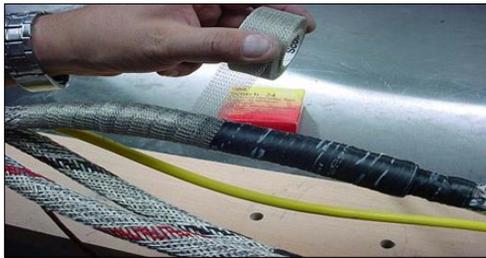


Figura N° 16



Figura N° 17

5°

Actividad: Conexión de cable de tierra

A-Descripción: Aislar en toda su extensión al conductor de chequeo mediante la aplicación de dos capas a medio traslape de cinta Scotch 69 de fibra de vidrio sobre el conector y la aislación de éste.



Figura N° 18

B-Descripción: Unir los conductores de tierra y el conductor de chequeo con conectores de fuerza utilizando conectores Scotchlok apropiados a la sección de los conductores. Se debe tener la precaución de que no queden cruzados con las fases o entre sí, deben seguir la misma trayectoria original. como se muestra en las Figuras N°18 y N°19.



Figura N° 19

C-Descripción: Cubrir con cinta Scotch 69 de fibra de vidrio los conectores de unión del cable piloto y de las toma tierra como se ve en la Figura N° 20.

Amarrar todos los conductores con cinta Scotch 69 de forma que tomen la forma original del conductor como se ve en la Figura N° 21. NOTA: Aplicar una capa a medio traslape.

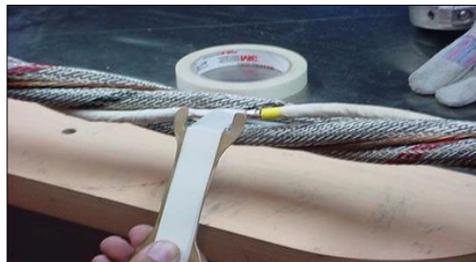


Figura N° 20



Figura N° 21

6°

Actividad: Aplicación de cubierta primaria

A-Descripción: Aplicar la cinta de csm-65 Hypalon con un ligero estiramiento aproximadamente de 2,5 mm de ancho cubriendo toda la unión dando tres vueltas o lo que sea necesario para llegar al nivel de la chaqueta principal uniformemente a medio traslape. como se muestra en las Figuras N°22.



Figura N° 22

B-Descripción: Aplicar la manta CSM-65 de Hypalon sobre toda la zona del empalme cubriendo el total desde 10 mm. de la cubierta antes de la punta de lápiz hasta 10mm. más allá de la punta de lápiz del otro cable unido. Usar una brocha para aplicar la solución SMK21 (Tacking) que permite pegar la manta CSM-65. Figura N° 23 y 24.

Una vez terminado este proceso, debemos iniciar proceso de vulcanizado indicado en el instructivo de procedimiento de operación vulcanizadora. Nota: la capa de cinta vulcanizable Hypalon en el cable, debe cubrir todo el largo del molde vulcanizable, en este caso, 86cm total



Figura N° 23



Figura N° 24

4.4.6. Instructivo mantenimiento cable minero

El siguiente instructivo establece los patrones para dejar operativo un cable minero de acuerdo con la medición de sus variables eléctricas y también establece la frecuencia de mantención o cambio de cable minero de todos los circuitos que alimentan los equipos mina tanto de extracción como de perforación.

INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO CABLE MINERO	
Área: Operación mina	Elaborado por: Jonathan Castro
Fecha: mayo 2021	Revisión: 1

1°

Actividad: Índice de Polarización

A-Descripción: La siguiente tabla nos muestra los rangos de labores aceptables de acuerdo con su índice de polarización.

IP	Condición del cable
0 a 1.9	Fuera de servicio
Más de 2	Operativo

2°

Actividad: Medición de aislación

A-Descripción: La siguiente tabla expone los valores aceptables de un cable minero con un tiempo de exposición de 1 minuto y una tención aplicada de 10 KV

Estado	Medida mínima (MΩ)
Peligroso	Menor a 1
Cuestionable	1-2
Bueno	2-4
Excelente	Mayor a 4

3°

Actividad: Mantenición de cables mineros con mufas

A-Descripción: Cuando un cable tenga más de dos mufas se le realizara una mantención cada 9 meses siempre y cuando este se encuentre en un circuito estático, si por motivos de falta de cables tenemos que poner un cable con 2 mufas en un circuito dinámico esto solo se realizara de forma momentánea hasta que se genere otro cable en óptimas condiciones para su reemplazo.

4°

Actividad: Mantenición de cables mineros estáticos

A-Descripción: La mantención de los cables mineros estáticos la realizaremos cada 1 año o por oportunidad si es que queda disponible por algún motivo

5°

Actividad: Mantenición de cables mineros dinámicos

A-Descripción: La mantención de los cables mineros dinámicos la realizaremos cada 3 meses, si el cable sale del circuito antes de un mes solo se les realizara mediciones de índice de polarización.

6°

Actividad: Mantenición de cables mineros con reparaciones de manta termo contraíble (chaqueta)

A-Descripción: La mantención de los cables que solo tengan manta termo contraíble y estén en puntos estáticos la realizaremos cada 1 año, si están en puntos dinámicos su mantención será cada 3 meses, si el cable sale del circuito antes de un mes solo se les realizara mediciones de índice de polarización.

Si la manta termo contraíble presenta daños antes de tiempo se coordinará el reemplazo del cable lo antes posible.

7°

Actividad: Mantenición de cables colas de palas y perforadoras

A-Descripción: Los cables colas tanto de palas como de perforadoras serán reemplazados cada 3 meses de acuerdo con el programa

Nota: Se tomó la determinación de realizar el reemplazo ya que es más rápido que hacerle mantención y si consideramos que en la mantención nos puede arrojar que es necesario el cambio del cable el tiempo se incrementaría.

8°

Actividad: Mantenición de cables en cruces aéreos

A-Descripción: Los cables instalados en cruces aéreos serán reemplazados cada 1 año y si el cruce aéreo es con cordel se aprovechará la instancia para hacer el respectivo cambio.

Nota: Se tomó la determinación de realizar el reemplazo ya que es más rápido que hacerle mantención y si consideramos que en la mantención nos puede arrojar que es necesario el cambio del cable el tiempo se incrementaría.

4.4.7. Instructivo uso maquina vulcanizadora

La actividad uso maquina vulcanizadora se realizará de acuerdo con las necesidades operacionales por lo anterior esta actividad debe ser planificada y programada para garantizar la seguridad y la integridad de las personas.

INSTRUCTIVO USO MAQUINA VULCANIZADORA	
Área: Operación mina	Elaborado por: Jonathan Castro
Fecha: mayo 2021	Revisión: 1

1°

Actividad: Puesta en servicio de la unidad vulcanizadora

A-Descripción: La puesta en marcha y operación del equipo deberá ejecutarse por personal debidamente capacitado y autorizado.

B-Descripción: Verifique que la maquina se encuentre libre de polvo y residuos, sin filtraciones de aceites y en buenas condiciones para su operación

C-Descripción: Antes de energizar asegúrese de que el equipo haya sido conectado eléctricamente en forma correcta considerando que equipo funciona a un nivel de tensión de 380 (v).

Actividad: Conociendo el tablero de control

A-Descripción: El tablero general de control permite encender y apagar el quipo, controlar y monitorear la temperatura de los calefactores y a la vez accionar el sistema hidráulico.

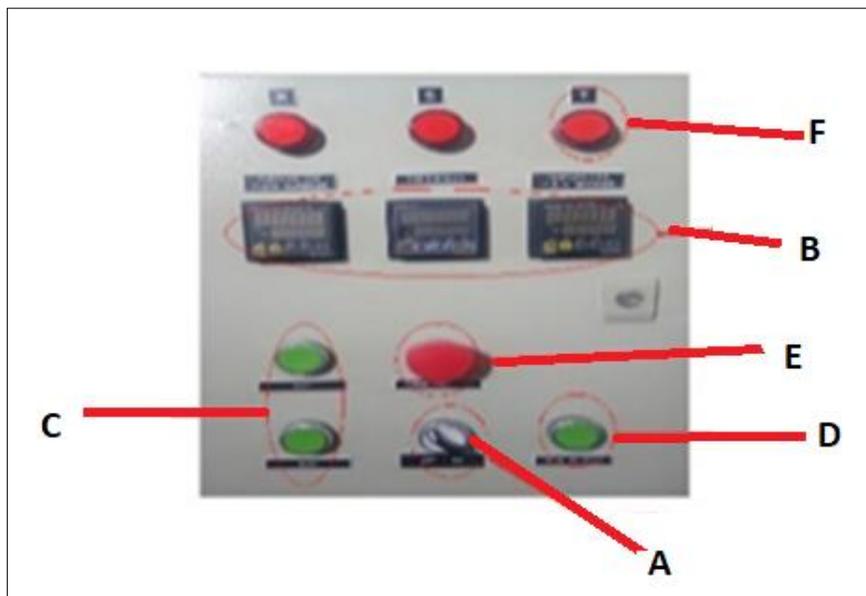
Este tablero eléctrico esta alimentado por 380 (v). Por lo cual se debe utilizar el equipo de protección personal específico para trabajos con energía eléctrica.

Descripción: A. selector apagado/encendido perilla para energizar sistema

B. control de temperatura y temporizador ajustable para cada placa calefactor C. botones para subir y bajar los moldes D. inicio de ciclo de vulcanizado (170 ° 40 min)

E. parada de emergencia

F. luz piloto que indica si el tablero esta energizada presencia de tensión, alimentación 380v.



3°

Actividad: Tiempo sugerido de vulcanizado

Descripción: Nota importante: Los tiempos indicados en la tabla son solo sugeridos por fabricante, estos podrán variar dependiendo del espesor de la cubierta del cable a reparar y las condiciones ambientales.

CABLE	T° MOLDES	TIEMPO DE CICLO VULCANIZADO (m)		
		5 KV	8 KV	15 KV
2	170° C	20	25	30
1	170° C	20	25	30
1/0	170° C	23	28	30
2/0	170° C	23	28	33
3/0	170° C	25	30	33
4/0	170° C	30	35	35
250	170° C	35	35	40
350	170° C	35	40	40
500	170° C	38	40	40
600	170° C	38	40	40

4°

Actividad: Operación de maquina vulcanizadora

A-Descripción: En el interior del tablero de control encontrara los interruptores de protección general para proceder a energizar el sistema, debe estar en posición ON (encendido).

B-Descripción: Gire el selector (A) a la posición ON para iniciar el funcionamiento de la máquina, encenderá baliza de color verde.

C-Descripción: Ajustar los controles de temperatura (b) a 170 ° c (por defecto). temperatura según corresponda dependiendo de factor climático.

D-Descripción: Bajar la prensa hidráulica(c) y junte los moldes para lograr la temperatura requerida en un menor tiempo.

E-Descripción: ajuste el tiempo de calentamiento entre 40 y 60 minutos, comenzará a destellar la baliza roja. en caso de no lograr temperatura deseada en tiempo determinado, repetir paso hasta lograr temperatura deseada.

F-Descripción: una vez que los moldes se encuentran a la temperatura deseada, accione el sistema hidráulico (c). abra las prensas hidráulicas (c) para introducir el cable a vulcanizar. el cable debe ser manipulado con precaución, entre dos personas por ambos extremos, evitando tener contacto con maquina vulcanizadora y cualquiera de sus partes con altas temperaturas.

G-Descripción: accione nuevamente el sistema hidráulico (c) para proceder a cerrar la prensa hidráulica y dar inicio al vulcanizado. para realizar este paso se debe verificar el personal involucrado fuera del área de maquina vulcanizadora, luego de la verificación, se puede continuar con el cierre de prensa hidráulica.

H-Descripción: ajuste nuevamente el reloj de vulcanizado de acuerdo con el cable a reparar, recomendación que encontrara en el cuadro de “tiempo sugerido de vulcanizado” (entre 20 y 40 minutos), destellara la baliza roja durante el tiempo dispuesto.

I-Descripción: El cable debe quedar sobre los soportes laterales de la máquina para centrar al momento de posicionar sobre moldes. se debe realizar con precaución evitando contacto con cualquier parte de maquina vulcanizadora con altas temperaturas y con mínimo de dos personas.

J-Descripción: Una vez cumplido el tiempo de vulcanizado se desconectarán eléctricamente los calefactores actuando el temporizador y comenzara a destellar la baliza color verde ubicada en la parte superior de la máquina, con precaución, verificando que el personal involucrado se encuentre fuera del área de maquina vulcanizadora, se debe accionar el sistema hidráulico (c) y retirar inmediatamente la reparación. al no retirar de inmediato, la reparación se pega al molde ocasionando daños en este, para sacar la reparación vulcanizada del molde se debe realizar con un mínimo de dos personas, tomando el cable de ambos extremos con precaución y evitando contacto con partes a altas temperaturas.

K-Descripción: La máquina puede ser utilizada en forma continua, cerciórese de que la temperatura de los moldes sea la correcta (b) y ajuste nuevamente el reloj que controla el periodo de vulcanizado.

Conclusión

Una vez terminado el proyecto de titulación se puede concluir lo siguiente:

El trabajo de elaboración, mantención y reparación de cables mineros, por lo general no es realizado por una empresa específica del rubro minero; solo algunas empresas mineras cuentan entre su personal con eléctricos que desarrollan este tipo de trabajo. En el caso estudiado en este proyecto de titulación, estas tareas son encomendadas a una empresa externa experta en la materia, quienes van rotando o contratando personal nuevo que no necesariamente poseen los conocimientos y experiencia necesarias para realizar las actividades, razón por la cual es de gran importancia estos instructivos de cómo realizar paso a paso las actividades de elaboración, mantención y reparación de cables mineros de media tensión calase 5-8 KV y así realizar de la mejor forma posible cada tarea, tanto en la parte operacional como en el enfoque de calidad y seguridad.

Respecto a la parte de mantención y reparación de cables mineros de 5-8 KV se concluye que, realizando una buena elaboración, reparación y mantención, el cable debería funcionar en óptimas condiciones sin afectar la continuidad de servicio eléctrico y a la vez la producción, a no ser que ocurra una falla operacional.

Una vez aplicado estos instructivos se espera mejorar en los tiempos de armado y reparación, tener todo el mismo estándar y así tener un menor impacto ante la ocurrencia de alguna falla operacional en algún circuito.

Referencias

Azoy Capote, A. (2017). Método para el cálculo de indicadores de mantenimiento. *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(4), 45-49.

<https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/666>

Argroup Ingeniería (2020). Banco de condensadores.

<http://www.argroup.cl/condensadores.php>

Donald G. Fink, H. Wayne Beatty (1978). Standard Handbook for Electrical Engineers, Eleventh Edition, McGraw Hill, 1978, 0-07-020974-X. 10-51 - 10-57

Ferrero. J, Murphy. J, Bartoletti, Cipriano, Luca Podesta y G. (2004). Sacerdoti, de Electrical Measurements Signal Processing and Displays, CRC Press,

Folleto 3M uniones, mufas, para cables tripolares mineros flexibles de aislación sólida apantallados clase 5-8 KV tipo SHD-G.

Guile, A.; Paterson, W. (1977). Electrical Power Systems, Volume One. Pergamon. p. 331. ISBN 0-08-021729-X.

Hidraulica Dumont (2015) Máquina Vulcanizadora de Cables. Maquinaria para la Minería
Máquina Vulcanizadora de Cables

Hernández. Fernández, C. Baptista. (2014). “metodología de la investigación”. Sexta edición: ciudad de México, México: editorial Mc Graw Hill/ Interamericana, S.A. de C.V.

Marco de Cualificaciones para la Minería (2017). Procesos de mantenimiento. Equipo Innovum Fundación Chile

[https://www.ccm.cl/wp-content/uploads/2017/04/4.-
CCM2017_Cuadernillo_mantenimiento-2.pdf](https://www.ccm.cl/wp-content/uploads/2017/04/4.-CCM2017_Cuadernillo_mantenimiento-2.pdf)

Metalparts Industrial Solutions (2021). Dispositivos parada emergencia - Área Electrica y Control

Ministerio de Salud. (1982). Art. 1° del Decreto Supremo N°173

Suárez.J (2014). Medidas Eléctricas, Número ISBN 950-43-9807-3

ANEXOS

ETAPAS DEL PROYECTO Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					
ACTIVIDADES	SEMANAS				
	1	2	3	4	5
Recopilación de la información	x				
búsqueda de la solución		x	x		
Análisis de los resultados			x	x	
Finalización del proyecto				x	x