



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

**GUIA DE PROTOCOLOS Y PROCEDIMIENTOS ELÉCTRICOS EN MONTAJE DE
INSTALACIONES DE FAENA MINERA**

Trabajo de titulación para optar al Título de Técnico Universitario en electricidad.

Alumnos:

Bastían Alonso Méndez Torres

Profesor guía:

Sr. Luis Muñoz Quezada

2023



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA



Dedicatoria

Después de un largo recorrido, ha terminado.

Los agradecimientos infinitos por su incondicionalidad y apoyo a mi Madre, nunca habrá palabras para expresar todo lo que me has dado, por eso y siempre, desde aquí hasta el cielo, Gracias.

A mi padre y hermanos por estar ahí cuando necesitaba.

A mi familia, y en especial a mi primo Alejandro por permitirme la experiencia que deriva en lo que hoy presento.

A mi profesor guía don Luis Muñoz, por su servicio.

A la comunidad educativa por las enseñanzas entregadas y realizar de mi un técnico orgulloso de esta institución.

A mis amigos y compañeros que me ayudaron en el trayecto y dieron su granito de arena en este trabajo.

A todas esas personas que confiaron en mí y me dieron su ánimo, dedicaron su tiempo.

Fue un camino difícil pero no imposible, muchas cosas han pasado, muchas experiencias vividas, hay muchas personas que se me quedan en el tintero, personas que se preocuparon por mí, me ayudaron, me alentaron y me corrigieron, les agradezco de igual manera, con el corazón lleno de alegría.

«Cualquier puede simpatizar con las penas de un amigo, simpatizar con sus éxitos requiere una naturaleza delicadísima».

-Oscar Wilde.

«Intenta no volverte un hombre de éxito, sino un hombre de valor».

-Albert Einstein.

Mención honorífica por lo que me dieron sin pedir nada: G. Ramírez, V. Salazar, F. Graff, C. Seguel. Fueron los últimos consejos que necesite.

Dedicado a Marta Violeta del Carmen Torres Herrera.



Índice

Dedicatoria 3

Índice 4

Índice de ilustraciones..... 6

Índice de Tablas 7

Resumen 8

Introducción 9

Objetivo general..... 12

Objetivos específicos..... 12

CAPITULO I..... 13

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO Y SU ENGLOBADO 13

1.1 Procedimientos de trabajo..... 14

1.2 Tipos de procedimientos..... 15

1.3 Uso de los procedimientos en una instalación de faena en minería. 17

1.4 Desarrollo de un procedimiento de especialidad. 17

1.4.1 OBJETIVO 18

1.4.2 ALCANCE 18

1.4.3 REFERENCIAS..... 18

1.4.3.1 Normativa legal vigente 18

1.4.3.2 Normativa interna empresarial.....20

1.4.3.3 Normas y estándares internacionales.....20

1.4.4 DEFINICIONES..... 22

1.4.5 RESPONSABILIDADES..... 22

1.4.6 DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD..... 23

1.4.7 ENTRENAMIENTO Y CAPACITACION 24

1.4.8 CALIDAD..... 25

1.4.9 RECURSOS 25

1.4.10 PRUEBAS 25

1.4.11 ESTANDARES DE RIESGO DE FATALIDADES TRANSVERSALES Y SUS CONTROLES CRITICOS Y NO CRITICOS APLICABLES..... 26

1.4.12 REGISTROS 28

1.4.13 FLUJOGRAMAS DE EMERGENCIAS 29

CAPITULO II 31

Protocolos de revisión eléctricos y sus elementos..... 31

2.1 Protocolos eléctricos..... 32



2.2 Qué tipo de protocolos se pueden encontrar en una instalación de faena 33

2.3 Contenido de un protocolo 36

 2.3.1 Información Previa 36

 2.3.2 Características Técnicas..... 39

 2.3.2.1 Contenido sobre el tendido de conductores eléctricos 39

 2.3.2.2 Contenido sobre la confección de malla puesta a tierra.....40

 2.3.2.3 Contenido sobre escalerillas y bandejas 40

 2.3.2.4 Contenido sobre montaje de transformador 41

 2.3.2.5 Contenido sobre la prueba de aislamiento de un transformador 41

 2.3.3 Chequeo de datos 42

 2.3.3.1 Chequeo del tendido de conductores.....42

 2.3.3.2 Chequeo de la confección de malla puesta a tierra 44

 2.3.3.3 Chequeo de escalerillas y bandejas 45

 2.3.3.4 Chequeo del montaje de un transformador 46

 2.3.3.5 Chequeo de la prueba de aislamiento de un transformador 48

 2.3.4 Observaciones finales..... 48

 2.3.5 Revisión y firma de un protocolo 49

CONCLUSIÓN 51

BIBLIOGRAFÍA 52

LINKOGRAFÍA 53



Índice de ilustraciones

Figura 1.1 Estadísticas de accidentabilidad	9
de Accidentes y personas fallecidas años 2010-2020. Extraído de Informe de	9
Accidentabilidad Minera, Sernageomin.....	9
Figura 1.2 Estadísticas de accidentabilidad de Accidentes graves y.....	10
de Alto potencial años 2019-2021. Extraído de Informe de	10
Accidentabilidad Minera, Sernageomin.....	10
Figura 1.3 Número de días perdidos por accidentes de trabajo	10
durante el año 2022.....	10
Figura 1.4 Tasa de accidentabilidad por accidentes de	11
trabajo en mutualidades según actividad económica año 2020.	11
Figura 1.3 Flujograma emergencia. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa MPM (Empresa contratista).	29
Figura 2.1 Nombre de la actividad y clasificaciones.	36
Figura 2.2 Antecedentes de la Obra.	36
Figura 2.3 Contrato.....	37
Figura 2.4 Sistemas y Subsistemas.	37
Figura 2.5 Planos de referencia.	37
Figura 2.6 Identificación de elemento.....	38
Figura 2.7 Área de trabajo.	38
Figura 2.8 TAG de elementos.	39
Figura 2.9 Características Tendido de conductores.	39
Figura 2.10 Características Malla puesta a Tierra.	40
Figura 2.11 Características Escalerillas y bandejas.	41
Figura 2.12 Características Montaje de transformador.	41
Figura 2.13 Características transformador.....	42
Figura 2.14 Tendido de conductores.....	43
Figura 2.15 Confección de malla puesta a tierra.	45
Figura 2.16 Escalerillas y bandejas.	46
Figura 2.17 Montaje de Transformador.	47
Figura 2.18 Prueba de aislamiento de un transformador.	48
Figura 2.19 Observaciones.....	49
Figura 2.20 Revisión y Firmas.	50



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Análisis de riesgos 28



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

Resumen

La principal motivación para la realización de este trabajo de título es desarrollar una guía que permita educar sobre una de las medidas de control y seguridad más importante que se encuentran particularmente en las faenas mineras emplazadas por Chile.

El contenido de este trabajo fue recabado de diversos centros de información con la finalidad de entregar un trabajo que pueda tanto ilustrar, informar y proteger a los lectores a la hora de verse enfrentados al mundo laboral como profesionales del área.

Este trabajo se encuentra dividido en dos capítulos, en el primero nos adentraremos en los procedimientos, iniciando por su definición, para qué sirven, tipos de procedimientos y como se desarrollarán utilizando una ejemplificación, y con un enfoque prioritario al contenido de cada punto, para posteriormente en el segundo capítulo, realizar lo correspondiente con los protocolos. Finalizando esto, se encontrará a modo de conclusión cuales son los más comunes y el a qué se debe esto. Contemplar que estos análisis son realizados en base a la experiencia adquirida en el ámbito minero, por lo cual puede existir variaciones respecto a otras áreas eléctricas.

En el ámbito industrial de la electricidad existen una serie de compromisos que se deben considerar a la hora de realizar un proyecto: cumplir con las normativas vigentes, aplicar los sistemas de seguridad correspondientes para el trabajador y cumplir los plazos de entrega entre una gran lista de labores. Todo esto debe realizarse de manera eficiente para poder dar pruebas del rendimiento como departamento eléctrico.

Es por esto, que se busca un sistema de control en función a lo anteriormente mencionado, para dejar plasmada la información de los diversos trabajos que nos lleva a completar cada una de las fases del proyecto hasta su puesta en marcha.

Dentro del área eléctrica, principalmente en el área de las faenas mineras, los procedimientos son la parte más importante al momento de ejecutar una obra, siendo su finalidad guiar al técnico en cada uno de los trabajos, dando detalles de que realizar para lograr la meta establecida, considerando control de calidad, seguridad, estatutos legales, responsabilidades, herramientas y maquinarias a utilizar.

Los protocolos, por su parte, cumplen con la finalidad documentar cada uno de los trabajos realizados a modo de testimonio, registrando todos los pasos que siguió el instalador y los estándares que aplicó en cada sector de la faena. Esto basado en el procedimiento correspondiente al trabajo realizado.

El conjunto de estos documentos, contribuyen directamente a la protección y seguridad de los trabajadores, y es aquí donde radica la mayor importancia de estos. Al basarnos en los diversos informes entregados por la Subdirección Nacional de Minería, en los últimos 10 años, se puede corroborar que ha existido una disminución del 75% de los accidentes fatales en la industria minera, además de considerar una caída de 45 accidentes graves en el año 2010 a únicamente 20 en el año 2020, basados en los requisitos que desde el año 2002, con la entrada en vigencia del Decreto Supremo N°132, el cual modifica el Decreto Supremo N°72 del años 1985 sobre los reglamentos de seguridad minera, permitiendo un desarrollo continuo de reglamentos internos llamados, para los fines de este trabajo, procedimientos de trabajo.

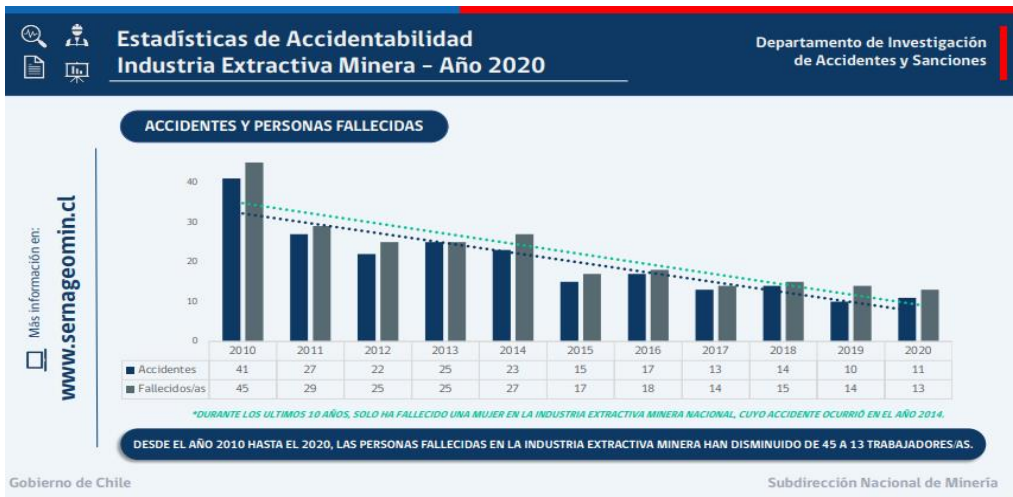
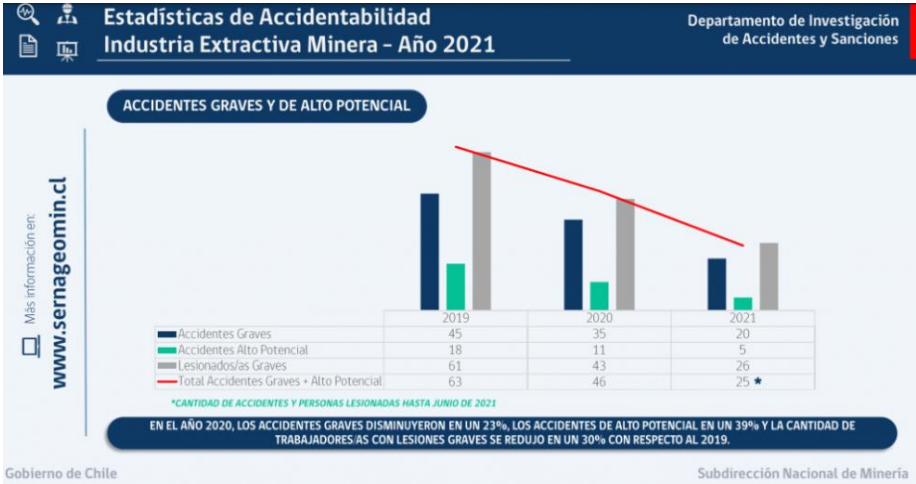


Figura 1.1 Estadísticas de accidentabilidad de Accidentes y personas fallecidas años 2010-2020. Extraído de Informe de Accidentabilidad Minera, Sernageomin.



	Actividades Económicas	2011	2019	2020	Variación % (2011-2020)	Variación % (2019-2020)
	Agricultura y Pesca	6,8	3,9	3,7	-46%	-6%
	Industrias Manufactureras	7,8	4,1	3,5	-55%	-14%
	Transporte	7,9	3,8	3,3	-59%	-15%
	Construcción	5,8	3,7	3,2	-45%	-14%
	Comercio	6,2	3,3	2,4	-62%	-29%
	Tasa Total	5,5	3,0	2,2	-60%	-25%
	EGA	4,1	1,5	1,3	-67%	-13%
	Servicios	4,0	2,1	1,3	-68%	-40%
	Minería	1,8	1,1	1,0	-48%	-10%

EGA: Electricidad, gas y agua

Figura 1.4 Tasa de accidentabilidad por accidentes de trabajo en mutualidades según actividad económica año 2020.

Es por esto por lo que este trabajo busca ilustrar a los lectores sobre la importancia de los procedimientos y protocolos, permitiéndole reconocerlos e implementarlos cuando así lo requieran en su vida laboral, continuando siempre una línea de seguridad y calidad en su trabajo, que permita adecuarse a las diversas vicisitudes bajo las cuales puedan verse afectados, contribuyendo en el desarrollo de nuevas estrategias que permitan ir mejorando el entorno de trabajo en el área de la electricidad.

Objetivo general

Desarrollar una guía para los estudiantes del departamento Electricidad de la Universidad Técnica Federico Santa María de la Sede Concepción, que permita conocer y comprender la importancia de los protocolos y procedimientos eléctricos en procesos de montaje de instalaciones eléctricas mineras.

Objetivos específicos

- Identificar los procedimientos de trabajo y sus partes, que son utilizados en el montaje de instalaciones de faena minera.
- Describir la confección y estructura de los protocolos mayormente utilizados en la realización de instalaciones de faenas mineras.
- Determinar la relevancia de los procedimientos y protocolos en este tipo de trabajos en consideración con la actualidad nacional.



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

CAPITULO I

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO Y SU ENGLOBADO



1.1 Procedimientos de trabajo

En términos generales, los procedimientos de trabajo son un sistema de gestión encargado de recopilar todas las acciones que conforman un trabajo específico, se entiende como significado una sucesión de acciones que permiten realizar un trabajo determinado bajo las mismas condiciones para conseguir los mismos objetivos.

Es por esto por lo que para su realización se debe tener el conocimiento adecuado a las actividades a realizar, conocimiento en temas normativos como legislativo, establecer un marco bajo el cual redactar el procedimiento, entre otros puntos.

Conocer a todos los agentes incorporados en la realización de un procedimiento es un aspecto que hay que tener en consideración, definir quienes son los jefes de terreno, encargados de seguridad, capataces entre otros, es de suma importancia para poder consolidar sistemas de guía y protección como lo pueden ser flujogramas de emergencia en caso de accidente.

Para el documento actual, todo se centrará en manejar lo relacionado a los trabajos en instalaciones de faena mineras, donde se incluyen normativas de diversos tipos, además de adecuarse a las legislaciones vigentes del país y en su defecto internacionales si así se considera necesario, con el fin de realizar un trabajo bajo una estandarización en función de factores como la seguridad, calidad y productividad, además de representar un lenguaje universal de entendimiento técnico.

Para alcanzar este objetivo debe realizarse un trabajo unificado que involucre los departamentos eléctricos y de seguridad, donde el primero se encargará de recabar la información técnica de las labores a cumplir incluyendo normativas, legislaciones, requerimientos previos, plan de ejecución del trabajo, entre otros. Y el departamento de seguridad, de realizar el análisis de los riesgos críticos que se encuentren al realizar estas funciones, formular soluciones técnicas que prioricen la protección al trabajador y entorno, establecer los requerimientos de seguridad y elementos de protección personal, entre algunas de sus funciones.

Es responsabilidad de cada actor presente en la realización de este documento informarse, comunicar y adaptarse a los posibles cambios que puedan generarse en cada uno de los documentos normativos. Esto con el fin de mantener todos los procedimientos al día con los nuevos requisitos que puedan surgir a futuro. Por otra parte, es responsabilidad de las diversas jefaturas designadas dar a conocer y realizar pruebas de conocimiento a los trabajadores que se encuentren bajo su mando, incluido supervisores, capataces, maestros especialistas y ayudantes, con el fin de llevar registro y control sobre los ejecutantes del trabajos y de esta forma, a su vez, complementar lo dictaminado por el Decreto Supremo N°132 sobre el Reglamento de seguridad minera, artículo 13 "Capítulo tercero: Funciones y atribuciones del servicio", letra A) "Controlar y fiscalizar el cumplimiento de las normas y exigencias establecidas por el presente Reglamento y de aquellas dictadas por el propio Servicio, en el ejercicio de sus facultades." Y letra D) "Proponer la dictación de normas, instructivos, circulares y desarrollar todo tipo de actividades de carácter preventivo, tendientes a optimizar los estándares de seguridad en la Industria Extractiva Minera."



Por último, pero no menos importante, la diversidad de procedimientos varía en función de todas las actividades que se necesiten realizar. Es por esto por lo que existe una categoría que se puede definir como transversal, siendo estos los que sin importar la especialidad del trabajador se pueden realizar, y otra gama como procedimientos de especialidad que cumplen con el rol de establecer trabajos específicos según el área de trabajo determinado para trabajadores especializados en un departamento.

1.2 Tipos de procedimientos.

Todo procedimiento puede ser archivado o catalogado según su contenido, esto permite que cada especialidad se haga responsable de la información que entregan o bajo la cual capacitan a su personal de trabajo, sin embargo, también existen algunos tipos de procedimientos que pueden ser efectuado por cualquier trabajador sin necesidad de cumplir con algún tipo de requisito técnico específico. Es por esto por lo que los procedimientos pueden ser de dos tipos:

- Procedimientos de especialidad: Aquellos que cumplen con recolectar los trabajos que realiza cada uno de los departamentos y desarrollarlos para el entendimiento de los especialistas de cada área, siendo parte de estos conjuntos los departamentos de Electricidad, Mecánica, Construcción Civil, entre otros.
- Procedimientos transversales: Que no cumplen con la cualidad de ser inherentes de un área y pueden ser realizado por cualquier departamento debido a la naturaleza de cada uno, entiéndase como parte de estos procedimientos: maniobra de izaje de equipos, planes de circulación, segregación de área, entre otros.

Sin embargo, que un procedimiento de especialidad sea directamente relacionado a un departamento no significa que no pueda ser compartido por más de una entidad, esto puede verse reflejado a modo de ejemplo en procedimientos de mantención de herramientas eléctricas, donde tanto el departamento de electricidad como el departamento de mantención pueden encontrarse involucrados.

La siguiente forma de clasificar los procedimientos se encuentra dentro de cada departamento. Para el caso actual, que trata de procedimientos eléctricos, se pueden considerar los procedimientos de mantención, procedimientos en baja tensión, en media tensión y alta tensión, y estos pueden incluir instalación, montajes, tendido, pruebas, entre otros.

Estas clasificaciones son necesarias, ya que englobar varias funciones en un procedimiento puede generar más dudas que soluciones. Hay que enfocarse en un punto específico que pueda abarcar la mayor cantidad de información que pueda ser manejada por los especialistas.



El listado de procedimientos bajo los cuales se encuentra inspirado este trabajo incluye:

- Referidos a puesta a tierra:
 - Confección de malla de puesta a tierra.
 - Puesta a tierra de elementos.
- Referidos a montaje:
 - Montaje de banco de ductos.
 - Escalerillas y bandejas.
 - Montaje de equipos e instrumentos eléctricos.
 - Montaje de soportes eléctricos.
 - Montaje de tableros eléctricos.
 - Montaje de transformador.
 - Montaje de sala eléctrica.
 - Montaje de panel.
 - Tendido de conductores eléctricos de baja tensión.
 - Conexión de conductores de baja tensión.
 - Confección de mufas.
 - Anclaje de equipos.
 - Montaje de grupo generador.
 - Instalación de luminarias.
 - Instalación de canalización.
 - Desconexión de equipos.
 - Conexión de equipos e instrumentos.
 - Montaje de soporte para luminarias.
 - Instalación de postes de concreto armado.
 - Montaje de estructuras en postes de hormigón.
 - Instalación de cámaras eléctricas de hormigón armado.
 - Tendido de conductores de media tensión y cable guardia.
- Referidos a las pruebas:
 - Prueba de aislamiento de cables
 - Pruebas de aislamiento de transformador.
 - Pruebas de alto potencial Hi-Pot.
 - Pruebas de aislamiento de motor.
 - Prueba de puesta en servicio de Malla de puesta a tierra.
 - Prueba de continuidad de conductores eléctricos.
 - Prueba de motor en vacío.
- Especiales:
 - Recepción de equipos e instrumentos.
 - Recepción de carretes porta conductores.

- Inspección de tableros eléctricos.
- Informe de inspección de calidad eléctrico.

1.3 Uso de los procedimientos en una instalación de faena en minería.

Una de las funciones de los procedimientos es lograr un objetivo específico de una forma eficiente, pautando las directrices de cada paso hasta conseguir que el trabajo final sea cumplido bajo las condiciones establecidas en los estándares solicitados, dando a entender que el proceso total ha sido realizado con un riguroso nivel de excelencia y calidad.

Lo que permite garantizar un trabajo de calidad no queda únicamente con la aplicación del procedimiento, es claro que al realizarlo bajo este tipo de documentación se puede decir que es un producto bien logrado, pero bajo el mismo concepto se debe demostrar mediante algún método con el mismo nivel de fiabilidad normativa y estandarizada de que el procedimiento fue ejecutado a la perfección en todas sus fases.

Es aquí donde entra el rol de los protocolos de recepción, los cuales permiten revisar puntos de importancia para defender este hecho. Mediante diversas etapas de medición y evaluación, según el trabajo realizado, es posible dar pruebas fehacientes de que el trabajo realizado cumple con cada uno de los puntos detallados en el procedimiento de trabajo. Otorgando la capacidad de ser evaluados sus índices de calidad en función del estado de los materiales, comparativas teórico-prácticas, diferentes tipos de mediciones, entre otros.

Mientras tanto, desde el punto de vista de la seguridad, cumple con la intencionalidad proteger y guiar a los trabajadores especialistas en el área, señalando todos los elementos de protección personal que deben utilizar, medidas de seguridad, planes de acción y de alerta para evitar un daño con causa u efecto del trabajo, mencionando en el escrito todos los riesgos críticos asociados a la actividad.

De esta manera, se logra darle importancia a la información contenida en el documento, dando razones más que evidentes a los trabajadores por informarse adecuadamente, aplicar esta información en su área de especialidad, cumplir con las metas de trabajo y, por tanto, mejorando la productividad con un enfoque a la seguridad.

1.4 Desarrollo de un procedimiento de especialidad.

Si bien es señalado con anterioridad que un procedimiento es un paso a paso y que dentro de su contenido existen varios ítems que desarrollar, para los fines de este trabajo se necesita saber cómo formular un procedimiento de especialidad de acuerdo con las exigencias del trabajo.



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

En este caso se realizará un procedimiento de trabajo para TENDIDO DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN, en una OBRA DE PRUEBAS 1 en una instalación minera de un cliente llamado "MINERA EX", contrato "CC-001".

La primera sección de un procedimiento engloba el objetivo, alcance, referencias, normativas nacionales e internas referentes al lugar de trabajo, definiciones técnicas y responsabilidades correspondientes. Con esto en mente se puede proseguir de la siguiente manera:

1.4.1 OBJETIVO

Establecer las disposiciones y la metodología para la ejecución de los trabajos de TENDIDO DE CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN en el proyecto "OBRA DE PRUEBAS 1", donde que se busca proveer los mínimos requerimientos para prevenir lesiones al personal, daños a los equipos o a la propiedad resultado de alguna liberación de energía inesperada, u otro peligro presente en la actividad.

1.4.2 ALCANCE

Busca definir y delimitar el área donde se realizarán los trabajos y bajo los cuales este procedimiento tiene validez.

Para este caso en particular, el alcance define que este procedimiento es válido en:

"Todos los trabajos correspondientes a la instalación y transporte, en las diversas faenas de la empresa en el proyecto "OBRA DE PRUEBAS 1" en el contrato "CC-001" de Minera EX.

El presente procedimiento, describe las actividades y responsabilidades de las personas, equipos que participaran directa o indirectamente en la ejecución de Montaje de conductores de baja tensión. Se indican las medidas técnicas y los análisis de puntos críticos de seguridad con sus correspondientes medidas para el control de dichos riesgos."

1.4.3 REFERENCIAS

1.4.3.1 Normativa legal vigente

En esta sección se insertan las leyes y decretos actualmente vigentes en territorio nacional que los encargados del escrito consideren como pertinentes al tema en cuestión, sean normativas de seguridad, reglamentos, leyes, normas eléctricas o de construcción, para ejemplificar este punto:



- D.S. N° 132 "Reglamento de seguridad minera" el cual tiene como objetivo establecer el marco regulatorio general al que deben someterse las faenas de la Industria Extractiva Minera Nacional para, en primera instancia, proteger la vida e integridad físicas de las personas que se desempeñan en dicha y de aquellas que bajo circunstancias específicas y definidas están ligadas a ella. Y a su vez proteger las instalaciones e infraestructura que hacen posible las operaciones mineras y, por ende, la continuidad de sus procesos.
- Ley 16.744 "Ley de accidentes de trabajo y Enfermedades Profesionales", la cual se encarga de proteger a los trabajadores en caso de accidentes o enfermedades profesionales.
- Decreto N°40 "Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales", el cual establece las normas que regirán la aplicación correcta establecida en las disposiciones de la ley 16.744, sobre el seguro social contra el riesgo de accidentes del trabajo y de enfermedades profesionales.
- Decreto 594 "Condiciones sanitarias en lugares de Trabajo", el cual establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo.
- Decreto 109, "Reglamento de Seguridad de las Instalaciones Eléctricas", establece los requisitos mínimos de seguridad que deberán cumplir las instalaciones eléctricas destinadas a la producción, transporte, prestación de servicios complementarios, sistemas de almacenamiento y distribución de energía eléctrica, en materias de diseño, construcción, puesta en servicio, operación, mantenimiento, reparación, y termino definitivo de operaciones, así como las obligaciones de las personas naturales y jurídicas que intervienen en dichas actividades a objeto de desarrollarlas en forma segura.
- Decreto 08 "Reglamento de Seguridad de las Instalaciones de Consumo de Energía Eléctrica", también llamados pliegos técnicos o pliegos RIC, reemplazan a Norma Chilena Nch 4/2003 por un reglamento que establece las exigencias mínimas que deben ser consideradas en el diseño, construcción, puesta en servicio, operación, reparación y mantenimiento de toda instalación de consumo de energía eléctrica hasta el punto de conexión del cliente final con la red de distribución, para que su funcionamiento sea en condiciones seguras para las personas y los equipos.

Actualmente la los RIC contemplan 19 temas particulares para la correcta ejecución de trabajos incluyendo en ellos, específicamente el RIC N°17, en su punto N°6, la obligación de la empresa por implementar un programa de

Seguridad eléctrica, la cual debe agregar una planificación de procedimientos de acuerdo con las actividades e intervenciones que se deban realizar.

1.4.3.2 Normativa interna empresarial

Como su nombre lo indica, esta sección incluye todas las exigencias de parte de quien contrata los servicios y la empresa que ejecuta el trabajo, esta puede incluir protocolos, planes de trabajo, manuales, entre otros.

A modo de ejemplo, podríamos utilizar:

- Manual SSO Minera EX: manual de salud y seguridad ocupacional de MINERA EX, en el cual se especifica los requerimientos mínimos que solicita la empresa para la realización de estos trabajos. Dicho documento considera disposiciones específicas para todo el terreno de trabajo, estableciendo parámetros de seguridad que se exigen dentro y fuera del área de trabajo, ya sea el tránsito por espacios comunes como pueden ser comedores o campamentos, u áreas como centros de acopios o garitas de control.
- Plan de emergencia empresa X: Documentación que se encarga de realizar un procedimiento en caso de emergencias que puedan ocurrir dentro de la faena en general, ya sea por eventos medioambientales, como puede ser tormentas eléctricas, tormentas de nieve o temblores, o con efecto del hombre como pueden ser derrumbes estructurales o accidentes automovilísticos.
- Plan de circulación de vehículos Minera EX: que se encarga de delimitar el tránsito de vehículos de transporte de personal o cargas por las diversas calles dentro del área minera, definiendo entre otras cosas las velocidades de tránsito, prioridades vehiculares, controles, entre otros.

1.4.3.3 Normas y estándares internacionales

Actualmente, Chile considera varias normativas y estándares internacionales como válidas, esto al ser parte de una serie de consensos voluntarios a nivel mundial. Esto permite que los trabajos realizados en Chile sean aceptados por la comunidad debido a las altas exigencias que se presentan.

A método de definir una norma internacional, se puede decir que estas contemplan las exigencias mínimas constructivas de un producto o servicio en cualquier parte del mundo, ya sean como definir las distancias entre los ejes de un motor, tamaño en función de su potencia, tipos de conexiones, señalización de presencia de tensión, entre otros, mientras que por su parte los estándares se encargan de asegurar la calidad, donde encontramos los detalles específicos que deben cumplir los productos o servicios para poder ser categorizados.

Actualmente, la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC) y sus asociados autorizados por la misma, son los encargados de evaluar si un producto



cumple con las normas o especificaciones técnicas establecidas para asegurar los requisitos mínimos de calidad y reducir los riesgos de daño para las personas o cosas.

Según la Guía para la certificación de productos eléctricos a la SEC le corresponde analizar y proponer los productos que requerirán de certificación obligatoria en el país y aprobar o elaborar los protocolos técnicos para la certificación de éstos.

Estos protocolos son, en la mayoría de los casos, adaptaciones de normas internacionales, principalmente de IEC, que la SEC debe elegir y adecuar a los requerimientos nacionales.

Si bien, lo anterior es especificado para productos, dado las relaciones internacionales de nuestro país y el intercambio cultural con naciones de Norteamérica y Europa, las normativas terminan siendo adaptaciones de sus pares extranjeros.

La utilización de estos documentos es de suma importancia a la hora de realizar labores integrados al área de la electricidad. Tal es su nivel de incidencia que dentro de la normativa chilena son citadas de forma reiterativa.

Con el nacimiento de los pliegos técnicos pertenecientes al Reglamento de Seguridad de las Instalaciones de Consumo de Energía Eléctrica (RIC), avalados por la Superintendencia de Electricidad y Combustible, se ve reflejado la incidencia de documentos oficiales divulgados por las diferentes entidades normativas a nivel internacional.

A modo de apoyo para este trabajo se puede mencionar los siguientes:

- IEEE (Institute of Electrical and electronics engineers) asociación a nivel mundial que hoy en día se encuentra presente en una amplia gama de documentación oficial, donde se incluye su participación tanto en los pliegos técnicos RIC como en los reglamentos de seguridad RPTD en diversas secciones, utilizando estándares, tales como: el estándar 837-2014 que hace referencia a las conexiones permanentes utilizadas en puestas a tierra de subestaciones, el IEEE STD 80, de 2013 como guía de seguridad en puesta a tierra de subestaciones de corriente alterna o el IEEE STD 998-2012, que hace mención como guía para el blindaje contra rayos para subestaciones.

Todos estos estándares se encuentran a disposición de quien los necesite para poder contextualizar la normativa.

- NFPA (National Fire Protection Association): normativa americana de seguridad contra incendios, la cual se involucra directamente en territorio nacional con la normativa 70E, de seguridad eléctrica en lugares de trabajos, y se encuentra mencionada en una gran cantidad de documentos oficiales. Para los fines de los procedimientos de trabajo, la norma NFPA 70E hace alusión a buscar reducir, mediante diversas maniobras y estrategias, los riesgos asociados a choque, descarga, electrocución, arco eléctrico y ráfagas de arco que puedan presentarse en el área de trabajo. Entre las diversas actividades que considera la norma con riesgos de energía, se incluye la instalación, retiro, inspección, operación, mantenimiento y demolición de conductores y equipos eléctricos, como también conductores, equipos y canalizaciones de comunicación y señalización.



En otras versiones de esta normativa, se puede mencionar la NFPA 780, la cual indica los estándares para la instalación de sistemas de protección contra rayos, en búsqueda de salvaguardar las instalaciones eléctricas en caso de tormentas o condiciones climáticas adversas.

- ANSI (American National Standards Institute): institución de carácter internacional encargada corroborar la aplicación correcta de los estándares, reconociendo los documentos que se generan como norma válida. Un ejemplo de su actuar en el estándar C119.0-2015 que habla de la fabricación de conectores eléctricos para uniones aluminio-aluminio, aluminio-cobre en temperaturas menor o igual a 93°C, y conectores cobre-cobre en temperaturas menores o igual a 100°C, o el estándar ANSI C37.55-2020, el cual aplica, sobre todo interruptor blindado para media tensión y sus cualidades constructivas.

Toda normativa o estándar que pueda utilizarse está bajo los criterios de la empresa mandante, la cual dispone a sus contratistas la información respectiva para adecuar de la mejor manera los procedimientos de trabajo.

1.4.4 DEFINICIONES

Se deben englobar todas las definiciones técnicas que están presentes en el escrito, dichas definiciones son descritas de manera clara para el entendimiento de los lectores.

Algunas definiciones posibles son:

- Verificación de aislación (daño físico): Revisión del estado físico del conductor eléctrico, con énfasis en la búsqueda de posibles desperfectos que se puedan observar en su cobertura.
- Aterrizamiento de Shields: Cobertura metálica que envuelve algunos conductores eléctricos, deben ser conectados al sistema de malla a tierra de la instalación.
- Ruteo: Etiquetas de señalización que posee cada conductor eléctrico señalando a que circuito y sección pertenece.

1.4.5 RESPONSABILIDADES

En esta división del procedimiento se incluyen las responsabilidades que deben cumplir cada uno de los líderes emplazados en la obra, desde el administrador de contrato, jefes de seguridad y jefes de área o supervisores, los cuales son los encargados de desarrollar el proyecto intentado evitar cualquier contratiempo.



Algunas de las responsabilidades para el ejemplo serían las siguientes:

- Administrador de contrato
 - Cumplir y hacer cumplir lo especificado en este Procedimiento y en caso de ser necesario realizar los ajustes y correcciones para su correcta aplicación.
 - Responsable de proporcionar los medios y recursos necesarios para implementar y hacer cumplir este procedimiento.
 - Es responsable de la asignación del personal con las competencias necesarias para la correcta y eficiente ejecución del trabajo y de instruirlos en lo referente a la aplicación de los procedimientos, instructivos, normas y todo lo que tenga relación a la actividad y a los riesgos asociados a esta misma.
- Jefe de terreno
 - Interiorizarse de la actividad a realizar, los procedimientos, instructivos y normas relacionadas con el trabajo a ejecutar.
 - Sera responsable de la ejecución y cumplimiento de las actividades involucradas con el procedimiento.
 - Realizar charlas diarias acerca de la actividad a realizar.
 - Tener todos sus cursos de seguridad aprobados.
 - Instruir y evaluar a los trabajadores que estén relacionados con la actividad.

En la siguiente sección se inicia la descripción de las actividades, entrando de lleno a todo lo relacionado con la información técnica del procedimiento a realizar. Esto se puede ejecutar a modo de instructivo señalando cada paso desde los detalles previos que se deben tener en cuenta para iniciar la jornada.

La búsqueda de esta sección se centra en conseguir que cada vez que se ejecute este tipo de trabajo se realice de modo similar en cada una de las instalaciones, por tanto, deben concentrarse todas las variantes que puedan presentarse a la hora de ejecutar.

Para el desarrollo del ejemplo podemos incluir lo siguiente:

1.4.6 DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

Previo al inicio de los trabajos se deben generar los permisos necesarios para efectuar las actividades de tendido de conductores eléctricos, de acuerdo con las normativas de Minera EX, incluyendo permisos de trabajo, ingreso a áreas, charlas de 5 minutos, Hojas de control de riesgo, utilización de E.P.P., entre otros.



- Requisitos para el Tendido de conductores
 - Inspeccionar visualmente el estado del conductor, evitando utilizar secciones dañadas o deterioradas.
 - Corroborar la información técnica del conductor, tanto en sección, aislación, número de conductores, entre otros, según lo señalado en la planificación.
 - Inspeccionar que las herramientas y/o materiales a utilizar para realizar el tendido se encuentren en óptimas condiciones.
 - Estar atento a las condiciones del terreno al momento de realizar maniobras de tendido o montaje del porta carrete.
 - Realizar maniobras de tendido y/o arrastre del conductor con los equipos correspondientes.
 - Comprobar que la longitud sea la necesaria para llevar a cabo el conexionado pertinente.
 - Realizar y corroborar el correcto Aterrizamiento de los Shields, según sea el caso.
 - Realizar el debido ruteo de los conductores de acuerdo con la planificación.
 - Instalar marcas de señalización en cada extremo de los conductores.
 - Corroborar que los radios de curvatura no sean superiores al permitido.
 - Inspección visual:
 - i. Al realizar y finalizar las maniobras el trabajador de mayor rango en terreno, entendiéndose como supervisor o capataz eléctrico, debe realizar una inspección visual del trabajo, realizando un protocolo de verificación.
 - ii. Al momento de finalizar la inspección se debe dejar constancia con su firma y un plano asociado al sector en que se realizó el trabajo.

1.4.7 ENTRENAMIENTO Y CAPACITACION

- Se realizará un entrenamiento y/o capacitación a todos los trabajadores dispuestos por el departamento eléctrico que se encuentren autorizados para realizar trabajos en esta categoría.
- Los parámetros para poder definir quien está autorizado pueden ser mediante pruebas de conocimiento escritas o prácticas, historial de trabajo o con base a un título con relación directa al departamento eléctrico.
- Todos los trabajadores que realicen el tendido de conductores eléctricos deben ser instruidos en este procedimiento y dejar evidencia objetiva de su lectura.
- El entrenamiento para efectuar será mediante charlas técnicas y aplicación práctica en la medida de lo posible.



- El encargado del entrenamiento será una persona o entidad que el departamento eléctrico determine como competente en relación con el trabajo que se realiza.

1.4.8 CALIDAD

En la sección de calidad se hace referencia al proceso de calidad que debe tenerse en consideración. Para esto, la empresa debe contar con un área de control de calidad con la debida preparación para poder llevar a cabo la tarea de certificar la instalación.

Estos se encargan de recopilar la información entregada por el departamento eléctrico y verificar que se cumplan los requerimientos técnicos, el cumplimiento de las normativas y de los procesos realizados durante las actividades.

Algunas de sus responsabilidades serían las siguiente:

- El jefe de calidad y los inspectores de calidad son responsables de:
 - Revisar y cautelar que los documentos específicos contengan los controles que aseguren la gestión de los aspectos de calidad.
 - Responsable del manejo y distribución de la documentación que ingresa y que genera este procedimiento.
 - Verificar la realización y existencia del trabajo realizado.
 - Verificar la difusión de este procedimiento y su entendimiento.
 - Verificar que procedimiento se encuentra en los puestos de trabajo.

1.4.9 RECURSOS

- Todos los recursos materiales que se puedan requerir en el trabajo se incluyen en esta parte del procedimiento. Esto contempla desde el área de seguridad, como lo pueden ser cascos, guantes, trajes especiales o de manejo de materiales peligrosos, hasta el departamento eléctrico como lo pueden ser herramientas manuales o eléctricas, tales como destornilladores, taladros, esmeriles, entre otros.

1.4.10 PRUEBAS

Dentro de los procesos productivos que se llevan a cabo en la instalación, se debe considerar la realización de pruebas específicas para conocer el estado interno de las diversos materiales y equipamientos a instalar.

Dichas pruebas someten a los materiales y sus capacidades físicas a situaciones de estrés para poder realizar una evaluación de su estado.



Esta evaluación se realiza según lo dispuesto en la base normativa bajo la cual se rige cada prueba.

Algunas de las pruebas que pueden encontrarse pueden ser las siguientes:

- Prueba de aislamiento de conductores: Para realizar esta prueba se somete el conductor a una tensión de corriente continua, dicha tensión no busca ser destructiva en condiciones normales. Dentro de las consideraciones claves a la hora de realizar el ensayo es la tensión nominal, las condiciones climáticas, duración.
- Pruebas de conductores en alto potencial (Hi-Pot): Este tipo de pruebas se utilizan regularmente para garantizar la fuerza dieléctrica mínima de los sistemas de aislamiento. Al igual que en conductores de bajo potencial, este ensayo no busca ser destructivo, sino evaluar las corrientes de fuga en micro amperes (μA). Dentro de las consideraciones que se deben tener en cuenta son: el tiempo, tensiones de servicio, nominales y de prueba, duración e intervalos, y según la norma IEC 60502-2: el voltaje de prueba debe ser alcanzado en 10 incrementos de voltajes iguales, después de cada aumento de voltaje se podrá estabilizar la corriente de fuga, registrar la fuga estabilizada en micro amperes (μA) al final de cada intervalo de tiempo.
- Prueba de puesta en servicio de malla de puesta a tierra: Para realizar la puesta en servicio de una malla de puesta a tierra se debe realizar un ensayo de medición de la resistividad del terreno y corroborar los datos teóricos. Para llevar a cabo esto, las consideraciones que se deben tener previo a al ensayo son: las condiciones climáticas, superficie de la malla, sección del conductor, numero de barra y uniones, a su vez que cumple con los requisitos de protección y seguridad considerados en las normas IEEE 80-2013 y IEEE 81-2012, además de la norma nacional expresada en el pliego técnico RPTD N°06.

Vale la pena mencionar que durante los procesos de prueba se deben utilizar equipamientos profesionales, que, a su vez, deben encontrarse con un certificado de calibración otorgado por una empresa dedicada a la realización de estas certificaciones.

1.4.11 ESTANDARES DE RIESGO DE FATALIDADES TRANSVERSALES Y SUS CONTROLES CRITICOS Y NO CRITICOS APLICABLES

En esta sección se deben incluir un desglose detallado de los requisitos mínimos obligatorios para los ejecutivos, supervisores y trabajadores que se encuentren realizando funciones dentro del proyecto. Todo esto con el fin de garantizar un ambiente de trabajo sano y seguro, manteniendo bajo control los riegos, factores, agentes y condiciones que puedan producir accidentes del trabajo o enfermedades profesionales con consecuencias graves o fatales.

Se debe realizar un análisis completo de los riesgos presentes con base en los trabajos que señala el procedimiento, a causa o con ocasión del trabajo. Algunos de

estos riesgos presentes pueden clasificarse por su naturaleza: físicos, químicos, mecánicos y biológicos. |

La evaluación del riesgo se somete, comúnmente en el rubro, a una guía realizada por el Instituto de Salud Pública (ISP) en su segunda versión, desarrollada en el año 2019, titulada GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN PRIMARIA DE RIESGOS EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO, la cual busca estandarizar los pasos mínimos en la identificación y evaluación de los riesgos presentes en el ámbito laboral. Dicho documento entrega una metodología, junto a sus mecanismos de acción para su aplicación en terreno por la empresa.

Con base al trabajo que se detalla al momento de redactar este documento, cuyo nombre específico es Tendido de Conductores eléctricos, se pueden definir que los trabajos a realizar pueden ser de montaje o mantenimiento, bajo los cuales el trabajador se puede ver afectado a cumplir con tareas donde los conductores se encuentren energizados, o trabajos en altura por lo que se debe cumplir con buenas condiciones tanto físicas como psicológicas.

Al establecer estos lineamientos y requisitos mínimos para la gestión de los riesgos, quienes formen parte de esta sección, entiéndase por supervisores, capataces, prevencionistas, deberán considerar un lenguaje común y crear criterios de desempeño con el principal objetivo de eliminar accidentes, ya sean leves, graves o fatales.

De forma breve, y como ejemplo, puede realizarse un levantamiento de los riesgos siguiendo los siguientes puntos:

Secuencia de trabajo	Peligro	Riesgo asociado	Medidas preventivas
Inicio de la Jornada: Traslado al lugar de trabajo.	Caída del mismo y distinto nivel	Fracturas Contusiones Esguinces Heridas	Uso de calzado de seguridad adecuado. Evitar correr por los pasillos, escaleras y lugares de tránsito. Mantener superficies de tránsito limpias y ordenadas en todo momento.
Desarrollo de la Jornada: Ejecución del trabajo. (Tendido de conductores eléctricos.)	Sobreesfuerzo físico	Lumbalgias Fatiga muscular Distensión muscular	Utilizar equipamientos mecanizados para el levantamiento de cargas. No cargar más del peso permitido por Ley. No sobrepasar su capacidad física.
	Golpeado por o contra	Contusiones Fracturas	

		Lesiones	Almacenamiento y transporte correcto de materiales. Mantener ordenado el lugar de trabajo. Coordinar maniobras, atención en tareas a realizar.
	Contacto con energía eléctrica.	Quemaduras Tetanización Fibrilación Muscular	Inspección frecuente de cables y artefactos eléctricos. Si un equipo o máquina presenta falla, hay que desenchufarlo y dar aviso al responsable del área. Verificar conexiones y tomas de energía. Sistemas eléctricos normalizados según Código Eléctrico.
Término de la Jornada: Retiro del área.	Caída del mismo y distinto nivel	Fracturas Contusiones Esguinces Heridas	Segregar áreas de trabajo Evitar correr por los pasillos, escaleras y lugares de tránsito. Estar atento a las condiciones del terreno y tránsito.

Tabla 1.1 Análisis de riesgos. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa MPM (Empresa contratista).

1.4.12 REGISTROS

Se debe señalar correctamente el lugar donde se almacenarán los registros recolectados sobre el entendimiento de este procedimiento. Además de estos registros, se almacenarán en formato físico todos los protocolos de revisión que sean generados en una serie de archivadores ordenados según las matrices que generen los departamentos de control de calidad.

1.4.13 FLUJOGRAMAS DE EMERGENCIAS

Los flujogramas de emergencia que recopilan la información a seguir en caso de suceder algún incidente, accidente u otros derivados como condiciones climáticas adversas. Dicho esquema debe contar con la verbalización del paso a paso a proceder en caso de alguna de estas situaciones, sumado a la representación gráfica como diagrama de flujo.

En términos de contenido, parte de la información que debe contener esta sección es la siguiente:

Números de contacto de todos los jefes y supervisores en terreno y señalar el turno al cual pertenecen, número de contacto del jefe de área, del departamento de prevención, administrador de contrato, gerente HSEC (Health/Safety/Enviroment/Community) y gerente general perteneciente de la empresa. Por parte del cliente, los números de contacto de todos los jefes, departamento de prevención y administrador de contrato, además del canal y método de comunicación por señal Radial, número para la comunicación por teléfono fijo y número de comunicación por teléfono celular de los servicios de emergencia del sector.

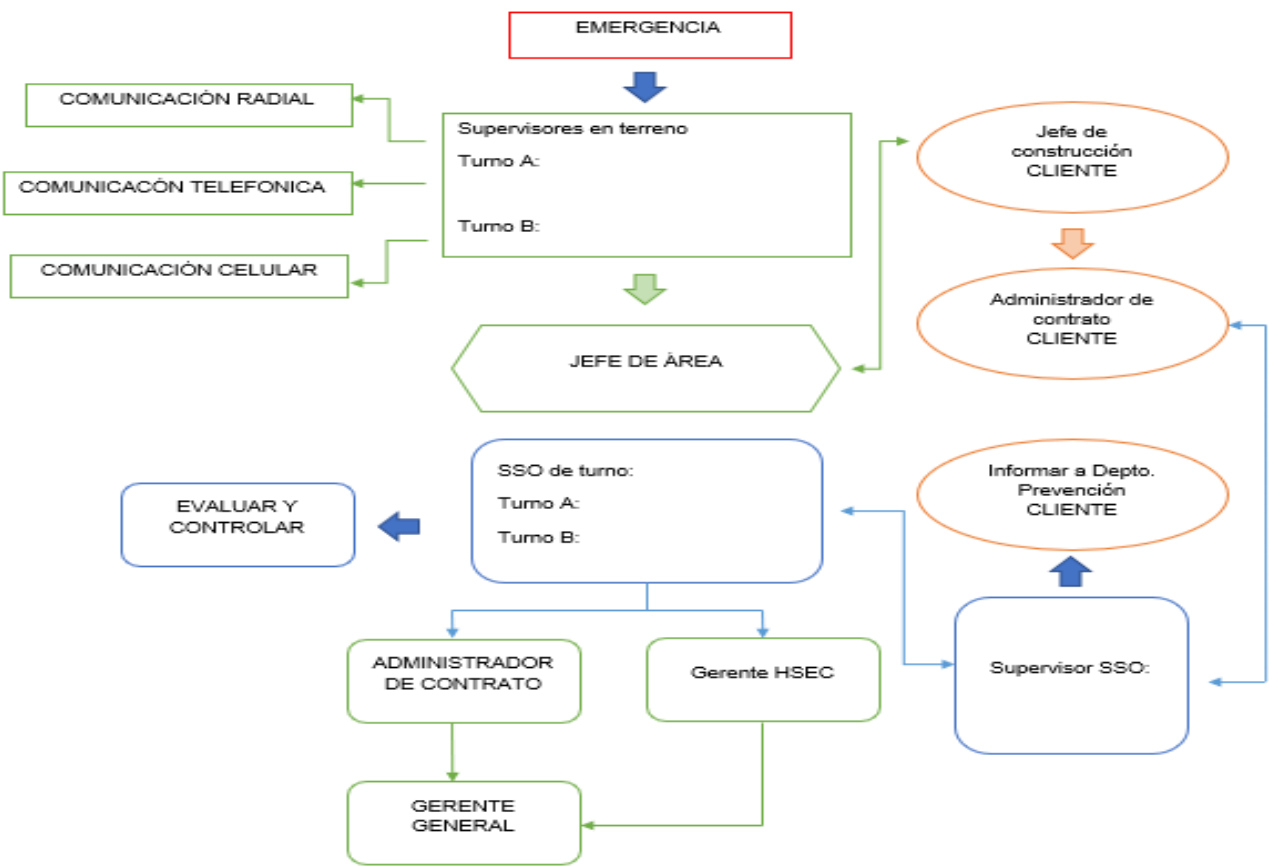


Figura 1.3 Flujograma emergencia. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

Para los fines de este trabajo, la forma de actuar en caso de una emergencia es la siguiente:

Al momento de ocurrida una emergencia el trabajo debe avisar lo antes posible al correspondiente supervisor en terreno. Informado por esta situación, puede realizar o delegar la llamada a los servicios de emergencias a la vez que ponen en conocimiento al jefe de área de la empresa. A la par, debe informarse a los encargados de seguridad y salud ocupacional en turno, los cuales deben cumplir con el deber de evaluar y controlar la situación además de informar oportunamente a su administrador de contrato, gerente de HSEC y supervisor a cargo.

A medida que esto ocurre, el jefe de área se debe poner en contacto con el jefe de construcción del cliente, el cual debe informar a su administrador de contrato.

El supervisor de SSO se encarga de contactar al personal de SSO del cliente para transmitir la información y los planes de acción por la emergencia.

Para terminar la lectura del procedimiento, se realiza una prueba escrita que se entrega a cada uno de los trabajadores donde debe desarrollar y señalar lo aprendido durante el procedimiento. Esta debe ser revisada por el departamento de seguridad y salud ocupacional, la cual se encargará de aprobar y certificar que los trabajadores se encuentran en óptimo conocimiento para efectuar las labores asociadas.



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

CAPITULO II

Protocolos de revisión eléctricos y sus elementos.



2.1 Protocolos eléctricos

Un protocolo de revisión es un tipo de documento encargado de recopilar información específica de un procedimiento de trabajo basado en las normativas y estándares aplicados a dicha actividad. La presentación del protocolo tradicionalmente es en forma de Check List, el cual contiene un enunciado, una sección de aplicación sobre si dentro de la actividad este se cumple, no se cumple o no aplica directamente, y un espacio para comentarios.

Por otra parte, antes de realizar el chequeo de los puntos debe identificarse el área de trabajo, área de aplicación, nombre o tag del producto o material, ubicación en los planos, fecha, entre otros.

El protocolo nace previo a un proyecto, los encargados de planificar la faena generan una matriz de trabajo donde desglosan la cantidad aproximada de protocolos que se realizarán en la obra. Dicha matriz se encarga de recopilar información de todos los departamentos involucrados, siendo la sección eléctrica donde residen las competencias de este documento.

La ejecución de este archivo es a la par o posterior a la realización del trabajo, recopilando la información necesaria para ser transcrita, y de esta forma continuar a ser validado. Completado lo anterior, debe ser presentado a las distintas personalidades señaladas en la sección inferior del documento para su aprobación por cada uno.

Con todo esto, se procede a dar por finalizado el protocolo y, por tanto, ordenar y archivar el documento en base al correlativo otorgado por la matriz inicial de trabajo. De esta forma, cada vez que se requiera solicitar este informe, sea para realizar cobros a la empresa mandante o corroborar datos, se pueda hacer de forma expedita.

Dentro de los objetivos que cumple un protocolo, se considera la función económica. Esta se realiza utilizando los documentos como respaldos de los trabajos realizados para ser presentados en los estados de pago como ordenes de trabajo.

Otro objetivo, es el poder realizar la comprobación y evaluación de acuerdo con la calidad del servicio realizado. Esto se desarrolla comparando los antecedentes, las matrices de trabajo, la aplicación de las herramientas adecuadas, y los chequeos de datos de los protocolos, convergiendo en un resultado cuantificable.

La evaluación costo-beneficio, de cantidad de horas-hombre, gasto de materiales promedio, cantidad de personal y su distribución, entran junto a los beneficios que otorga el utilizar la protocolización de los procesos productivos.

2.2 Qué tipo de protocolos se pueden encontrar en una instalación de faena

Al realizar una instalación de faena minera, y en conjunto con lo señalado con anterioridad, se comprende que cada paso que se realice en el proceso debe ser respaldado con un protocolo correspondiente, para esto se tiene que definir que, para la realización de este documento, se están considerando un total de 35 procedimientos con su respectivo protocolo. Siendo estos los siguientes:

1. Confección de malla puesta a tierra.
2. Puesta a tierra de elementos.
3. Montaje de banco de ductos.
4. Escalerillas y bandejas.
5. Montaje de equipos e instrumentos.
6. Montaje de soportes eléctricos.
7. Montaje de tableros eléctricos.
8. Montaje de transformador.
9. Montaje de sala eléctrica.
10. Montaje de panel.
11. Tendido de conductores eléctricos baja tensión.
12. Prueba de aislamiento de cables.
13. Conexión de conductores eléctricos BT.
14. Pruebas de aislamiento Transformador.
15. Pruebas de alto potencial HI-POT.
16. Confección de mufas.
17. Recepción de equipos e instrumentos.
18. Anclaje de equipos.
19. Pruebas de aislamiento motor.
20. Montaje grupo generador.
21. Instalación luminarias.
22. Instalación de canalización
23. Desconexión de equipos eléctricos.
24. Recepción de carretes porta conductores.
25. Prueba puesta en servicio MPT.
26. Conexión de equipos e instrumentos.
27. Pruebas de continuidad de conductores eléctricos.
28. Montaje soporte de luminarias.
29. Inspección de tableros eléctricos.
30. Informe de inspección de calidad eléctrico.
31. Instalación de postes de concreto armado.
32. Montaje estructura en postes de hormigón.
33. Instalación de cámaras eléctricas de hormigón.
34. Tendido de conductor media tensión y cable guardia.
35. Prueba de motor en vacío.



Para apoyar este documento escrito, y así lograr un mayor entendimiento sobre el tema, se puede realizar un ejemplo en base a la experiencia de la cual nace, señalando lo siguiente:

Para una instalación de faena, se considera el montaje de 4 pabellones con 20 dormitorios cada uno, 1 casino/comedor, 2 baños comunes y 1 oficina de administración.

Primeramente, todos los sectores necesitan un tablero general, sin considerar los de la sala eléctrica, siendo para el total de 8 tableros, para los cuales se utilizan los siguientes protocolos, por orden numérico:

- Puesta a tierra de elementos.
- Montaje de tableros eléctricos.
- Anclaje de equipos.
- Inspección de tableros eléctricos.

Si se considera que los módulos vienen prefabricados y solamente requieren de la energización y conexión de los subalimentadores, se utiliza lo siguiente:

- Tendido de conductores eléctricos baja tensión.
- Prueba de aislamiento de cables.
- Conexiónados conductores eléctricos BT.
- Prueba de continuidad de conductores eléctricos.

Si se procede a inspeccionar desde el tablero hacia la fuente de energía, se pueden señalar:

- Confección de malla puesta a tierra.
- Puesta a tierra de elementos.
- Montaje de banco de ductos y/o Escalerillas y bandejas.
- Instalación de cámaras eléctricas de hormigón.

Llegando a la sala eléctrica, entran en juego los siguientes, quedando de lado los ya mencionados:

- Montaje de equipos e instrumentos.
- Montaje de soportes eléctricos.
- Montaje de transformador y/o Grupo generador según corresponda.
- Montaje de sala eléctrica.
- Prueba de aislamiento transformador según corresponda.
- Pruebas de Alto potencial Hi-Pot según corresponda.
- Confección de mufas según corresponda.
- Recepción de equipos e instrumentos.
- Conexiónado de equipos eléctricos.
- Tendido de conductor media tensión y cable guardia según corresponda.

Para la elaboración de todo lo que sean los sistemas de iluminación, están:

- Instalación de luminarias.
- Montaje de soporte de luminarias.
- Instalación de postes de concreto armado según corresponda.
- Montaje estructura en postes de hormigón según corresponda.



En el caso de los protocolos para trabajos en ocasiones especiales, encontramos:

- Recepción de equipos e instrumentos.
- Desconexión de equipos en los casos de mantención.
- Recepción de carretes porta conductores.
- Pruebas de puesta en servicio MPT.
- Informe de inspección de calidad eléctrico.

En general, tanto los procedimientos y protocolos eléctricos cumplen un rol importante a lo largo de los diversos trabajos que se pueden realizar en el área de la minería. Conocer la forma en que se preparan y realizan otorga la capacidad tanto para poder elaborar, como para poder optar a un puesto de trabajo a veces olvidado por los estudiantes del área eléctrica como pueden ser en control de calidad y aseguramiento de calidad (QA/QC), asistente de oficina departamental, apuntador eléctrico, entre otros.

Incluyendo todo lo expuesto, existe una gran cantidad de formatos distintos que varían por sector, este tipo de sistema de organización es utilizable no solo en minería, se puede llegar a aplicar en el ámbito forestal, pesquero, civil, agrícola, etc. Realizando cambios en la forma que se realiza el procedimiento, y adaptando a su vez la información que se solicita en los protocolos, se pueden llegar a conseguir resultados mejor de lo deseado en el departamento sin importar el trabajo que se lleve a cabo.

2.3 Contenido de un protocolo

2.3.1 Información Previa

Los protocolos se crean partiendo por la información necesaria para su clasificación. Esta puede incluir varios puntos según sean los requisitos que solicite cada empresa, dentro de los cuales se pueden encontrar la fecha, sección, correlativo, revisión, estado, código, entre otros, sin ir en desmedro de utilizar más de un método de clasificación, por ejemplo, insertando el departamento al cual corresponde, lugar de trabajo o los planos donde se encuentran graficados.

Normalmente toda esta información se encuentra emplazada en la parte superior del protocolo, junto a un título que mencione a cuál procedimiento estamos haciendo referencia y, de ser necesario, puede incluirse algún logotipo en mención a la empresa que realiza el trabajo.

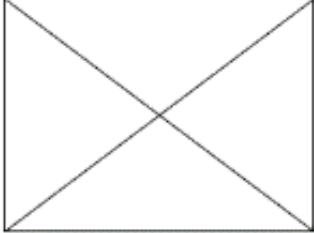
	TENDIDO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS	Código:
		Revisión: 0
		Fecha Rev.: 1
		Correlativo 01/01/2021

Figura 2.1 Nombre de la actividad y clasificaciones. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa MPM (Empresa contratista).

Con todo lo realizado se puede continuar a los antecedentes sobre la realización del protocolo, estos contienen la información concreta y específica del área de trabajo, para mayor detalle, es posible desglosarlo de la siguiente manera:

- Obra: Nombre o zona específica de la obra donde se encuentran trabajando, en el área minera algunos nombres que se pueden encontrar pueden ser: Piscina de relave, Subestación norte, Garitas de ingreso, entre otros.

Obra:	CONSTRUCCION PISCINA RELAVE SECTOR NORTE	Contrato:
Sistema:		Sub-Sistema:
Planos de Referencia:		
Identificación de elemento		
Área:		Tag:

Figura2.2 Antecedentes de la Obra. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa MPM (Empresa contratista).

- Contrato: Referencia al contrato bajo el cual se encuentra trabajando la empresa. Normalmente las empresas contratistas poseen más de un contrato de trabajo con las empresas mandantes, por esto se solicita mencionar a cuál contrato en específico se está tratando.

Obra:	CONSTRUCCION PISCINA RELAVE SECTOR NORTE		Contrato:	CC-002
Sistema:			Sub-Sistema:	
Planos de Referencia:				
Identificación de elemento				
Área:			Tag:	

Figura 2.3 Contrato. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

- Sistema y subsistema: bajo la experiencia adquirida, el área de la minería divide todo el conglomerado de instalaciones en sectores específicos y dentro de estos los subdivide para demarcar una zona en particular. Estos, además de poseer un nombre propio, pueden utilizar una nomenclatura propia, comúnmente formada por números. A modo de ejemplo, el sector de la piscina norte de relave en el sistema 413, subsistema piscina 2 413.2.

Obra:	CONSTRUCCION PISCINA RELAVE SECTOR NORTE		Contrato:	CC-002
Sistema:	413	Sub-Sistema:	413.2	
Planos de Referencia:				
Identificación de elemento				
Área:			Tag:	

Figura 2.4 Sistemas y Subsistemas. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

- Planos de referencia: Los planos cumplen 2 funciones específicas, la primera es indicar en que punto exacto se está trabajando, a que elemento o material específico nos estamos refiriendo. La segunda función es para registro, donde se adjunta una copia del plano original junto al protocolo.

Obra:	CONSTRUCCION PISCINA RELAVE SECTOR NORTE		Contrato:	CC-002
Sistema:	413	Sub-Sistema:	413.2	
Planos de Referencia:	HAT-GP-CSE-1000-OT001-413-E-DW-15			
Identificación de elemento				
Área:			Tag:	

Figura 2.5 Planos de referencia. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

- Identificación del elemento: nombre específico del elemento, esto puede ser un equipo o un material en particular, normalmente junto a un título o identificador en caso de existir más de un elemento que realice la misma acción. A modo de ejemplo podemos incluir: Motobomba piscina relave MT01, Tablero de comando TC1, Conductor de alimentación circuito CC2, entre otros.

Obra:	CONSTRUCCION PISCINA RELAVE SECTOR NORTE		Contrato:	CC-002
Sistema:	413	Sub-Sistema:	413.2	
Planos de Referencia:	HAT-GP-CSE-1000-OT001-413-E-DW-15			
Identificación de elemento	CABLE DE ALIMENTACIÓN CIRCUITO CC01			
Área:			Tag:	

Figura 2.6 Identificación de elemento. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

- Área: Al igual que nos encontramos en los sistemas y subsistemas, existen áreas que mencionan a un sector demasiado amplio, es por esto por lo que se debe señalar un punto específico en el área de trabajo, a modo de ejemplo podemos mencionar: Piscina Norte de Relave, Garita Norte, Planta Geotérmica, entre otros.

Obra:	CONSTRUCCION PISCINA RELAVE SECTOR NORTE		Contrato:	CC-002
Sistema:	413	Sub-Sistema:	413.2	
Planos de Referencia:	HAT-GP-CSE-1000-OT001-413-E-DW-15			
Identificación de elemento	CABLE DE ALIMENTACIÓN CIRCUITO CC01			
Área:	PISCINA NORTE RELAVE		Tag:	

Figura 2.7 Área de trabajo. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa MPM (Empresa contratista).

- TAG: Los elementos además de poseer un número en específico poseen un TAG, este es un tipo de abreviación que cumple con la función de especificar aún más los elementos de la obra. Estos pueden estar compuesto por palabras, códigos u otro medio particular de cada empresa para clasificarlos.

Obra:	CONSTRUCCION PISCINA RELAVE SECTOR NORTE		Contrato:	CC-002
Sistema:	413	Sub-Sistema:	413.2	
Planos de Referencia:	HAT-GP-CSE-1000-OT001-413-E-DW-15			
Identificación de elemento	CABLE DE ALIMENTACIÓN CIRCUITO CC01			
Área:	PISCINA NORTE RELAVE	Tag:	CC01	

Figura 2.8 TAG de elementos. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

2.3.2 Características Técnicas

La siguiente información con la cual se debe completar el protocolo es con las características técnicas del equipo o elemento a instalar, dicha información cambia según el protocolo que se esté realizando en base al procedimiento previo. Algunas de estas características pueden ser, según protocolo los siguientes:

2.3.2.1 Contenido sobre el tendido de conductores eléctricos

En el caso del tendido de conductores eléctricos, las características comúnmente utilizadas según la información recolectada se encuentran:

- Ubicación: desde que equipo, elemento o sector, hasta donde termina el trabajo a realizarse. La unidad de medida a utilizar es en Metros (m).
- Metros teóricos/Metros reales: es una comparativa entre los metros proyectados en la planificación, contra los utilizados realmente en el terreno.
- Cable N°, tensión, tamaño cable, tensión de servicio, tipo de aislación: en estas secciones se incluyen todas las cualidades del conductor, entregadas normalmente por los fabricantes.

CARACTERÍSTICAS			
Ubicación			
Desde:		Hasta:	
Metros teóricos		Metros Reales:	
Cable n°		Tensión:	
Tamaño cable		Tensión de servicio:	
Notas:		Tipo de aislación:	

Figura 2.9 Características Tendido de conductores. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

2.3.2.2 Contenido sobre la confección de malla puesta a tierra

Para la confección de una malla de puesta a tierra, las características solicitadas son las siguientes:

- Tipo de puesta a tierra: el tipo de puesta a tierra puede variar entre puesta a tierra de servicio o de protección. Se debe señalar a cuál de estas va enfocada.
- Tipo de molde: para realizar la unión de una puesta a tierra se realiza una soldadura exotérmica con la utilización de un molde Cadwell, dicho molde puede poseer distintas formas, siendo las más comunes los moldes en T y en X.
- Tipos de carga: dentro de las cargas para realizar una soldadura exotérmica existe una gran variedad, tanto para hierro fundido, protección catódica y, para los fines de este trabajo, sistemas de tierra. Dentro de las cargas para sistemas de tierra, las cargas se subdividen según el proveedor.
- Cantidad de carga: Según el tipo de soldadura y la cantidad de material, se puede utilizar un mayor o menor gramaje para realizar la unión, y debe especificarse cuanto se utiliza.
- Calibre cable de tierra: se especifican las medidas del conductor utilizado.
- Metros utilizados: Cantidad de conductor utilizado para la confección de la malla.

CARACTERÍSTICAS			
Tipo de Puesta a Tierra: _____			
Tipo de Molde: _____			
Tipode Cargas: _____		Cantidad de Carga: _____	
Calibre cable de tierra: _____		Metros utilizados: _____	
Adjuntos:	Croquis Reticulado ☐	Respaldo Fotográfico: ☐	Planos Asociados ☐

Figura 2.10 Características Malla puesta a Tierra. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

2.3.2.3 Contenido sobre escalerillas y bandejas

También se pueden hallar protocolos para el montaje de escalerillas y bandejas, las cuales se especifican como EPC (escalerilla porta conductores), aunque incluye la BPC (Bandeja porta conductores), siendo entonces que para este protocolo contamos con las siguientes características:

- Tipo de EPC: puede ser bandeja, escalerilla o ranurada, debe especificarse la que se utiliza.
- Material EPC: Se especifica el material del cual se encuentran construidas, estas pueden ser metálicas, de FRP (resina y fibra de vidrio) o plásticas.
- Medidas EPC: se señalan las dimensiones de la escalerilla o bandeja utilizada.
- Metros utilizados: La cantidad de material que se encuentra montado.

- Desde/Hasta: desde que sector hasta que sector se encuentra instalada.

CARACTERÍSTICAS EPC			
Tipo de EPC:	Bandeja ☐	Escalerilla ☐	Ranurada ☐
Material EPC:	Metálica ☐	FRP ☐	Plástica ☐
Medidas EPC	Metros instalados		
Desde	Hasta		

Figura 2.11 Características Escalerillas y bandejas. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

2.3.2.4 Contenido sobre montaje de transformador

Para el montaje de transformadores se requiere la siguiente información:

- Tipo de transformador: Se señala el tipo de transformador a utilizar
- N° de Serie: Se debe dejar constancia del número de serie que posee como identificador.
- Tipo de anclaje de transformador: se debe señalar el tipo de anclaje con el cual se encuentra soportado el transformador.

CARACTERÍSTICAS	
Tipo de Transformador	
Nº de Serie	
Tipo de anclaje de Transformador	

Figura 2.12 Características Montaje de transformador. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

2.3.2.5 Contenido sobre la prueba de aislamiento de un transformador

En el caso de las pruebas de Aislamiento de un transformador, se consideran los siguientes puntos:

- Marca: marca del transformador.
- Conexión: Que tipo de conexión posee.
- Frecuencia: frecuencia a la que trabaja el equipo.
- Equipo de prueba: Que modelo de equipo se está utilizado para realizar la prueba.
- Potencia Kwh: Potencia en kilowatt/hora del transformador.
- Tensión primaria: Tensión en el bobinado primario del transformador.
- Tensión secundaria: Tensión en el bobinado secundario.
- Voltios de Megohmetro: Voltaje que se aplica para realizar la prueba.
- Tipo: Tipo de transformador que se instala.
- Aislación: Clase de aislamiento del transformador.

- Condición climática: Condición climática del día en que se realiza la prueba.
- Tiempo de prueba: Tiempo durante el cual se aplica tensión al transformador.

CARACTERÍSTICAS		
Marca	Potencia Kwh	Tipo
Conexión	Tensión Primario	Aislación
Frecuencia	Tensión Secundario	Condición Climática
Equipo de Prueba	Voltios de Megohmetro	Tiempo de Prueba

Figura 2.13 Características transformador. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

2.3.3 Chequeo de datos

El chequeo de datos consiste en transcribir la información recolectada de los trabajos que se realizan a una lista de verificación. Estos encuentran sus bases en los procedimientos de trabajo, desde donde concentran los puntos más importantes, sean estos con origen en los estándares o normas nacionales e internacionales, o bajo la documentación interna de la empresa mandante, convergiendo en una hoja de verificación.

Esta se requiere para documentar de la manera más completa lo que es o fue realizado por los especialistas, para luego ser utilizado en informes de avances, informes de calidad, control de inventario y control de gastos como sus principales.

Hay que recordar que, a diferencia de los procedimientos de trabajo que poseen un enfoque más atrayente a la seguridad, estos cuentan con un enfoque puro hacia lo que es la producción y calidad de los productos.

Dentro de la información que se comenta con anterioridad, los protocolos suelen ir a la par que un trabajo, con la finalidad de no ver perjudicada la información que es recolectada, sin embargo, no es excluyente de protocolos realizados posterior, los cuales pueden ser realizados si, de alguna manera, el trabajo lo amerite. Esta opción es la menos optima en términos burocráticos, debido a la posible pérdida de información la cual aumenta su probabilidad a medida que pasa más tiempo del debido.

A continuación, se procede con un desglose de cada uno de los tipos de chequeo que pueden encontrarse en una faena minera.

2.3.3.1 Chequeo del tendido de conductores

Para el tendido de conductores eléctricos, los datos que nos solicitan para el chequeo son los siguientes:

- Estado de carretes y porta carretes: Inspeccionar el estado de los carretes y porta carretes, estos deben estar en buen estado, en el caso del carrete, contar con su estructura en condiciones, solida, sin materiales expuestos o fuera de su condición normal, y para el porta carretes, que los soportes se encuentren sin fallas en su estructura y el travesañ sin daños en su extensión o curvado.
- Sección del conductor de acuerdo con ingeniería: Corroborar que la sección del conductor esté acorde a lo detallado en las memorias de ingeniería o planos.
- Cantidad de hebras por conductor: Detallar la cantidad de hebras que posee el conductor, ya que, en caso contrario, puede generar problemas en la instalación, en el equipo o poner en riesgo el área de trabajo.
- Verificación de aislación (Visual daño físico): Realizar un seguimiento visual del conductor tendido revisando la aislación no se encuentre con arañazos, raspones, cortes, quemaduras, entre otros.
- Canalizaciones aprobadas de acuerdo con ingeniería: Revisar que el conductor se encuentre dentro, sobre, a través, de las canalizaciones correspondientes, para que el mismo no se vea perjudicado por polvo, agua, nieve, calor excesivos, entre otros, que puedan destruir o modificar sus cualidades.
- Peinado y amarras: Al momento del tendido, los conductores deben ir amarrados y “peinados” (término utilizado para señalar que los conductores se encuentran ordenados).
- Aterrizamiento de shields (solo en un punto): En caso de ser requerido, verificar que se realice el Aterrizamiento de los shields, lo cual consta en aterrizar la cobertura de material metálico que envuelve los conductores.
- Marcas de cables de ambos extremos: Verificar que en ambos extremos del conductor se encuentren las cintas con los TAG del conductor.
- Ruteo del Cto. Por listado de cableado: Revisar que las marcas instaladas sean de acuerdo con el listado de cableado.
- Radio de curvatura: Corroborar que el radio de curvatura sea el correspondiente a los diversos tipos de conductores.
- Se utiliza malla kellem (manga de arrastre): Señalar si se utiliza una manga de arrastre para tender el conductor.

CHEQUEO				
Actividad	Cumple	No Cumple	N/A	Observaciones
Estado de carretes y porta carretes	☐	☐	☐	Nº Certificado _____
Sección del cond. de acuerdo a Ingeniería	☐	☐	☐	_____
Cantidad de Hebras por Conductor	☐	☐	☐	_____
Verificación de aislación (Visual daño físico)	☐	☐	☐	_____
Canalizaciones aprobadas de acuerdo a Ingeniería	☐	☐	☐	_____
Peinado y amarras	☐	☐	☐	_____
Aterrizamiento de Shields (Sólo en un Punto)	☐	☐	☐	_____
Marcas de cables en ambos extremos	☐	☐	☐	_____
Ruteo del Cto. Por listado de cableado	☐	☐	☐	_____
Radio de curvatura	☐	☐	☐	_____
Se utiliza malla kellem (manga de arrastre)	☐	☐	☐	_____

Figura 2.14 Tendido de conductores. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.



2.3.3.2 Chequeo de la confección de malla puesta a tierra

Considerando los datos solicitados en las características, para la confección de malla de puesta a tierra, los datos son los siguientes:

- Inspección de los materiales eléctricos: revisar que los materiales eléctricos utilizados en la confección se encuentren en buenas condiciones para su uso.
- Trazo y corte del cable de tierra: Verificar que los cortes del conductor sean a las medidas correspondientes, según lo detallado en los planos.
- Trazo en terreno de la malla: Comprobar que las cotas en el terreno vayan de acuerdo con lo detallado por ingeniería.
- Profundidad de la excavación (en cm): Expresar en centímetros la profundidad a la que se instala la malla a tierra.
- Limpieza de los cables para fusión: Confirmar que los conductores se encuentren sin presencia de escorias, tierra o suciedad en caso de realizar una soldadura exotérmica.
- Moldes y tenazas según estándar eléctrico: Corroborar que los instrumentos a utilizar sean los detallados en los estándares del procedimiento.
- Medida de carga para la fusión: La cantidad de carga utilizada para la soldadura exotérmica.
- Fusión según recomendaciones del fabricante: Comprobar que se esté utilizando la medida recomendada.
- Aislación bajo tierra con elementos metálicos: Verificar que se encuentre bien aislado.
- Protección de cable sobre terreno en equipos: Revisar que se utilice la debida protección sobre terreno.
- Instalación de la malla según planos: Chequear que la instalación de la malla se encuentre según los planos debidos.
- Check List de materiales según planos: Realizar la examinación de los materiales utilizados, y que sean según los planos.
- Conexiones y chicotes según planos: Verificar que las conexiones y chicotes se encuentren emplazados según los planos.
- Apriete y/o torque de pernos: Comprobar que el apriete de pernos sea el adecuado para no dañar los materiales.
- Aditivo mejoramiento de terreno: Señalar si se utiliza algún aditivo para mejorar la resistividad del terreno.
- Inspección visual de soldaduras: Revisar que las soldaduras hayan quedado en buen estado.
- Instalación de A) B) (elementos adicionales): Señalar si se ha necesitado materiales adicionales



CHEQUEO				
Actividad	Cumple	No Cumple	N/A	Observaciones
1._Inspección de los materiales eléctricos	☒	☐	☐	
2._Trazo y corte del cable de tierra	☐	☐	☐	
3._Trazo en terreno de la malla	☐	☐	☐	
4._Profundidad de Excavación _____ cm	☐	☐	☐	
5._Limpieza de los cables para fusión	☐	☐	☐	
6._Moldes y tenazas según estandar eléctrico	☐	☐	☐	
7._Medida de carga para la fusión	☐	☐	☐	
8._Fusión según recomendaciones de fabricante	☐	☐	☐	
9._Aislación bajo tierra con elementos metálicos	☐	☐	☐	
10._Protección de cable sobre terreno en equipos	☐	☐	☐	
11._Instalación de la malla según planos	☐	☐	☐	
12._Check list de materiales según planos	☐	☐	☐	
13._Conexiones y chicotes según planos	☐	☐	☐	
14._Aprieta y/o torque de pernos	☐	☐	☐	
15._Aditivo mejoramiento de terreno	☐	☐	☐	
16._Inspección visual de soldaduras	☐	☐	☐	Nombre: _____
17._Instalación de a) _____	☐	☐	☐	
_____ b) _____	☐	☐	☐	

Figura 2.15 Confección de malla puesta a tierra. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

2.3.3.3 Chequeo de escalerillas y bandejas

Parte de las actividades que incluyen el montaje de escalerillas y bandejas son las siguientes:

- Inspección de los especificados sin daños: Realizar una inspección visual de los materiales instalados y que no presenten daños en su estructura.
- Trazos y cotas correctas de acuerdo con planos: Corroborar que cumple con lo expuesto en planos y memorias de ingeniería.
- Accesibilidad para tendido de cables: Verificar que sea de fácil acceso para realizar el trabajo de tendido de conductores.
- Distancia entre soportes. (en cm): Examinar la distancia entre soportes, con una distancia máxima de 1,5m entre uno y otro.
- Sujeción y apoyos: Inspección visual de las sujeciones y apoyos, que cuenten con todos sus componentes, que estén firmes y cumpla con las especificaciones.
- Instalación tornillos, pernos, eclipsas, tuercas: Chequear todo lo correspondiente a pernería, que sean las medidas, materiales y componentes correspondientes.
- Uniones con todos sus pernos: Examinar las uniones, que se encuentren en buen estado y con los materiales que corresponden.
- Nivelación y alineamiento de acuerdo con estándar: Revisar que cumplan con la nivelación correspondiente, bien alineado, sin desniveles y/o torceduras.
- Adecuada separación entre ellas y otras instalaciones: Verificar la distancia entre la bandeja/escalerilla y otros equipos que se encuentren.
- Barreras separadoras para diferentes niveles de voltaje: Corroborar que las barras separadoras estén bien instaladas, separando los diferentes niveles de voltajes que se presenten en la instalación.

- Cubiertas instaladas: Si se encuentra cubierto, que estas se encuentren instaladas adecuadamente.
- Conexión a tierra en su lugar y segura: Examinar la conexión a tierra en la extensión de la escalerilla/bandeja, según lo determine los planos y memorias de ingeniería.
- Juntas de expansión y puentes conectores instalados: Verificar que las juntas y puentes se encuentren instalados correctamente.
- Retoque de pintura en cortes con: Realizar retoques de pintura para evitar daños por oxidación u otros y señalar con qué tipo de pintura.
- Limpieza general a lo largo de su recorrido: Realizar limpieza en la extensión de las bandejas/escalerillas, eliminando tierra, polvo y suciedad en general.
- Geometría y fijación EPC y BPC: Revisar la geometría correcta de las escalerillas y bandejas porta conductores.
- Instalación de tags en EPC: Realizar instalación de los diversos TAG en la extensión de las escalerillas.
- Puesta a tierra: Realizar puesta a tierra de los elementos.

CHEQUEO				
Actividad	Cumple	No Cumple	N/A	Observaciones
Inspeccion de los Especificados sin Daños	☐	☐	☐	
Trazos y Cotas Correctas de Acuerdo a Planos	☐	☐	☐	
Accesibilidad para tendido de cables	☐	☐	☐	
Distancia entre soportes: _____ cm	☐	☐	☐	
Sujeción y apoyos	☐	☐	☐	
Instalacion tornillos, pernos, eclisas, tuercas	☐	☐	☐	
Uniones con todos sus pernos	☐	☐	☐	
Nivelación y alineamiento de acuerdo a estándar	☐	☐	☐	
Adecuada separación entre ellas y otras instalaciones	☐	☐	☐	
Barreras separadoras para diferentes niveles de voltaje	☐	☐	☐	
Cubiertas instaladas cuando sean requeridas	☐	☐	☐	
Conexión a tierra en su lugar y segura	☐	☐	☐	
Juntas de expansión y puentes conectores instalados	☐	☐	☐	
Retoque de pintura en cortes con _____	☐	☐	☐	
Limpieza general a lo largo de su recorrido	☐	☐	☐	
Geometría y Fijación EPC y BPC	☐	☐	☐	
Instalacion Tags de EPC	☐	☐	☐	
Puesta a Tierra	☐	☐	☐	

Figura 2.16 Escalerillas y bandejas. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

2.3.3.4 Chequeo del montaje de un transformador

Para el caso del montaje de un transformador, las actividades son las siguientes:

- Inspección visual del equipo y componentes: Realizar inspección del equipo y los componentes que forman parte del transformador.
- La identificación de la placa es correcta: Corroborar que la información expuesta en la placa incluya identificación del elemento y datos nominales ad hoc con las memorias de ingeniería.

- Montaje según plano (ver orientación): Chequear la correcta orientación del transformador.
- Anclaje del transformador: Verificar que los elementos y materiales para el anclaje del transformador se encuentren en buen estado.
- Nivelación del transformador: Comprobar la correcta nivelación del transformador.
- Relés, válvulas, bucholz, indicadores de nivel, etc: Verificar el estado de los equipamientos del transformador y su correcto funcionamiento.
- Lubricación y rotación libre de ventiladores es correcta según fabricante: Revisar el estado de los ventiladores para un correcto funcionamiento del equipo.
- Lubricación y mov. Libre de los cambiadores de taps y accesorios según fabricante: Comprobar el estado de los cambiadores y accesorios, verificando su correcto funcionamiento.
- Nivel de aceite dieléctrico es correcto y no existen fugas según fabricante: Chequear nivel de aceite y realizar una exhaustiva revisión del equipo en búsqueda de algún tipo de fuga que pueda poseer.
- El sistema de derrame en reservorio es correcto: Inspeccionar que el sistema de derrame se encuentre correcto.
- Ensayos de resistencia de la aislación: Señalar si se realizó y si fue acogida la prueba de aislación por los agentes correspondientes, incluyendo ITO eléctrico, Supervisor eléctrico, gerencia, entre otros.
- Verificación de instrumentación: Verificar el correcto funcionamiento de los instrumentos que posee el equipo.
- Puesta a tierra del transformador: Revisar la correcta unión de la malla de puesta a tierra con el equipo.
- Orientación y ubicación de instrumentos de transformador: Corroborar que la orientación y ubicación de los instrumentos del equipo sea hacia la dirección correcta.

CHEQUEO				
Actividad	Cumple	No Cumple	N/A	
Inspección visual del equipo y componentes	☐	☐	☐	
La Identificación de la Placa es Correcta	☐	☐	☐	
Montaje Según Plano (ver orientación)	☐	☐	☐	
Anclaje del Transformador	☐	☐	☐	
Nivelación del Transformador	☐	☐	☐	
Reles , valvulas , bucholz, indicadores de nivel etc.	☐	☐	☐	
Lubricación y Rotación libre de Ventiladores es Correcta según fabricante	☐	☐	☐	
Lubricación y mov. libre de los cambiadores de Taps y accesorios según fabricante	☐	☐	☐	
Nivel del aceite dieléctrico es correcto y no existen fugas según fabricante	☐	☐	☐	
El Sistema de Derrame en Reservorio es Correcto	☐	☐	☐	
Ensayos de Resistencia a la Aislación	☐	☐	☐	
Verificación Instrumentación	☐	☐	☐	
Puesta a Tierra del Transformador	☐	☐	☐	
Orientación y ubicación de instrumentos de transformador	☐	☐	☐	

Figura 2.17 Montaje de Transformador. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

2.3.3.5

Chequeo de la prueba de aislamiento de un transformador

Para hacer la prueba de aislamiento de un transformador se deben seguir los pasos determinados en su procedimiento, como se menciona anteriormente, en base a los estándares que apliquen como puede ser el IEEE 43-2000 de medición de aislación para maquinas rotativas especificadas en 1HP, 750W o potencia mayor y se aplica a diverso tipo de equipos. Al momento de realizar las pruebas se deben tomar algunas consideraciones dentro de las cuales se puede incluir especificaciones de uso de instrumentos, cantidad de voltaje que se debe aplicar, tiempo de prueba, unidades de medidas, valores mínimos para determinar si el equipo se encuentra en buen estado o no, entre otros.

- Descripción: Se detalla el voltaje de prueba con la que se realiza el ensayo.
- Resistencia de aislamiento (megohms): Se deben rellenar los recuadros con la medida en Megohms, según los puntos de prueba que se esté realizando.
- Primario: Lado primario del transformador.
- H1 @ T; H2 @ T; H3 @ T: Se debe realizar la medición entre H1-H2-H3 y tierra.
- Secundario: Lado secundario del transformador.
- X1 @ T; X2 @ T; X3 @ T: Se debe realizar la medición entre X1-X2-X3 y tierra.
- Primario @ Secundario: Se debe realizar medición entre el lado primario y secundario.

CHEQUEO							
Descripción	Resistencia de Aislamiento (megohms)						
	Primario			Secundario			Primario @ Secundario
	H1 @ T	H2 @ T	H3 @ T	X1 @ T	X2 @ T	X3 @ T	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Figura 2.18 Prueba de aislamiento de un transformador. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

2.3.4

Observaciones finales

La sección de observaciones está disponible para especificar cualquier tipo información, características, detalles y/o cambio que se considere importante respecto al trabajo. Dichos cambios deben encontrarse respaldados por documentos oficiales, correos electrónicos con alguna petición en particular, respaldado en libro de obra, u algún otro medio que se considere pertinente. Cualquier cambio realizado sin el respaldo correspondiente puede poner en problemas el desarrollo del proyecto, pasando a llevar la confianza del cliente en temas económicos o de calidad.

En algunos casos esta sección se utiliza para especificar materiales, la cantidad exacta, modificaciones que se realizan por libro de obras como se menciona anteriormente, modificaciones con justificación técnica, entre otros tantos posibles. Dentro de la información que se podría incluir en dicho apartado, se puede encontrar, por ejemplo:

- Respecto a un banco de ductos:
 - Se instala un banco de ducto de 4 líneas, 2 x 2½" y 2 x 4".
 - Respecto a tendido de conductores: Se realiza el cambio de cordón de 3x2.5mm2 a 3x4mm2. (Caída de tensión por sobre la norma, se adjunta justificación técnica).
 - Respecto a escalerillas y bandejas: Se cambia material de BPC cincada de 300x100mm por BPC de FRP de 600x150mm debido a cambios en la instalación. (Revisar libro de obras).

OBSERVACIONES

Figura 2.19 Observaciones. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

2.3.5 Revisión y firma de un protocolo

Si los protocolos realizados no cumplen con los requisitos mínimos que exponen sus correspondientes procedimientos, debe seleccionarse la segunda casilla que presentan la mayoría de los protocolos. Esto puede incurrir en que el documento sea rechazado por las entidades encargadas de auditar el trabajo, y, por ende, realizar el reemplazo, retiro o modificación de los elementos en cuestión. En estos casos, el protocolo se guarda y archiva con la función de respaldar que, por ejemplo, un equipo se encontraba mal de fábrica, venia deteriorado, sufrió algún daño en su transporte u otros.

Si, por otra parte, el protocolo cumple con la mayoría de los puntos, y los que no lo hagan sea porque no aplican para el trabajo en cuestión, el protocolo procede a archivarse en la carpeta de la matriz de protocolos.

En ambos casos el proceso hasta su archivado es el mismo: el personal que realiza el protocolo hace entrega del documento completo al supervisor eléctrico para tomar conocimiento. Este se encarga de revisar en terreno y firmar para dar continuidad hacia el supervisor de terreno.

Este, al igual que el anterior debe repetir el proceso y dar su firma para hacer entrega al ITO eléctrico, normalmente, de una empresa auditora. Esta persona junto a su equipo de trabajo hace lo correspondiente, entrega el documento a la empresa mandante y, por última vez, revisar el trabajo realizado, firmar y archivar.

Es aquí donde el documento original queda siempre en la empresa contratista, entregando una copia fiel a la empresa mandante para su propia documentación.

No siempre serán los mismos actores quienes firmen y revisen el trabajo, estos pueden variar según lo organice la empresa, es por esto por lo que, para entregar una idea al lector, se puede dar el ejemplo de los siguientes personajes que actúan en este documento:

- Supervisor: Se refiere al supervisor de departamento, sea eléctrico, mecánico, obras civiles, entre otros.
- Jefe de terreno: Es la persona a cargo de todos los trabajos realizados en el área.
- QA/QC: Departamento de calidad de la empresa u externo.
- Toma conocimiento ITO: ITO eléctrico, encargado de una empresa auditora.
- Toma de conocimiento "Cliente": Empresa para la cual se realiza el trabajo.

Supervisor	Jefe de Terreno	QA/QC	Toma conocimiento ITO	Toma de conocimiento
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:	Firma:

Figura 2.20 Revisión y Firmas. Extraído de un documento oficial entregado por la empresa contratista.

CONCLUSIÓN

La utilización de procedimientos y protocolos permite, en primer lugar, segregar y controlar un trabajo en particular, realizando estudios y análisis de todas las variables que se pueden presentar y así enfocar los esfuerzos en reducir la tasa de accidentabilidad del trabajador, lo que se manifiesta en la reducción, año a año de los índices de mortalidad en accidentes en el rubro minero, por la aplicación de los métodos especificados. Además, tiene impacto positivo en los índices de calidad y eficiencia del trabajo.

La educación al trabajador en funciones acotadas, con un desglose completo de la actividad, detalles de los elementos de protección personal, con un debido entrenamiento y capacitación, permite que el trabajador conozca los riesgos a los cuales está expuesto al realizar una tarea y los requerimientos existentes para minimizar estos mencionados riesgos. Lo anterior presenta beneficios indirectos en el sentido de preferencia por una u otra empresa contratista en virtud de su tasa de accidentabilidad, en conjunto con la estandarización de los procesos y el seguimiento de las normativas nacionales otorga un aún mayor índice de profesionalismo y calidad en los procesos productivos de la empresa.

El trabajar constantemente en desarrollar nuevos métodos y formas de realizar un trabajo, la inclusión de las nuevas tecnologías, estudios constantes en medidas de protección al trabajador y apegarse a las normativas y estándares, permiten que la utilización de los procedimientos y protocolos facilite el trabajo de manera práctica y efectiva en instalaciones de faena.

Los protocolos son guías que permiten seguir un procedimiento de tareas en el sector productivo. Además, actúan como respaldo de que los procedimientos fueron seguidos al pie de la letra, que la utilización de herramientas y materiales fue correcta, que el trabajo realizado se encuentra acorde a lo requerido y a su vez, que las entidades en el proyecto estén al tanto a tiempo real de los avances que se realizan. Lo anterior, es una característica inherente de este tipo de documentación.

Es por esto por lo que el tema expuesto va de la mano con todo lo presente en la carrera de electricidad y sus asociados. Tener el conocimiento técnico de estas prácticas y el cómo elaborar, implementar y utilizarlos correctamente nos permite buscar nuevos horizontes dentro de nuestro desarrollo laboral, e inclusive ser parte de la formación de este tipo de documentos.



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

BIBLIOGRAFÍA

NFPA, 2021. 70E, Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo.

SEC, 2003. NCH 4/2003, Instalaciones de consumo en baja tensión.

SERNAGEOMIN, 2004. Reglamento de seguridad Minera.

MINTRAB, 1968. Ley N° 16.744, Normas sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.

MINTRAB, 1969. Decreto N° 40, aprueba reglamento sobre prevención de riesgos profesionales.

MINSAL, 2000. Decreto 594, Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

SEC, 2020. Pliego técnico normativo RIC N° 4, Conductores, materiales y sistemas de canalización.

CHAVIN ARNOUX, 2010. Guía de medición de aislamiento.

ISP, 2020. Guía para la identificación y evaluación de riesgos en los ambientes de trabajo.

SERNAGEOMIN, 2020. Estadísticas de Accidentabilidad.

SEC, 2020. Guía de certificación de productos eléctricos.



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

LINKOGRAFÍA

Instituto Nacional Estadounidense de Estándares – ANSI.

<https://www.ansi.org/>

Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos - IEEE.

<https://www.ieee.org/>

Asociación Nacional de Protección contra el Fuego - NFPA.

<https://www.nfpa.org/>

Decreto supremo N°08 – Superintendencia de electricidad y combustibles.

<https://www.sec.cl/reglamento-de-seguridad-de-las-instalaciones-de-consumo-de-energia-electrica-decreto-08/>

Decreto 132, Reglamento de Seguridad Minera – Ministerio de Minería.

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=221064>

Ley Fácil, Guía legal sobre seguridad minera – SERNAGEOMIN.

<https://www.bcn.cl/portal/leyfacil/recurso/seguridad-minera>

Repositorio de campañas – ACHS.

<https://www.achs.cl/nosotros/repositorio-de-campanas-achs>