

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS EN EL CICLO  
DE MINADO DE LA CÁMARA 1 – NIVEL 3175 MARSAS EN EL AÑO  
2021**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE MINAS**

**AUTOR**

**Bach. ACUÑA BARDALES ERIKSON DANIEL**

**ASESOR**

**M.Cs.Ing. GONZALES YANA ROBERTO SEVERINO**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2023**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi alma mater; la Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela Académico profesional de Ingeniería de Minas en cuyas aulas aprendí los conceptos que engloban a esta hermosa profesión.

A mis padres y abuelos, quienes me ayudaron a desarrollarme como persona y profesional. Conservaré por siempre sus consejos con contenido de perseverancia, dedicación y esfuerzo que son los pilares para lograr las metas trazadas en el trayecto de la vida.

## **DEDICATORIA**

A los mineros que dejaron este mundo  
cumpliendo su trabajo, mi admiración y  
respeto a todos ellos.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTO .....	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
LISTA DE ABREVIACIONES .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
2. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1 Antecedentes teóricos de la investigación.....	3
2.2 Bases teóricas .....	4
2.2.1 Actividad minera .....	4
2.2.2 Método de explotación .....	5
2.2.3 Ciclo de minado subterráneo .....	5
2.2.4 Principales labores mineras .....	13
2.2.5 Evaluación y distribución de tiempos.....	16
2.3 Definición de términos básicos.....	16
CAPÍTULO III .....	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1 Ubicación de la investigación.....	18
3.1.1 Ubicación geográfica.....	18
3.1.2 Accesibilidad .....	20
3.1.3 Clima y vegetación.....	20
3.1.4 Flora y fauna.....	20
3.1.5 Fisiografía y topografía.....	21
3.2 Metodología de la investigación.....	21
3.2.1 Tipo, nivel, diseño y método de la investigación .....	21

	Pág.
3.2.2 Definición de variables .....	22
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	24
3.3.1 Técnicas .....	24
3.3.2 Instrumentos, materiales y equipos .....	24
3.4 Procedimientos .....	25
3.4.1 Etapa Preliminar de Gabinete .....	25
3.4.2 Etapa de Campo .....	25
3.4.3 Etapa Final de Gabinete .....	25
3.5 Geología .....	26
3.5.1 Geología Regional .....	26
3.5.2 Geología estructural .....	26
3.6 Descripción general de la obra .....	27
3.6.1 Cámara 1 .....	27
3.7 Actividades principales en el ciclo de minado de la Cámara 1 .....	27
3.7.1 Traslado de Personal .....	27
3.7.2 Inspección del área de trabajo .....	27
3.7.3 Ventilación y desate de rocas fracturadas .....	28
3.7.4 Sostenimiento .....	29
3.7.5 Limpieza del frente .....	30
3.7.6 Perforación y voladura .....	32
3.8 Seguimiento a las actividades de la Cámara 1 .....	33
3.8.1 Distribución de actividades. ....	33
3.8.2 Duración de actividades .....	36
3.8.3 Duración de las actividades en traslado de personal. ....	37
3.8.4 Duración de las actividades en charlas y/o capacitaciones .....	38
3.8.5 Duración de las actividades en traslado de equipos y/o materiales .....	39
3.8.6 Duración de las actividades en trabajo efectivo. ....	39
3.8.7 Duración de actividades no productivas .....	40
3.8.8 Materiales trasladados en la Cámara I .....	40
3.8.9 Tiempo de perforación .....	41
3.8.10 Sobreroturas en caja techo. ....	41
3.8.11 Tareas no realizadas .....	42

	Pág.
CAPÍTULO IV .....	43
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	43
CAPÍTULO V .....	53
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	53
5.1 Conclusiones.....	53
5.2 Recomendaciones .....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55
ANEXOS.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Ejemplo de sostenimiento pasivo en minería subterránea horizontal .....	9
Figura 2: Ubicación Minera Aurífera Retamas S.A. – Unidad Minera San Andrés .....	19
Figura 3: Forma de desate de rocas para minería subterránea.....	29
Figura 4: Sostenimiento con pernos en labores subterráneas .....	29
Figura 5: Pala Atlas Copco usadas para la limpieza de frentes de galería .....	31

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 1: Pizarra de control de ventilación de la Cámara I, nivel 3175 Marsa .....	8
Fotografía 2: Sostenimiento de labor horizontal con perno más malla electrosoldada en la Cámara I nivel 3175 Marsa. ....	10
Fotografía 3: Sostenimiento con cuadros de madera en la Cámara I, nivel 3175 Marsa. ...	11
Fotografía 4: Sostenimiento con shotcrete en labores horizontales en la cámara I, nivel 3175 Marsa. ....	12
Fotografía 5: Tablas de IPERC y de control de gases usadas por el personal de MARSAS.28	
Fotografía 6: Uso de mangas de ventilación de labores horizontales.....	28
Fotografía 7: Sostenimiento de Crucero con perno Split set más malla en la Cámara I; nivel 3175 Marsa .....	30
Fotografía 8: Uso de carros U 35 para limpieza de carga de material fragmentado ya sea mineral o desmonte.....	31
Fotografía 9: Perforación con máquina jackleg en galería del nivel 3175 Marsa .....	32
Fotografía 10: Frente cargado en la Cámara 1 – nivel 3175 MARSAS .....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de variables .....	23
Tabla 2: Tabla modelo para recolección de datos en campo .....	24
Tabla 3: Distribución de tiempos y actividades en la Cámara 1 .....	35
Tabla 4: Duración promedio de actividades del turno noche – Cámara 1 .....	36
Tabla 5: Duración promedio de actividades del turno día – Cámara 1 .....	37
Tabla 6: Duración promedio del traslado de personal en la Cámara 1 .....	38
Tabla 7: Duración promedio de charlas y/o capacitaciones en la Cámara 1 .....	38
Tabla 8: Duración promedio del traslado de materiales en la Cámara 1 .....	39
Tabla 9: Duración promedio de actividades del trabajo efectivo en la Cámara 1 .....	39
Tabla 10: Duración promedio de actividades no productivas en la Cámara 1 .....	40
Tabla 11: Materiales trasladados en la Cámara 1 .....	40
Tabla 12: Tiempo promedio de perforación de taladros en labores de la Cámara 1 .....	41
Tabla 13: Sobrerotura en las labores (Chimeneas) de la Cámara 1 .....	41
Tabla 14: Cantidad de tareas no realizadas en la Cámara 1 .....	42
Tabla 15: Duración de traslado de personal en la Cámara 1 .....	46
Tabla 16: Comparativo de tiempos entre MARSA - PODEROSA .....	51
Tabla 17. Tabla de duración de actividades.....	57
Tabla 18.Tabla de duración de actividades no productivas.....	57
Tabla 19. Tabla sobre tiempos en traslado de puntales .....	58
Tabla 20. Tabla de tiempo de duración de reparto de guardia y charla de seguridad.....	58

## LISTA DE ABREVIACIONES

PETS	: Procedimiento escrito de trabajo seguro
min	: minutos
IPERC	: Identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control
NV	: Nivel
Wer	: Winche eléctrico de rastrillaje
ALFA	: Contrata minera
MEM	: Ministerio de energía de minas
RMR	: Resistencia de Matriz Rocosa
mm	: milímetros
m	: metros
cm	: centímetros
Epp	: Equipo de protección personal
DS	: Decreto supremo
EM	: Energía y minas
ppm	: partículas por millón
msnm	: metros sobre nivel del mar
SA	: Sociedad Anónima
UTM	: Sistema de coordenadas(Universal Transverse Mercator)
Km	: Kilómetros
Aprox	: Aproximado
Tn	: Toneladas
U35	: modelo carro minero
Pm	: hora nocturna
Long	: longitud
Unid	: unidades
Perf	: perforación
glb	: global
pza	: pieza

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolla en la compañía minera Aurífera Retamas S.A. ubicada en el anexo Llacuabamba, distrito de Parcoy, provincia de Patate, región de la Libertad; teniendo como objetivo encontrar la distribución de tiempos en el ciclo de minado de la cámara 1 -nivel 3175 así como determinar la distribución del trabajo efectivo por guardia en el ciclo de minado y determinar los tiempos no productivos que se generan en el ciclo de minado y de esta manera establecer alternativas de distribución de tiempo para incrementar el trabajo efectivo. El control de tiempos para este estudio lo tomamos desde el ingreso por bocamina, teniendo la distribución del tiempo de la siguiente forma: traslado a labor, charla de seguridad, capacitaciones, traslado de materiales descanso, trabajo efectivo, trabajo no productivo, los cuales se podrán analizar con la ayuda del software Microsoft Excel, utilizando diagramas de barras, diagramas circulares. Decimos que el control de la distribución de tiempo en minería es de mucha importancia y nos ayuda a obtener resultados que benefician a la empresa dando mayor utilidad. Los resultados obtenidos nos detallan que debemos ejecutar una perforación y voladura controlada, la cual nos ayudara en la disminución de tiempos no productivos, además se tiene que proporcionar al personal los equipos y materiales necesarios en el momento oportuno en su labor para que puedan realizar su trabajo sin ninguna restricción, también no podemos dejar de lado el tener presente que se debe ejecutar una buena supervisión con capacidad de liderazgo para poder guiar en los momentos complicados en la labor.

**PALABRAS CLAVES:** Distribución de tiempos, trabajo efectivo, trabajo no productivo, bocamina, guardia, ciclo de minado.

## **ABSTRACT**

The present investigation is carried out in the mining company Aurífera Retamas S.A. located in the Llacuabamba annex, Parcoy district, Pataz province, La Libertad region; having as objective to find the distribution of times in the mining cycle of chamber 1 -level 3175 as well as to determine the distribution of the effective work per guard in the mining cycle and to determine the non-productive times that are generated in the mining cycle and In this way, establish alternatives for the distribution of time to increase effective work. The time control for this study is taken from the entrance through the mine entrance, having the distribution of time as follows: transfer to work, safety talk, training, transfer of materials, rest, effective work, non-productive work, which are They will be able to analyze with the help of Microsoft Excel software, using bar charts, circular charts. We say that the control of the distribution of time in mining is very important and helps us to obtain results that benefit the company, giving greater utility. The results obtained show us that we must carry out controlled drilling and blasting, which will help us reduce non-productive times, in addition, the personnel must be provided with the necessary equipment and materials at the appropriate time in their work so that they can carry out their work. work without any restrictions, we also cannot ignore keeping in mind that good supervision with leadership capacity must be carried out to be able to guide in difficult moments in the work.

**KEY WORDS:** Time distribution, effective work, non-productive work, mine entrance, guard, mining cycle.

# **CAPÍTULO I**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En general, en la actualidad las industrias y/o empresas están pasando por un momento complicado en relación con beneficio neto; razón por la cual se está buscando por todas las aristas mejorar u optimizar cada parte que involucra sus procesos; la industria minera no es ajena a este golpe económico mundial agravado por la crisis del covid -19.

La Cámara 1 agrupa a un conjunto de labores que se encuentran en el nivel 3175 (generalmente labores lineales) y que es minado por Minera Aurífera Retamas SA. (MARSA); se encuentra ubicado en el distrito de Parcoy y región de La Libertad. Aquí se evidencia una deficiente distribución de tiempos en las actividades de interior mina; además: “Para mejorar algo, se debe medir” y es exactamente lo primero que debe hacerse si se busca mejorar cualquier aspecto en las actividades de la minería.

### **FORMULACION DEL PROBLEMA**

Frente a esta situación se plantea la pregunta: ¿Cuál es la distribución de tiempos en el ciclo de minado de la Cámara 1 – nivel 3175 MARSA en el año 2021? Ante la cual se presenta la siguiente hipótesis: Los tiempos que se designan al ciclo de minado son relativos, puesto que pueden tener pequeñas variaciones. La distribución de tiempos del ciclo de minado de la Cámara 1 – NV 3175 MARSA en el año 2021 comprende a: traslado a labor, charlas y/o capacitaciones, traslado de materiales, actividades no productivas y trabajo efectivo.

Este trabajo de investigación se realizó en las labores lineales de la Cámara 1 que se encuentran en el nivel 3175 y que es minado por Minera Aurífera Retamas SA. (MARSA); en el distrito de Parcoy, región de La Libertad. La investigación es científica cuantitativa y de diseño no experimental transversal.

El estudio tiene como propósito conseguir una mejor gestión del tiempo, como es sabido, permite realizar más con menos esfuerzo; en minería significa por ejemplo incrementar el tiempo de trabajo efectivo que a la vez va a permitir cumplir con las actividades programadas

en la guardia sin necesidad de apresuramiento u obviando ciertos pasos establecidos de los procedimientos de trabajo seguro. Es así, que en este estudio se ha medido la distribución de tiempos para, analizarlos y establecer propuestas que consigan mejorar y/o aumentar el tiempo de trabajo efectivo por parte del personal (maestros, ayudantes y peones), guiados siempre por los supervisores encargados de cada guardia.

### **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general de esta investigación es encontrar la distribución de tiempos en el ciclo de minado de la Cámara 1 – nivel 3175 MARSА en el año 2021.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Y los objetivos específicos son:

- Determinar la distribución del tiempo de trabajo efectivo por guardia en el ciclo de minado.
- Determinar los tiempos no productivos que se generan en la distribución del tiempo en el ciclo de minado y establecer alternativas de distribución del tiempo en el ciclo de minado para incrementar el tiempo de trabajo efectivo de la Cámara 1 – NV 3175 MARSА en el año 2021.

### **DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LOS CAPÍTULOS**

El capítulo I consta del planteamiento, formulación del problema, hipótesis, justificación, delimitación y los objetivos de la investigación. El capítulo II plasma el marco teórico con los antecedentes teóricos de la investigación, bases teóricas en las cuales se ha fundamentado la investigación y definición de términos básicos. En el capítulo III se presenta el detalle de los materiales, ubicación geográfica de la zona de estudio, el procedimiento a seguir, análisis de datos obtenidos en campo, se describe las actividades que se desarrollan en el ciclo de minado. En el capítulo IV se realiza el análisis y discusión de resultados y se contrasta con la hipótesis; finalmente en el capítulo V se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio de investigación.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes teóricos de la investigación

APRIMIN (2017). Realiza un estudio titulado “Propuestas de Mejoramiento de Productividad en la Minería” concluyendo que, en resumen, se entiende que se dispone para trabajar solamente de un 48% del tiempo de la jornada laboral, mientras que el 52% se dedica a otras actividades no productivas. Para las jornadas laborales más cortas (8 hrs.), el tiempo no utilizado en producción es mucho mayor porcentualmente, debido a que el tiempo que se dedica a las actividades no productivas no cambia en relación con la duración de la jornada. Las actividades no productivas a las que se destina más tiempo durante la jornada son las siguientes: 1. Almuerzo y traslados. 2. Proceso de solicitud de equipo a operaciones (incluye permisos de trabajo). 3. Tiempo de descanso. 4. Asignación de trabajo y retiro de herramientas. 5. Cambios de ropa y salidas.

Bernaola (2012). En su estudio titulado “Gestión de productividad total en empresas de minería subterránea” afirma que en la actividad minera subterránea las pérdidas en la mano de obra más comunes son: Pérdida de tiempo por falta de control como: Espera de instrucciones o cambios de turno demasiados prolongados, traslado a labores mineras al inicio y final de turno, salida y retorno para refrigerio, falta de servicios instalados oportunamente, problemas de ventilación, inoperatividad de los equipos, procesos y métodos deficientes, desplazamientos innecesarios, herramientas defectuosas, etc. Es importante tener claro sobre la productividad de nuestros colaboradores y optimizar estas pérdidas de tiempo que por mínimo que sean a lo largo del periodo suman y significan pérdidas considerables afectando a la productividad.

Vega (2019). En su tesis de pregrado titulada “Incremento de la productividad en el tonelaje movido mediante la aplicación de la mejora de métodos en una empresa minera” referente al trabajo no efectivo y/o improductivo; concluye que pudieron identificarse las distintas fuentes de tiempos improductivos en el área de operaciones de la empresa minera, las principales son: Falla de equipos, problemas con neumáticos, fallas en los sistemas de

medición, cansancio por operación de equipos, falta de compromiso de los colaboradores, demoras en el cambio de guardia y procedimientos no documentados. Luego de una evaluación se decidió enfocar la mejora en la demora en los cambios.

Paasaca (2019). Elabora su tesis de pregrado titulada “Parámetros importantes a considerar en la elaboración de precios unitarios de la actividad minera” analiza el rendimiento que está en función del tiempo total de trabajo efectivo concluyendo que; el Precio Unitario aumenta si el rendimiento baja, por otro lado el Precio Unitario disminuye si el rendimiento aumenta, y lo que se requiere en Corporación minera Ananea S.A. es tener precios unitarios bajos en los cuales se puede obtener mayor utilidad y la empresa minera pueda seguir siendo competitiva, y a su vez pueda controlar la producción en base a los rendimientos.

Arriel, Vela, Rojas (2016). Desarrollan su tesis de maestría “Identificación y Análisis de los Tiempos Improductivos en Equipos de las Principales Actividades Operativas del ciclo de producción de una Mina Subterránea Sublevel Stopping (Tajeo por Subniveles)” donde concluyen: Respecto a las causas de los tiempos inútiles , no se puede permitir pérdidas de tiempo por falta de agua, corte de energía, espera para reparación mecánica, falta de operador, falta de labores y esperas por volquete, estas actividades deberían eliminarse de inmediato con una buena supervisión y planificación adecuada.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Actividad minera**

Sagredo (1974) define a la minería como la explotación a base de pozos, perforaciones y galerías o a cielo abierto, de un mineral. Al hallazgo de minerales útiles preceden, generalmente, análisis geológicos de los estratos rocosos que afloran a la superficie, o de estudios geofísicos del subsuelo, utilizándose procedimientos magnéticos, gravimétricos, eléctricos, sísmicos, geotérmicos o radioactivos, o a base de perforaciones y sondeos exploratorios. Una vez hallado el mineral beneficiable, supuesto que no sea explotable a cielo abierto, se abren pozos y se excavan galerías. En las capas especialmente acuíferas son precisos procedimientos especiales para contención, congelación o extracción del agua

## **2.2.2 Método de explotación**

### **2.2.2.1. Minería subterránea**

Según Cruz (2015). Una mina subterránea es aquella que se desarrolla debajo de la superficie del terreno. Para ello es necesaria la realización de túneles, pozos, chimeneas, galerías, entre otros instrumentos que permitan llegar al mineral.

Un aspecto fundamental para la minería subterránea es la ventilación porque – al dar oxígeno para la respiración, reducir temperaturas, y diluir y remover polvos y gases nocivos – se genera un ambiente laboral seguro y confortable. Según estadísticas del Ministerio de Energía y Minas (MEM), hasta el 2011 se registró 190 concesiones mineras subterráneas y La Libertad era la región que contaba con mayor número de estas concesiones (50), seguida por Arequipa (33) y Lima (23).

Asimismo, hasta aquel entonces, el 38% de las unidades en operación en el país utilizaban el método de explotación subterránea, destacando las minas polimetálicas de Milpo, Atacocha, Volcán, Cobriza, Morococha, Casapalca, Santa Luisa, mina de estaño San Rafael, San Vicente, y las minas de oro Marsa, Horizonte, Poderosa, Orcopampa, entre otras.

La minería subterránea peruana tiene, hoy por hoy, mayores exigencias, que se han visto satisfechas con el avance de la tecnología. Y es que las empresas locales y extranjeras, a fin de convertirse en aliados estratégicos de las mineras, vienen apostando por innovaciones que permitan mejorar la productividad de sus unidades. Cruz (2015).

## **2.2.3 Ciclo de minado subterráneo**

### **2.2.3.1 Exploración**

El inicio de cualquier proyecto minero empieza con la etapa de exploración minera. En esta etapa las empresas contratan a geólogos, ingenieros ambientales y ayudantes de la comunidad para prospeccionar áreas remotas en busca de depósitos minerales.

Los métodos usados para este objetivo son el mapeo y muestreo geológico (de rocas, suelos, sedimentos y agua), los análisis geofísicos y el análisis geoquímico que sirven para identificar depósitos potenciales delimitando anomalías en la corteza.

Posteriormente se analiza si los resultados de las anomalías obtenidas pueden ser rentables para las empresas. Esto se conoce como evaluación económica preliminar. Maldonado (2021)

### **2.2.3.2 Planificación**

Luego que se recopilan datos de mapeo y recursos minerales, y los resultados obtenidos han sido positivos, entonces el proyecto puede continuar con la etapa de diseño y planificación de la mina. Por lo general, esto consiste en estudios para ayudar a las empresas a determinar si un proyecto puede ser seguro, ecológico, económicamente viable y socialmente responsable, y sobre todo cual va a ser la técnica de explotación o extracción minera a usarse según el tipo de yacimiento mineral. Maldonado (2021)

### **2.2.3.3 Preparación**

En esta etapa se construye toda la red de galerías, cámaras para servicios (talleres, almacenamientos de materiales, polvorines, alojamiento de machacadoras, instalaciones para el personal, etc.), rampas, chimeneas, piqueras, etc., necesarias para permitir la posterior preparación de los tajos y poner la mina en producción. Desde éste punto de vista, podrían definirse las galerías como pasos subterráneos que permiten el acceso del personal a los frentes de trabajo, el traslado del mineral hasta la estación del pozo, el transporte del material etc. En las galerías se sitúan las vías o cintas transportadoras para la evacuación del mineral y todo tipo de conducciones, desde cables eléctricos hasta tuberías de aire comprimido. Maldonado (2021)

### **2.2.3.4 Desarrollo**

El desarrollo es necesario para mantener un mínimo de producción de la mina en un momento dado, sin comprometer la marcha regular de la mina por insuficiencia en el desarrollo.

### **2.2.3.5 Explotación**

En esta etapa primeramente se extrae la roca del subsuelo mediante perforación, voladura y limpieza.

#### **A. Perforación**

La perforación en minería subterránea es una de las operaciones más importantes en la minería a partir de un costo y su influencia en el rendimiento de las posteriores

operaciones mineras y por ende en los resultados de la producción minera. Una buena precisión en la perforación permite operaciones de voladura controladas y eficientes.

Existen diversos métodos de perforación de rocas que se diferencian principalmente por el tipo de energía que utilizan. Teniendo en cuenta la importancia de esta operación, es indispensable contar con profesionales especializados en perforación minera que cuenten con criterio y capacidades para su ejecución, así también garantizando la no ocurrencia de accidentes y asegurando la rentabilidad en la actividad minera. (Alejo, 2021)

### ✓ **Perforación Neumática**

Este método se hace empleando una perforadora convencional usando la energía del aire comprimido para la realización de huecos pequeños con los barrenos integrales que tienen una punta de cincel, la cual tritura la roca.

En minería pequeña se usa principalmente el sistema de perforación de rotopercusión la cual emplea la energía neumática, usando una perforadora manual, las barras o varillas, el bit o broca, y el barrido que efectúa la limpieza y evacuación del detrito producido. (Alejo, 2021)

### **B. Voladura**

Es uno de los medios principales de extracción de minerales en las operaciones de minería. El propósito principal de la operación de voladura es la fragmentación de la roca y para esto se requiere de una gran cantidad de explosivos. Los explosivos liberan una gran cantidad de energía durante la explosión, en donde, sólo el 20-30% es utilizada para la ruptura y el desplazamiento de las rocas, mientras que el resto de esta energía es desperdicia en forma de efectos secundarios ambientales (Ghasemi, 2011, como se citó en Díaz, 2012).

### **C. Ventilación**

La ventilación consiste en dotar de aire limpio a las labores mineras, el aire limpio se provee a través de ventiladores instalados en puntos estratégicos que a su vez trasladan el aire por las mangas de ventilación hasta el tope de las labores mineras.

En las chimeneas, además de la ventilación por mangas, se usa la tercera línea; que consiste llevar aire comprimido a través de tubería de polietileno de 1 pulgada de diámetro. (APRIMIN, 2017)

Los límites máximos permisibles en interior mina de acuerdo al DS 024- EM y su modificatoria el DS 023 – EM es el siguiente:

Oxígeno: 19.5%

CO<sub>2</sub>: 5 000 ppm

CO: 25 ppm

Gases nitrosos: 5 ppm

FECHA: 07-09-22	VALOR/DIA	VALOR/NOCHE
LMP		
O <sub>2</sub> = 19,5 %	20.2%	19.6%
CO <sub>2</sub> = 5000 ppm	3200ppm	2400ppm
CO = 25 ppm	0.0ppm	0.0ppm
NO <sub>x</sub> = 5 ppm	0.0ppm	0.0ppm
RESPONSABLE: CRISTIAN C.	LABOR: CHI8995-136	

Fotografía 1: Pizarra de control de ventilación de la Cámara I, nivel 3175 Marsa

#### D. Limpieza

Consiste en evacuar el material roto producto de la voladura. La limpieza de los frentes en minería subterránea se puede realizar con equipo de bajo perfil o con carros mineros sobre rieles. (ISEM, 2021)

#### E. Sostenimiento

El sostenimiento del macizo rocoso es muy importante para las operaciones de la minería subterránea y tunelería, porque permite controlar la exposición de los trabajadores a la caída de rocas, una de las principales causas de accidentes en los interiores del proyecto minero.

El sostenimiento subterráneo requiere de elementos como pernos de roca, mallas, fibras y barras ranuradas de fricción, entre otros, los cuales actúan de manera interdependiente. Por ejemplo, los pernos de anclaje requieren de cartuchos de resina o de cemento que faciliten la fijación a la roca. (ISEM, 2021)

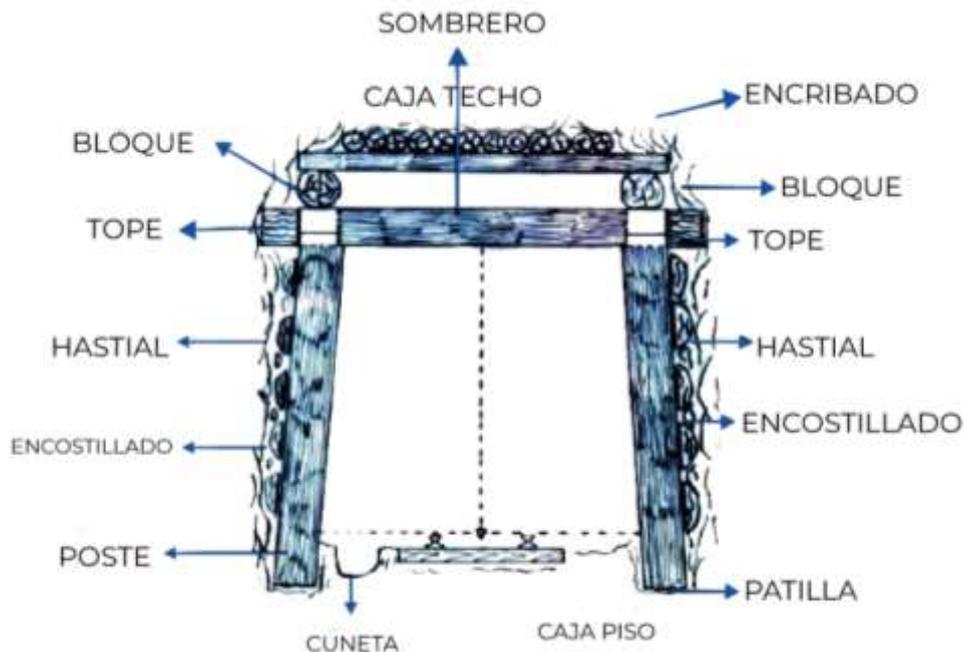


Figura 1: Ejemplo de sostenimiento pasivo en minería subterránea horizontal

El sostenimiento Pasivo, es el de “soporte”, este no ejerce esfuerzos sobre el macizo rocoso, desarrollando su capacidad resistente a medida que la roca se deforma; mientras que el sostenimiento activo, o de “refuerzo”, si ejerce esfuerzos predeterminados al macizo rocoso, asimilando presiones ocasionadas por el terreno. (Barrios, 2010)

#### ✓ **Sostenimiento con perno y malla electrosoldada**

El sostenimiento con pernos helicoidales y malla electrosoldada, se usa en calidad de roca regular a regular mala con RMR entre 30 a 50, según la cartilla geomecánica y de acuerdo al mapeo geomecánico diario por labor. (Poderosa, 2018)

Los pernos helicoidales con malla electrosoldada se usan solo en labores de larga duración o permanentes; los pernos helicoidales deben instalarse de manera perpendicular al sistema de fracturamiento principal y se empleará brocas de 32 mm de diámetro para la perforación de los taladros en las que se instalará el perno helicoidal; la longitud de perforación del taladro será 10 cm. menor de la longitud del perno helicoidal a instalar; el diámetro de los pernos helicoidales será de 19 mm., su longitud variará entre 1.20 m. (4pies) y 2.40 m. (8

pies) y uno de los extremos estará biselado con 45°; la platina de acero (placa de sujeción), será de 20 cm x 20 cm x 5 mm de espesor y la tuerca con cabeza esférica para barra helicoidal de 19 mm; el tramo el perno helicoidal que debe sobresalir por fuera de la roca, para realizar el ajuste debe ser máximo de 10 a 15 cm., por deformación de superficie del macizo rocoso.

La dimensión del cartucho de resina de fraguado rápido (1 minuto) será 28 mm x 305 mm y del cartucho de cemento de fraguado rápido (8 horas) será de 29 mm x 305 mm. EL tiempo de hidratación de los cartuchos de cemento será 5 a 10 minutos; El tiempo de batido debe ser de 15 a 20 segundos a partir de que el perno helicoidal llegue al fondo del taladro.

El traslape entre paños de malla debe conservar una longitud de 30 a 40 cm. La secuencia del sostenimiento es taladro perforado perno helicoidal y malla instalado; La instalación de los elementos de sostenimiento con perno helicoidal y malla, debe ser realizada hasta el tope de la labor. (Poderosa, 2018)



Fotografía 2: Sostenimiento de labor horizontal con perno más malla electrosoldada en la Cámara I nivel 3175 Marsa.

### ✓ **Sostenimiento con cuadros**

Para el sostenimiento con cuadros el terreno debe presentar un RMR < 40; la zona de trabajo debe estar ventilada, regada, desatada e iluminada. El personal (03 mínimo) debe contar con el equipo de protección personal (EPP) completo.

El diámetro mínimo de los maderos a usar en los postes, sombreros será de 8 pulgadas y tirantes será de 6 pulgadas. Estos deben ser rectos, el espaciamiento entre cuadros será determinado por el personal de geomecánica, este podrá ser de 1.0 m a 1.5 m. Los cuadros deben estar alineados y nivelados con la labor, según la línea de gradiente y dirección de la labor; la unión entre el sombrero, poste y tirantes debe ser previo destaje, para que estos elementos puedan encajar unos con otros y trabajar con eficiencia; el primer y último cuadro deben estar anclados a los hastiales o contar con patas de gallo. Su instalación será solo en labores de tipo temporal.

El encribado y el enrejado serán con redondos de 5 a 6 pulgadas, el espaciamiento del enrejado será determinado por el personal de geomecánica. El encribado debe estar al tope de la corona. Cada cuadro debe ser bloqueado, en el encuentro del poste y sombrero, a las cajas, con trozos de puntal del mismo diámetro que la corona. (Heraldos Negros, 2017)



Fotografía 3: Sostenimiento con cuadros de madera en la Cámara I, nivel 3175 Marsa.

### ✓ **Sostenimiento con shotcrete**

El sostenimiento con shotcrete, es determinado de acuerdo al estudio geomecánico de las labores mineras, en calidad de roca mala, con RMR de rango 21a 40; el espesor es de 2 pulgadas (5 cm), 3 pulgadas (7.5 cm) y 4 pulgadas (10 cm), según evaluación geomecánica. Para el control del espesor, se utilizan calibradores de plástico o madera, uno por metro cuadrado y su longitud dependerá del espesor adecuado al terreno a soportar.

Para el lanzado del shotcrete se debe colocar la boquilla de la tobera a una distancia no mayor de 1.50 (m) ni menor de 0.80 (m), con el objeto de evitar el incremento del rebote e iniciar por los hastiales terminando en el techo de la labor. (Poderosa, 2018)



Fotografía 4: Sostenimiento con shotcrete en labores horizontales en la cámara I, nivel 3175 Marsa.

#### **2.2.3.6 Beneficio**

En esta etapa se realiza procesos físicos y químicos para extraer o concentrar las partes valiosas de un agregado de mineral y también para purificar, fundir o refinar minerales. Maldonado (2021)

### **2.2.3.7 Comercialización**

La comercialización de productos minerales es libre interna y externamente y para su ejercicio no se requiere el otorgamiento de una concesión. Maldonado (2021)

### **2.2.3.8 Cierre**

Última etapa de las operaciones mineras consiste en el cierre y la recuperación de la zona minera o donde estuvo ausentado todas las actividades de minería. Una vez que se han agotado las reservas de un sitio minero, se produce el proceso de cierre del sitio, desmantelando todas las instalaciones de la propiedad. Luego se implementa la etapa de recuperación, devolviendo la zona a su estado original.

Un programa de rehabilitación minera integral tiene muchos objetivos claramente establecidos que pueden incluir: garantizar la salud y la seguridad públicas, minimizar los efectos ambientales, eliminación de desechos y materiales peligrosos, preservar la calidad del agua, estabilizar la tierra para protegerla de la erosión, establecer nuevos accidentes geográficos y vegetación. Maldonado (2021)

## **2.2.4 Principales labores mineras**

Las principales labores mineras que se utiliza en minería subterránea son las que se presenta a continuación:

### **2.2.4.1 Túnel**

Labor casi horizontal que comunica subterráneamente a superficie por ambos extremos. Es abierta al extremo de una montaña o una colina para permitir el acceso a un yacimiento mineral. Son desarrollados sobre roca o material estéril. (Cairo, 2015.)

Sus funciones son:

- Vías de comunicación
- Vías de acceso al depósito mineral
- Drenaje o desagüé de minas
- Para el sistema de ventilación. (Cairo, 2015.)

#### **2.2.4.2 Socavón**

Galería principal de una mina, de la cual parten las galerías secundarias. Labor labrada en la ladera de un cerro y que se interna hacia su interior en forma paralela al horizonte. (Cairo, 2015.)

Sus funciones son:

- Vías de comunicación principal
- Como sistema de ventilación.
- Acceso al depósito mineral. (Cairo, 2015.)

#### **2.2.4.3 Galería**

Labor casi horizontal que se desarrolla sobre veta o en alguna de sus cajas, siguiendo el rumbo ó dirección de la veta. Labor horizontal al interior de la mina subterránea para permitir el acceso al yacimiento de mineral. (Cairo, 2015.)

Sus Funciones son:

- Delimitar el block mineralizado.
- Labor de acceso al depósito mineral.
- Acceso para personal, herramientas, materiales, equipos, maquinarias y otros.
- Reconocer la continuidad del yacimiento. (Cairo, 2015.)

#### **2.2.4.4 Cortada**

Viene a ser una labor casi horizontal que se realiza sobre roca y ó material estéril, forma ángulo con la dirección del depósito mineral o galería. Es una labor semejante a la galería. (Cairo, 2015.)

Sus Funciones son:

- La de cortar o atravesar a la zona mineralizada.
- Delimitar la potencia del depósito mineral.
- Dar acceso directo al depósito mineral.
- Como medio de exploración de otros depósitos mineralizados. (Cairo, 2015.)

#### **2.2.4.5 Frente**

Es el lugar donde se explota y extraen los minerales de interés económico. Superficie expuesta por la extracción. Superficie al final de una labor minera (túnel, galería, cruzada, otras).

Su función es:

- Ejecutar las tareas de avance y desarrollo de la mina. (Cairo, 2015)

#### **2.2.4.6 Rampa**

Son Labores Inclinadas desarrolladas sobre roca o material estéril, son de secciones grandes, considerable pendiente (12%) a fin de ganar longitud y altura. La rampa une dos ó más labores horizontales ó niveles de diferentes cotas.

Sus Funciones son:

- Labor de accesos de equipos y maquinarias pesadas sobre llantas a interior Mina desde la superficie o entre los niveles.
- Permite la extracción del mineral por medios rápidos y flexibles con equipos de bajo perfil.
- Permite el acceso de personal, materiales, insumos y herramientas. (Cairo, 2015)

#### **2.2.4.7 Chimenea**

Labor vertical de sección limitada y desarrollada de abajo hacia arriba para unir dos labores horizontales, siguiendo el buzamiento de la veta.

Sus Funciones son:

- Como ducto de ventilación.
- Acceso de personal, materiales, herramientas, insumos a los tajos de explotación.
- Para delimitar y ubicar los blocks mineralizados.
- Van canalizados los cables eléctricos, tuberías de conducción de agua y aire comprimido, tuberías de relleno hidráulico.
- Como camino, izaje y buzones. (Cairo, 2015)

#### **2.2.4.8 Pique**

Excavación vertical de sección limitada y que alcanza importante profundidad uniendo varios niveles. Usada para el acceso y explotación. Labores verticales que se desarrolla de arriba hacia abajo sobre roca o material estéril. Su forma es circular o rectangular dividido en varios compartimientos.

Sus Funciones son:

- Sirve para el acceso de materiales, personal, equipos, herramientas.
- Para la extracción o izaje de mineral.
- Como ducto de ventilación, etc. (Cairo, 2015)

#### **2.2.5 Evaluación y distribución de tiempos**

##### **2.2.5.1 Trabajo efectivo**

Según Visual Time (2021) el tiempo de trabajo efectivo es considerado ese tiempo dentro de la jornada laboral en el que el empleado está realizando sus funciones o se encuentra en su puesto de trabajo. Aunque hay momentos que se consideran laborales, no son así para contabilizar el tiempo de trabajo efectivo.

Algunas situaciones que no son consideradas tiempo de trabajo efectivo son:

- El destinado a la entrada y la salida del puesto de trabajo.
- El momento dedicado a realizar el proceso de fichaje.
- El tiempo de transporte para ir al lugar de trabajo, así como de vuelta al hogar.
- Los utilizados para cambio de indumentaria e higiene personal.
- Pausas para descansos, almuerzos y fumar.

Según Korina Vargas (2021) el trabajo efectivo sirve para medir la productividad, pero también para mejorar el bienestar de las personas.

#### **2.3 Definición de términos básicos**

**Labor minera:** Se denominan labores mineras a los huecos de distintas formas que deben ejecutarse para llegar al criadero o yacimiento, enlazarlo con la superficie, dividirlo en secciones de forma y tamaño racionalizado y normalizado, y arrancar el mineral de una manera ordenada, segura y económica. (Herrera, 2017)

**Planificación:** Concentra la planeación de las actividades a desarrollar, sean de carácter planeado, atrasado (backlog), monitoreado o de emergencia. Existen planificaciones de largo plazo, anuales o superiores, y también las de corto plazo, estas últimas concentran las actividades que se realizarán en los próximos días. (APRIMIN, 2017)

**Programación:** Corresponde al dimensionamiento de los recursos, sean humanos, equipos y herramientas en el tiempo, necesarias para ejecutar las actividades planificadas previamente. (APRIMIN, 2017)

**Tiempo real:** Es aquel tiempo que transcurre en el reloj. (APRIMIN, 2017)

**Tiempo contractual:** Es el tiempo en la jornada laboral por el cual somos contratados y por el cual vamos a recibir una remuneración. (APRIMIN, 2017)

**Tiempo total:** Es el tiempo efectivo sumado con el tiempo no laborable más los tiempos muertos. (APRIMIN, 2017)

**Caleza:** Son carritos mineros diseñados con asientos, que son jalados sobre rieles por locomotoras de 4 ton. (Herrera, 2017)

**Locomotora:** Son maquinarias que van sobre rieles y se utilizan para el acarreo de mineral o desmonte. (Herrera, 2017)

**Distribución de tiempos:** Es gestionar el tiempo de manera que rinda para todas las actividades planificadas. (APRIMIN, 2017)

## **CAPÍTULO III**

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación de la investigación**

##### **3.1.1 Ubicación geográfica**

Minera Aurífera Retamas S.A es una empresa de minería subterránea cuenta con su yacimiento conocido como “Cerro El Gigante” está ubicada a 3900 m.s.n.m. en el “Batolito de Pataz”, que forma parte del complejo geológico del Marañón en el anexo de Llacubamba, distrito de Parcoy, provincia de Pataz, departamento de la región La Libertad; en el flanco oeste de la Cordillera de los Andes. Al este de la ciudad de Trujillo a 388 km. Sus coordenadas UTM son:

- ✓ NORTE 9 108 500
- ✓ ESTE 230 500



Figura 2: Ubicación Minera Aurífera Retamas S.A. – Unidad Minera San Andrés

### **3.1.2 Accesibilidad**

El acceso a la Compañía Minera Aurífera Retamas S.A. es por carretera que parte desde la Ciudad de Trujillo, remonta la Cordillera Occidental de los Andes, cruza el río Marañón ascendiendo por el flanco Occidental de la Cordillera Central.

#### **3.1.2.1 Por carretera:**

Lima-Trujillo 562 Km. Asfaltada

Trujillo-Chirán 34 Km. Asfaltada

Chirán-Chagual 307 Km. Trocha Carrozable

Chagual-Mina 70 Km. Trocha Carrozable

#### **3.1.2.2 Por vía aérea:**

Lima-Pías Aprox. 1:10' Vuelo Chárter

Trujillo-Pías Aprox. 35' Vuelo Chárter

### **3.1.3 Clima y vegetación.**

El clima en la región es el característico del tipo puna en los meses Noviembre- Abril con lluvias y nevadas constantes, cambiando de Mayo- Octubre con heladas y frío durante las noches y en el día el sol, donde la temperatura oscila de 5° -20° centígrados en el día y en las noches de 3 - 10° centígrados, estas dos estaciones son bien marcadas en la zona la mina se encuentra a una cota de 3900 m.s.n.m. con una vegetación típico de la zona que es el ichu y el Queñual y otros arbustos pequeños, los habitantes del lugar son eminentemente dedicada a la minería aurífera. (Berroa, 2016)

### **3.1.4 Flora y fauna.**

La vegetación está íntimamente ligada a la altitud como a la ubicación geográfica del área de estudio. Las especies presentes en el entorno son Ichu, Pastizales, árboles como el Eucalipto.

En cuanto a la preservación de la fauna se ha creado programas de cuidado y protección de muchas especies como por ejemplo la creación de piscigranja para el cultivo y mejoramiento de la trucha. Así mismo se ha capacitado a los pobladores para la crianza de ganado vacuno,

animales auquénidos apreciado por su lana. Actualmente se viene dando capacitación a la población con respecto a la crianza de Cuy, apreciado por su carne bajo en colesterol, así como otras variadas especies. (Berroa, 2016)

### **3.1.5 Fisiografía y topografía.**

La topografía de la zona es bien accidentada que presenta fuertes pendientes de 50° – 60° aproximadamente donde el terreno ha sufrido agentes modeladores, también al mismo tiempo el drenaje está controlada principalmente por la litología y la tectónica. El tectonismo y la erosión fluvial han formado profundos valles que alternan con picos elevados originando desniveles que en la altitud varían entre los 1800-4200 m. s. n. m. (Berroa, 2016)

## **3.2 Metodología de la investigación**

### **3.2.1 Tipo, nivel, diseño y método de la investigación**

#### **3.2.1.1 Tipo de investigación**

La investigación es científica cuantitativa debido a que los datos son números y miden tiempos que se deben analizar a través de métodos estadísticos e interpretados según la hipótesis y de la teoría.

#### **3.2.1.2 Nivel de investigación**

El nivel de investigación es descriptivo explicativo ya que pretende medir, recoger información de manera independiente y explicar el proceso.

#### **3.2.1.3 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es no experimental transversal; ya que se ha analizado la realidad sin manipular las variables y el tiempo no es determinante.

#### **3.2.1.4 Método de la investigación**

Inductivo. Debido a que se basa en la observación de hechos y fenómenos.

#### **3.2.1.5 Población de estudio**

Ciclo de minado en la empresa marsa.

#### **3.2.1.6 Muestra**

Ciclo de minado de la Cámara 1 - Marsa.

#### **7.2.1.7. Unidad de análisis**

16 guardias tanto en el turno día y noches

### **3.2.2 Definición de variables**

#### **3.2.2.1 Variable dependiente**

Distribución de tiempos: Cantidad de minutos que se invierten para concretizar determinada actividad minera.

#### **3.2.2.2 Variable independiente**

Ciclo de minado: Trabajos y/o tareas que realiza el personal en la actividad minera.

Tabla 1 Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	PARÁMETRO
Variable dependiente				
Distribución de tiempos *	Duración de actividades mineras	Cántidad de minutos que se invierten para concretizar determinada actividad minera.	Traslado a labor + charlas y/o capacitaciones + traslado de materiales, actividades no productivas y trabajo efectivo.	min
Variable independiente				
Ciclo de minado**	Trabajo efectivo	Actividades que generan utilidad o beneficio económico.	Inspección del área de trabajo, llenado de IPERC, desatado de rocas, empinado de jackleg, sostenimiento con split set + malla, perforación, carguío de explosivo y limpieza de carga.	Adimensional
	Trabajo no productivo	Actividades que no generan utilidad y/o son necesarias para acondicionar el trabajo efectivo	Traslado a labor, charlas y/o capacitaciones, traslado de materiales, actividades no productivas	Adimensional
* Forma en cómo se reparte el tiempo disponible en el ciclo de minado. ** Trabajos y/o tareas que realiza el personal en la actividad minera.				

### 3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.3.1 Técnicas

En la primera etapa del estudio se hizo una recolección de toda la información existente de las actividades que están involucradas en el ciclo de minado de la Cámara I; nivel 3175 en Marsa, para ello se utilizó la observación directa; además se ha realizado una recopilación documentaria de toda la información existente relacionado a las actividades mineras subterráneas.

#### 3.3.2 Instrumentos, materiales y equipos

- ✓ Laptop: para el procesamiento y análisis de datos e informes.
- ✓ Cámara fotográfica: Para registrar evidencias de campo.
- ✓ Reloj digital, horómetro: para registrar la duración de las actividades mineras.
- ✓ Libreta de campo, lapicero: Para registrar la información obtenida en campo.

Tabla 2: Tabla modelo para recolección de datos en campo

ACTIVIDADES	DURACION PROMEDIO DE ACTIVIDADES(min)									
	31/03/2023		01/04/2023		02/04/2023		03/04/2023		04/04/2023	
	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)
Reparto de guardia y charla de seguridad	16	24	15	24	15	26	16	23	16	24
Espera en Locomotora	7	11	8	12	7	10	9	11	6	11
Ingreso a Camara I	13	14	14	15	13	13	12	14	15	14
Traslado a labor	28	32	29	31	28	33	28	30	27	34
Espera a bodeguero	0	10	0	9	0	12	0	9	0	10
Cambio de ropa	6	7	7	8	7	6	6	7	7	7
Inspeccion de labor e IPERC	18	21	19	23	19	20	17	20	17	21
Primer descanso	25	22	25	22	24	21	26	23	25	22
Segundo descanso	56	40	55	40	56	41	56	39	57	40
Trabajo efectivo	249	260	250	260	249	262	249	258	248	260
Baño	26	24	26	23	25	25	27	24	26	24
Espera para salida	40	15	41	16	39	14	40	15	40	15
Salida de personal	41	36	42	36	40	37	41	35	40	36

### **3.4 Procedimientos**

La investigación se ha dividido en tres etapas (dos de gabinete y una de campo).

#### **3.4.1 Etapa Preliminar de Gabinete**

La etapa preliminar de gabinete se ha centrado en la recopilación y revisión de documentos, informes, artículos que tratan sobre minería subterránea; asimismo se ha tenido en cuenta libros, tesis, informes y artículos relacionados con las actividades involucradas en el ciclo de minado.

#### **3.4.2 Etapa de Campo**

La etapa de campo se ha centrado en la recopilación de datos relacionados con la duración de las actividades del ciclo de minado de la Cámara 1. En un primer periodo se hizo el reconocimiento de la zona de estudio (labores involucradas en el estudio y trayectos que recorre el personal). Posteriormente se llevó a cabo la toma de datos obtenidos en campo (duración de charlas, traslado de personal, perforación de frentes, limpieza de frentes, desatado).

#### **3.4.3 Etapa Final de Gabinete**

La etapa de gabinete es la etapa final de la investigación, aquí se realizó una adecuada selección de los datos obtenidos en campo; estos datos han sido organizados en tablas para su posterior análisis con el software Microsoft Excel.

En esta etapa se realizó también un exhaustivo análisis estadístico descriptivo cuyos resultados obtenidos se cuantificaron y registraron a modo de tablas y mediante gráficos de barras y gráficos circulares logrando así una mejor interpretación de la información resultante en la investigación.

## **3.5 Geología**

### **3.5.1 Geología Regional**

Según Hinostroza (2019) Las características geológicas desarrolladas en la región están ligadas a la evaluación estratigráfica y estructural de la cordillera los andes en su segmento oriental del sector norte del Perú conformado por superposición de tres ciclos: el Precámbrico, Hercínico y Andino. Áreas glaciadas, altiplano y valle constituyen la morfología.

En el Precámbrico se constituye base estratigráfica denominado como “Complejo de Marañón” se compone principalmente de esquistos, filitas y secuencias variadas de rocas metas volcánicas de tobas e ignimbritas, esta secuencia que supera los 2 000 m de espesor, son mejor y mayor apreciadas en los márgenes del río Marañón. En el Paleozoico, sobre el complejo de marañón se ubican rocas volcánicas conocidas bajo el nombre de meta volcánicas a fines del ciclo precámbrico y sobre ella se desarrolló el ciclo Hercínico con una secuencia de turbidíticas de colores oscuros, sobre cientos de metros la que es reconocida como la Formación Contaya del Ordovícico, especialmente se encuentran ubicadas en bordadura externa del Batolito de Pataz (al norte preferentemente en el flanco Oeste y al Sur en los dos flancos) o como secuencias colgadas (desde enclaves a xenolitos) al interior de esta.

### **3.5.2 Geología estructural**

Según el cuadro tectónico descrito por Wilson y Reyes (1967). Como es citado en Hinostroza (2019), para la zona existen tres unidades tectónicas: un área de pliegues, un área imbricada y una zona de bloques fallados; siendo ésta última la que correspondería a nuestra área de estudio. El área de bloques fallados se caracteriza por haber sufrido movimientos predominantemente verticales a lo largo de fallas, que tienen rumbo aproximado NE - SE. Uno de los ejes principales de fallamiento, correspondería al valle del Marañón, donde es común hallar rocas del Complejo Marañón en contacto – fallado con las formaciones mesozoicas. Los desplazamientos verticales producidos por las fallas son generalmente muy considerables. Estos han originado un desnivel de hasta 2 000 m. La estructura general de los bloques muestra un predominio de pliegues anchos y abiertos en los sedimentos del

Paleozoico Superior y Mesozoico, a pesar de que las fallas regionales produjeron cierto desplazamiento horizontal; sus movimientos principales fueron verticales.

### **3.6 Descripción general de la obra**

#### **3.6.1 Cámara 1**

Contratistas Mineros ALFA SA se encuentra trabajando las labores mayormente lineales que se encuentran en el NV 3175. Al conjunto de estas labores se les denomina labores de la Cámara 1. Dentro de las actividades que se realizan para cumplir con los trabajos se pueden mencionar al transporte de personal, charla de seguridad, inspección del área de trabajo, ventilación y desate de rocas fracturadas, sostenimiento, limpieza de carga y finalmente se concluye el ciclo de minado con la perforación y voladura de rocas.

### **3.7 Actividades principales en el ciclo de minado de la Cámara 1**

#### **3.7.1 Traslado de Personal**

El personal que labora en la Cámara 1 debe ser trasladado desde sus respectivos campamentos hasta las labores. Para efecto de este estudio se ha tenido en cuenta solamente el traslado que realiza el personal desde su ingreso por bocamina.

El trayecto a recorrer se divide en dos tramos. El primero se realiza caminando y el segundo tramo se realiza en caleza, que consiste en el transporte del personal en carros acondicionados con asientos y jalados por locomotora sobre rieles.

#### **3.7.2 Inspección del área de trabajo**

La inspección del área de trabajo es el primer paso en el ciclo de minado. El personal lo realiza con minucioso análisis con la finalidad de detectar los peligros existentes y poder minimizarlos y/o eliminarlos. El resultado de la inspección y sus controles son plasmados en la herramienta de gestión llamado IPERC.



Fotografía 5: Tablas de IPERC y de control de gases usadas por el personal de MARSA

### 3.7.3 Ventilación y desate de rocas fracturadas

Antes de iniciar los trabajos de minado, se verifica que se cumpla los estándares para una adecuada ventilación del frente; es decir, la manga de ventilación debe estar como máximo a 15 m del frente en las galerías, cruceros, subniveles, chimeneas. Estas mangas deben dotar de aire fresco en todo momento. Para las chimeneas se considera además de las mangas de ventilación una tercera línea que se debe encontrar a 2 m del tope de la labor.

El desate de rocas fracturadas se realiza teniendo en cuenta el PETS correspondiente, se usan barretillas de aluminio de 4, 6, 8 y 10 pies de longitud, el desate es realizado por el perforista de labor y su ayudante.



Fotografía 6: Uso de mangas de ventilación de labores horizontales

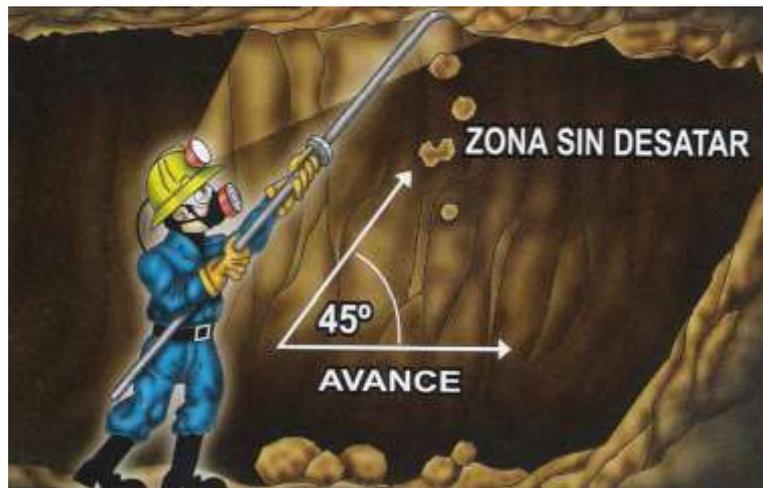


Figura 3: Forma de desate de rocas para minería subterránea

### 3.7.4 Sostenimiento

El sostenimiento de las labores que se engloban en la Cámara 1 se realiza mayormente con shotcrete debido a que la roca se presenta muy fracturada, también son usados para el sostenimiento las mallas electrosoldadas agarradas con pernos llamados split set.

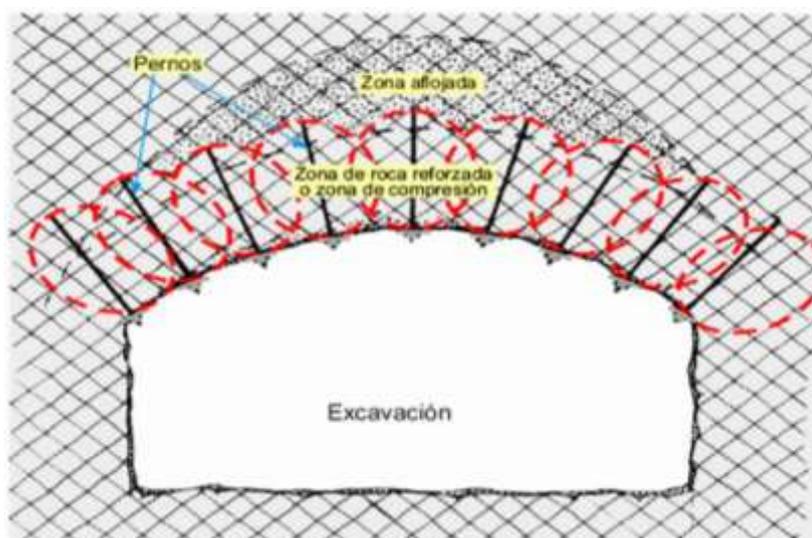


Figura 4: Sostenimiento con pernos en labores subterráneas

Los Split set son pernos de acero ranurado que es introducido a presión y trabajan por fricción en las paredes del taladro; se acomodan a las deformaciones iniciales de la roca, pero son muy sensibles al diámetro del taladro y a sus irregularidades. Su costo varía entre \$ 7 a \$ 10 y su capacidad de soporte es de 1.0 Ton/pie de longitud del perno.

Las mallas electrosoldadas se utilizan para evitar la caída de fragmentos en el área sin influencia de los pernos; puede ser de acero galvanizado fácilmente moldeable a la forma de la excavación, de fierro electrosoldado que presenta mayor rigidez, o de fierro corrugado de 1/4". La abertura de la malla corresponde al tamaño de los fragmentos que se requiera confinar, pudiendo ser de 5.0 x 5.0 cm. hasta 10.0 x 10.0 cm. El espaciado de 5.0 x 5.0 cm. se usa en rocas intensamente fracturadas que se presenta en tajeos donde no se requerirá del Shotcrete. La malla viene en rollos o en planchas. Los rollos tienen 25 m de longitud x 2.40 m de ancho y las planchas usualmente tienen 10.50 m de longitud x 2.40 m de ancho.

Asimismo, los cuadros de madera son usados para el sostenimiento en rocas intensamente fracturadas con RMR pobre a muy pobre.



Fotografía 7: Sostenimiento de Crucero con perno Split set más malla en la Cámara I; nivel 3175 Marsa

### **3.7.5 Limpieza del frente**

Para la limpieza de la carga de los frentes se usan palas neumáticas de atlas copco y carros u 35 que son arrastrados sobre rieles por locomotoras de 4 tn hacia los echaderos de desmonte o mineral según corresponda. En los subniveles y chimeneas se hacen uso de los WER (winche eléctrico de rastrillaje) para la limpieza con la finalidad de dar una mayor versatilidad a la operación, la carga es arrastrada hasta las tolvas para luego ser evacuada en los carros mineros u 35 hacia los echaderos de desmonte o de mineral.



Fotografía 8: Uso de carros U 35 para limpieza de carga de material fragmentado ya sea mineral o desmonte



Figura 5: Pala Atlas Copco usadas para la limpieza de frentes de galería

### 3.7.6 Perforación y voladura

La perforación se realiza con máquinas jackleg y brocas de 36 mm de diámetro. La energía usada para esta actividad es aire comprimido (neumática). El maestro perforista prepara su frente para la perforación sacando punto de dirección y gradiente en las labores que lo requieran, además pinta su malla según el tipo de roca.



Fotografía 9: Perforación con máquina jackleg en galería del nivel 3175 Marsa

Para la voladura de rocas se usan como explosivo el emulex y emulnor de 1000, 3000 y 5000; aunque se está probando el emulnor 500 para voladura controlada. Se aplica voladura controlada con carga desacoplada y taladros de alivio en la corona con la finalidad de mantener la sección estandarizada y evitar problemas de sobrerotura.



Fotografía 10: Frente cargado en la Cámara 1 – nivel 3175 MARSA

### **3.8 Seguimiento a las actividades de la Cámara 1**

#### **3.8.1 Distribución de actividades.**

El trabajo en minería para concretizarse se divide en diversas actividades que son realizadas por el personal encargado; estas actividades a la vez se pueden fraccionar en grupos más pequeños a los cuales llamaremos tareas específicas.

Generalmente en el trabajo de minería subterránea, a las actividades se consideran desde que el personal hace su ingreso por la bocamina hasta su salida por el mismo punto al finalizar la guardia. Cabe mencionar que las actividades no solamente contribuyen al trabajo efectivo, sino también están involucradas en el traslado de personal, descanso del personal, esperas y/o tiempos muertos.

En la tabla 3 se describen las actividades y las tareas correspondientes que se desempeñan en la Cámara 1 del nivel 3175 en MARSA.

El personal da inicio a las actividades mineras con el traslado a la labor; este traslado se divide en dos partes; siendo la primera el ingreso desde bocamina hasta la cámara 1 (lugar en donde se realiza las charlas y/o capacitaciones).

Después de recibir las charlas y/o capacitaciones correspondientes para cada guardia; el supervisor procede a dar la orden de trabajo y el personal se dirige hacia la bodega del NV 3175, este traslado se realiza en la caleza (que consiste en el transporte en carros acondicionados sobre rieles). En la bodega se recoge los materiales y herramientas que se van a usar durante el trabajo de la guardia y finalmente se dirigen a la labor designada.

Estando el personal en la labor realiza la inspección del área de trabajo y lo registra en el formato de IPERC; además de llenar todas las herramientas de gestión designadas. Verifica la ventilación y se dispone a tomar un descanso (actividad no productiva).

Enseguida el personal se dispone a ventilar su labor ya sea con el uso de mangas o tercera línea en caso de chimeneas. Después de ventilar se procede con el desate de rocas haciendo uso de barretillas adecuadas (de acuerdo a la sección de la labor) generalmente de 4, 6, 8 y 10 pies de longitud.

Para la limpieza en labores horizontales el personal hace uso de palas y carros u 35, en chimeneas la limpieza se realiza con winche de arrastre o por gravedad. En el sostenimiento se hace uso de madera, pernos, malla o shotcrete según la evaluación geomecánica de la labor. Los materiales de sostenimiento son proporcionados por un grupo de trabajadores que se les llama cuadrilla de servicios; los materiales se abastecen a cada una de las labores en operación.

La perforación de los frentes se realiza con máquinas jackleg las cuales usan aire comprimido como energía y se carga con explosivo generalmente emulnor de 3000, 1000 y 500, además del exadit 45, realizando siempre voladura controlada.

Tabla 3: Distribución de tiempos y actividades en la Cámara 1

<b>DISTRIBUCIÓN DE ACTIVIDADES Y TAREAS</b>	
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TAREAS</b>
Traslado a labor	Bocamina – Cámara 1 Cámara 1 – Bodega NV 3175 Bodega NV 3175 – Labor
Charlas y/o capacitaciones	Capacitación Charla de seguridad + reparto de guardia
Traslado de materiales	Traslado de puntales y/o tablas a labor Traslado de explosivo
Actividades no productivas	Cámara 1 – Salida locomotora Fin de trabajo – Salida de labor Descanso Otras paradas y/o tiempos muertos
Trabajo efectivo	Inspección del área de trabajo + llenado de IPERC Desatado de rocas Empatado de jackleg Picado de patilla piso Preparación de puntal Posicionamiento de puntal Sostenimiento con Split set + malla Perforación Carguío de explosivo Limpieza Shotcrete

### 3.8.2 Duración de actividades.

Es la cantidad de tiempo que el personal hace uso para cada una de las actividades. El tiempo contractual de permanencia en interior mina en el turno día es de 561 minutos y en el turno noche es de 546 minutos.

La duración promedio por guardia de cada una de las actividades en interior mina se presentan en la tabla 4 y tabla 5.

Tabla 4: Duración promedio de actividades del turno noche – Cámara 1

<b>DURACIÓN PROMEDIO DE ACTIVIDADES</b>		
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
Reparto de guardia y Charla de seguridad	24	min
Espera en Locomotora	11	min
Ingreso a Cámara 1	14	min
Traslado a labor	32	min
Espera a bodeguero	10	min
Cambio de ropa	7	min
Inspección de labor e IPERC	21	min
Primer descanso	22	min
Segundo descanso	40	min
Trabajo efectivo	260	min
Baño	24	min
Espera para salida	15	min
Salida de personal	36	min
<b>TOTAL</b>	<b>516</b>	<b>min</b>

Tabla 5: Duración promedio de actividades del turno día – Cámara 1

<b>DURACIÓN PROMEDIO DE ACTIVIDADES</b>		
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
Reparto de guardia y Charla de seg.	16	min
Espera en Locomotora	7	min
Ingreso a Cámara 1	13	min
Traslado a labor	28	min
Espera a bodeguero	0	min
Cambio de ropa	6	min
Inspección de labor e IPERC	18	min
Primer descanso	25	min
Segundo descanso (Refrigerio)	56	min
Trabajo efectivo	249	min
Baño	26	min
Espera para salida	40	min
Salida de personal	41	min
<b>TOTAL</b>	<b>525</b>	<b>min</b>

### **3.8.3 Duración de las actividades en traslado de personal.**

El traslado del personal involucra el ingreso desde bocamina a la Cámara 1 y desde este punto hacia la labor, pasando por la bodega del nivel 3175 y viceversa.

En la tabla 6 se presenta en resumen la duración promedio de las actividades en el traslado de personal de las labores de la Cámara 1.

Tabla 6: Duración promedio del traslado de personal en la Cámara 1

<b>TRASLADO DE PERSONAL</b>	<b>MEDIO</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
Bocamina – Cámara 1	caminata	14	min
Cámara 1 – Bodega NV 3175	caleza	17	min
Bodega NV 3175 - Labor	caleza	12	min
Labor – Cámara 1	caleza	30	min
Cámara 1 - Bocamina	caminata	9	min

### 3.8.4 Duración de las actividades en charlas y/o capacitaciones.

Las charlas y/o capacitaciones se imparte al personal en la sala de la Cámara 1 y antes de iniciar con los trabajos programados en la guardia. Su finalidad es adiestrar al personal en la manera correcta de trabajar, dotar de conocimientos relacionados con la minería subterránea, concientizar sobre seguridad en el trabajo.

Parte de este tiempo se utiliza también para que los supervisores realicen el reparto de guardia, que son las tareas que se debe desarrollar en cada labor y con un determinado personal.

Tabla 7: Duración promedio de charlas y/o capacitaciones en la Cámara 1

<b>CHARLAS Y/O CAPACITACIONES</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
Capacitación (INCENTIVOS)	55	min
Charla de seguridad + reparto de guardia	20	min

### 3.8.5 Duración de las actividades en traslado de equipos y/o materiales.

Tabla 8: Duración promedio del traslado de materiales en la Cámara 1

<b>TRASLADO DE EQUIPOS/MATERIALES</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
Traslado de puntales (Labores cercanas – labor)	33	min
Traslado de explosivo	4	min

### 3.8.6 Duración de las actividades en trabajo efectivo.

Tabla 9: Duración promedio de actividades del trabajo efectivo en la Cámara 1

<b>TRABAJO EFECTIVO</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
Inspección del área de trabajo + llenado de IPERC	20	min
Desatado de rocas	62	min
Empatado de jackleg	34	min
Picado de patilla piso	16	min
Preparación de puntal	10	min
Traslado de puntal (Nivel – Labor)	12	min
Posicionamiento de puntal	11	min
Sostenimiento (Split set + 1 malla)	47	min
Perforación	57	min
Carguío de explosivo	18	min
Limpieza (winche)	32	min

### 3.8.7 Duración de actividades no productivas.

El tiempo que el personal se encuentra en interior mina no es usado en su totalidad como tiempo productivo, existen ciertos periodos en los cuales el personal no realiza actividades que generen valor alguno, estas actividades y su duración se detallan en la tabla 10.

Tabla 10: Duración promedio de actividades no productivas en la Cámara 1

<b>ACTIVIDADES NO PRODUCTIVAS</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
Cámara 1 – Salida locomotora	9	min
Primer descanso	24	min
Segundo descanso (Refrigerio)	48	min
Fin de trabajo – Salida de labor	28	min
Otras paradas y/ tiempos muertos	7	min

### 3.8.8 Materiales trasladados en la Cámara I.

Se considera los puntales que han sido trasladados de una diferente labor a la labor de trabajo (no se considera los puntales que se encuentran en el nivel adyacente a la labor)

Tabla 11: Materiales trasladados en la Cámara 1

<b>MATERIALES/EQUIPOS GUARDIA DÍA</b>			
<b>PUNTALES y/o POSTES</b>	<b>REQUERIDO</b>	<b>TRASLADADO</b>	<b>UNIDAD</b>
3 m	5	2	pza
2.4 m	7	2	pza

### 3.8.9 Tiempo de perforación.

En la tabla 12 se muestran los datos recopilados con respecto a la perforación de taladros.

Tabla 12: Tiempo promedio de perforación de taladros en labores de la Cámara 1

<b>PERFORACIÓN DE TALADROS</b>		
	<b>CANTIDAD</b>	<b>Unidad</b>
LONGITUD PERFORADA	314	pies
TIEMPO	207	min
TIEMPO/LONG. PERF.	0.66	min/pie

### 3.8.10 Sobreroturas en caja techo.

Debido a que la roca en las labores de la Cámara 1 no es competente, después de realizar el desatado de rocas generalmente las labores (Chimeneas) se realizan presentando sobrerotura de rocas en la caja techo. En la Tabla 13 se muestra la relación existente entre la dimensión de la sobrerotura y el espacio sin perforar (espacio comprendido entre el perímetro de la labor y los taladros de la corona)

Tabla 13: Sobrerotura en las labores (Chimeneas) de la Cámara 1

<b>SOBREROTURA EN CHIMENEAS</b>				
	<b>ESPACIO SIN PERFORAR</b>			<b>UNID</b>
	10	30	50	cm
SOBREROTURA	> 80	> 40	< 15	cm

### 3.8.11 Tareas no realizadas.

Tabla 14: Cantidad de tareas no realizadas en la Cámara 1

<b>TAREA</b>	<b>PROGRAMADAS</b>	<b>SIN REALIZAR</b>	<b>UNIDAD</b>
Perforación y Voladura	7	3	glb
Colocado de cuadro	3	2	pza

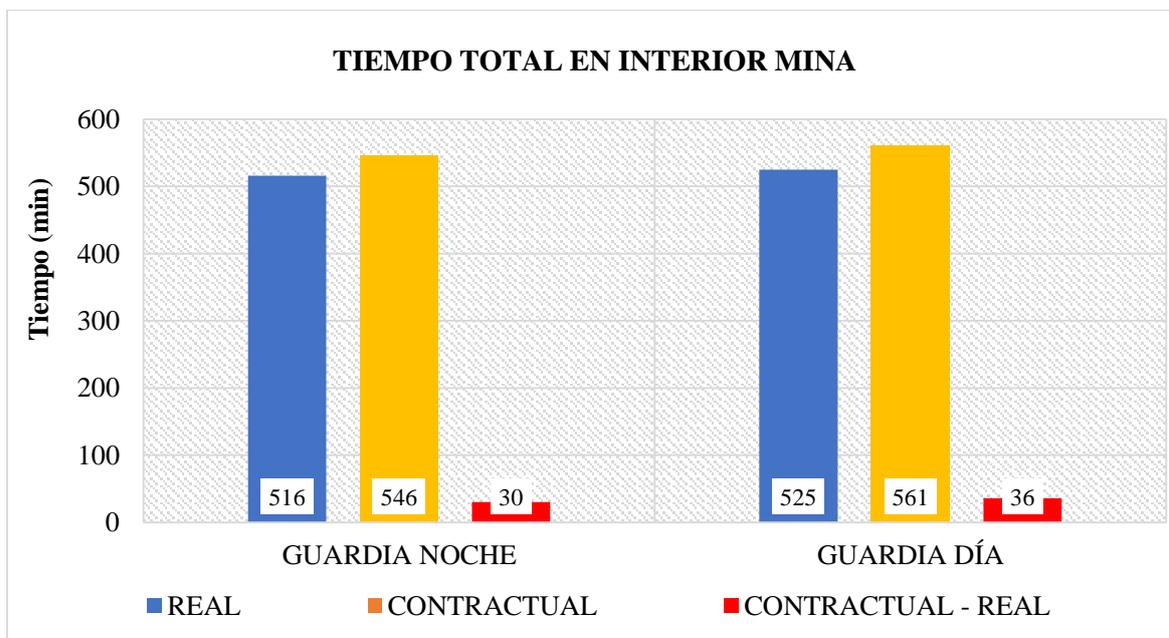
## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de realizar seguimiento a las actividades que se desarrollan en la Cámara 1 para las 2 guardias (guardia noche y guardia día) se han elaborado las tablas 4 y 5 (págs. 36 y 37) que son los promedios, además verificar anexo 1 “Tabla de duración de actividades”, las cuales muestran la duración de actividades y el total de tiempo que el personal se encuentra en interior mina. Al analizar estas dos tablas se presenta la gráfica 1; en esta gráfica se aprecia que para las dos guardias el tiempo real que el personal se encuentra en interior mina se encuentra por debajo del tiempo contractual.

En la guardia noche el tiempo real es de 516 minutos; es decir el personal se encuentra en interior mina 30 minutos menos que el tiempo contractual.

En la guardia día sucede algo similar. El tiempo real es de 525 minutos; unos 36 minutos menos que el tiempo contractual establecido.

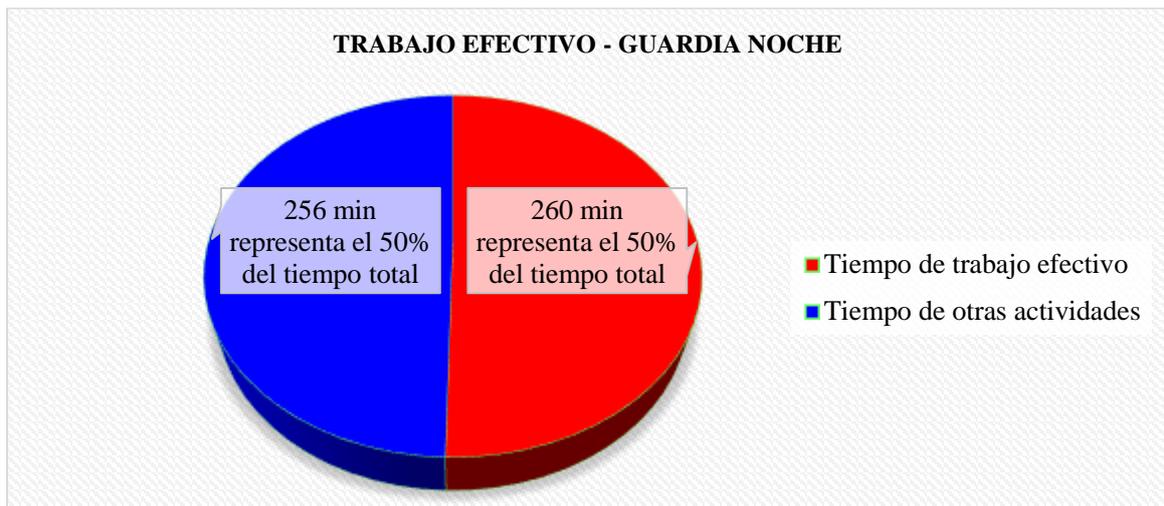


Gráfica 1: Comparativo de duración de actividades por guardia del personal en mina utilizando tablas 4 y 5.

Cabe mencionar que el personal hace su ingreso a interior mina antes del tiempo establecido (11:00 pm y 11:30 am en las guardias noche y día respectivamente) ganando aproximadamente 14 minutos, aun así, el tiempo real está por debajo del contractual. Una alternativa para equilibrar los tiempos es adelantar la hora de ingreso a mina debido a que mover la hora que acostumbra salir el personal por bocamina es más complicado de implementar. La hora de ingreso propuesta es a las 10: 30 pm y 11: 00 am.

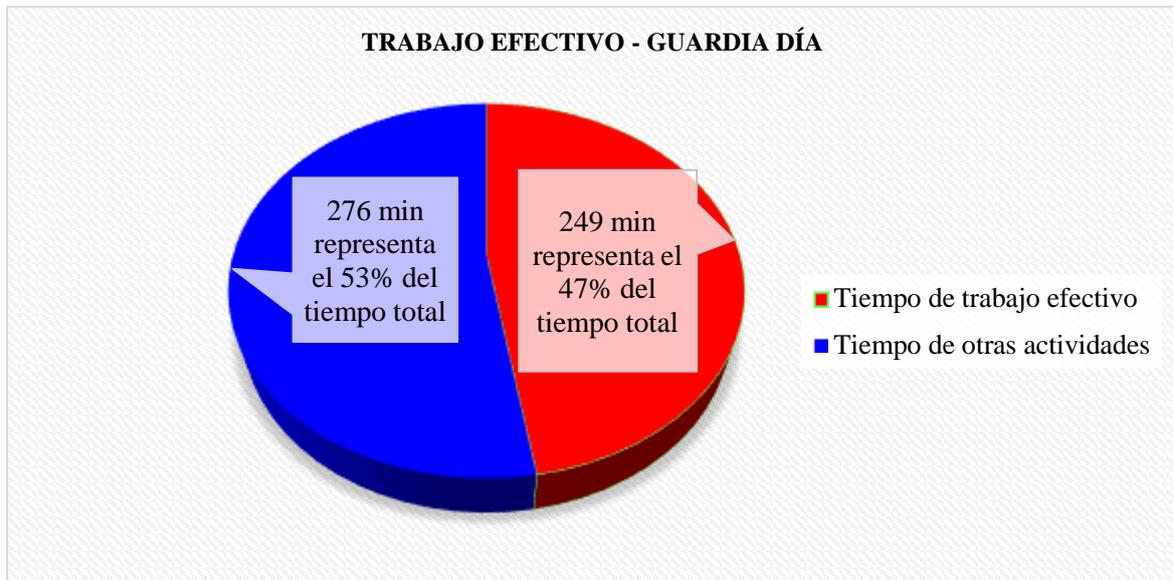
Las tablas 4 y 5(págs. 36 y 37) nos muestra también un dato importante, este dato es la duración del tiempo de trabajo efectivo. En las gráficas 2 y 3 se detalla en términos de porcentaje la duración del trabajo efectivo frente al tiempo total que el personal se encuentra en mina.

La gráfica 2 detalla que el tiempo del trabajo efectivo en la guardia noche (tiempo de actividades con valor económico, no está incluido la inspección de labor e IPERC) es muy similar al tiempo que se invierte en otras actividades; es así que el trabajo efectivo con 260 minutos representa el 50 % del tiempo total en interior mina.



Gráfica 2: Trabajo efectivo en % respecto al tiempo total en mina en la guardia noche

Para analizar el trabajo efectivo en la guardia día se tiene la gráfica 3, la cual muestra que el trabajo efectivo con 249 minutos representa el 47% del tiempo total que el personal está en interior mina.



Gráfica 3: Trabajo efectivo en % respecto al tiempo total en mina en la guardia día

Pese a que en la guardia día se cuenta con más tiempo en interior mina respecto a la guardia noche, las gráficas 2 y 3 muestra que en la guardia día el tiempo de trabajo efectivo es menor que en la guardia noche. Esto es un indicativo de que la guardia día genera mayores tiempos muertos o no productivos los cuales deben disminuirse para incrementar el tiempo de trabajo efectivo.

Con respecto al traslado del personal, la actividad es dividida en dos partes: ingreso y salida.

La salida de la labor del personal hacia bocamina con 39 minutos es menor que el ingreso a la labor con 43 minutos; esta diferencia de tiempo se da debido a la velocidad que establece la locomotora; es decir, en la salida la locomotora recorre el trayecto con mayor velocidad que en el ingreso.

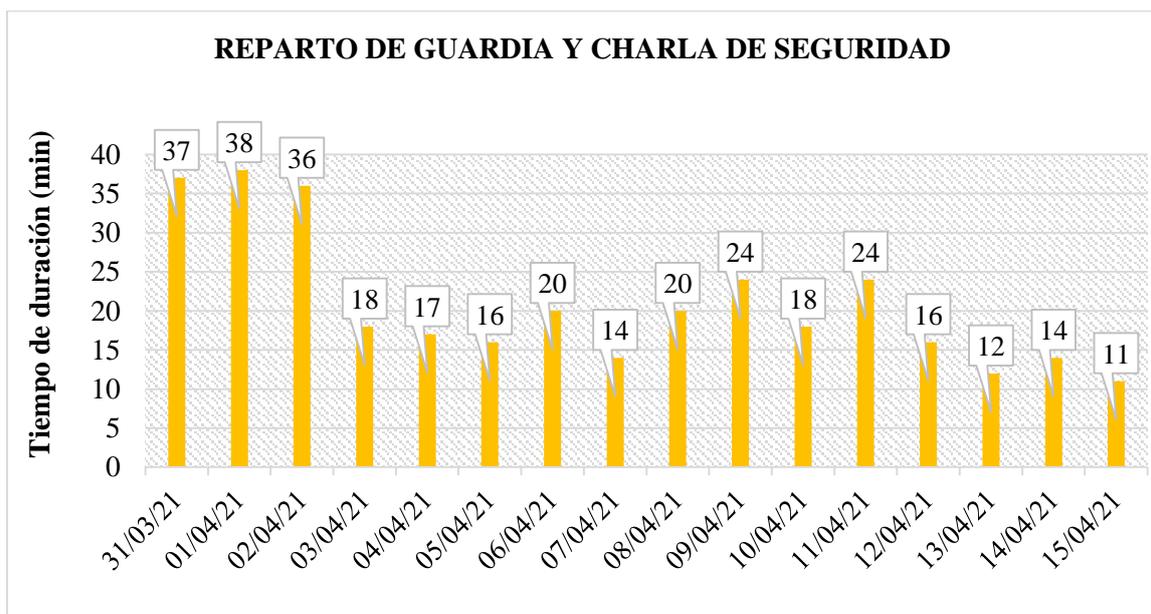
La duración se sintetiza en la tabla 15 que son datos tomados de la tabla 4 y tabla 5 (págs. 36 y 37), también podemos utilizar la tabla del anexo 1 “Tabla de duración de actividades”

Tabla 15: Duración de traslado de personal en la Cámara 1

<b>TRASLADO DE PERSONAL</b>	<b>DURACIÓN</b>
Ingreso a Labor	43
Salida de Labor	39

En la tabla 7 (pág. 38) se tiene que cuando se programa capacitaciones al personal, estas tienen una duración promedio de 55 minutos. El reparto de guardia y la charla de seguridad que es una actividad que se realiza permanentemente tiene una duración promedio de 20 minutos.

Es importante indicar que el reparto de guardia y charla de seguridad ha ido decreciendo en duración; esta disminución en la duración es consecuencia a la disminución del tiempo del primer descanso (se implementó en las primeras guardias de estudio). Verificar tabla de anexo 4 “Tiempo de duración de reparto de guardia y charla de seguridad” de la cual se tomaron los datos para la gráfica 4.

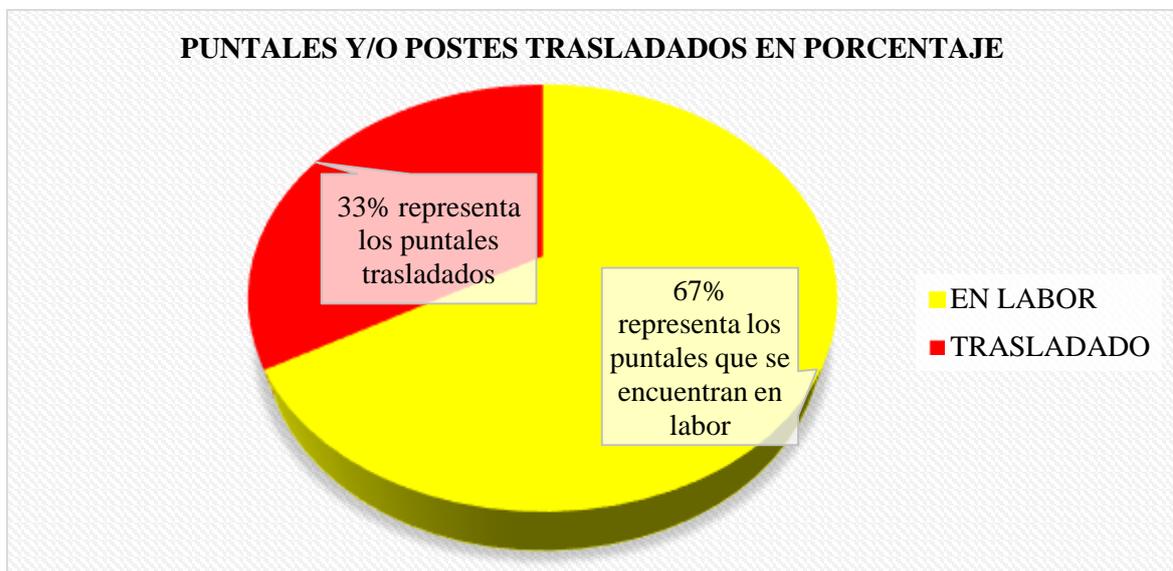


Gráfica 4: Evolución del tiempo de reparto de guardia y charla de seguridad

Para el sostenimiento en chimeneas se utiliza puntales en determinados puntos, esto se debe a sobrerotura de la roca lo que ocasiona que las chimeneas se realzan, obligando de esta manera a colocar puntales que en algunas situaciones pueden rondar los 3 metros. Conseguir puntales con esta longitud a veces es un poco difícil, los puntales que se disponen en las cámaras cerca de las chimeneas generalmente son de longitudes menores a los 2.4 m.

Es así que cuando se necesita un puntal para zonas realzadas se tiene que buscar por labores cercanas, invirtiendo en esta tarea un tiempo promedio de 33 minutos. Este tiempo puede ser destinado a otras actividades de mayor importancia si se tiene una adecuada coordinación por parte de la supervisión con el personal de servicios para dotar de materiales a la labor de trabajo.

La gráfica 5 que es una síntesis de la tabla 11 de materiales trasladados en la cámara I (pág. 40) muestra que los puntales trasladados representan el 33 % del total de puntales requeridos. Ver anexo 3 “Tabla sobre tiempos en traslado de materiales”

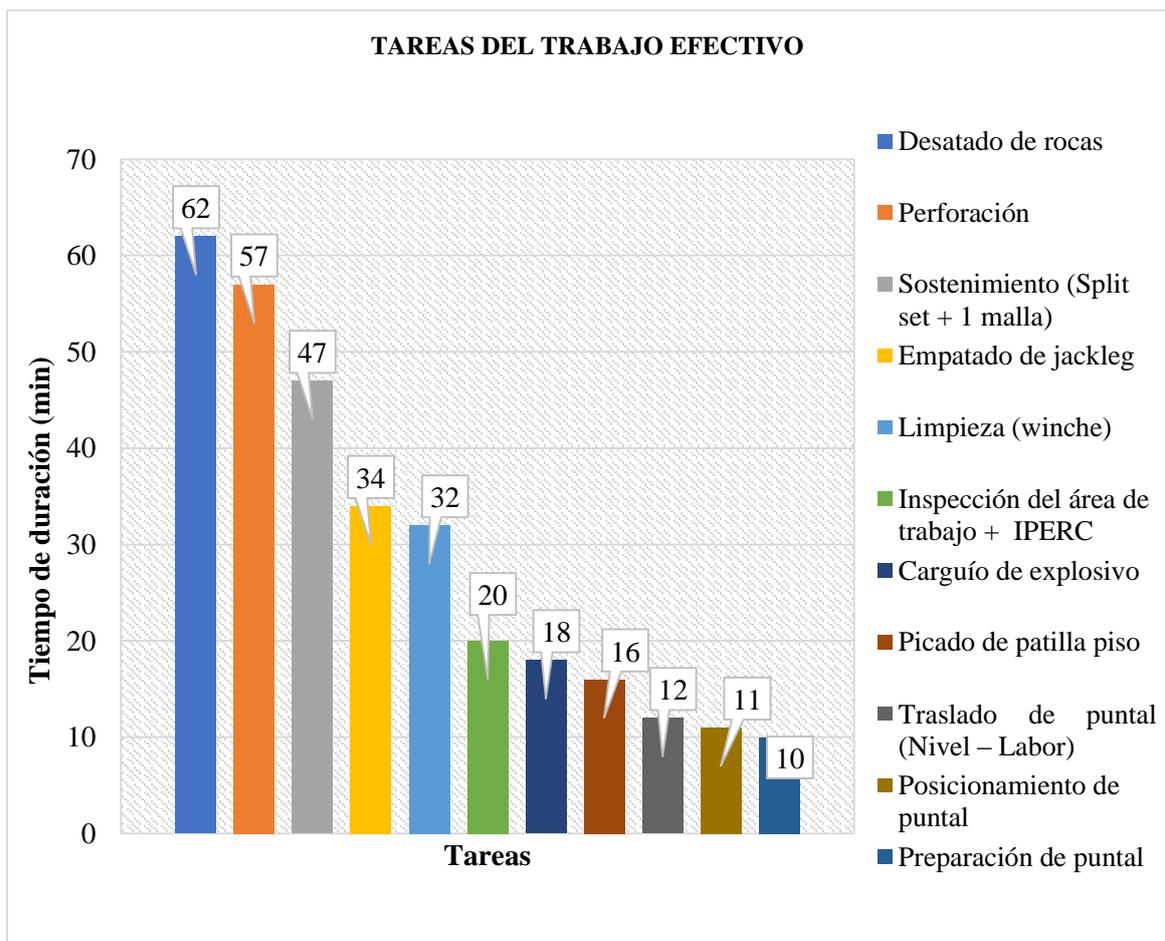


Gráfica 5: Puntales en labor y trasladados

El trabajo efectivo se divide en tareas cuya duración se presentan en la gráfica 6. Ver Anexo 1 “Tabla de duración de actividades”

La tarea del trabajo efectivo que invierte más tiempo en su concretización es el desatado de rocas con 62 minutos; esto ocurre debido al tipo de roca de la Cámara 1, el desatado de rocas es seguido por la perforación del frente y sostenimiento con Split set + malla (1 paño).

Para el colocado de puntal de línea se toma un promedio de 49 minutos, este tiempo resulta de la sumatoria del picado de patilla piso, traslado de puntal (Nivel – Labor), preparación de puntal y posicionamiento de puntal.

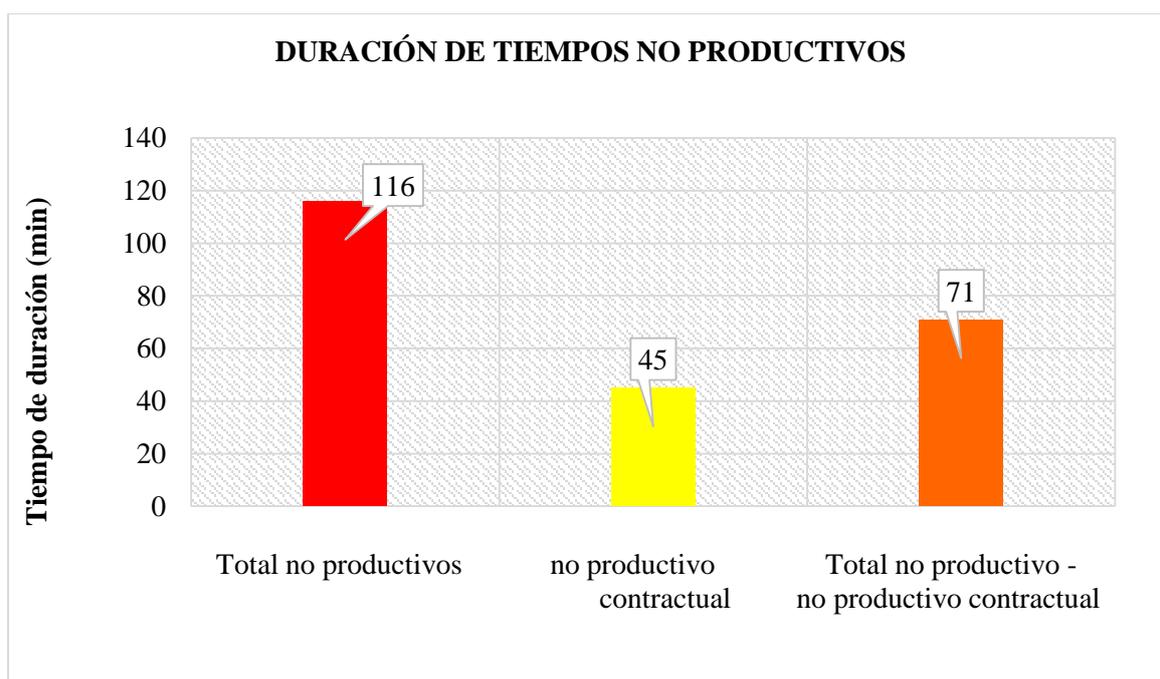


Gráfica 6: Duración de tareas del trabajo efectivo

Para el análisis de los tiempos no productivos se procesa la tabla 10 de duración promedio de las actividades no productivas de la Cámara I (pág. 40), y se realiza un comparativo con el tiempo de refrigerio contractual que es de 45 minutos.

El tiempo no productivo según la gráfica 7 es de 116 minutos en promedio por guardia; este tiempo es muy elevado y es de vital importancia trabajar en su eliminación con la finalidad de convertirlo en tiempos productivos o de trabajo efectivo. En el contractual se establece un tiempo destinado al refrigerio que es de 45 minutos; al descontar este tiempo del total de no productivos resulta que el personal no produce 71 minutos; es decir, 71 minutos el personal no realiza absolutamente nada.

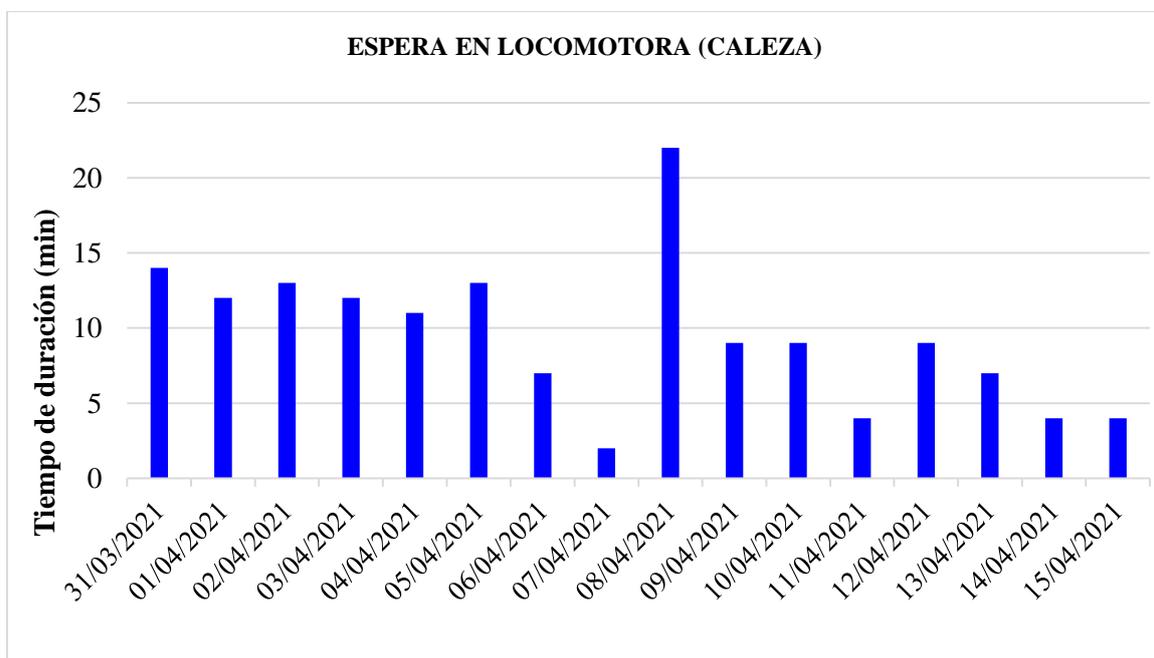
La gráfica 7 detalla los resultados. Ver anexo 2 “Tabla de duración de actividades no productivas”



Gráfica 7: Comparativo de la duración de tiempos no productivos

Entonces para eliminar los tiempos no productivos se debe tener en cuenta el tiempo no productivo que se genera desde el final de trabajo hasta la salida de labor que es de 28 minutos; asimismo se debe eliminar el primer descanso de 24 minutos tiempo en el cual los trabajadores se dedican a chacchar coca.

La espera que se produce en la Cámara 1 para salida de la locomotora se debe a que las calesas no se encuentran completas y/o enganchadas o los motoristas necesitan tiempo para cargar equipos y materiales para las labores; este problema se ha ido corrigiendo gradualmente tal como se muestra en la gráfica 8 debido a la implementación de la reducción del primer descanso; además permite demostrar que el personal se puede adecuar a las disposiciones de la supervisión. Para realizar la gráfica 8 utilizamos Anexo 1 “Tabla de duración de actividades”



Gráfica 8: Duración de espera en locomotora – Cámara 1

El tiempo en mina, trabajo efectivo y tiempo no productivo de la Cámara 1 – MARSА se compara con sus similares del Tajo 6690 – PODEROSA; dando como resultados los que se muestran en la tabla 16.

Este comparativo indica que los tiempos no productivos que se generan en ambas empresas son bastantes similares en cuanto a cantidad; pero si existe una enorme diferencia en el tiempo que el personal está en mina, resultando que el personal de PODEROSA se encuentra

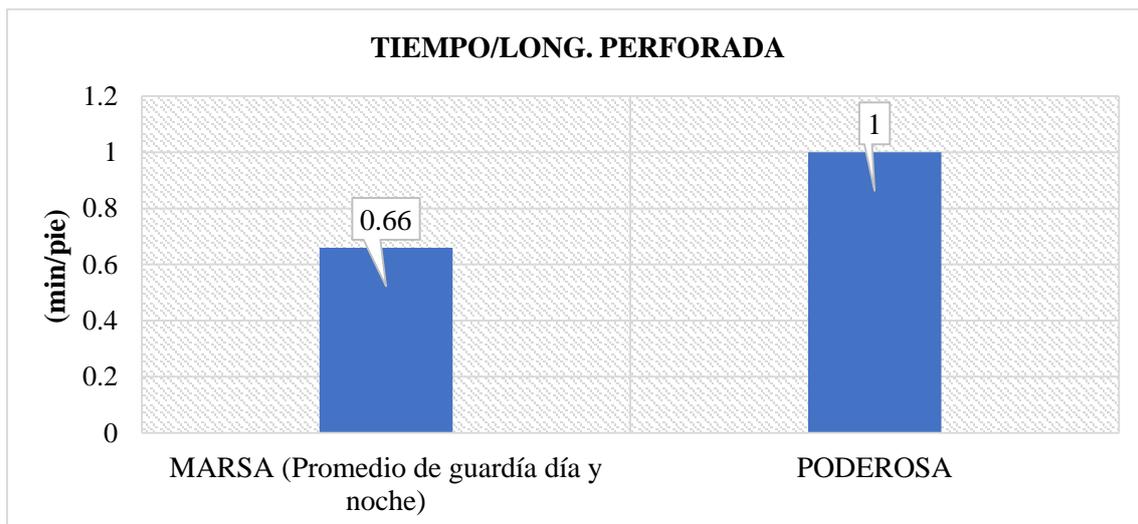
en interior mina unos 128 minutos más. De igual forma PODEROSA ejecuta una mayor duración de trabajo efectivo, resultando ser 131 minutos más.

Tabla 16: Comparativo de tiempos entre MARSА - PODEROSA

ITEM	MARSА		UNIDAD
	(Promedio de guardia día y noche)	PODEROSA	
Tiempo en mina	521	649	min
Trabajo efectivo	255	386	min
Tiempo improductivo	71	76	min

En cuanto a la perforación, se tiene la gráfica 9, en la cual se muestra que la perforación en MARSА es más rápida que en PODEROSA; es decir se necesita tan solo 0.66 min para perforar un pie en MARSА, en cambio PODEROSA requiere de 1 minuto para perforar un pie.

Marsa requiere de menor tiempo para perforar debido a que la roca de las labores es suave, no ocurre lo mismo en Poderosa porque aquí la roca es de mayor calidad.



Gráfica 9: Comparativo de perforación MARSА - PODEROSA

En cuanto a la sobrerotura de la caja techo en chimeneas, en concordancia con la tabla 13 de sobrerotura en las labores de la Cámara I (pág. 41), se tiene que perforar una malla de 1 metro de altura; es decir, dejar un espacio de 50 cm entre el perímetro de la corona de la chimenea y los taladros corona de la malla. De esta forma se trata de controlar la sobrerotura, además una voladura controlada contribuye también a que no se produzca realce de la labor; estos criterios se deben aplicar previa evaluación de la roca (con un RMR menor a 40).

El incumplimiento de tareas que es mostrado en la tabla 14 de tareas no realizadas (pág. 42) ocurre principalmente por los siguientes factores:

- a) En perforación y voladura: carga en el camino debido a deficiente entablado ya sea del camino o ranfla, acumulación de carga en el canal de rastrillaje debido a que todas las guardias no realizan limpieza adecuada.
  
- b) En colocado de cuadro: Se determinó que por la desviación de dirección de la chimenea (requiere desquinche de hastial derecho en aproximadamente 40 cm) debido a que no se marca malla en frente haciendo caso a punto de dirección, no se realiza desquinche de manera correcta (se desquinchó solo el piso y de manera incompleta), se realiza desquinche con barretilla, tarea que consume 60 min del tiempo en interior de mina.

Para solucionar el incumplimiento de tareas se debe realizar una correcta y adecuada supervisión de tal forma que se puedan prevenir acciones o hechos que generen retraso en las actividades mineras.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

La distribución de tiempos en las actividades mineras de la Cámara 1 – nivel 3175 MARSA en la guardia noche y guardia día es de 516 minutos y 525 minutos respectivamente. Estos tiempos en el cual el personal se encuentra en interior mina está por debajo del tiempo contractual.

El tiempo efectivo de trabajo en la Cámara 1 – NV 3175 en la guardia noche es de 260 minutos y en la guardia día es de 249 minutos; estos tiempos representan el 50% y 47% del total del tiempo que el personal se encuentra en mina en cada guardia respectivamente.

Los tiempos no productivos generados son de 71 min los cuales pueden ser tratados al disminuir el tiempo de reparto de guardia, charla de seguridad y el baño del personal que sumados rondan los 45 min en promedio, además se propone eliminar el tiempo de espera en la caleza, el primer descanso y la espera a fin de guardia.

## **5.2 Recomendaciones**

Para igualar el tiempo contractual con el tiempo real podemos adelantar el horario de ingreso en 30 min y de esta manera estamos cumpliendo con el tiempo establecido.

Realizar una perforación y voladura controlada para evitar sobreroturas y de esta forma podamos lograr disminuir los tiempos en desatado de roca.

Proporcionar al personal los equipos y materiales necesarios en el momento oportuno y en su labor, para que puedan realizar los trabajos correspondientes.

Realizar una constante y minuciosa supervisión al personal en las labores para guiar y dar salidas frente a situaciones complicadas y concientizarlos para que se cumpla los pasos de los procedimientos establecidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APRIMIN. 2017. Propuestas de Mejoramiento de Productividad en la Minería.  
<http://aprimin.cl/Ap/descargas/Documento%20Productividad%20Aprimin.pdf>
- Berroa, E. 2016. Optimización de las Operaciones Mineras Mediante la Profundización de la Rampa Negativa entre los Niveles 2900-2650 VANKAR EIRL SAC Minera Aurífera Retamas s.a. Tesis de pregrado. Arequipa- Perú.
- Cairo, J. 2015. Diapositivas de power point.  
<https://1library.co/document/ynp8v4lz-labores-mineras.html>
- Cruz, E. 2015. Minería Subterránea: Apostando por la Innovación y Tecnologías. Rumbo Minero Internacional. Consultado el 27 de julio de 2022.  
<https://www.rumbominero.com/revista/informes/mineria-subterranea-apostando-por-la-innovacion-y-tecnologias/>
- Díaz, J. et. Al. 2012. Análisis y diseño de la operación de perforación y voladuras en minería de superficie empleando el enfoque de la programación estructurada. Consultado el 27 de julio de 2022.  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/30381/43370#:~:text=La%20voladura%20es%20uno%20de,una%20gran%20cantidad%20de%20explosivos.>
- EITI-RD. s.f. Actividad minera: exploración, producción y exportación. Ministerio de Energía y Minas. República Dominicana.  
<https://eitird.mem.gob.do/actividad-minera-exploracion-produccion-y-exportacion/>
- Gonzalo, A. 2021. Métodos de perforación en minería subterránea. ISE-ACADEMY. Consultado el 27 de Julio de 2022.  
<https://ise-academy.net/metodos-de-perforacion-en-mineria-subterranea/#:~:text=La%20perforaci%C3%B3n%20en%20miner%C3%ADa%20subterr%C3%A1nea,resultados%20de%20la%20producci%C3%B3n%20minera.>
- Herrera, J. 2017. Introducción a la minería. Conceptos, tecnologías y procesos.  
[http://oa.upm.es/63396/1/INTRODUCCION\\_MINERIA-Edicion2\\_LM1B1T2\\_R2-20180110.pdf](http://oa.upm.es/63396/1/INTRODUCCION_MINERIA-Edicion2_LM1B1T2_R2-20180110.pdf)

Hinostroza, J. 2019. Caracterización geomecánica en el análisis de estabilidad generados por la explotación subterránea compañía minera aurífera Retamas S.A. Tesis de pregrado. Cerro de Pasco – Perú.

ISEM, 2021. CASTEM: cartuchos de resina y de cemento para el sostenimiento de rocas. Consultado el 27 de julio de 2022.  
<https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/conoce-los-detalles-de-los-productos-castem-para-sostenimiento-de-rocas/>

korina Vargas 2021.articulo. ¿Qué es el trabajo efectivo y cuál es su importancia?  
<https://www.crehana.com/blog/negocios/trabajo-efectivo/>

Maldonado, Yandry.2021. “Ciclo Minero”  
<https://geologiaweb.com/mineria/ciclo-minero/>

PODEROSA, 2018. “Estándar de sostenimiento con perno helicoidal y malla”  
<https://es.scribd.com/document/485820309/01-Estandar-de-sostenimiento-con-perno-helicoidal-y-malla-sistematico-pdf>  
<https://es.scribd.com/document/421724743/estandar-sost-con-shotcrete>

SAGREDO, José. “Geología y Mineralogía” Diccionarios Rioduero, Ediciones Rioduero, de EDICA S.A. Madrid, 1974

Unidad Minera Heraldos Negros,2017.” Estándar de sostenimiento con cuadros de madera”  
<https://es.scribd.com/document/370912897/ESTANDAR-HN-CUADROS-DE-MADERA-docx>

Visual Time. 2021. Tiempo de trabajo efectivo: ¿qué es y cómo gestionarlo?  
Consultado el 28 de julio de 2022  
<https://blog.visualtime.net/tiempo-de-trabajo-efectivo-que-es/>

## ANEXOS

### ANEXO 1. TABLA DE DURACIÓN DE ACTIVIDADES

Tabla 17. Tabla de duración de actividades

ACTIVIDADES	DURACION PROMEDIO DE ACTIVIDADES(min)																																
	31/03/2023		01/04/2023		02/04/2023		03/04/2023		04/04/2023		05/04/2023		06/04/2023		07/04/2023		08/04/2023		09/04/2023		10/04/2023		11/04/2023		12/04/2023		13/04/2023		14/04/2023		15/04/2023		
	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)
Reparto de guardia y charla de seguridad	16	24	15	24	15	26	16	23	16	24	16	24	15	26	16	23	16	24	16	26	16	24	16	24	15	26	16	23	15	26	16	24	
Espera en Locomotora	7	11	8	12	7	10	8	11	6	11	8	12	7	10	7	11	7	11	7	10	6	11	6	11	7	10	9	11	7	10	7	11	
Ingreso a Cámara I	13	14	14	15	13	13	12	14	15	14	14	15	13	12	14	13	14	13	13	15	14	15	14	13	13	12	14	13	13	13	14		
Traslado a labor	28	32	29	31	28	33	28	30	27	34	29	31	28	33	28	30	28	32	28	33	27	34	27	34	28	33	28	30	28	33	28	32	
Espera a bodeguero	0	10	0	9	0	12	0	9	0	10	0	9	0	12	0	9	0	10	0	12	0	10	0	10	0	12	0	9	0	12	0	10	
Cambio de ropa	6	7	7	8	7	6	6	7	7	7	7	8	7	6	6	7	6	7	6	6	7	7	7	6	6	6	7	6	6	6	7		
Inspeccion de labor e IPERC	18	21	19	23	19	20	17	20	17	21	19	23	19	20	17	20	18	21	19	20	17	21	17	21	19	20	17	20	19	20	18	21	
Primer descanso	25	22	25	22	24	21	26	23	25	22	25	22	24	21	26	23	25	22	24	21	25	22	25	22	24	21	26	23	24	21	25	22	
Segundo descanso	56	40	55	40	56	41	56	39	57	40	55	40	56	41	56	39	56	40	56	41	57	40	57	40	56	41	56	39	56	41	56	40	
Trabajo efectivo	249	260	250	260	249	262	249	258	248	260	250	260	249	262	249	258	249	260	249	262	248	260	248	260	249	262	249	258	249	262	249	260	
Baño	26	24	26	23	25	25	27	24	26	24	26	23	25	25	27	24	26	24	25	25	26	24	26	24	25	25	27	24	25	25	26	24	
Espera para salida	40	15	41	16	39	14	40	15	40	15	41	16	39	14	40	15	40	15	39	14	40	15	40	15	39	14	40	15	39	14	40	15	
Salida de personal	41	36	42	36	41	37	41	35	40	36	42	36	40	37	41	35	41	36	40	37	40	36	40	36	40	37	41	35	40	37	41	36	

### ANEXO 2. TABLA DE DURACIÓN DE ACTIVIDADES NO PRODUCTIVAS

Tabla 18. Tabla de duración de actividades no productivas

ACTIVIDADES NO PRODUCTIVAS	DURACION PROMEDIO DE ACTIVIDADES(min)																																
	31/03/2023		01/04/2023		02/04/2023		03/04/2023		04/04/2023		05/04/2023		06/04/2023		07/04/2023		08/04/2023		09/04/2023		10/04/2023		11/04/2023		12/04/2023		13/04/2023		14/04/2023		15/04/2023		
	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)	NOCHE(min)	DIA(min)
Cámara I - Salida locomotora	9	10	8	9	9	8	10	10	9	9	10	8	9	10	8	8	9	8	9	10	9	9	8	8	9	8	9	8	9	10	8	9	
Primer descanso	24	23	23	24	24	23	23	24	24	24	23	24	24	23	23	24	23	24	24	24	23	23	24	23	24	23	24	23	24	23	23	24	
Segundo descanso (Refrigerio)	48	47	46	48	48	46	47	47	48	48	48	47	48	47	46	47	48	48	48	47	48	48	47	48	48	47	48	48	48	47	48	48	
Fin de trabajo - Salida de labor	28	27	30	28	28	30	27	27	28	28	27	30	28	27	30	30	28	30	28	27	28	28	30	30	28	30	28	30	28	27	30	28	
Otras paradas y / tiempos muertos	7	7	6	7	7	6	7	7	7	7	7	6	7	7	6	6	7	6	7	7	7	7	6	6	7	6	7	6	7	7	6	7	

ANEXO 3. TABLA SOBRE TIEMPOS EN TRASLADO DE MATERIALES

Tabla 19. Tabla sobre tiempos en traslado de puntales

	MATERIALES/EQUIPOS GUARDIA DIA																															
	31/03/2023		01/04/2023		02/04/2023		03/04/2023		04/04/2023		05/04/2023		06/04/2023		07/04/2023		08/04/2023		09/04/2023		10/04/2023		11/04/2023		12/04/2023		13/04/2023		14/04/2023		15/04/2023	
PUNTALES O POSTES	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO	REQUERIDO	TRASLADADO
3m	5	2	4	3	6	2	6	2	5	2	6	2	4	3	5	2	4	2	6	2	5	2	6	2	4	1	5	2	4	1	5	2
2.4m	7	2	8	1	6	2	6	2	7	2	6	2	8	1	7	2	8	2	6	2	7	2	6	2	8	3	7	2	8	3	7	2

ANEXO 4. TABLA DE TIEMPO DE DURACIÓN DE REPARTO DE GUARDIA Y CHARLA DE SEGURIDAD

Tabla 20. Tabla de tiempo de duración de reparto de guardia y charla de seguridad

	TIEMPO DE DURACION DE REPARTO DE GUARDIA Y CHARLA DE SEGURIDAD															
	31/03/2023	01/04/2023	02/04/2023	03/04/2023	04/04/2023	05/04/2023	06/04/2023	07/04/2023	08/04/2023	09/04/2023	10/04/2023	11/04/2023	12/04/2023	13/04/2023	14/04/2023	15/04/2023
GUARDIA NOCHE	36	36	35	16	17	15	20	14	20	22	18	23	16	12	13	10
GUARDIA DIA	38	40	37	20	17	17	20	13	20	26	18	25	16	12	14	12
TIEMPO PROMEDIO	37	38	36	18	17	16	20	14	20	24	18	24	16	12	14	11



## CONTRATISTAS MINEROS ALFA S.A

La Libertad, 01 de setiembre del 2021

Sr. Erikson Daniel Acuña Bardales  
Bach. Ingeniería de Minas  
Universidad Nacional de Cajamarca  
Presente:

De nuestra consideración

Sirva la presente para saludarlo y manifestarle nuestro agradecimiento a nombre de "Contratistas Mineros Alfa S.A" empresa colaboradora de Minera Aurífera Retamas S.A(MARSA) por habernos considerado como opción para el desarrollo de su tesis profesional.

Asimismo, quisiéramos confirmar que nuestra empresa, ha decidido aceptar el desarrollo de su tesis titulada "**Evaluación de la Distribución de Tiempos en el Ciclo de Minado de la Cámara I - Nivel 3175 MARSA en el año 2021**" en el área de mina. Por tal motivo, autorizamos el uso de la información para fines académicos.

Finalmente queremos reiterarle nuestro agradecimiento por su interés y le extendemos nuestros deseos de éxito.

CONTRATISTAS GENERALES ALFA S.A  
Ronald U. Cerrón Vivas  
DNI N° 43399437  
GERENTE

---

**CONTRATISTAS MINEROS ALFA S.A.**

RUC: 20502385390

Cal. Andrea del Sarto Nro. 108 – San Borja - Lima, Perú

Email: [contratistasminerosalfa@gmail.com](mailto:contratistasminerosalfa@gmail.com)

Celular: 923365841