

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR VOLADURA
DE PRODUCCIÓN EN CANTERA EL CHIFLÓN,
PUTAENDO.**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de
Técnico Universitario en Minería y
Metalurgia

Alumnos:
Angélica María Bravo Vargas

Profesor Guía:
Marcelo Rojas Vidal

Profesional Correferente:
Marcelo Rojas Vidal

RESUMEN

“La minería en Chile es uno de los principales pilares económicos y durante los últimos años la productividad ha tomado un rol importante en la extracción de minerales, se deben remover grandes cantidades de roca para lograr la producción diaria; las pérdidas de tiempo y riesgos innecesarios se deben evitar y minimizar para aumentar la productividad.” así lo avala el informe de productividad de la revista “construcción minera y energía” N° 25/ Agosto-septiembre 2017. Por lo que la creación de protocolos y procedimientos a seguir son imprescindibles para que todo el personal de la labor sepa que hacer, no se generen pérdidas de tiempo ni demoras en la producción.

Este proyecto está basado en la creación de un protocolo para realizar una voladura en la cantera El Chiflón, Putaendo, detectar los riesgos a los que los trabajadores estaban expuestos, los errores cometidos por estos, con el fin de fortalecer y optimizar los trabajos en esta labor. Dado que el sector minero está en búsqueda de estrategias que lo ayuden a mejorar su actual escenario y a la vez lo fortalezcan hacia el futuro

ÍNDICE DE CONTENIDOS

➤	Introducción.....	1
➤	Objetivos.....	2
➤	Capítulo 1: determinación de los errores durante el proceso de voladura de producción en cantera El Chiflón, Putaendo.....	3
1.	Descripción de los trabajos en La Cantera El Chiflón, Putaendo.....	4
2.	Análisis de los errores.....	4
2.1.	Perforación.....	4
2.2.	Tronadura.....	5
2.3.	Acuñadura.....	5
3.	Aplicación de las normas.....	5
○	ley 17.798.....	5-8
○	normativa minera.....	8-14
➤	Capítulo 2: Procedimiento de trabajo para la voladura de producción....	15
1.	Procedimiento de excavación.....	16
1.1.	Actividades del procedimiento.....	16
1.1.1.	Medidas preventivas previas a la faena de excavación.....	16
a)	Información y capacitación.....	16
b)	Medidas preventivas para las maquinarias.....	17
c)	Medidas preventivas para los trabajadores.....	17
d)	Medidas preventivas para la circulación del personal.....	18
2.	Procedimiento de acuñadura.....	20
3.	Trabajo de perforación.....	20
3.1.	Normativas aplicadas al proceso.....	20
3.2.	Medidas preventivas previas a la perforación.....	21
3.3.	Procedimiento de perforación.....	23
3.3.1.	Perforación manual y mecanizada.....	23
3.3.2.	Registros que se deben tener durante las actividades de perforación	26
4.	Trabajo de tronadura.....	26
4.1.	Normativas aplicadas al proceso de tronadura.....	26
4.2.	Medidas preventivas previas a la tronadura.....	27
4.3.	Instructivo para realizar la tronadura.....	28
4.4.	Procedimiento de tronadura.....	28
4.5.	Después de la tronadura.....	30
4.6.	Medidas preventivas posterior a la tronadura.....	30

➤ Capítulo 3: Procedimiento de detección y eliminación de tiros quedados..	34
1. Procedimiento de detección y eliminación de tiros quedados.....	35
1.1. Normativas aplicadas al proceso.....	35
1.2. Actividades del procedimiento.....	38
1.2.1. Medidas preventivas previas a la labor de detección y eliminación de tiros quedados.....	38
1.3. Trabajo de detección y eliminación de tiros quedados.....	38-41
1.4. Disposiciones generales para el manejo de tiros quedados.....	41
1.4.1. Eliminación de tiros quedados fuera de la zona de tronadura.....	42
1.4.2. Criterios de aceptación.....	42
1.4.3. Registros que se deben tener durante las actividades.....	43
➤ Conclusiones y recomendaciones.....	46
➤ Anexos.....	47-49
➤ Bibliografía.....	50-51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: equipos y elementos de protección personal utilizados en la excavación..... 16

Tabla 2-2: riesgos presentes y consecuencias durante la excavación..... 18

Tabla 2-3: problemas potenciales y medidas de control de cada tarea durante la excavación..... 19

Tabla 2-4: E.P.P, equipos de apoyo e insumos, repuestos y herramientas utilizadas durante la perforación..... 21

Tabla 2-5: riesgos presentes y consecuencias durante la perforación..... 24

Tabla 2-6: problemas potenciales y medidas de control de cada tarea durante la perforación..... 25

Tabla 2-7: E.P.P, equipos de apoyo e insumos y repuestos y herramientas utilizadas durante la tronadura..... 26-27

Tabla 2-8: riesgos presentes y consecuencias durante la tronadura..... 32

Tabla 2-9: problemas potenciales y medidas de control de las tareas.....33

Tabla 3-1: E.P.P, equipos de apoyo e insumos y repuestos y herramientas utilizadas durante la detección de tiros quedados.....36-37

Tabla 3-2: dotación, equipos, materiales e insumos utilizados durante el transporte de explosivos.....37

Tabla 3-3: riesgos presentes y consecuencias durante la detección y eliminación de tiros quedados.....44

Tabla 3-4: problemas potenciales y medidas de control de las tareas 45

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

E.P.P: elemento de protección personal

m: metro

km: kilometro

kg: kilogramo

cm: centímetro

m^3 : metro cúbico

mm: milímetro

INTRODUCCIÓN:

Chile es uno de los principales países extractores de materias primas, se destaca por su productividad en el cobre, y metales pesados.

Dado que el sector minero está en busca de estrategias que ayuden a mejorar la productividad, minimizar los riesgos y pérdidas de tiempo, se desea realizar este trabajo de título con el fin de potenciar las labores de la cantera, evitar pérdidas y maximizar la producción a través de la creación del “procedimiento para efectuar una voladura en la cantera El Chiflón, Putaendo”.

Este proyecto es necesario porque esta cantera, al igual que muchas otras faenas en Chile, no cuenta con un procedimiento para efectuar los trabajos de producción, como la perforación, tronadura y trabajos posteriores a ésta como la detección de tiros quedados entre otros. Al no tener un procedimiento, se produjeron pérdidas de tiempo, ya que los trabajadores no tenían una coordinación para ejecutar los trabajos, también la exposición al riesgo era común, se hacían las perforaciones manuales sobre superficies inestables y muy cerca de máquinas que movían bolones de roca. Luego de la tronadura no se detectaron posibles tiros quedados, hubo falta de señalización en sector de trabajos con tronadura, los errores cometidos son muchos, por lo que se vuelve necesario realizar este procedimiento, ya que con él se evitarán: pérdidas de tiempo, riesgos innecesarios y posibles accidentes dentro de la labor. Este protocolo dará respuesta a lo que se debe hacer paso a paso para efectuar una voladura en la cantera, El Chiflón, y posiblemente a otras canteras de Chile. Además, existe una relación intrínseca entre la perforación y la voladura, ya que puede afirmarse categóricamente que “una buena perforación posibilita una buena voladura, pero una mala perforación asegura una mala voladura y una mala granulometría para la etapa siguiente”. Se entiende por buena perforación aquella que se ha hecho con los medios y técnicas más adecuadas y que además se ha ejecutado de forma correcta. Asimismo, una buena voladura será aquella que cumple con el objetivo para el que fue diseñada.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Establecer un procedimiento para una voladura de producción en la cantera El Chiflón, Putaendo, identificando los errores del proceso y aplicando las normativas vigentes, para que los trabajos sean efectuados con mayor seguridad.

Objetivos específicos:

1. Identificar los errores en el proceso de voladura de producción en cantera El Chiflón, Putaendo, de acuerdo con la normativa vigente, para la posterior creación del procedimiento de trabajo seguro.
2. Realizar un procedimiento de trabajo seguro para la voladura de producción en base a las normas establecidas para una mayor seguridad en los procesos mineros.
3. Elaborar un procedimiento seguro para la detección y eliminación de tiros quedados mediante un análisis de los riesgos asociados con el fin de evitar pérdidas materiales y humanas.

CAPÍTULO 1: DETERMINACIÓN DE LOS ERRORES
DURANTE EL PROCESO DE VOLADURA DE PRODUCCIÓN
EN CANTERA EL CHIFLÓN, PUTAENDO.

1. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS EN LA CANTERA EL CHIFLÓN, PUTAENDO.

Los trabajos realizados en la faena fueron durante los meses de diciembre, enero y febrero del 2016-2017, la finalidad se la cantera fue extraer roca y utilizarla para la defensa fluvial de la nueva carretera ruta 60 CH ubicada en Panquehue, V región, actualmente terminada y habilitada.

La roca presente en la cantera era caliza, y esta debía presentar ciertas características, y la principal era el peso, generalmente de 2.000 kg por bolón.

Para extraer estos bolones se utilizaron retroexcavadoras para llegar a la roca madre del cerro, cuando se llegaba a roca sólida, se perfora la pared del cerro, estas perforaciones eran solamente para botar la pared, y extraer grandes planchones, los que posteriormente eran reducidos mediante perforaciones manuales, hasta llegar al peso requerido por la empresa contratista.

Para la perforación mecanizada se utilizó un Track drill el cual perforó el cerro una vez que se llegó a la roca madre, y para la perforación manual se utilizó una Jack Leg con la que se disminuyó el tamaño de las rocas cuando eran mayor al peso establecido y se realizaba una tronadura secundaria.

Para la tronadura se utilizó ANFO, mecha a fuego, detonadores, cordón detonante, y se realizaron acuñadoras manuales al banco para efectuar la perforación.

2. ANÁLISIS DE LOS ERRORES

Las condiciones mínimas de trabajo no fueron adecuadas, ya que no se contó con acceso a la red de agua potable, por lo que cada trabajador debía llegar su propia agua para el día. No se contó con botiquín de primeros auxilios, y tampoco un lugar con sombra para la hora de colación.

2.1. Perforación

Durante la perforación se observan varios errores. En primer lugar, las perforaciones manuales fueron realizadas sobre superficies inestables, en donde a pulso se trasladaba la máquina con la manguera sobre las rocas para disminuir

su tamaño. hubo riesgo de atrapamiento y caída de roca ya que la retroexcavadora dejaba caer la roca de mayor tamaño por el banco, y al mismo tiempo se realizaba la conminución en la zona. Los elementos de protección personal que se utilizaron fueron; zapatos de seguridad, casco, guantes de cuero, mascarilla para polvo y overall; pero estos no eran utilizados todo el tiempo de permanencia en la zona de trabajo, algunos trabajadores no usaban casco, ni mascarilla para perforar.

Figura 1-1 proceso de perforación manual.



Fuente: imagen propia.

Figura 1-2 proceso de empatadura.



Fuente: imagen propia.

2.2. Tronadura

El polvorín de la faena se situó a medio kilómetro de la zona de trabajo, y este no contó con los requisitos mínimos de seguridad exigidos. Al momento de cargar los tiros el explosivo lo trasladaban los trabajadores, con el saco de ANFO al hombro, la mecha y el cordón detonante en una mano, y el iniciador en un bolsillo. no se utilizó ningún tipo de señalética que indicara a las personas de la zona los trabajos de tronadura, y al momento de encender la mecha, lo hacía una persona, sin acompañante. los explosivos deben ser manipulados por una persona capacitada y con su respectiva licencia de manipulador de explosivos y durante los trabajos de la faena no fue así.

Figura 1-3 polvo en suspensión posterior a la tronadura.



Fuente: creación propia.

2.3. Acuñadura

La acuñadura se realizó manualmente, en el banco de la labor. estos se efectuaron con un arnés de seguridad y una cuerda larga, la cual la sostenía una persona. La persona que ejecutó la acuñadura, no utilizó elementos de protección personal, y tampoco se utilizó alguna barretilla de seguridad, sino que la persona con las manos fue retirando las rocas sueltas del banco para que cayeran.

3. APLICACIÓN DE LAS NORMAS

Las siguientes normativas son las que no se cumplieron durante las labores de la faena, por lo que se deben aplicar al proceso de voladura de la Cantera El Chiflón para corregir los errores y para la creación de este.

➤ Ley 17.798, sobre control de armas y elementos similares

Se aplicarán los siguientes artículos de la ley:

Artículo 225

las personas que manipulen explosivos, Productos Químicos o Artificios Pirotécnicos cualquiera sea su naturaleza, deberá contar con una licencia otorgada por la Autoridad Fiscalizadora. De esta exigencia quedarán exceptuadas, aquellas personas que manipulen los elementos establecidos en el artículo N° 285° letra d) del presente Reglamento.

-Durante las labores de la cantera, no todos los trabajadores que realizaban actividades de explosivos contaban con la licencia otorgada por la Autoridad Fiscalizadora.

Artículo 226

Las licencias para manipular explosivos serán otorgadas y renovadas, cuando los interesados acrediten necesitarlas para fines de su trabajo, clasificándose en Programadores Calculistas y Manipuladores.

-Algunos trabajadores que mantenían su licencia de manipulador de explosivos la tenían vencida.

Artículo 231

En toda actividad que se requiera el uso de explosivos, deberá contarse con las instalaciones adecuadas para el almacenamiento de éstos, y de las materias primas necesarias para su obtención si el explosivo se fabrica en el lugar de la faena.

-En la cantera, existía un “polvorín”, el cual no contaba con las medidas de seguridad mínimas exigidas por la normativa.

Artículo 234

El almacén de explosivo utilizado en la labor debía tener dos cajas, las cuales debían tener las siguientes características:

- a) Cajas metálicas con planchas de fierro con un espesor mínimo de 1,6 mm., en su interior deben ir forradas con algún tipo de material aislante y protegidas de la oxidación.
- b) Para el traslado, la caja de explosivos debe contar con dos manillas laterales y la caja de detonadores, con una manilla en la tapa. Además, deben contar con orificios de ventilación en las paredes laterales.
- c) El explosivo almacenado no debe ocupar más del 50% del volumen útil de cada caja. Estas deben quedar instaladas en socavones distintos y a una distancia entre ellas no menor de 9,50 metros.

-Estas características no las cumplía el polvorín de la labor, ya que la caja en la que permanecían los explosivos no contaba con algún material aislante que la protegiera de la oxidación

Artículo 237

Para la construcción de Almacenes de Explosivos, se elegirán terrenos de fácil acceso, firmes y secos, no expuestos a inundaciones y despejados de pastos y matorrales en un radio no inferior a 25 metros, considerados desde la periferia del edificio, o del acceso al almacén cuando éstos sean enterrados.

-El polvorín de la cantera se encontraba entre árboles, y si bien estaba de fácil acceso, se encontraba rodeado de arbustos.

Artículo 253

Todo Almacén o recinto destinado al almacenamiento de explosivos debe permanecer cerrado y vigilado por personal idóneo, y sólo tendrán acceso a él quienes trabajan en las operaciones de ingreso o de egreso de dichos productos.

Además del encargado del Almacén de Explosivos y de quienes trabajan en las faenas, sólo tendrán acceso a estos recintos quienes cuenten con un permiso especial otorgado por la autoridad responsable de la faena.

-el polvorín si bien estaba cerrado, pero no contaba con medidas de seguridad, como un candado o una persona que vigilara para que nadie ajeno a las labores se acercara.

Artículo 254

Los Almacenes de Explosivos o polvorines estarán a cargo de una persona responsable que cuente con autorización para manipular explosivos, la cual

deberá llevar un libro de existencias, previamente revisado y aprobado por la Autoridad Fiscalizadora correspondiente, donde anotará la recepción, entrega y devolución de los explosivos para las faenas.

-Cada vez que se sacaban explosivos para utilizarlos en las tronaduras no se dejaba registro de cuanto material o cordón se extraía.

Artículo 255

Los Almacenes de Explosivos deberán estar cercados en un radio de 25 metros por una malla o cerco de alambre con una altura mínima de 2,40 m, con puerta y candado; la llave se mantendrá en poder del personal de vigilancia o de seguridad.

-El polvorín no se encontraba cercado, no tenía candado y estaba de fácil acceso a cualquier persona.

Artículo 258

Al Almacén de Explosivos se ingresará siempre acompañado; sin embargo, no podrán permanecer en el interior más de cinco personas autorizadas.

-Al extraer explosivos generalmente se recurría de a dos trabajadores, pero en reiteradas ocasiones fue un solo trabajador, el cual transportaba los explosivos en el brazo, el iniciador en el bolsillo y el cordón y mecha en el otro brazo.

Artículo 259

Sin perjuicio de lo señalado en los artículos anteriores, se observarán además las siguientes prohibiciones:

- a) Ingresar a los Almacenes de Explosivos sin descargar la corriente electrostática.
- b) Ingresar a los Almacenes de Explosivos con fósforos, encendedores, teléfonos celulares, radiotransmisores u otros artefactos capaces de producir llama o chispa.
- d) Ingresar con herramientas, excepto aquéllas que se utilicen en trabajos propios del almacén, las que deben ser de metales no ferrosos (latón, bronce, cobre u otros)
- e) Guardar ropa, útiles de trabajo, o cualquier otro elemento ajeno en su interior.

-Nunca se descargó la corriente electrostática antes de ingresar al polvorín de la faena, al ingresar se alumbraba con el celular para hacer retiro de los explosivos, y algunos trabajadores guardaban su comida ahí para que no le llegara el sol.

➤ Normativa minera

El propósito de la normativa minera es de Proteger la vida e integridad física de las personas que se desempeñan en dicha industria y de aquellas que bajo circunstancias específicas y definidas están ligadas a ella. y proteger las instalaciones e infraestructura que hacen posible las operaciones mineras, y, por ende, la continuidad de sus procesos. Por lo que es la normativa que se aplicará al corregir los errores de la Cantera El Chiflón.

Los artículos que se aplicarán a los procesos de producción de la faena (nuevo procedimiento) son porque durante los trabajos de la cantera no se cumplían en su totalidad.

Artículo 26

Las empresas mineras deberán elaborar y mantener un sistema documentado de procedimientos de operación que garanticen el cumplimiento de los reglamentos indicados en el artículo precedente.

-En la cantera, se realizaba a diario un sistema documentado de procedimientos, pero estos no eran cumplidos en su totalidad.

Artículo 28

Las Empresas Mineras deberán capacitar a sus trabajadores sobre el método y procedimiento para ejecutar correctamente su trabajo, implementando los registros de asistencia y firmas, que podrán ser requeridos por el Servicio.

Artículo 29

Las Empresas mineras, para la ejecución de sus trabajos, deberán regirse primeramente por las normas técnicas especificadas en este Reglamento, luego por las aprobadas por los competentes Organismos Nacionales y en subsidio, por aquellas normas técnicas internacionalmente aceptadas.

Artículo 30

Todos los equipos, maquinarias, materiales, instalaciones e insumos deberán tener sus especificaciones técnicas y de funcionamiento en idioma español.

Artículo 31

La Empresa minera debe adoptar las medidas necesarias para garantizar la vida e integridad de los trabajadores propios y de terceros, como así mismo de los equipos, maquinarias, e instalaciones, estén o no indicadas en este Reglamento. Dichas medidas se deberán dar a conocer al personal a través de conductos o medios de comunicación que garanticen su plena difusión y comprensión.

Artículo 32

Será deber de la Empresa Minera, proporcionar en forma gratuita a sus trabajadores los elementos de protección personal adecuados a la función que desempeñen, debidamente certificados por un organismo competente.

Artículo 38

Es obligación de cada uno de los trabajadores respetar y cumplir todas las reglas que le conciernen directamente o afecten su conducta, prescritas en este Reglamento y en otros internos de la faena minera, o que se hayan impartido como instrucciones u órdenes. Toda persona que tenga supervisión sobre los trabajadores deberá exigir el cumplimiento de tales reglas o instrucciones.

Artículo 40

Está estrictamente prohibido presentarse en los recintos de una faena minera, bajo la influencia de alcohol o de drogas. Esto será pesquisado por personal competente, mediante un examen obligatorio que se realizará a petición del Supervisor responsable.

Artículo 41

Se prohíbe a los trabajadores, cuya labor se ejecuta cerca de maquinarias en movimiento y/o sistemas de transmisión descubiertos, el uso de elementos sueltos susceptibles de ser atrapados por las partes móviles.

Artículo 46

Por motivo alguno deberá permitirse el tránsito de personal debajo de lugares con riesgo de caídas de cargas, herramientas, materiales o líquidos que puedan causar daños a la integridad física de las personas.

Artículo 49

Será responsabilidad de la empresa minera tapar o cercar y advertir sobre los piques, tanto en actividad como fuera de servicio, que lleguen a superficie o niveles de interior mina.

Artículo 50

En todo trabajo que se ejecute en altura, donde exista el riesgo de caída a desnivel, o bien al borde de aberturas se deberá utilizar cinturón y/o arnés, con su respectiva cuerda de seguridad, debidamente afianzada a un lugar estable.

Artículo 63

En lo que no está expresamente normado en este Reglamento, la Empresa Minera deberá cumplir con las normas Sanitarias vigentes, según lo estipula el “Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo”, y el Código Sanitario.

Artículo 65

La Empresa minera debe disponer que el suministro de agua potable fresca sea suficiente y fácilmente accesible y que esté disponible en cualquier momento para sus trabajadores. El agua debe mantenerse limpia, pudiendo ser distribuida mediante cañerías equipadas de grifos, llaves o fuentes sanitarias o por medio de depósitos cubiertos que no requieran inclinarse, debiendo disponerse, por lo menos, de un bebedero por cada cincuenta (50) personas o fracción. Está prohibido el uso de tazas comunes para beber.

Artículo 72

En toda faena minera en operaciones se deberá mantener, en forma permanente, los elementos necesarios de primeros auxilios y transporte de lesionados, los que como mínimo, consistirán en lo siguiente:

1. Camillas para rescate y transporte, instaladas en lugares accesibles y debidamente señalizados.
2. Mantas o frazadas de protección.
3. Botiquín de primeros auxilios, con los elementos necesarios para la primera atención de accidentados

Artículo 73

En toda Empresa minera deberá disponerse de trabajadores instruidos en primeros auxilios, cuyo número será determinado por la Administración de acuerdo con la extensión de las faenas y el número de trabajadores, de modo que se garantice, en caso de accidente, una atención eficiente y oportuna de los lesionados.

Artículo 74

Dentro de un radio de cinco kilómetros (5 Km) de la faena, se debe contar con uno o más vehículos motorizados que puedan ser rápidamente equipados y adaptados para llevar, como mínimo, dos personas en camillas y dos personas con conocimientos de primeros auxilios al mismo tiempo.

Artículo 75

En las faenas mineras, se deberán establecer procedimientos de emergencia y rescate que a lo menos comprendan alarmas, evacuación, salvamento con medios propios o ajenos, medios de comunicación y elementos necesarios para enfrentar dichas emergencias

Artículo 196

La Administración de toda faena minera, deberá adoptar las medidas de prevención y control de incendios, tendientes a resguardar la integridad de las personas, equipos e instalaciones. En la elaboración y construcción de los proyectos, como también, en las operaciones, se deberán considerar las disposiciones contenidas en las normas nacionales e internacionales reconocidas, en lo que le sea aplicable. Entre otras medidas, se deberá considerar:

- a) Contar con los elementos e instalaciones de detección y extinción de incendios.
 - b) Disponer de la inspección y mantención permanente de estos elementos.
- Servicio Nacional de Geología y Minería 65
- c) Desarrollar e implementar un programa de entrenamiento para su personal en técnicas de prevención y control de incendios.
 - d) Organizar y entrenar brigadas bomberiles industriales y de rescate minero.
 - e) Dictar normas de almacenamiento, uso, manejo y transporte de líquidos combustibles e inflamables y sustancias peligrosas.
 - f) Mantener registro de comportamiento de los sistemas de ventilación frente a una emergencia.

Artículo 245

Se deberá mantener un control permanente en los frentes de trabajo, respecto del desmoronamiento y desprendimiento de rocas susceptibles de generar accidentes, como asimismo de la estabilidad de las paredes y “crestas” de los bancos. La operación de acuñadura de bancos, deberá hacerse mediante un procedimiento preparado por la empresa para tales fines, utilizando personal entrenado y con equipamiento que garantice una plena eficiencia de la operación.

Artículo 246

Toda persona que por estrictas razones de trabajo deba ingresar, transitar o permanecer en las áreas de operación del “rajo”, debe hacerlo premunido de elementos distintivos de alta visibilidad que denote su presencia a los operadores de equipos.

Artículo 257

Antes de trasladar y cambiar de posición un equipo como grúa, pala, perforadora u otro de gran envergadura y peso, se deberá comprobar que tanto el nuevo lugar de instalación como su trayecto, poseen las condiciones mínimas requeridas para permitir el desplazamiento y las condiciones dinámicas que estos equipos involucran, en cuanto a presión sobre el terreno en que se apoyarán.

- Al manipular los noneles no deben ser golpeados de manera de evitar su iniciación prematura o la pérdida del accesorio
 - Los noneles eran manipulados con brusquedad por los trabajadores, transportándolos en las manos o bolsillos desde el polvorín hasta la zona de tronadura.

- Carguío de los Tiros:

a) Se debe definir y señalizar el área de acceso restringido al lugar donde se cargará el disparo.

b) Antes de efectuar el carguío, los barrenos deberán ser soplados con aire comprimido para limpiarlos. En ninguna circunstancia se deberá soplar y cargar en la misma frente simultáneamente.

c) En el área de carguío no se podrán efectuar trabajos diferentes a dicha operación.

d) La distancia donde debe estar el explosivo que se está cargando en la frente, no debe ser inferior a 8 metros del tiro más cercano.

- Al realizar el carguío de los tiros no había señalizaciones que indicaran el trabajo de tronadura, en el área de carguío, mientras se cargaban los tiros la retroexcavadora mantenía sus trabajos en el lugar, llegando a hacer tanto ruido que se debía gritar para escuchar lo que hablaba el supervisor.

-Taqueado de los Tiros:

a) Se prohíbe estrictamente taquear los cebos de tronadura, los que deberán ser depositados suavemente en la perforación.

b) Para esta operación se utilizará arena, tierra, barro u otro mineral incombustible apropiado.

c) Para efectuar el taqueado de los tiros se debe usar elementos no metálicos como ser un colihue.

d) No deberá introducirse piedras u otros objetos junto con el material de retacado

Encendido de los Tiros y/o Tronadura de la frente Antes de efectuar el encendido de los tiros se debe tomar las siguientes consideraciones:

a) Los explosivos excedentes deben encontrarse fuera del área y en un lugar seguro, y todas las personas y vehículos deben estar a una distancia segura.

b) Proteger todas las vías de acceso a la zona amagada con loros vivos (personas), perfectamente instruidos por el responsable de la Faena u operador a cargo. En casos debidamente justificados, se podrán utilizar loros físicos como “tapados”, barreras o letreros prohibitivos.

c) No se procederá a disparar sin una señal de autorización del Encargado de la Faena o de quien lo reemplace.

d) Antes de quemar se deberá verificar que la salida este expedita y/o la existencia de un lugar seguro de resguardo.

e) El detonador o detonadores requeridos para el encendido del disparo no deberán ser unidos al cordón hasta que todas las personas, excepto el disparador y ayudante, se hayan alejado a una distancia segura.

Al realizar el encendido:

Se debe emplear como mínimo dos personas, cualquiera sea la cantidad de tiros. Las tronaduras deben ser avisadas por medios específicos, que alerten a los trabajadores tanto la iniciación de los tiros como la cesación del peligro.

Posterior a la tronadura:

- a) Los loros físicos y/o humanos serán retirados por la misma persona que los colocó.
- b) El ingreso del personal a las frentes o rajos no deberá ser antes de 30 minutos después de la tronada.
- c) El responsable de la tronadura debe revisar la frente tronada para verificar la presencia de tiros quedados

CAPÍTULO 2: PROCEDIMIENTO DE TRABAJO PARA LA
VOLADURA DE PRODUCCION.

1. **PROCEDIMIENTO DE EXCAVACIÓN:**

Tabla 2-1: Equipos y elementos de protección personal utilizados en la excavación.

EQUIPOS	E. P. P
Retroexcavadora	Casco con Barboquejo
Camión tolva	Lentes de seguridad
	Calzado de seguridad
	Guantes de descarné
	Chaleco Reflectante

Fuente: Oscar Gonzales P. Ingeniero civil en minas, PTS-excavación.

1.1. **ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO**

1.1.1. Medidas preventivas previas a la faena de excavación

a) Información y capacitación:

Se deberá instruir al personal de la faena, sobre los riesgos inherentes a las faenas de excavación. La educación del personal considerará los riesgos a que se

exponen al trabajar al interior de las excavaciones, zanjas, así como al exterior o perímetro de éstas y del mismo modo se deberán indicar las medidas preventivas y de control de los riesgos.

b) Medidas preventivas para las maquinarias

- En el carguío de material por pala mecánica o retroexcavadora, todo camión debe estacionarse de modo que la pala no pase por sobre la cabina del camión. Además, el conductor del vehículo debe abandonar la cabina durante la faena de carguío, si ella no está debidamente protegida.
- Cuando se produzca el carguío de material proveniente de la excavación, no se deberá permitir el tránsito de personas por el costado de maquinarias o vehículo de carga al lado contrario al cual se realiza la faena a una distancia inferior a 2 metros.
- Cuando la excavación se efectúa mediante pala mecánica o retroexcavadora, se debe establecer una zona de seguridad alrededor de la maquina superior a 2 m al radio de giro del brazo de ésta, en el cual se prohíbe el tránsito de las personas.
- Toda máquina que trabaja en faenas de excavación debe contar con sistema de luces, alarma de retroceso (señal sonora) y bocina. La señal sonora de retroceso debe funcionar automáticamente.
- Se deberá contar con señaleros con paletas o banderas, que sea visible del operador de la máquina, en caso necesario; frente a desplazamientos de la maquina cerca de bordes de excavaciones o cables eléctricos aéreos o instalaciones de red pública.

Fuente: Oscar Gonzales P. Ingeniero civil en minas, procedimiento de trabajo seguro de excavaciones

c) Medidas preventivas para los trabajadores

- Se debe tener extremo cuidado con el retiro de roca, para esto se deberá diseñar un sistema que evita la caída de estos materiales.
- Evitar los sobreesfuerzos o movimientos repetitivos.
- Eliminar los socavamientos o grietas desde la parte superior de la excavación y no desde abajo, tomando las medidas de seguridad que eviten la caída de personal.

d) Medidas preventivas para la circulación de personal

- En caso de existir una acera o pasillo de tránsito peatonal cercano al borde de una excavación, deberá protegerse con doble baranda de protección y rodapiés.
- No se permite al público transitar bajo cargas levantadas por palas mecánicas, retroexcavadoras o grúas a menos que se proporcionen cubiertas seguras.

Tabla 2-2: Análisis de seguridad en el trabajo. Riesgos presentes y consecuencias durante la excavación

RIESGOS PRESENTES	CONSECUENCIAS
Falla en la cohesión del suelo	Atrapamiento por derrumbes de paredes de la excavación
Filtraciones de agua al borde de la excavación	Atrapamiento por derrumbes de paredes de la excavación
Acopio de material al borde de la excavación	Atrapamiento por derrumbes de paredes de la excavación
Tránsito de peatones en el área de excavación	Atrapamiento, aplastamiento o arrastre por.
Faenas con percusión o trepidación de la excavación	Atrapamiento por derrumbes de paredes de la excavación, por exceso de peso. Atropellamientos, golpes por caída de materiales, intoxicación por acumulación de gases

Exceder límites de velocidad en el Tránsito de vehículos o maquinarias en la labor	Choque, colisión, volcamiento, golpes por caída de materiales o equipos, atropello.
Acumulación de equipos o materiales en el borde de la excavación	Atrapamiento por derrumbes de paredes de la excavación
Retiro de material con capacho de excavaciones	Golpes en el cuerpo en general
Falta de coordinación en el ingreso de camiones al área de excavación.	Choque, colisión, volcamiento, golpes por caída de materiales o equipos, atropello.

Fuente: Oscar Gonzales P. Ingeniero civil en minas, PTS-excavaciones

Tabla 2-3: Análisis de seguridad en el trabajo. Problemas potenciales y medidas de control de cada tarea durante la excavación

PASOS DE LA TAREA	PROBLEMAS POTENCIALES	MEDIDAS DE CONTROL
Iniciar Excavación	Aplastamiento o arrastre por o entre objeto	-Señalizar las áreas de trabajo y sectores de acceso para peatones con barreras duras evitando el contacto Hombre – Máquina.
	Atrapamiento	-Trabajar la excavación de acuerdo con el talud.
	Golpes	-Distanciamiento entre excavadores de mínimo 2m. -Uso de elementos de protección personal (Casco, zapatos de seguridad, guantes).
	Caídas a distinto nivel	-Señalizar zonas excavadas. -Colocar cuerdas de vida en el borde de la excavación.

	Exposición a radiación UV de origen Solar. Derrames de aceite o combustible	-Implementar guía técnica de protección contra la radiación UV de origen Solar a todos los trabajadores del contrato. -Realizar inspección diaria de la excavadora antes de comenzar a realizar la tarea. En caso de existir un derrame el personal deberá realizar un dique de contención con arena para absorber el líquido derramado disminuyendo la contaminación de suelo.
Excavación	Atrapamiento Atrapamiento	-Revisión diaria del borde de la excavación para advertir grietas que puedan indicar fallas en el terreno. - Conservar la humedad natural del terreno, evitando incorporación de humedad y/o pérdidas de esta con métodos tales como colocación de polietileno, mortero, etc. -cuando se encuentren filtraciones de agua que están escurriendo por excavaciones, se deberá detener la faena, y no podrá continuar hasta no haber tomado todas las precauciones del caso (detener filtración, verificar que terreno no sufrió deformaciones, no transitar por lugar de filtración etc.) -Retirar todo material próximo al borde de la excavación a una distancia mínima de 0.6 m o 1,5 veces la profundidad de la excavación si su altura es mayor a 1,5m.

		-No permitir el tránsito de maquinaria a una distancia igual o superior a 1.5 veces la profundidad de la excavación.
	Golpes por equipos y elementos en movimiento.	-Uso de los elementos de protección personal (casco, zapatos de seguridad, guantes).
	Caídas a distinto nivel	-Todo personal que ingrese a la faena deberá mantenerse alejado del radio de giro de la máquina. -Retirar todo material próximo al borde de la excavación. - Señalizar zonas excavadas. -Colocar cuerdas de vida en el borde de la excavación.
	Proyección de fragmentos o partículas incandescentes	-Se deberá capacitar a todo el personal sobre el manejo y uso de extintores -El operador estará atento a las condiciones del lugar he informará por radio en caso de principio de incendio debido a la proyección de partículas incandescentes por el roce entre pala y roca
	Fuego o llama abierta proveniente de herramientas o equipos de proceso.	-Verificar el buen estado de los extintores que se encuentran en terreno y en maquinarias. -En caso de principio de incendio se deberá informar a todo el personal de la faena por medio de bocina manual el cual deberá detener sus labores y usar los distintos mecanismos de control de incendio sin exponer sus vidas a fin de evitar

		la propagación de este. (extintor – bomba de espalda- arena)
Traslado de material del lugar de excavación	Colisión, choque, aplastamiento o arrastre por o entre objetos.	-Todo personal ajeno a la faena deberá ingresar con todos sus EPP (casco, chaleco reflectante, calzado de seguridad, guantes y lentes de seguridad) -Todo personal ajeno a la faena deberá informar su llegada antes de ingresar y contar con la autorización del Supervisor o jefe de obra. -Todo operador de excavadora deberá portar su licencia vigente, contar con sus exámenes pre ocupacionales vigente, encontrarse apto en condiciones físicas y psicológicas para realizar la tarea. -Se deberá disponer de un loro vivo para coordinar el ingreso de camiones y vehículos al interior de la faena evitando la congestión de camino y optimizando los tiempos de producción. -Una vez terminada la excavación el personal dejara el área con señalización de advertencia, limpio de residuos domésticos y las herramientas o maquinas utilizadas en orden .

Fuente: Oscar Gonzales P. Ingeniero Civil en minas. PTS-excavaciones

2. **PROCEDIMIENTO DE ACUÑADURA:**

En primer lugar, se debe despejar el sector en donde se realizará la acuñadura, dejando loros vivos que cuiden el perímetro para que ningún trabajador se acerque a la zona. Al ser pequeña minería, no se cuentan con equipos que puedan

efectuar por si mismos la acuñadura, se dispone de una retroexcavadora, pero la superficie a los pies del banco es inestable para la máquina, por lo que se debe realizar de forma manual. Con un arnés de seguridad y los elementos de protección necesarios para la operación (zapatos de seguridad, casco, guantes de cuero, overol) se deberá amarrar la cuerda del arnés a una barreta de acuñadura previamente enterrada al menos 50 centímetros bajo el suelo e inclinada levemente en sentido opuesto al banco, además un trabajador debe sostener la cuerda para que la persona que acuñará pueda ir bajando el banco lentamente, este trabajador debe estar siempre parado, con un pie más adelante que el otro, los brazos en 90° y atento por si la persona que está acuñando tiene algún percance durante su trabajo. La acuñadura se realiza desde la parte superior a la parte inferior del banco, se debe apoyar con una barretilla de acuñadura, la cual le permita sostenerse y sacar las rocas de mayor tamaño.

3. **TRABAJO DE PERFORACIÓN**

Este procedimiento está dirigido a todas las personas que están relacionadas directa o indirectamente con las actividades de Perforación en la obra denominada Explotación de Cantera El Chiflón, Putaendo, para defensas Fluviales de camino internacional ruta 60 CH. Las normas aquí establecidas, deben ser cumplidas por todos los trabajadores y línea de mando involucrados en dicho trabajo.

3.1. **NORMATIVAS APLICADAS AL PROCESO**

- Decreto Supremo N.º 72 (mod. 132 reglamento de Seguridad Minera)
- Ley N° 16.744 “Seguro Social contra Riesgos de accidentes y enfermedades profesionales

Tabla 2-4: E.P.P, equipos de apoyo e insumos, repuestos y herramientas utilizadas durante la perforación

	EQUIPOS DE APOYO E INSUMOS	REPUESTOS Y HERRAMIENTAS
--	-------------------------------	-----------------------------

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL		
Casco con Barboquejo	Camioneta	Llaves punta de corona
Lentes de seguridad	Radiocomunicación	Palas
Calzado de seguridad		Acuñador
Guantes de seguridad apropiados		Llave de brocas
Chaleco Reflectante		Compresor
Protectores auditivos de copa y tipo tapón		Maquina YT- 27 con embolo
Overol tipo piloto con reflectante		Brocas
Trompas de seguridad para polvo		

3.2. MEDIDAS PREVENTIVAS PREVIAS A LA PERFORACIÓN

- Antes de empezar los trabajos de perforación, se debe verificar el acuñamiento en la zona y mantener sector de trabajo libre de y/o piedras sueltas, inspeccionando durante la perforación las condiciones del cerro, acuñando las veces que sea necesario, por lo cual es necesario mantener en el sector acuñadores en buenas condiciones y del largo adecuado.
- El operador de la perforadora manual y/o mecanizada deberá verificar que las mangueras se encuentren firmes y correctamente conectadas entre ellas y el equipo compresor o red de aire del sector, mediante el uso de chicagos y cadenas de seguridad.
- El operador de la perforadora manual y/o mecanizada deberá verificar que las mangueras no presenten cortes, fugas, nudos y no interfieran con el tránsito de las demás personas, caminos etc., deben estar protegidas contra el daño.

- El operador de la perforadora manual, debe seleccionar y revisar el equipo de trabajo antes de utilizar y verificar que se encuentra en buenas condiciones para su uso; las que deben estar en buenas condiciones de uso y funcionamiento, si se detectan fallas, estas deberán ser informadas al Supervisor y/ o Capataz para que sean reparadas o dadas de baja.
- Todo el personal asignado a la obra debe usar permanentemente el equipo de protección personal adecuado a la tarea a realizar y estar en conocimiento del reglamento interno de Orden Higiene y Seguridad.
- Se tomará medidas disciplinarias para las personas que no cumplan con las normativas vigentes, con las delimitaciones, señalizaciones y consideraciones en el lugar de los trabajos.
- Se debe mantener una buena concentración y coordinación en el trabajo, entre las personas que lo realizan.
- Para realizar los trabajos de perforación, el personal a cargo deberá estar equipado con la ropa de trabajo, zapatos de seguridad (o botas), cascos, protección auditiva apropiada y antiparras, y verificar que no existan condiciones de trabajo insegura en el área a perforar.
- Revisar frente del disparo anterior para detectar restos de explosivos, procediendo a eliminarlos, y acuñar los sectores que sean necesarios.
- Revisar el equipo de perforación, el nivel de aceite en el pato lubricador, disponible para la operación. También deberá verificar que tiene todas las herramientas y accesorios necesarios como barrenos, acuñadores y llave extractora de barrenos.
- Soplar las mangueras de aire antes de acoplar a la máquina, para evitar que ingresen piedrecillas al interior de la perforadora, y revisar cañerías, uniones, collarines, arranques, coplas (chicago) y mangueras para evitar posibles fugas de aire. Deberá procederse de manera similar respecto de la red de agua.
- Verificar la dirección e inclinación de la labor, la distribución de los tiros en la frente, y ubicar la pata neumática de la perforadora con la inclinación adecuada para lograr el empuje necesario, de tal forma que el trabajador realice el menor esfuerzo posible.

3.3. **PROCEDIMIENTO DE PERFORACIÓN:**

3.3.1. Perforación Manual y Mecanizada:

- Una vez chequeada el área de trabajo se dará inicio a la labor de perforación.
- El equipo ante cualquier defecto o deterioro, se debe dejar de operar y solicitar al supervisor y/o capataz su reparación.
- El operador de la perforadora manual deberá ubicarse de manera tal, que, si por alguna razón esta se trabara, las mangueras tanto de aire como de agua no atrapen al operador.
- El Ayudante deberá contar con los mismos EPP que el operador de perforación, deberá asistir al perforador en lo necesario una distancia prudente para no interferir con el trabajo.
- Al momento de empatar las perforaciones, ésta se deberá hacer con poca rotación, regulando el paso del aire, use el juego de barras completo (patero, seguidora y acabadora).
- Cuando el ayudante sostenga la broca para empatar, no deberá quedar entre el cerro y la máquina, deberá estar con sus lentes de seguridad o de malla puestos y no utilizar ropas o pelo largo suelto sin amarrar, que puedan ser atrapadas al rotar la broca: también deberá usar sus guantes de PVC para afirmar la broca.

Ver tabla 2.5 y 2-6

Tabla 2-5: Análisis de seguridad en el trabajo. Riesgos presentes y consecuencias durante la perforación.

RIESGOS PRESENTES	CONSECUENCIAS
Falla en la cohesión del suelo	Atrapamiento por derrumbes de paredes de la excavación
Filtraciones de agua al borde de la excavación	Atrapamiento por derrumbes de paredes de la excavación
Caídas de rocas por desplome o derrumbe	Atrapamiento por derrumbes, muerte del trabajador
Proyección de fragmentos o partículas	Golpeado por fragmento de roca
Ingreso de personal no autorizado al área restringida	Atrapamiento por derrumbes golpe por proyección de roca.
Trabajador que realiza sobre esfuerzo	Enfermedades de trastornos musculo esquelético como calambre, contracturas y desgarros
Exposición al ruido	Provocar un deterioro de la capacidad auditiva que puede expresarse como una sordera profesional.
Exposición a polvo o partículas	Fibrosis, muerte prematura en personas con enfermedades cardiaca o pulmonar, ataques cardiacos no mortales, latidos irregulares, agravamiento de asma, disminución de la función pulmonar
Exposición a vibraciones	Pueden dar origen a alteraciones vasculares, alteraciones neurológicas y trastornos musculo esqueléticos.

Fuente: Oscar Gonzales P. Ingeniero Civil en minas, PTS-perforación.

Tabla 2-6: Análisis de seguridad en el trabajo. Problemas potenciales y medidas de control de cada tarea durante la perforación

PASOS DE LA TAREA	PROBLEMAS POTENCIALES	MEDIDAS DE CONTROL
Tareas previas al trabajo de Tronadura	Falta de coordinación previa antes de comenzar la tarea.	-Todo el personal deberá participar de la charla daría realizada por el supervisor con el fin de coordinar las actividades que se realizaran durante la jornada.
	Personal no competente para realizar trabajos de perforación.	- Todo personal que realice labor directa de perforación deberá cumplir con los siguientes requisitos: • Deberá presentar aptitudes técnicas, físicas y psicológicas adecuadas. • Ningún trabajador podrá estar bajo la influencia del alcohol o drogas ilícitas. • Todo personal que participe en la tarea deberá estar instruido sobre el procedimiento de trabajo de perforación dejando registro por escrito de dicha instrucción.
	Falta de señalización en sector de trabajos de perforación	-Todo personal ajeno a la faena que requiera efectuar trabajos en el interior de los recintos en particular en aquellos sectores con utilización de explosivos se le deberá instruir sobre las medidas de seguridad en el interior del lugar dejando registro con su nombre cargo y firma.
	Falta de verificación del estado de terreno en sector donde se	-El supervisor o jefe de terreno serán los responsables de verificar que en el sector donde se realizara la perforación no haya tiros quedados.

	realizará la perforación.	-Se deberá inspeccionar las condiciones del terreno antes de comenzar los trabajo de perforación en caso de alguna anomalía, tomar todas las medidas de seguridad que correspondan , antes de comenzar la tarea (evitar exponer al personal innecesariamente)
Perforación	Imprevistos climáticos	-Se suspende trabajos de perforación hasta que mejoren las condiciones climáticas. -Se deberá evaluar las condiciones del terreno antes retomar las actividades.
	Incendio	-El supervisor a cargo dará la orden de evacuar el sector en caso de que no se pueda controlar el principio de incendio. -En caso de principio de incendio se deberá informar a todo el personal de la faena por medio de bocina manual los cuales deberán detener sus labores y usar los distintos mecanismos de control de incendio sin exponer sus vidas a fin de evitar la propagación de este. (extintor – bomba de espalda- arena) -Se deberá capacitar a todo el personal sobre el manejo y uso de extintores -Verificar el buen estado de los extintores que se encuentran en terreno.
	Proyección de fragmentos o	-Uso de los elementos de protección personal (casco, zapatos de seguridad, guantes, chaleco

	exposición a polvo	reflectante, mascara con filtros, lentes de seguridad).
Después de la Perforación	Desorden del lugar de trabajo.	-Cada trabajador es responsable de mantener su lugar de trabajo en óptimas condiciones y de dejarlo limpio y ordenado antes de retirarse del lugar. -Se deberán dejar las herramientas guardadas y ordenadas.

Fuente: Oscar Gonzales P. Ingeniero civil en minas, PTS-perforación.

3.3.2. Registros que se deben tener durante las actividades de perforación

- Procedimiento de trabajo
- Charlas de seguridad diaria
- Charlas de procedimiento de trabajo
- Registro de capacitaciones
- Registro de inspección de EPP

4. TRABAJO DE TRONADURA

4.1 NORMATIVAS APLICADAS AL PROCESO DE TRONADURA

- Decreto Supremo N.º 132 de 2002 Reglamento de Seguridad Minera

Tabla 2-7: E.P.P, equipos de apoyo e insumos y repuestos y herramientas utilizadas durante la tronadura

E.P.P.	EQUIPOS DE APOYO E INSUMOS	REPUESTOS Y HERRAMIENTAS
--------	-------------------------------	-----------------------------

Casco con Barboquejo	Camioneta	Alicate Minero
Lentes de seguridad	Radiocomunicación	Corta Pluma
Calzado de seguridad	Compresor	Punzón
Guantes de seguridad apropiados	Coligües	HuinchA Aisladora
Chaleco Reflectante	Explosivos	
Protectores auditivos de copa y tipo tapón		
Overol tipo piloto con reflectante		
Trompas de seguridad para polvo		

Fuente: Oscar Gonzales P. Ingeniero civil en minas, PTS-tronadura.

4.2 **MEDIDAS PREVENTIVAS PREVIAS A LA TRONADURA**

-Todo el personal asignado a la obra debe usar permanentemente el equipo de protección personal adecuado a la tarea a realizar y estar en conocimiento del reglamento interno de Orden Higiene y Seguridad.

-Se tomará medidas disciplinarias para las personas que no cumplan con las normativas vigentes, con las delimitaciones, señalizaciones y consideraciones en el lugar de los trabajos.

-Se debe mantener una buena concentración y coordinación en el trabajo, entre las personas que lo realizan.

-Ningún disparo debe ser quemado, sin antes haber tomado previamente todas las precauciones de seguridad requeridas para resguardar el área, a fin de sacar a todo el personal del lugar amagado y evitar la pasada por este, de personas que puedan ser alcanzadas por efectos de la explosión.

-En todo tipo de Tronadura, el Jefe de Terreno o la persona que el designe colocará los Loros. Es obligación de este, instruir previamente a la persona que cumplirá las funciones de Loro acerca de (la zona que se está evacuando, lugar de la quemada, número de tiros, cantidad de explosivo, factor de carga, número de personas que se encuentra en la zona de la Tronadura, nombre de las personas).

4.3 INSTRUCTIVO PARA REALIZAR LA TRONADURA

-Toda persona involucrada en la manipulación de explosivos deberá contar con su licencia de manipulador de explosivo o programador calculista, vigente, según corresponda, otorgada por la autoridad fiscalizadora correspondiente.

-Para un disparo, sólo se usarán los explosivos y accesorios de disparo que el Jefe de Terreno a cargo del área determine, en cada caso especial, y por los cuales otorgará el vale correspondiente. En ninguna circunstancia se usará este explosivo para otro disparo que no sea el especificado en el vale.

-Todo explosivo en mal estado debe ser devuelto al polvorín para su posterior retiro y destrucción según reglamentos vigentes (Artículos 98 al 102 Reglamento Complementario Ley 17.798).

-Deben soplarse todos los tiros (perforaciones), especialmente los tiros horizontales y los tiros hacia abajo. Esta operación debe realizarse una vez terminada la perforación y antes de trasladar el explosivo a la frente.

-Queda prohibido repasar un tiro (perforación), una vez iniciado el proceso de carguío de la frente, así mismo queda prohibido cargar un tiro mientras se está perforando la frente.

-Mientras se realiza la operación de carguío con explosivos, se prohíbe efectuar cualquier otra clase de trabajo a menos de 50 m. de la frente, excepto aquel que sea necesario para la protección del personal. Solo se permitirá la permanencia dentro del área de carguío a las personas encargadas del disparo y su resguardo, con su respectiva licencia otorgada por la unidad fiscalizadora.

4.4 PROCEDIMIENTO DE TRONADURA:

-Verificar espaciamientos y distancia a la cara libre de las perforaciones de los extremos de la línea (siempre se debe asegurar la salida de la fractura a la cara libre).

-Se deberá mantener la segregación del área de trabajo con señalización “área restringida” hasta verificada la activación de todos los cartuchos de explosivos y entregada la aplicación al dueño del Área.

-Verifique que el área es segura antes de conectar los cartuchos.

-Conectar el cable troncal a la malla de disparo.

-Hay que asegurar que todo esté correcto y que la comunicación con las personas responsables de la vigilancia del aislamiento de la zona sea efectiva y que ellos confirmen zona segura a fin de proceder al carguío y preparar la activación.

-Insertar los cartuchos en las perforaciones según especificación del diagrama de disparo y del factor de carga determinado empujándolos con un coligüe hasta el nivel óptimo.

-Las uniones de conexión, deberán estar siempre selladas con cinta aisladora.

-Conectar el cable troncal a los individuales del o los tiros, chequear continuidad nuevamente.

-Proponer o revisar tapados a equipos e instalación si fuese necesario, entendiendo que los explosivos generan energía que debe ser considerada.

-Evacuar la zona de fractura con un radio de seguridad de 500 m, verificar postura de los vivos.

-Conectar el cable troncal a la malla de perforación.

-Verificar evacuación de la zona de fractura.

-Dar la señal de alerta sonora con bocina manual.

-Dar inicio a activación de la tronadura.

4.5 DESPUÉS DE LA TRONADURA

-Esperar a que el polvo y los residuos generados decanten y permitan visualizar los resultados

-Verifique que el área es segura y que todos los barrenos salieron. En caso de que algún barreno no haya sido activado, aplique los procedimientos para este caso asegurándose de aislar e identificar perfectamente el área y verificar continuidad.

-Verificar si requiere acañamiento antes de ingresar nuevamente al área.

-Desconectar la troncal a las líneas secundarias.

-Entregar la fracturación realizada y el desconfinamiento del sector a quien corresponda.

4.6 MEDIDAS PREVENTIVAS POSTERIOR A LA TRONADURA

-El Jefe de Terreno o el capataz serán los encargados de realizar la evacuación y aislamiento criterio de 500 m. en línea directa y 100 m. en la vertical de cobertura.

-El jefe de terreno o el capataz, coordinará la tronadura, evacuando todo el personal que se encuentre en el área y dejando sólo a un minero, que en conjunto con él (Capataz) procederá a solicitar autorización radial al Jefe de Terreno, para iniciar el disparo, luego solicitaran silencio radial por tronadura y encenderán la mecha para la quemada. Cuando se realicen tronaduras en la frente y la distancia de evacuación será de 300 m, como mínimo y el personal evacuado podrá refugiarse detrás de árboles o rocas gigantes.

-Cuando la tronadura se realice en la cantera y la distancia con la frente sea superior a los 300 m, el personal además de revisar el área a evacuar, es

obligación del Jefe de Terreno posicionar un loro humano en todos los accesos que existan al área a Tronar, usando el protocolo de posicionamiento de loros.

-Ningún disparo debe ser quemado, sin antes haber tomado previamente todas las precauciones de seguridad requeridas para resguardar el área, a fin de sacar a todo el personal del lugar amagado y evitar la pasada por este, de personas que puedan ser alcanzadas por efectos de la explosión.

-En todo tipo de Tronadura, el Jefe de Terreno o la persona que el designe colocará los Loros. Es obligación de este, instruir previamente a la persona que cumplirá las funciones de Loro acerca de (la zona que se está evacuando, lugar de la quemada, número de tiros, cantidad de explosivo, número de personas que se encuentra en la zona de la tronadura).

-En todo momento se debe respetar la misión de un Loro.

-El Loro sólo podrá ser retirado por la persona que los colocó. En caso de enfermedad o accidente que obligue el abandono imprevisto del supervisor de las faenas, los Loros que el colocó serán retirados por el jefe de terreno que lo reemplace.

-Al ser relevado, el “loro” informará al supervisor de cualquier anomalía que haya notado u ocurrido durante su desempeño.

-Es responsabilidad de la persona que coloca los Loros, asegurarse de que el resto del personal haya sido evacuado.

-Para resguardar un frente donde se esté en operación de Carguío de explosivos, se colocarán letreros con la leyenda “**PELIGRO NO PASAR TRONADURA**” a una distancia mínima de 50 m. del lugar del carguío, donde no se podrá realizar ningún tipo de actividad distinta al carguío. Se podrá realizar cualquier otra actividad fuera del área de responsabilidad.

-Para resguardar un área amagada por una Tronadura, se podrán utilizar letreros con la leyenda “NO PASAR”.

-Ninguna persona que conozca los trabajos de operación puede negarse a servir de loro, salvo que se lo impida una razón de fuerza mayor.

-Se deberá coordinar la solicitud o autorización para trabajos de tronadura con la autoridad fiscalizadora, verificar el buen estado de las herramientas dejando registro por medio de una lista de chequeo de herramientas manuales.

- Al iniciar el carguío, se debe confinar el área y delimitarla con señalética del tipo “AREA RESTRINGIDA” ingresando sólo personal autorizado. Colocar loros vivos en los puntos de evacuación.
- Antes de comenzar con la actividad se debe mantener limpio el sector a intervenir.

Ver tabla 2-8 y 2-9

Tabla 2-8: Análisis de seguridad en el trabajo. Riesgos presentes y consecuencias durante la tronadura

RIESGOS PRESENTES	CONSECUENCIAS
Falla en la cohesión del suelo	Atrapamiento por derrumbes de paredes de la excavación
Filtraciones de agua al borde de la excavación	Atrapamiento por derrumbes de paredes de la excavación
Caídas de rocas por desplome o derrumbe	Atrapamiento por derrumbes, muerte del trabajador
Proyección de fragmentos o partículas	Golpeado por fragmento de roca, incendio por
Ingreso de personal no autorizado área restringida	Atrapamiento por derrumbes golpe por proyección de roca.
Falta de señalética en sector de tronadura	Golpes por caída de materiales, Muerte, pérdida de alguna extremidad.
Falta de coordinación en el ingreso de camiones al área tronadura	Choque, colisión, volcamiento, golpes por caída de materiales o equipos, atropello.
Condiciones climáticas inadecuadas (exceso de calor y lluvias)	Aluviones e incendios

Fuente: Oscar Gonzales P. Ingeniero civil en minas, PTS-tronadura.

Tabla 2-9: Análisis de seguridad en el trabajo. Problemas potenciales y medidas de control de las tareas

PASOS DE LA TAREA	PROBLEMAS POTENCIALES	MEDIDAS DE CONTROL
Tareas previas al trabajo de Tronadura	Personal no competente para realizar trabajos de tronadura.	Todo personal que realice labor directa de tronadura deberá cumplir con los siguientes requisitos: • Deberá presentar aptitudes técnicas, físicas y psicológicas adecuadas. • Ningún trabajador podrá estar bajo la influencia del alcohol o drogas ilícitas. • Todo trabajador que desempeñe tareas de manipulación de explosivos deberá contar con la autorización emitida por la autoridad fiscalizadora. (Licencia de manipulador de explosivo) • Todo Manipulador de explosivo o Programador calculista debe ser responsable de portar y mantener vigente una copia de su licencia. Que lo acredite para el desarrollo de la actividad. • Los trabajadores que manipulen explosivos deberán cumplir con un proceso previo de inducción y evaluación de conocimientos.
	Falta de señalización en sector de trabajos con tronadura	-Todo personal ajeno a la faena que requiera efectuar trabajos en el interior de los recintos en particular en aquellos sectores con utilización de explosivos se le deberá instruir sobre las medidas de seguridad en el interior del lugar dejando registro con su nombre cargo y firma.

Durante la tronadura	Imprevistos climáticos	-Se suspende tronadura y se procede a quemar lo que está cargado -El supervisor a cargo dará la orden de evacuar el sector para iniciar la tronadura y guardar en polvorín el explosivo restante. -Se procederá a evacuar a todo el personal para no exponerlo a las condiciones climáticas. -El personal que no trabaja directamente en la tronadura estará ubicado en la zona de seguridad atento para acudir ante cualquier principio de incendio. -En caso de principio de incendio se deberá informar a todo el personal de la faena por medio de bocina manual el cual deberá detener sus labores y usar los distintos mecanismos de control de incendio sin exponer sus vidas a fin de evitar la propagación de este. (extintor – bomba de espalda - arena) -Se deberá capacitar a todo el personal sobre el manejo y uso de extintores Verificar el buen estado de los extintores que se encuentran en terreno.
	Incendio posterior al trabajo de tronadura	
	Proyección de fragmentos o roca	-Uso de los elementos de protección personal (casco, zapatos de seguridad, guantes, chaleco reflectante, lentes de seguridad). -No permitir el tránsito de maquinaria a una distancia igual o inferior a 500 metros a la redonda mientras se realiza la tronadura.

		-Todo personal que ingrese a la faena que sea ajeno a la tarea deberá mantenerse alejado a una distancia mínima de 500 metros.
Después de la activación	Piso y frente inestable en la verificación de tiros quedados	-El supervisor y minero deberán ingresar al área una vez realizada la tronadura para verificar que no haya quedado ningún tiro quedado. - La estabilidad del terreno se verificara a través de una inspección visual detectando posible bloques abiertos para proceder a realizar trabajo de acuñadura con máquina.

Fuente: Oscar Gonzales P. ingeniero civil en minas, PTS-tronadura.

CAPÍTULO 3: PROCEDIMIENTO DE DETECCIÓN Y ELIMINACIÓN
DE TIROS QUEDADOS

1. PROCEDIMIENTO DE DETECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE TIROS QUEDADOS

Los tiros quedados corresponden al tiro de un disparo que no detonan. También es considerada como tiro quedado toda perforación que contenga restos de explosivos, aun cuando hubiere detonado parte de la carga depositada en su interior.

Este procedimiento está dirigido a todas las personas que están relacionadas directa o indirectamente con las actividades de Detección y Eliminación de Tiros Quedados, en la obra denominada Explotación de Cantera El Chiflón, Putaendo, para defensas Fluviales de camino internacional ruta 60 CH. Las normas aquí establecidas, deben ser cumplidas por todos los trabajadores y línea de mando involucrados en dicho trabajo.

Inmediatamente después de cada tronadura, se debe examinar cuidadosamente toda el área afectada para detectar la presencia de tiros quedados o restos de explosivos sueltos, también se debe recoger todo resto de tubo no eléctrico o cordón detonante que exista sobre la roca tronada.

Se recuerda que toda persona que participe en la destrucción de tiros quedados debe estar entrenada para este oficio y poseer licencia de manipulador de explosivos o de programador calculista de explosivos (Art. 74 de la ley 17.798). y que en la eliminación deben trabajar un mínimo de dos personas.

1.1. NORMATIVAS APLICADAS AL PROCESO DE DETECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE TIROS QUEDADOS

- Decreto Supremo N.º 132 reglamento de Seguridad Minera
- Reglamento complementario de Ley N° 17.798 referida al transporte y control de explosivos
- Ley N° 16.744 “Seguro Social contra Riesgos de accidentes y enfermedades profesionales

Ver tabla 3-1 y 3-2

Tabla 3-1: E.P.P, equipos de apoyo e insumos y repuestos y herramientas utilizadas durante la detección de tiros quedados

E.P.P.	EQUIPOS DE APOYO E INSUMOS	REPUESTOS Y HERRAMIENTAS
Casco con Barboqueo	Mochila de lona sin componentes metálicos	Manguera sin elementos ferrosos para lavado con agua a presión
Lentes de seguridad	Banderas de acuerdo con la norma	Taqueadores de coligue
Calzado de seguridad		cucharilla de bronce o cobre
Guantes de seguridad apropiados		
Chaleco Reflectante		
Protectores auditivos de copa y tipo tapón		
Overol tipo piloto con reflectante		
Trompas de seguridad para polvo		
Guantes PVC		

Fuente: Oscar Gonzales P. Ingeniero civil en minas, Detección y eliminación de tiros quedados

Tabla 3-2: dotación, equipos, materiales e insumos utilizados durante el transporte de explosivos

Actividad	Dotación, Equipos y herramientas	Materiales
Transporte de explosivos en forma peatonal	2 mineros o ayudantes, debidamente autorizados por la autoridad fiscalizadora.	Mochilas de lona sin componentes metálicos / 1 banderas de acuerdo con norma por cada persona que transporte mochila (considerar 2 personas).
Transporte de explosivos en vehículo	Se debe considerar 1 chofer debidamente autorizado / 1 vehículos debidamente acondicionado de acuerdo con normativas vigentes y debidamente autorizado por Sernageomin.	

Fuente: Oscar Gonzales P. Ingeniero civil en minas, Detección y eliminación de tiros quedados

1.2. **ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO**

1.2.1. **Medidas preventivas previas a la faena de Detección y Eliminación de Tiros Quedados**

- Todo el personal asignado a la obra debe usar permanentemente el equipo de protección personal adecuado a la tarea a realizar y estar en conocimiento del reglamento interno de Orden Higiene y Seguridad.

- Se tomará medidas disciplinarias para las personas que no cumplan con las normativas vigente, con las delimitaciones, señalizaciones y consideraciones en el lugar de los trabajos.
- Se debe mantener una buena concentración y coordinación en el trabajo, entre las personas que lo realizan.
- Para realizar los trabajos de perforación, el personal a cargo deberá estar equipado con la ropa de trabajo, zapatos de seguridad (o botas), cascos, protección auditiva apropiada y lentes de seguridad, y verificar que no existan condiciones de trabajo insegura.

1.3. TRABAJO DE DETECCIÓN Y ELIMINACIÓN DE TIROS QUEDADOS

- Si se detecta la presencia de uno o más tiros quedados se debe avisar al jefe de turno de la mina, quien aísla inmediatamente el área, señalando su ubicación. En este caso el procedimiento de seguridad a seguir es el siguiente:
- El jefe de turno de la labor ordena retirar el personal y maquinaria de área afectada hasta un radio superior a 30 m del tiro quedado.
- Se debe involucrar sólo el personal necesario para sacar el tiro, para lo cual el resguardo del área se hace preferentemente con letreros que digan “EXPLOSIVOS, NO PASAR”, apoyando con caballetes y conos reflectantes.
- El jefe de tronadura de la labor avisa al supervisor para que se presente de inmediato con todos los elementos necesarios para eliminar el tiro quedado.
- Todo tiro quedado de las faenas deberá ser eliminado con luz natural.
- Todo tiro quedado debe ser eliminado en el turno que se detecta. Si no es posible hacerlo, se debe realizar en el próximo turno lo más pronto posible y se debe dejar nota en el libro de operaciones.
- Las personas encargadas de eliminar el tiro quedado son el jefe de la faena o el supervisor responsable designado en su reemplazo y un trabajador, de preferencia el más experto.

En conformidad a lo establecido en el Reglamento de Seguridad Minera D.S N.º 132, se debe proceder de la siguiente forma después de cada tronadura:

- Si durante la revisión posterior a la tronadura se detecta un tiro quedado con sistema de iniciación activo, deberá ser conectado y detonado conforme al procedimiento normal de tronadura.
- Si el tiro quedado no fuese eliminado en el mismo turno, el supervisor responsable deberá asegurar que el área involucrada quede señalizada y aislada.
- Las personas que participen en esta etapa deberán hacerlo con visibilidad absoluta del entorno, de lo contrario no deberán ingresar al área hasta que las condiciones mejoren.
- Las personas deberán mantener en todo momento la concentración al caminar y observar cuidadosamente el lugar por donde se transita.

- Después de cada disparo o tronada, el Supervisor directo examinará la frente para detectar la existencia de tiros quedados. En el caso de encontrar uno o más tiros quedados se resguardará inmediatamente el área y se procederá a eliminar el tiro quedado, aplicando este procedimiento.
- Al tronar él o los tiros quedados se evacuará el área como si fuera una quemada normal en el frente de trabajo.
- En él o los tiros quedados se eliminará el taco, colocando un nuevo cebo de igual o mayor potencia, y se procede a evacuar y quemar de acuerdo con el procedimiento de tronadura.

- Para la eliminación de un tiro quedado se realiza el siguiente procedimiento:
 - Se despeja la roca alrededor del tiro quedado. Para ello se requiere un Bulldozer u otra maquinaria pesada, la operación debe ser dirigida por el supervisor de tronadura. Por ningún motivo se debe realizar sin supervisión.
 - Una vez ubicado el pozo, este debe ser señalizado y en lo posible colocar dentro de él un coligüe como guía.
 - Se coloca en el interior un iniciador debidamente primado.
 - Se conecta el detonador y se detona según procedimientos de tronadura.
 - Nunca se debe tirar ni tratar de sacar el tubo o cordón detonante.
 - Si el jefe de tronadura estima probable la proyección de rocas, tanto el personal como los equipos del área deben ser retirados, definiendo el área de

seguridad. Esto implica realizar la evacuación de todo el personas y equipos a zonas seguras en las proximidades al tiro quedado.

- Es necesario eliminar el tiro quedado al primer intento. En caso contrario, se debe repetir la operación las veces que sea necesario hasta su eliminación total.
 - En lo posible, el explosivo iniciador empleado para eliminar el tiro quedado debe tener mayor potencia que el usado en la carga.
 - Si se trata de explosivos sueltos, éstos deben recogerse y destruirse de inmediato, conforme a las normas establecidas.
 - El jefe de tronadura debe anotar en el libro los tiros quedados que se han detectado, eliminado o no, respaldando la información con su firma.
 - Se debe emitir un informe de investigación de incidente que contenga las causas, estado de conservación de los explosivos y la forma en que se eliminaron.
- En los tiros quedados cargados con ANFO, se procederá de la siguiente forma:
- Retirar el taco, luego disolver el ANFO con agua a presión, hasta la total eliminación.
 - Aunque el explosivo se encuentre congelado, este debe ser eliminado totalmente con los elementos adecuados, agua, madera, mangueras sin elementos metálicos, cucharas de cobre, etc., antes de proceder a recargar.
 - Eliminado el explosivo colocar un nuevo cebo de igual o mayor potencia que el usado en el cebo original, este debe ser primado con cordón detonante o un detonador de las mismas características del cebo original.
 - Confinar el cebo hasta quedar en contacto con el explosivo quedado.
 - Ponga un nuevo taco para afirmar este cebo.
 - Quemar.
- Toda la operación hasta la quemada de los tiros se realizará con el área resguardada con loros vivos y metálicos, como si fuera una tronadura normal.

1.4. DISPOSICIONES GENERALES PARA EL MANEJO DE TIROS QUEDADOS

- Cuando se encuentren tiros o cargas quedadas se deberá aislar el área amagada con loro vivo y/o loro metálico, resguardando el sector para evitar la presencia o tránsito de personal por el lugar.
- La persona que detecte un tiro quedado confinará y colocará loro, y comunicará en forma inmediata al supervisor a cargo de la operación, quien tomará todas las acciones correspondientes para eliminarlo.
- En todo tiro o carga quedada, se prohíbe estrictamente manipular el explosivo y accesorio que no estalló.
- El explosivo o accesorio iniciador que se utilice para recargar un tiro o carga quedada, debe ser del mismo tipo o de superior potencia que el utilizado originalmente.
- Si el o los tiros o cargas quedadas no se han podido eliminar durante el turno, lo hará el turno siguiente, basándose en la información del supervisor a cargo de la operación del turno saliente y debe quedar anotado en el libro de novedades.
- Antes de abandonar el área se deberá instalar letreros de advertencia indicando el peligro existente.
- La operación de recargar y quemar cargas o tiros quedados deberá ser dirigida y efectuada en presencia del supervisor a cargo de la operación.
- Se deberá esperar mínimo media hora (30 minutos), después de salido el último tiro quedado, antes de inspeccionar la frente.
- El resto de explosivo que se encuentre después de una quemada o bajo la marina, se deberá recoger y depositar en cajones de devolución de explosivos.

- Las personas que participen de la operación de detección y eliminación de un tiro quedado deberán hacerlo observando cuidadosamente el terreno, con el fin de detectar oquedades o espacios vacíos por donde pudieran caer, de igual modo, al aproximarse a los bordes de los bancos, deberán mantener una distancia adecuada de seguridad que evite accidentes.

1.4.1. Eliminación de tiros quedados fuera de la zona de tronadura habitual

- Si se encuentran restos de explosivos en mal estado o defectuosos en lugares lejanos a los sectores de tronadura, deberá evitar su manipulación hasta que concurra al sitio del hallazgo personal debidamente entrenado para su análisis e investigación y posterior acción a seguir.
- Luego se debe eliminar el producto con un procedimiento seguro, o almacenar en el polvorín separado, para luego destruirlo en un sector autorizado.

1.4.2. Criterios de aceptación

- Los trabajos correspondientes a la eliminación y detección de tiros quedados sólo podrán efectuarse previa realización de un completo análisis de los riesgos asociados, liderado por el supervisor responsable conforme a un procedimiento estructural de identificación de peligros y evaluación de riesgos.
- Se debe recopilar oportunamente la mayor cantidad de antecedentes de terreno posible para el posterior análisis de las causas de la generación de los tiros quedados y conservar cualquier evidencia física que ayude a ese propósito
- Se prohíben estrictamente los trabajos de detección y eliminación de tiros quedados, donde los riesgos operacionales no se encuentren controlados
- Para reducir la posibilidad de proyección excesiva de rocas asociada a la detonación de un tiro quedado cargado con explosivos insolubles en agua se recomienda reducir la exposición de la carga explosiva al aire libre, también se recomienda alejar los equipos a una distancia segura.
- Deberán suspenderse los trabajos de eliminación de un tiro quedado en condiciones de baja visibilidad, el personal debe permanecer atento y alejarse de los bordes.
- La distancia mínima de evacuación de personas respecto de la ubicación de un tiro quedado no confinado es de 900 m.

1.4.3. Registros que se deben tener durante las actividades de detección y eliminación de tiros quedados

- ✓ Procedimiento de trabajo
- ✓ Charlas de seguridad diaria
- ✓ Charlas de procedimiento de trabajo
- ✓ Registro de capacitaciones
- ✓ Registro de inspección de EPP

Ver tabla 3-3 y 3-4

Tabla 3-3: Análisis de seguridad en el trabajo. Riesgos presentes y consecuencias durante la detección y eliminación de tiros quedados

RIESGOS PRESENTES	CONSECUENCIAS
Falla en la cohesión del suelo	Atrapamiento por derrumbes de paredes de la excavación
Filtraciones de agua al borde de la excavación	Atrapamiento por derrumbes de paredes de la excavación
Caídas de rocas por desplome o derrumbe	Atrapamiento por derrumbes, muerte del trabajador
Proyección de fragmentos o partícula	Golpeado por fragmento de roca, incendio por
Ingreso de personal no autorizado área restringida	Atrapamiento por derrumbes golpe por proyección de roca.
Trabajador que realiza sobre esfuerzo	Enfermedades de trastornos musculoesquelético como calambres, contracturas y desgarros
Exposición al ruido	Provocar un deterioro de la capacidad auditiva que puede expresarse como una sordera profesional.
Exposición a polvo o partículas	Fibrosis, muerte prematura en personas con enfermedades cardíaca o pulmonar, ataques cardíacos no mortales, latidos irregulares, agravamiento de asma, disminución de la función pulmonar

Exposición a vibraciones	Pueden dar origen a alteraciones vasculares, alteraciones neurológicas y trastornos musculo esqueléticos.
--------------------------	---

Fuente: Oscar Gonzales P. Ingeniero civil en minas, PTS-detección y eliminación de tiros quedados

Tabla 3-4: Análisis de seguridad en el trabajo. Problemas potenciales y medidas de control de las tareas

PASOS DE LA TAREA	PROBLEMAS POTENCIALES	MEDIDAS DE CONTROL
Tareas previas al trabajo de detección y eliminación de tiros quedados	Falta de coordinación previa antes de comenzar la tarea.	-Todo el personal deberá participar de la charla daría realizada por el supervisor con el fin de coordinar las actividades que se realizaran durante la jornada.
	Personal no competente para realizar la tarea	- Todo personal que realice labores directa de detección de tiros quedados deberá cumplir con los siguientes requisitos: • Deberá presentar aptitudes técnicas, físicas y psicológicas adecuadas. • Ningún trabajador podrá estar bajo la influencia del alcohol o drogas ilícitas. • Todo personal que participe en la tarea deberá estar instruido sobre el procedimiento de trabajo de detecciones y eliminación de tiros quedados dejando registró por escrito de dicha instrucción.
	Falta de señalización en sector de trabajos de detección de y	-Todo personal ajeno a la faena que requiera efectuar trabajos en el interior de los recintos en particular en aquellos sectores con utilización de explosivos se le deberá instruir sobre las

	eliminación de tiros quedados	medidas de seguridad en el interior del lugar dejando registro con su nombre cargo y firma.
Verificación de Tiros Quedados	Imprevistos climáticos	-Se suspende trabajos de detección y eliminación de tiros quedados hasta que mejoren las condiciones climáticas. -Se deberá evaluar las condiciones del terreno antes retomar las actividades.
	Incendio	-El supervisor a cargo dará la orden de evacuar el sector en caso de que no se pueda controlar el principio de incendio. -En caso de principio de incendio se deberá informar a todo el personal de la faena por medio de bocina manual los cuales deberán detener sus labores y usar los distintos mecanismos de control de incendio sin exponer sus vidas a fin de evitar la propagación de este. (extintor – bomba de espalda- arena) -Se deberá capacitar a todo el personal sobre el manejo y uso de extintores -Verificar el buen estado de los extintores que se encuentran en terreno.
	Detonación de explosivo quedado	-No golpear los explosivos. -No taquear cebo -Taquear, resto de cartuchos, con una fuerza moderada. -Utilizar herramientas de material no ferroso.

		-No manipular explosivo y accesorios quedados. -No fumar o mantener llamas abiertas en el área involucrada en tronadura. -Suspender operaciones alrededor de la frente -Ingresar a la frente después de un tiempo prudente de espera que no se puede ser inferior a 30 minutos.
	Proyección de fragmentos o exposición a polvo	-Uso de los elementos de protección personal (casco, zapatos de seguridad, guantes, chaleco reflectante, mascara con filtros, lentes de seguridad).
	Caída mismo nivel	-Mantener orden y la limpieza del lugar para evitar caídas del personal que transite en el lugar.

Fuente: Oscar Gonzales P. Ingeniero civil en minas, PTR-detección y eliminación de tiros quedados

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al finalizar este trabajo de título se puede concluir la importancia de realizar las labores mediante un protocolo o procedimiento, ya que por cada actividad que se realiza hay un riesgo el cual puede tener consecuencias. El objetivo principal de este trabajo de título fue realizar un procedimiento de trabajo seguro, el cual les permita tanto a los empleadores como a los trabajadores guiarse bajo las normas y leyes vigentes, esto daría mayor seguridad al realizar cada actividad, y minimizará los riesgos asociados con cada trabajo. Cabe destacar que los costos asociados en un accidente de un trabajador son muchos mayores que los costos asociados a una nueva maquinaria, tanto en pequeña y gran minería. La mayoría de los accidentes son evitables, y provocados por fallas humanas, aunque siempre hay variables que se desconocen como los factores naturales a los que se está expuesto en minería, las grandes empresas mineras cuentan con avanzada tecnología y maquinarias que realizan la gran parte de los trabajos de mayor riesgo, pero en el caso de pequeña y mediana minería no es así, por lo que es deber de cada supervisor, jefe y trabajador realizar los trabajos de una manera segura que no ponga en riesgo su integridad física.

Los errores cometidos en la cantera durante los meses de trabajo activo de esta fueron bastante graves, y aunque no hubo daño de equipos ni accidentes de trabajadores, la probabilidad de que ocurriera un accidente fatal era alta. Se recomienda siempre seguir las normas establecidas y dar prioridad a la salud de las personas, sobre todo cuando es pequeña minería pues no se cuenta siempre con los recursos necesarios para implementar maquinarias y la gran parte de los trabajos debe ser de forma manual, pero aun así no se justifica realizar los trabajos de forma insegura.

El procedimiento para efectuar voladura en la cantera el chiflón, Putaendo, no pudo ser comprobado, ya que es un proceso inferido y está basado en las normativas vigentes aplicables en minería, por lo que puede ser aplicado a otros procesos mineros.

El procedimiento de detección y eliminación de tiros quedados fue implementado a este trabajo para dar apoyo a la seguridad de los trabajos posterior a la tronadura, y recordar que es una parte importante en el proceso minero, sobre todo en las labores de la cantera El Chiflón, porque contaba con 5 trabajadores y de estos, sólo 2 estaban capacitados para manipular explosivos.

El aprendizaje logrado durante la realización de este trabajo de título es que la seguridad e integridad física y psicológica de los trabajadores, es fundamental en minería, sobre todo en las faenas de menor tamaño. Además de la gran responsabilidad que tienen los jefes de terreno y supervisores, quienes tienen el deber y obligación de cuidar de cada uno de sus trabajadores.

ANEXOS:

➤ Terminología de perforación:

- Perforación: operación que se realiza con la finalidad de abrir tiros en el macizo rocoso, con una distribución y geometría adecuada, en donde se alojaran cargas explosivas.
- Tiros de Zapateras: Perforación efectuada en la zona baja del diagrama de disparo, a altura del piso de labor.
- Loro vivo: persona designada para realizar el cierre e impedir el acceso de personas al área donde se ejecutarán los trabajos.
- Track drills: son máquinas que tienen su sistema de tracción propio, es decir las que se desplazan por sus propios medios (orugas o cadenas), generalmente hidráulicas y con mayor potencia y para perforaciones masivas.

➤ Terminología de tronadura:

- Explosivo: Se denomina explosivo a toda sustancia que por alguna causa externa (roce, calor, percusión, entre otros.) se transforma en gases; liberando calor, presión o radiación en un tiempo muy breve: hay muchos tipos de explosivos que se diferencian en su composición química.
- Nonel: Es un iniciador no eléctrico, formado por un fulminante conectado a un tubo capaz de conducir una onda explosiva.
- Carguío: Proceso mediante el cual el explosivo es depositado y confinado para efectuar la tronadura.
- Accesorios de tronadura: Todos aquellos elementos que intervienen en el sistema de encendido de una carga explosiva.
- Área de carguío de Explosivo: Zona de trabajo restringida y demarcada por conos y letreros donde se realizan operaciones de carguío de explosivos.
- Área amagada: Zona que abarca un radio de 500m. alrededor de la tronadura medidos horizontalmente desde su contorno en el plano de avance diario de la mina en cuyo interior no deben permanecer personas al momento de iniciar el disparo.

- Loro Vivo: persona designada para realizar el cierre e impedir el acceso de personas al área de seguridad de tronaduras, debiendo estar perfectamente instruida sobre las funciones que realizará. Estas personas son instaladas por el Supervisor de Operaciones o quién él designe y tienen directa relación con la tronadura, Nadie puede pasar un loro sin previa autorización. El hecho de no cumplir a cabalidad la función de Loro como sobrepasarlos, se considerará como una falta Muy Grave
- Despeje (librada): actividad de verificación y aseguramiento de la evacuación de las personas ajenas al proceso de tronadura en las áreas amagadas y de seguridad.
- Detonación: reacción química exotérmica muy rápida asociada con alta temperatura y alta presión. El fenómeno se propaga como una onda llamada detonación, con velocidades que varían desde unos pocos metros/segundo hasta unos 8.000 metros/segundo, dependiendo de las características del explosivo y de la geometría de la carga.
- Detonador o Cápsula Detonante: fulminante o cápsula que contiene material explosivo sensible, utilizada para iniciar un explosivo. El detonador puede ser iniciado por calor, fricción o impacto.
- Área Restringida: Sector señalizado y/o controlado, en donde no pueden ingresar vehículos o personas sin la debida autorización.
- Pararrayos: Dispositivo protector para limitar un impulso transitorio sobre el equipo, por descarga o derivaciones de la corriente del rayo.
- Puesto a tierra: Conectado a tierra o a algún cuerpo conductor extenso que sirve como tierra.
- Sistema puesto a tierra: Sistema de conductores en el cual por lo menos un conductor o punto (usualmente el alambre central o el punto neutro de los devanados de un transformador o generador) está intencionalmente puesto a tierra, sólidamente o a través de un dispositivo limitador de corriente.

➤ Terminología de tiros quedados:

- Cebos: Cartucho o cilindro explosivo en cuyo interior se inserta detonador o cordón detonante para provocar la detonación de la carga de explosivo.
- Punzón: Herramienta no ferrosa de punta roma empleada para perforar cartuchos empleados como cebos.
- Tiro quedado: Resto de explosivo que no detonó según lo previsto y donde la columna de explosivo o parte de ella permanece en el barreno.
- Loro Vivo: Persona debidamente instruida en relación con las operaciones del túnel, y cuya responsabilidad es impedir el ingreso de personas o equipos a un Área amagada.
- Loro Metálico: Letrero con leyenda “NO PASAR”, el cuál es instalado al objeto de impedir el paso a un sector amagado.
- Culo: Resto de una perforación que permanece tras efectuarse un disparo.
- Evacuar: Retirar de un sector amagado a toda persona, equipo o elemento que pueda verse afectado por la acción de un disparo.
- Iniciador: Artefacto o accesorio empleado para otorgar la energía mínima necesaria para activar una carga.
- Tiro: agujero hecho en la roca con herramienta de perforación, en el cual se confina el explosivo para su detonación.

BIBLIOGRAFÍA

- CODELCO. (13 marzo de 2010). Destrucción de explosivos. Codelco. Codelco educa [20 de julio 2018] Recuperado de: <https://www.codelcoeduca.cl/procesos_productivos/escolares_extraccion_seguridad_tronaduradestruccion.asp>

- ENAEX. (octubre 2009). Procedimiento detección y eliminación de tiros quedados en mina a cielo abierto. edoc.site . División de explosivos y servicios. [20 de julio 2018] Superintendencia de Seguridad & Medio Ambiente Recuperado de <<https://edoc.site/procedimiento-eliminacion-tiros-quedados-pdf-free.html>>

- Ley 17.798 sobre control de armas y elementos similares. 13 de mayo del 2018. Ministerio de defensa nacional. [24 de mayo 2018] Recuperado de <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=8799>>

- Sernageomin. (1985). Normativa de seguridad minera. Servicio nacional de geología y minería. Gobierno de Chile, ministerio de minería. [31 de mayo 2018] Recuperado de <<http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/mineria/seguridad/Normativa%20de%20Seguridad%20Minera.pdf>>

- Patricio Otniel. (mayo del 2014). Perforación y Tronadura. Google Chrome. Servicio nacional de geología y minería. ENAMI [25 mayo 2018] Recuperado de <<http://www.sonami.cl/site/wp-content/uploads/2016/03/6.perforacion-y-tronadura.pdf>>

- OSCAR GONZALES. Documentos cantera El Chiflón [en línea]. En: <oscarminer@gmail.com>. 31 de marzo del 2018 <angelicabravovargas@gmail.com> [consulta: 25 de marzo del 2018].

- OSCAR GONZALES. Pt excavación [en línea]. En: <oscarminer@gmail.com>. 31 de marzo del 2018 <angelicabravovargas@gmail.com> [consulta: 25 de marzo del 2018].

- OSCAR GONZALES. Pt Tronadura [en línea]. En:
<oscarminer@gmail.com >. 31 de marzo del 2018
<angelicabravovargas@gmail.com > [consulta: 25 de marzo del 2018].
- OSCAR GONZALES. Pt perforación [en línea]. En:
<oscarminer@gmail.com>. 31 de marzo del 2018
<angelicabravovargas@gmail.com > [consulta: 25 de marzo del 2018].
- OSCAR GONZALES. Adjudicación trabajos enrocados ruta 60CH [en línea]. En: < oscarminer@gmail.com >. 31 de marzo del 2018
<angelicabravovargas@gmail.com> [consulta: 25 de marzo del 2018].
- OSCAR GONZALES. Defensa fluvial 2, RUTA 60 CH [en línea]. En:
<oscarminer@gmail.com >. 31 de marzo del 2018
<angelicabravovargas@gmail.com > [consulta: 25 de marzo del 2018].