

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Incremento de la producción de carbón mediante la aplicación  
del método de explotación subterránea inclinados en la Unidad**

**Coal Mine en el distrito de Oyón**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Melvin Jhon CHAGUA RICALDI**

**Asesor:**

**Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ**

**Cerro de Pasco - Perú - 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Incremento de la producción de carbón mediante la aplicación  
del método de explotación subterránea inclinados en la Unidad**

**Coal Mine en el distrito de Oyón**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado**

---

**Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA**  
**PRESIDENTE**

---

**Ing. Julio Cesar SANTIAGO RIVERA**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA**  
**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**  
**Facultad de Ingeniería de Minas**  
**Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N°040-JUIFIM-2024**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:

**Bachiller:** Melvin Jhon, CHAGUA RICALDI

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería de Minas**

Tipo de trabajo:

**Tesis**

**Incremento de la producción de carbón mediante la aplicación del método de explotación subterránea inclinados en la Unidad Coal Mine en el distrito de Oyón**

**Asesor:**

Mg. Teodoro Rodrigo, SANTIAGO ALMERCO

Índice de Similitud: 02%

Calificativo

**APROBADO**

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 03 de febrero 2024



Firmado digitalmente por AGUIRRE  
ADAUTO Agustín Arturo FAU  
20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 06.02.2024 16:57:27 -05:00

**Dr. Agustín Arturo AGUIRRE ADAUTO**  
JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

C.c.  
Archivo

## **DEDICATORIA**

Expreso gratitud a Dios por ser mi guía constante y brindarme oportunidades en mi carrera. Agradezco a mi madre por su incansable apoyo en mi formación, un pilar en mi éxito. Valorando las contribuciones de mi hermano y su aliento constante para superar desafíos. A Luis, agradezco su papel vital en mi desarrollo profesional, sus enseñanzas y ejemplo son invaluable. Esta dedicatoria es un reconocimiento a quienes han influido en mi camino con apoyo y sabiduría. Con profundo agradecimiento, dedico este trabajo como testimonio de los frutos de nuestro esfuerzo conjunto.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi sincero y profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido el guía constante en mi vida y ha permitido que experimente estas hermosas vivencias. A mi amada madre, le debo un reconocimiento especial por su apoyo incondicional en cada paso de mi trayectoria. Mi gratitud se extiende al ingeniero Aquiles, cuyo respaldo en su empresa minera ha sido fundamental para el desarrollo de mi investigación.

No puedo dejar de mencionar a Fredy, un compañero cuya generosidad en compartir sus conocimientos ha sido un pilar para la realización de este proyecto. Asimismo, quiero expresar mi profundo agradecimiento a todos los trabajadores de la empresa minera Coal Mine, cuya colaboración y compromiso han sido vitales para llevar a cabo esta investigación.

Mi alma mater, la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, y en particular la Facultad de Ingeniería de Minas, merecen un reconocimiento especial por las valiosas enseñanzas que he recibido a lo largo de los años. Sus aulas han sido el espacio donde he forjado gran parte de mi crecimiento académico y personal.

## RESUMEN

La empresa minera Coal Mine S.M.R.L., especializada en la extracción de carbón bituminoso y subbituminoso, ha establecido una relación comercial exclusiva con la cementera UNACEM, luego de vender a través de intermediarios en el pasado. Para abordar los desafíos de costos y agotamiento de reservas, Coal Mine S.M.R.L. ha adoptado un método de explotación subterránea inclinados en lugar de la explotación superficial anterior. A pesar de no cumplir la meta de 1000 toneladas mensuales para UNACEM en 2022, la empresa se enfrenta al reto de producir 1500 toneladas en 2023.

La investigación se centra en mejorar la producción de carbón en Coal Mine S.M.R.L. durante los seis meses en Oyón, Lima. El objetivo principal es incrementar la extracción de carbón, y para lograrlo, se busca diseñar y aplicar un método de explotación subterránea inclinados para evaluar su impacto en la producción. La justificación se basa en obstáculos pasados y la necesidad de cumplir objetivos, mientras que las hipótesis sugieren que la implementación del método de explotación subterránea inclinados aumentará la producción.

La metodología científica implica un enfoque descriptivo y causa-efecto, con datos recolectados a través de entrevistas, observación directa y registros de producción. Los resultados hasta 2022 muestran que, a pesar de los desafíos climáticos iniciales, Coal Mine S.M.R.L. logró una producción promedio anual de 760 toneladas, aumentando a 935 toneladas en los últimos meses del año. Los métodos de extracción en las labores Oviedo, Guadalupe y Luna se describen en detalle, con mejoras constantes en la eficiencia.

La implementación del método de explotación subterránea inclinados en las labores mineras ha generado mejoras significativas en la extracción y producción de carbón. En la labor Oviedo, se han establecido inclinados alineados con la veta de la galería Reyna, aumentando la extracción y creando inclinados secundarios para maximizar el uso de vetas con desviaciones. En la labor Guadalupe, los inclinados han optimizado la ventilación y el flujo de suministros, contribuyendo a la constancia en la

producción. En la labor Luna, la introducción de inclinados y chimeneas ha mejorado la ventilación y la producción.

Un análisis mensual detallado demuestra un aumento constante en la extracción de carbón de enero a mayo, liderado por la labor Guadalupe, seguida de Oviedo y Luna. Dos hipótesis fueron confirmadas en el estudio: el diseño y la aplicación del método de explotación subterránea inclinados influyen en el aumento de la producción. Comparando 2022 y 2023, se destaca un aumento mensual promedio de 712.2 toneladas de carbón gracias a la estandarización y efectiva implementación del método.

Por lo que, Coal Mine S.M.R.L. ha logrado implementar exitosamente el método de explotación subterránea inclinados para aumentar la producción de carbón mineral. Este enfoque ha demostrado mejoras constantes en la extracción y eficiencia operativa en las labores Oviedo, Guadalupe y Luna. Además de incrementar la extracción, el método ha fortalecido la seguridad laboral y la operación minera en su conjunto.

**Palabras clave:** Producción de carbón, Carbón bituminoso, Cementera UNACEM, Agotamiento de reservas.

## ABSTRACT

The mining company Coal Mine S.M.R.L., specialized in the extraction of bituminous and subbituminous coal, has established an exclusive commercial relationship with the cement company UNACEM, after selling through intermediaries in the past. To address the challenges of costs and depletion of reserves, Coal Mine S.M.R.L. has adopted an underground inclined exploitation method instead of the previous surface exploitation. Despite not meeting the goal of 1000 tons per month for UNACEM in 2022, the company faces the challenge of producing 1500 tons in 2023.

The research focuses on improving coal production at Coal Mine S.M.R.L. over the course of six months in Oyón, Lima. The main objective is to increase coal extraction, and to achieve this, the aim is to design and implement an underground inclined exploitation method to assess its impact on production. The justification is based on past obstacles and the need to meet goals, while hypotheses suggest that the implementation of the underground inclined exploitation method will increase production.

The scientific methodology involves a descriptive and cause-effect approach, with data collected through interviews, direct observation, and production records. Results until 2022 show that despite initial climate challenges, Coal Mine S.M.R.L. achieved an average annual production of 760 tons, increasing to 935 tons in the last months of the year. The extraction methods in the Oviedo, Guadalupe, and Luna tasks are described in detail, with consistent improvements in efficiency.

The implementation of the underground inclined exploitation method in the mining tasks has led to significant improvements in coal extraction and production. In the Oviedo task, inclined passages aligned with the vein of the Reyna gallery have been established, increasing extraction and creating secondary inclines to maximize the use of veins with deviations. In the Guadalupe task, the inclines have optimized ventilation and supply flow, contributing to production consistency. In the Luna task, the introduction of inclines and chimneys has improved ventilation and production.



A detailed monthly analysis demonstrates a consistent increase in coal extraction from January to May, led by the Guadalupe task, followed by Oviedo and Luna. Two hypotheses were confirmed in the study: the design and application of the underground inclined exploitation method influence the increase in production. Comparing 2022 and 2023, a noteworthy average monthly increase of 712.2 tons of coal is highlighted due to the standardization and effective implementation of the method.

Therefore, Coal Mine S.M.R.L. has successfully implemented the underground inclined exploitation method to increase the production of coal mineral. This approach has shown consistent improvements in extraction and operational efficiency in the Oviedo, Guadalupe, and Luna tasks. In addition to increasing extraction, the method has strengthened labor safety and overall mining operation.

**Keywords:** Coal production, Bituminous coal, UNACEM cement company, Depletion of reserves.

## INTRODUCCIÓN

En un entorno global caracterizado por cambios económicos, tecnológicos y ambientales constantes, las industrias se ven desafiadas a adaptarse y evolucionar para mantener su relevancia y sostenibilidad. En este contexto, la minería emerge como una actividad esencial que provee recursos fundamentales para diversos sectores de la sociedad. En particular, la extracción de carbón mineral, una fuente vital de energía y materiales, enfrenta demandas cada vez mayores debido al crecimiento industrial y poblacional.

La empresa minera Coal Mine S.M.R.L. se inserta en este escenario como un actor relevante en la producción de carbón bituminoso y subbituminoso. En su compromiso por proveer recursos esenciales, Coal Mine S.M.R.L. ha establecido relaciones comerciales cruciales con compañías como la cementera UNACEM, contribuyendo al desarrollo de múltiples sectores económicos. Sin embargo, las metas de producción se convierten en un desafío cuando no pueden ser alcanzadas de manera consistente.

Esta situación plantea la necesidad de encontrar soluciones efectivas y sostenibles para incrementar la producción de carbón en Coal Mine S.M.R.L. y, por ende, asegurar la viabilidad de la operación y su capacidad de cumplir con las demandas de los clientes.

En respuesta a esta necesidad, esta investigación se enfoca en explorar la aplicación del método de explotación subterránea inclinados como una alternativa para mejorar la extracción de carbón en la empresa.

A lo largo de este trabajo, se examinarán en detalle los desafíos enfrentados por Coal Mine S.M.R.L. en su proceso de producción, así como las implicaciones económicas y operativas que surgen de la necesidad de incrementar la producción de carbón. Se presentará el método de explotación subterránea inclinados como una propuesta para abordar estos desafíos, describiendo su diseño, implementación y los resultados obtenidos tras su aplicación en las operaciones mineras.

Esta investigación no solo busca incrementar la producción de carbón, sino también proporcionar una perspectiva sobre cómo la innovación y la adaptación de métodos de extracción pueden impactar positivamente en la continuidad operativa de una empresa minera. Asimismo, se pretende contribuir al conocimiento en el ámbito de la explotación de carbón subterránea, explorando cómo este enfoque específico puede mejorar la productividad y la eficiencia en operaciones mineras de esta naturaleza.

La descripción de los capítulos tratados sería los siguiente:

Capítulo I: En este capítulo se establece y delimita el problema de investigación relacionado con la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L. Se formulan los objetivos de la investigación y se justifica la importancia de abordar el tema.

Capítulo II: Se presentan los antecedentes de estudio que fundamentan la investigación, así como las bases teóricas relacionadas con el carbón, la empresa Coal Mine S.M.R.L., la geología y los métodos de explotación. Se definen los términos clave y se plantean las hipótesis de investigación. También se identifican las variables y se establecen sus definiciones operacionales.

Capítulo III: En este capítulo se describe el tipo y las características de la investigación. Se detalla el método de investigación utilizado y se explica el diseño de la investigación. Se aborda la población y muestra estudiada, así como las técnicas e instrumentos utilizados para recolectar y procesar los datos. Se hace hincapié en la orientación ética de la investigación.

Capítulo IV: En este capítulo se presenta la producción y diseño de la empresa Coal Mine hasta el año 2022. Luego, se muestra y analiza en detalle los resultados obtenidos en la investigación. Se aborda la reserva de la unidad minera, el diseño del método de explotación subterránea inclinados, el ciclo de minado, la aplicación del método, la producción mensual y se realiza una comparación hipotética. Finalmente, se discuten los resultados obtenidos.

El Autor.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	
ÍNDICE DE TABLAS	

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	3
1.1.1 Delimitación espacial .....	3
1.1.2 Delimitación temporal .....	3
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema general .....	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. Formulación de objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. Justificación de la investigación .....	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	6
2.2. Bases teóricas - científicas .....	8
2.2.1. El carbón .....	8
2.2.2. Coal mine S.M.R.L.....	13

2.2.3. Geología.....	16
2.2.4. Método de explotación.....	19
2.3. Definición de Términos básicos .....	21
2.4. Formulación de hipótesis .....	23
2.4.1. Hipótesis general.....	23
2.4.2. Hipótesis específica.....	23
2.5. Identificación de variables.....	23
2.5.1. Variable Independiente.....	23
2.5.2. Variable Dependiente .....	24
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	24

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

3.1. Tipo de Investigación .....	26
3.2. Nivel de investigación .....	26
3.3. Método de investigación .....	26
3.4. Diseño de investigación .....	27
3.5. Población y muestra .....	27
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	27
3.8. Tratamiento estadístico.....	28
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.....	28

### **CAPITULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	29
4.1.1. Producción de Coal Mine en el año 2022.....	29
4.1.2. Diseño de labores mineras hasta el año 2022 .....	31
4.2. Presentación, Análisis e Interpretación de resultados .....	40
4.2.1. Reservas de la Unidad Minera Coal mine 2023 .....	40
4.2.2. Diseño del método de explotación subterránea Inclinados .....	43

4.2.3. Ciclo de minado del método de explotación.....	44
4.2.4. Aplicación del método de explotación subterránea Inclinaados .....	48
4.2.5. Producción mensual .....	54
4.3. Prueba de hipótesis .....	61
4.3.1. Análisis de Hipótesis General .....	61
4.3.2. Análisis de Hipótesis Especifico.....	62
4.4. Discusión de Resultados .....	64

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Producción de carbón del año 2022 de la empresa minera Coal Mine...	30
Gráfico N° 2 Ingreso a la labor Oviedo.....	31
Gráfico N° 3 Ventilador eléctrico de la labor Oviedo.....	33
Gráfico N° 4 Croquis de explotación de la Labor Oviedo.....	33
Gráfico N° 5 Ingreso a la labor Guadalupe.....	34
Gráfico N° 6 Tolda de acopio de la labor Guadalupe.....	35
Gráfico N° 7 Tuberías interconectadas para cargar al volquete .....	36
Gráfico N° 8 Croquis de explotación de la Labor Guadalupe .....	37
Gráfico N° 9 Ingreso a la labor Luna .....	38
Gráfico N° 10 Carguío del volquete en la Labor Luna .....	39
Gráfico N° 11 Croquis de explotación de la Labor Luna .....	40
Gráfico N° 12 Imagen del cerro Pishtaj de la empresa minera .....	41
Gráfico N° 13 Imagen del cerro Huáscar de la empresa minera.....	41
Gráfico N° 14 Diseño del método de explotación subterránea inclinados.....	43
Gráfico N° 15 Acceso al inclinado por medio de una escalera .....	44
Gráfico N° 16 Diseño del chut de carga y descarga .....	45
Gráfico N° 17 Profundidad del Inclinado explotado .....	46
Gráfico N° 18 Carbón almacenado en el chut de inclinado .....	47
Gráfico N° 19 Carrito minero utilizado para trasladar el carbón.....	48
Gráfico N° 20 Plano de distribución de los inclinados en la labor Oviedo.....	49
Gráfico N° 21 Modelo de los inclinados en perfil en la labor Oviedo .....	50
Gráfico N° 22 Plano de distribución de los inclinados en la labor Guadalupe.....	51

Gráfico N° 23 Modelo de los inclinados en perfil en la labor Guadalupe .....	52
Gráfico N° 24 Plano de distribución de los inclinados en la labor Luna .....	53
Gráfico N° 25 Modelo de los inclinados en perfil en la labor Luna.....	53
Gráfico N° 26 Producción de Carbón en el mes enero por labores .....	55
Gráfico N° 27 Producción de Carbón en el mes febrero por labores .....	56
Gráfico N° 28 Producción de Carbón en el mes marzo por labores .....	58
Gráfico N° 29 Producción de Carbón en el mes abril por labores.....	59
Gráfico N° 30 Producción de Carbón en el mes mayo por labores.....	60
Gráfico N° 31 Producción de carbón en los 5 meses .....	61



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Coordenadas de los vértices de la Concesión COAL MINE .....	14
Tabla N° 2 Coordenadas UTM WGS 84 de la Concesión COAL MINE .....	15
Tabla N° 3 Rutas y Distancias al Área del Proyecto.....	15
Tabla N° 4 Rutas y Distancias al Área del Proyecto.....	15
Tabla N° 5 Operacionalización de Variables .....	25
Tabla N° 6 Tabla de reservas de la empresa minera Coal Mine.....	42

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La minera Coal Mine S.M.R.L. es una pequeña empresa dedicada a la explotación de carbón bituminoso y subbituminoso, su principal comprador en la actualidad es la empresa cementera UNACEM, estableciendo así una relación comercial exclusiva.

En el pasado, Coal Mine S.M.R.L. vendía su carbón a Cemento Andino de manera indirecta, a través de un intermediario. Sin embargo, debido al alto costo asociado a la venta de carbón, la empresa decidió cambiar su método de explotación y comenzar la extracción de carbón a cielo abierto. Durante un periodo de 15 años, este método de extracción permitió el crecimiento y desarrollo de la empresa. No obstante, a medida que la reserva de carbón se agotaba y se hacía evidente la alta dilución generada por este método de explotación, Coal Mine S.M.R.L. se vio forzada a realizar una transición hacia la explotación subterránea. Esta decisión se tomó como una medida necesaria para garantizar la continuidad de la operación y asegurar el suministro de carbón a sus clientes, en particular a la empresa cementera UNACEM.

La explotación subterránea ofrecía la posibilidad de acceder a nuevas áreas de extracción de manera más eficiente y controlada, permitiendo a Coal

Mine S.M.R.L. mantener su capacidad de producción y cumplir con los requerimientos de sus compradores.

La empresa cementera UNACEM, en búsqueda de una mayor cantidad de carbón, llevó a cabo una exploración en el distrito de Oyón para encontrar proveedores directos. Fue durante esta búsqueda que se encontraron con la minera Coal Mine S.M.R.L. y establecieron un convenio de compra directa.

Durante el transcurso del año 2022, Coal Mine S.M.R.L. tenía la responsabilidad de producir 1000 toneladas de carbón cada mes para abastecer a la empresa cementera UNACEM. Sin embargo, no lograron cumplir con esta meta hasta el mes de octubre, momento en el cual pudieron alcanzar y mantener el objetivo hasta el final del año.

Para el año 2023, la empresa UNACEM ha establecido una meta de producción de 1500 toneladas de carbón, basándose en las mejoras logradas durante los últimos tres meses del año anterior. Esta cantidad se distribuirá en dos mercados, con 1000 toneladas destinadas a Cemento Andino en la planta de Tarma y 500 toneladas para la planta de Lima.

La empresa minera Coal Mine S.M.R.L. se enfrenta al desafío de incrementar su producción de carbón bituminoso con el objetivo de superar las 1000 toneladas mensuales. Ante esta situación, se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cómo incrementar la producción de Carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.? La finalidad de esta investigación es encontrar soluciones y mejoras en las tres labores de producción de la empresa, de manera que se logre un rendimiento óptimo y constante que permita alcanzar y superar los objetivos establecidos en términos de producción de carbón.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **Delimitación espacial**

El proyecto de investigación se desarrollará en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L. ubicada en el distrito de Oyón, provincia de Oyón, en el departamento de Lima.

### **Delimitación temporal**

El proyecto tendrá una duración de 6 meses, empezando desde el 01 de diciembre del 2022 hasta 31 de mayo del 2023.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo incrementar la producción de Carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.?

### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Cómo se diseñaría el método de explotación subterránea inclinados para incrementar la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.?

¿Si se aplica el método de explotación subterránea inclinados se incrementará la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Incrementar la extracción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Diseñar el método de explotación subterránea inclinados para incrementar la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

- b. Aplicar el método de explotación subterránea inclinados se incrementará la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

### **1.5. Justificación de la investigación**

Durante el año 2022, Coal Mine S.M.R.L. enfrentó dificultades para cumplir con sus metas de producción, lo que a su vez obstaculizó el avance en el desarrollo de innovación en la empresa. Para superar este desafío, se propone la implementación del método de explotación subterránea inclinados, con el objetivo de mejorar la extracción de carbón en todas las labores mineras y lograr así un incremento en la producción, cumpliendo con las metas requeridas.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo principal comprender la eficiencia del método de explotación subterránea inclinados, adaptado al tipo de manto de carbón presente en la mina. A través de un análisis detallado, se buscará demostrar cómo este enfoque puede mejorar significativamente la productividad y el rendimiento general de la empresa. Se espera que los resultados obtenidos brinden una perspectiva clara sobre las ventajas y beneficios de este método en particular, proporcionando a Coal Mine S.M.R.L. una base sólida para tomar decisiones informadas y maximizar su potencial de producción de carbón.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Durante la investigación, se enfrentaron limitaciones presupuestarias y operativas en el mantenimiento de la vía de acceso, especialmente durante las lluvias, lo que causó deslizamientos y bloqueos recurrentes. Esto afectó la capacidad de los volquetes para cargar carbón, disminuyendo la producción diaria. Además, la falta de planificación minera impidió la identificación de vetas profundas, resultando en volquetes inactivos. La obsolescencia de equipos como jackleg, picamer y compresoras ha afectado la eficiencia del tiempo de minado y,

en consecuencia, la producción diaria. Estas limitaciones podrían impactar negativamente el desarrollo de la investigación. Es crucial abordar estos desafíos para garantizar la continuidad y el éxito del proyecto.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

Se tiene los siguientes antecedentes de nuestra investigación:

En la tesis “MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN DEL CARBÓN PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN EN LA CONCESIÓN MINERA ACUMULACIÓN OYON 1 - LIMA 2018” (Montes, 2019) se afirma que la implementación del método de explotación inclinados y subniveles en la Concesión minera Acumulación Oyón 1 ofrece numerosas ventajas en comparación con otros métodos conocidos, lo cual garantiza la sustentabilidad y sostenibilidad de la producción tanto en el corto como en el largo plazo. Además, el uso de este método de explotación permite adaptarse a las condiciones específicas de la mina de carbón, ya que posee características geomecánicas favorables al yacimiento. Este método es reconocido por su seguridad y su capacidad para obtener altos rendimientos a bajo costo, lo que resulta en beneficios técnicos y económicos superiores a otros métodos. Estos aspectos generan mayor confianza en la aplicación de este método en nuestra empresa minera de carbón.

Además, se propone llevar a cabo las labores de preparación del carbón en un tramo máximo de 50 metros lineales antes de proceder a su explotación, lo que reduce los costos de mantenimiento de galerías e inclinados, entre otros. Es

importante destacar que esta investigación se realizó en Pampahuay, una zona cercana a nuestra mina, que se caracteriza por ser la principal productora de carbón subbituminoso y bituminoso en la Provincia Oyón.

En la tesis “INCREMENTO DE PRODUCCIÓN DE CARBÓN MEDIANTE EL DISEÑO Y APLICACIÓN DEL MÉTODO INCLINADOS Y SUBNIVELES EN UNIDAD MINERA PAMPAHUAY DE OBRAS CIVILES Y MINERAS S.A.C.” (Figuroa, 2022) la implementación del método de inclinados y subniveles en la Unidad Minera Pampahuay de Obras Civiles y Mineras S.A.C. ha tenido un impacto significativo en la explotación del carbón. Esto se refleja en las reservas probadas y probables en los Mantos Lucia, Manto Superior, Manto Esperanza, Veta Chica y Manto María, que han permitido mantener las actividades de explotación y exploración de mineral de carbón. Estos minerales son transportados y vendidos a la Planta de Unión Andina de Cementos (UNACEM), a la cual también suministramos.

Es importante destacar que el enfoque de extracción se basó en el inventario de reservas de la Unidad Minera Pampahuay hasta el 31 de diciembre de 2019. Gracias a un programa de producción que contempla una extracción diaria de 35 toneladas adicionales, se logró un incremento de 1,050 toneladas al mes en los meses siguientes, lo que ha contribuido a mejorar su producción.

En la tesis “EXPLORACIÓN Y EXTRACCIÓN DE CARBÓN ANTRACITA EN DISTRITO DE HUARANCHAL, PROVINCIA DE OTUZCO REGIÓN LA LIBERTAD” (Ricapa, 2022) se nos proporciona una mayor comprensión acerca de la documentación relacionada con la concesión minera, la detección de nuevos depósitos de carbón, la estimación de las reservas de carbón, la valoración económica del carbón mineral comprobado y los métodos propuestos para la extracción del carbón. Se plantean dos enfoques de explotación: el método de cortes secuenciales para capas de carbón con un ángulo de inclinación inferior a 40° y relleno de material suelto, y el método de derrumbe masivo o soutiraje para



capas de mayor grosor y ángulos de inclinación superiores a 40°, lo cual resulta viable tanto desde el punto de vista técnico como económico.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. El carbón**

El carbón mineral es un tipo de combustible fósil de origen vegetal ampliamente utilizado en todo el mundo como fuente de energía. Se forma a partir de la acumulación y transformación de materia vegetal en condiciones geológicas específicas a lo largo de millones de años. El carbón mineral se caracteriza por su alto contenido de carbono, que oscila generalmente entre el 60% y el 95% en peso, junto con pequeñas cantidades de otros elementos como hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre.

El proceso de formación del carbón mineral comienza con la acumulación de restos vegetales en pantanos y zonas pantanosas. A medida que los restos vegetales se acumulan, se someten a un proceso de descomposición anaeróbica bajo condiciones de alta presión y temperatura. Con el tiempo, los sedimentos se depositan sobre los restos vegetales, ejerciendo presión sobre ellos y compactándolos. Este proceso conduce a la expulsión de agua y gases, dejando un material cada vez más rico en carbono. A medida que se acumulan más sedimentos y aumenta la presión, se forma el carbón mineral.

El carbón mineral se clasifica en diferentes tipos, según su contenido de carbono, propiedades físicas y químicas. A continuación, se describen los principales tipos de carbón mineral:

**Lignito:** Es el tipo de carbón de menor rango y tiene un contenido de carbono relativamente bajo, generalmente entre el 60% y el 70%. El lignito es de color marrón oscuro a negro y tiene una textura porosa y baja densidad. Contiene una cantidad significativa de humedad y su poder calorífico es relativamente bajo en comparación con otros tipos de carbón.

**Carbón subbituminoso:** Es un carbón de rango intermedio con un contenido de carbono más alto que el lignito, generalmente entre el 70% y el 75%. Tiene una mayor densidad y poder calorífico en comparación con el lignito, pero aún es inferior al de otros tipos de carbón. El carbón subbituminoso es de color negro y puede contener más azufre que otros tipos de carbón.

**Carbón bituminoso:** Es el tipo de carbón más comúnmente utilizado y se encuentra en abundancia en muchas regiones del mundo. Tiene un contenido de carbono que varía entre el 75% y el 90%. El carbón bituminoso tiene una mayor densidad y poder calorífico que el lignito y el carbón subbituminoso. Se caracteriza por su brillo y su apariencia negra y brillante. También contiene menos humedad y azufre en comparación con otros tipos de carbón.

**Antracita:** Es el tipo de carbón de mayor rango y contiene aproximadamente un 90% a 95% de carbono. Es el carbón mineral más denso y posee el mayor poder calorífico de todos los tipos de carbón. La antracita es de color negro y tiene una apariencia lustrosa y fractura con superficies brillantes. Debido a su alto contenido de carbono, la antracita produce menos humo y residuos durante la combustión.

Los diferentes tipos de carbón mineral tienen diferentes usos y aplicaciones. El lignito, debido a su menor contenido de carbono y mayor contenido de humedad, se utiliza principalmente en plantas de energía para generar electricidad. El carbón subbituminoso y el bituminoso se utilizan tanto en la generación de electricidad como en la producción de calor en procesos industriales, como la fabricación de acero y la producción de cemento. La antracita, debido a su alta pureza y poder calorífico, se utiliza principalmente como fuente de calor en aplicaciones industriales y comerciales.

### **El carbón en el Perú**

El carbón en el Perú se formó durante el periodo Carbonífero, una división de la escala geológica que abarcó desde hace aproximadamente 360 hasta 300 millones de años atrás. Durante este período, los bosques tropicales cubrían

vastas áreas del planeta, incluyendo lo que ahora es el territorio peruano. La acumulación y enterramiento de la materia orgánica de estos bosques en pantanos y marismas a lo largo de millones de años dio lugar a la formación de los yacimientos de carbón que se encuentran en el país en la actualidad.

En el Perú, se han identificado yacimientos de carbón en diferentes regiones del país. Algunas de las áreas conocidas por su potencial carbonífero incluyen las cuencas de Junín, Cusco, Ucayali, Puno, Madre de Dios y La Libertad. Estos yacimientos varían en términos de tamaño, calidad y viabilidad económica.

En la cuenca de Junín, ubicada en la región central del Perú, se han identificado yacimientos de carbón en las formaciones Pucará, Copacabana y Mara. Estos yacimientos son principalmente de lignito y carbón subbituminoso, con un contenido de carbono que varía entre el 30% y el 60%. La cuenca de Junín cuenta con recursos significativos de carbón, aunque su explotación aún se encuentra en etapa de evaluación.

En la región de Cusco, se han encontrado yacimientos de carbón en la cuenca del río Camisea. Estos yacimientos son principalmente de carbón subbituminoso, con un contenido de carbono que oscila entre el 45% y el 55%. La calidad del carbón en esta región es considerada buena, lo que indica un potencial para su explotación futura.

En la cuenca de Ucayali, ubicada en la selva central del Perú, también se han identificado yacimientos de carbón. Estos yacimientos son principalmente de lignito y carbón subbituminoso, con un contenido de carbono que varía entre el 30% y el 50%. La cuenca de Ucayali presenta recursos importantes de carbón, pero aún se requieren estudios adicionales para evaluar su viabilidad económica y ambiental.

En la región de Puno, se han encontrado yacimientos de carbón en la formación San Gabán. Estos yacimientos son principalmente de carbón

bituminoso y antracita, con un contenido de carbono que supera el 70%. La región de Puno tiene un potencial significativo en términos de recursos de carbón mineral de alta calidad.

La región de Madre de Dios, en la selva sur del Perú, también alberga yacimientos de carbón subbituminoso y bituminoso. Estos yacimientos se encuentran en las formaciones Iberia y Madre de Dios y tienen un contenido de carbono que oscila entre el 40% y el 70%.

En la región de La Libertad, se han identificado yacimientos de carbón en las formaciones Chicama y Moche. Estos yacimientos son principalmente de carbón subbituminoso y bituminoso, con un contenido de carbono que varía entre el 40% y el 65%.

En cuanto a la cantidad de carbón en Perú, las reservas son relativamente limitadas en comparación con otros recursos energéticos presentes en el país, como el gas natural y la energía hidroeléctrica. Las reservas de carbón subbituminoso y lignito son de menor calidad en comparación con otros tipos de carbón, como el bituminoso o la antracita. Además, la explotación de carbón en el país ha sido históricamente limitada. La estimación precisa de las reservas de carbón en Perú puede variar según las investigaciones geológicas y el desarrollo tecnológico. Factores económicos y ambientales también pueden influir en la viabilidad de la explotación del carbón en el país. Es importante destacar que el enfoque actual en Perú se centra cada vez más en la promoción de fuentes de energía más limpias y sostenibles, lo que ha llevado a una disminución en el interés por la explotación del carbón.

### **El carbón en Oyón**

El depósito de carbón en la localidad de Oyón se encuentra a una altitud que varía entre los 3,000 y 4,500 metros sobre el nivel del mar. En esta área, existen minas de pequeña escala que se caracterizan por utilizar métodos de extracción artesanales, siendo el más conocido el "huevo de perro". Los

trabajadores realizan sus labores utilizando herramientas como el pico y la lampa, mientras que utilizan la capacha para transportar el material extraído fuera de las minas, donde se lleva a cabo el proceso de pallaqueo. Sin embargo, es importante destacar que los desechos generados durante la explotación, como el cisco y el polvo, son arrojados al río, lo que ocasiona contaminación del agua.

Debido a los bajos salarios que reciben los mineros, son pocos los que trabajan por jornal, lo que ha llevado a que la actividad minera quede principalmente en manos de clanes familiares. Estos clanes se encargan de realizar la exploración y extracción del carbón en sus períodos de descanso de las labores agrícolas. Las vetas de carbón presentes en la zona son de tipo antracita, con buzamientos que varían entre 30° y 70°, lo que permite la aplicación del método de explotación conocido como Shrinkage Stopping. Sin embargo, este método conlleva la contaminación del corte o los productos generados, así como la necesidad de llevar a cabo costosos procesos de relleno.

A pesar de los desafíos, se ha logrado extraer antracitas de buena calidad en la zona de Oyón. Estas antracitas son acopiadas en determinados momentos, dependiendo de las necesidades, y se venden a contratistas que se encargan de transportar el carbón a las ciudades de Chimbote o Lima. Además del carbón, también se han identificado vetas de hulla y mangas antracitosas en la región.

En el pasado, se llevó a cabo un proyecto llamado Sider Perú en Oyón, el cual incluía oficinas, almacenes y hoteles. Sin embargo, este proyecto fue abandonado debido a los altos costos de transporte y la falta de seguridad en la producción uniforme que se requería para cumplir con los consumos mensuales de la empresa contratante. Actualmente, Oyón envía carbón a las ciudades de Chimbote y Trujillo, con un costo aproximado de S/. 0.70 por kilogramo. Considerando que el costo aproximado de explotación del carbón es de S/. 0.50, su venta a S/. 2.00 por kilogramo lo que resulta rentable.

En el caso de investigaciones sobre explotaciones a pequeña escala, los costos tienden a aumentar, ya que es necesario contratar trabajadores especializados, alejándose de las tareas que un trabajador agrícola puede realizar.

### **2.2.2. Coal mine S.M.R.L.**

**COAL MINE** es una empresa dedicada a la explotación de la mina de carbón " COAL MINE S.M.R.L. ", ubicada en los cerros de Huáscar y Pishtaj, a 4,520 m.s.n.m., aproximadamente a 13 km del distrito y provincia de Oyón, región Lima.

El enfoque principal de la empresa es realizar actividades de ampliación de la carretera y labores mineras, centrándose en la extracción y explotación responsable de los mantos de carbón en la mina.

El objetivo general de la minera es identificar y llevar a cabo las tareas necesarias para la extracción del carbón, manteniendo un enfoque de sostenibilidad y respeto por el medio ambiente y las comunidades locales. La empresa se compromete a mantener lo establecido en su Declaración del Impacto Ambiental (DIA) y evaluar los posibles impactos ambientales y sociales, proponiendo medidas de prevención, mitigación y control.

**COAL MINE** opera bajo los métodos de explotación propios de la pequeña minería subterránea. Utilizan técnicas de picado y limpieza con herramientas y carretillas, así como el uso de madera de eucalipto para el sostenimiento o entibado. El carbón extraído se transporta internamente mediante un Carbo ducto PVC de 12" de diámetro hacia una tolva principal, desde donde es enviado a la cementera UNACEM para su comercialización.

La empresa cuenta con un contrato de servidumbre de los terrenos superficiales, firmado con la Comunidad Campesina de Oyón, lo que les permite desarrollar sus actividades en el área despoblada donde se encuentra la mina.

Para asegurar el cumplimiento de normas y regulaciones, la empresa se rige por el marco jurídico del reglamento de seguridad, salud ocupacional y ambiental DS 024-2016/MEM, así como por las normas legales de protección ambiental emitidas por el Ministerio de Energía y Minas y el Ministerio del Ambiente, entre otros organismos gubernamentales.

### **Ubicación**

El Proyecto de Explotación de mina de carbón “**SMRL COAL MINE**”, se encuentra ubicado Políticamente en el distrito y provincia de Oyón- Región Lima, en los terrenos superficiales pertenecientes a la Comunidad Campesina de Oyón.

Geográficamente el proyecto está ubicado entre los cerros Pishtaj y Huáscar, a una altitud de 4 520 m.s.n.m. aproximadamente.

La cuadratura de sus vértices está definida por sus coordenadas UTM-PASAD 56, y UTM WGS-84 que se muestra a continuación en el siguiente cuadro.

**Tabla N° 1**

*Coordenadas de los vértices de la Concesión COAL MINE*

<b>Coordenadas UTM PSAD 56</b>		
<b>Vértice</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>
1	8821000	311000
2	8820000	311000
3	8820000	310000
4	8821000	310000

**Fuente:** Resumen del Derecho Minero-INGEMMET

**Tabla N° 2**

*Coordenadas UTM WGS 84 de la Concesión COAL MINE*

Coordenadas UTM WGS 84		
Vértice	Norte	Este
1	8820631.93	310769.52
2	8819631.94	310769.52
3	8819631.94	309769.53
4	8820631.93	309769.53

**Fuente:** Elaborado por los consultores

### **Accesibilidad del Proyecto**

La ruta al proyecto se da de la siguiente manera:

**Tabla N° 3**

*Rutas y Distancias al Área del Proyecto*

Ruta	Distancia (Km)	Tiempo (h)	Tipo de Vía
LIMA - HUACHO	148	2h	Asfaltado
HUACHO-SAYAN	50	0.40h	Asfaltado
SAYAN-CHURIN	60	1 h	Afirmada
CHURIN - OYON	25	0.45h	Asfaltada
OYON- PROYECTO	13	0.40 h	Afirmado
Total	296	4 h 25 min.	

**Fuente:** Elaborado por los consultores

**Tabla N° 4**

*Rutas y Distancias al Área del Proyecto*

Ruta	Distancia (Km)	Tiempo (h)	Tipo de Vía
LIMA-SAYAN	150	1.5h	Asfaltado
SAYAN-CHURIN	60	1 h	Asfaltado
CHURIN - OYON	25	0.45h	Asfaltada
OYON- PROYECTO	13	0.40 h	Afirmado
Total	248	3 h 05 min.	

**Fuente:** Elaborado por los consultores



### **2.2.3. Geología**

#### **Geología Regional**

La unidad inferior, constituida por la Formación Oyón de edad Jurásica (Js) – Cretácea (Ki) presenta areniscas cuarzosas con intercalaciones de lutitas y mantos de carbón. Superpuestas inmediatamente a esta, se encuentran las Formaciones de Edad Cretácica Inferior (Ki); Formación Chimú (compuestas de cuarcitas blancas), Formación Santa (compuesta de calizas grises medianamente con presencia de conchas e intemperizadas), Formación Carhuaz (Lutitas con intercalación de areniscas.), Formación Pariahuanca (caliza masiva gris), Formación Chulec (margas cremas beige y calizas), Formación Pariatambo (margas y calizas grises). La única unidad perteneciente al Cretáceo Superior (Ks) es la Formación Jumasha presente en la cima de los cerros apreciable como ultima unidad de la zona.

La actividad ígnea está presente con las rocas pertenecientes a los Volcánicos de la Formación Calipuy, compuestos de lavas andesíticas y piroclásticos. De edad Terciaria Inferior.

#### **Formación Oyón (Mesozoico)**

La unidad propia del sinclinal de Saquicocha consiste en intercalaciones de areniscas de color gris crema de grano fino, lutitas negras y horizontes de carbón de El área del proyecto de acuerdo a las características del material que conforma el entorno su geología está conformada por: Depósitos aluviales, estos depósitos están constituidos por sedimentos finos a bloques angulosos de rocas de mediano a gran tamaño (disimétricos a métricos), este perfil litológico se observa en los trabajos realizados. Estos depósitos cubren las areniscas, lutitas de la formación Chimú, cuyas características se observan en los afloramientos en los cortes de las carreteras de acceso al área de trabajo.

Forma irregular, el espesor de esta formación varia de 0.50 a 1.50 metros. La determinación de carbón indica ser una hulla bituminosa de bajo a volátil. Esta

Formación presenta tres horizontes con carácter litológico bastante uniforme para la región de Oyón.

### **Formación Chimú (Mesozoico)**

Suprayace discordantemente a la Formación Oyón, dentro del área de estudio se presenta invariablemente con potencias de  $\pm 0.50$  m de espesor, con estratificación, muy fracturada y diaclasada.

Litológicamente consiste en cuarcitas blancas de grano medio, cuarcitas metamórficas, dentro de las capas arcillosas transicionales a la formación subyacente se presentan lechos de carbón. Debido a su naturaleza masiva, siempre constituye las partes escarpadas de los cerros y cuando estos están modelados íntegramente en esta formación presenta fisiográficamente una topografía de relieve abrupto.

### **Formación Santa (Mesozoico)**

Suprayace concordantemente en forma gradacional a la Formación Chimú está separada de esta formación de una pequeña secuencia de lutitas. Wilson (1963) ha notado que en el Norte del Perú los contactos de la Formación Santa son discordantes, tanto en la unidad infrayacente (Chimú) como con la suprayacente (Carhuaz), fenómeno que no ha sido observado en, esta cuenca de Oyón, del área de estudio.

Esta formación consiste principalmente de una intercalación de calizas de color azul o gris finamente estratificadas, con algunos horizontes de calizas arcillosas. Se observa ocasionales nódulos de chert aplanados y fragmentos de pequeñas conchas.

### **Plegamientos**

El área de estudio se encuentra dentro de la Zona Sedimentaria con Pliegues y Sobre escurrimientos, región situada al Oeste de la Zona de Saquicocha.

En general, se considera que la secuencia de la cuenca del Cretáceo se ha formado como un conjunto estructural independiente, separado de las rocas pre-cretáceas por un despegue basal en la formación Oyón (Harrison y Wilson 1967).

El área en general se puede determinar como un flanco del plegamiento Sinclinal; donde se encuentra la totalidad de los mantos, perteneciente al Horizonte Medio de la formación Oyón. El recostamiento hacia el Oeste, la permanencia de verticalidad de estratos al centro y la presencia de una falla, haría suponer un sobre escurrimiento con base en la formación Oyón, que por escurrimiento de bloques habría volcado la secuencia cretácea hacia el Oeste, haciendo aflorar la formación Oyón.

### **Falla Longitudinal**

Es una falla muy importante que delimita dos zonas muy marcadas en el terreno, se puede definir como una falla por volcamiento, esta falla está considerada como control estructural.

Hacia el lado Oeste nos favorece el buzamiento de los estratos, aquí se encuentran todos los mantos en explotación, definiéndose como el bloque sobre escurrido de la formación Oyón.

Hacia el lado Este el buzamiento de los estratos es sub-horizontal, zona que pertenece al flanco oeste del sinclinal, donde se encuentra presente la secuencia sedimentaria, evidenciándose solo el último Horizonte de la Formación Oyón con la presencia de mantos de muy bajas potencias (0.20 – 0.40m).

### **Fallas Transversales**

Estas fallas son perpendiculares al rumbo de los estratos, los cuales no se evidencian marcadamente en superficie, pero se define mejor en interior mina, estos fallamientos cortan perpendicularmente a todos los mantos que se viene trabajando, teniendo un desplazamiento promedio de 15 – 20 m hacia el extremo Este y Oeste.

## **Geología en Oyón**

Los cuerpos rocosos pertenecientes al yacimiento están constituidos en su mayor extensión por rocas sedimentarias - Mesozoicas que abarcan intervalos en periodos desde el Jurásico superior hasta el Cretácico inferior, presentando areniscas de color beige, lutitas grises y negras y mantos de carbón, que están afectados por fracturas que los desplazaron centímetros de longitud y fracturamientos en general.

Se puede apreciar una estratificación bastante alterada con una potencia aproximada de 20 m, cubierto en algunas partes del cuerpo rocoso por material alterado de espesores variados.

Unidad propia del sinclinal Saquicocha, consiste en intercalaciones de areniscas de color gris crema de grano fino, lutitas negras y pizarras, horizontales de carbón de forma irregular, el espesor de esta formación varia de 0.50 a 1.50 m. La determinación de carbón indica ser una hulla bituminosa de bajo volátil.

Esta Formación presenta tres horizontes con carácter litológico bastante uniforme para la región de Oyón, los que se detallan a continuación:

**Horizonte Inferior:** Es un paquete de arenisca cuarcíticas de 25m. de espesor, débilmente cementada por material de sílice.

**Horizonte Medio:** Tiene en espesor promedio de 50m. constituido litológicamente por lutitas y mantos de carbón que contienen esferosideritas, areniscas compactas y lutitas con intercalaciones de carbón, localmente estas lutitas gradan hacia mantos de carbón, cuyo espesor varía entre 0.50 a 1.50 m de espesor.

**Horizonte Superior:** Tiene un espesor de 60m y consiste en areniscas similares a los del horizonte inferior.

### **2.2.4. Método de explotación**

En Coal Mine, una minera de carbón pequeña, donde se emplea el método de explotación por galerías para extraer el mineral de carbón de forma

subterránea. Este método implica la construcción de una red de galerías interconectadas dentro del yacimiento de carbón. A continuación, se describe el proceso general de este método:

**Preparación:** Se inicia con la apertura de una entrada horizontal principal llamado crucero, para permitir el acceso al interior de la mina. Esta entrada también se utiliza para proporcionar ventilación y facilitar el transporte de personal, equipos y material hacia y desde la mina.

**Excavación de galerías:** A partir de la entrada principal, se excavan galerías principales en la dirección del yacimiento de carbón. Estas galerías principales se diseñan y construyen siguiendo los planos y la información geológica del yacimiento. Además, se pueden construir galerías secundarias que se ramifican desde las principales para acceder a zonas específicas del yacimiento.

**Sostenimiento:** Durante la excavación de las galerías, se implementan medidas de sostenimiento para asegurar la estabilidad de las paredes y el techo. El tipo de sostenimiento utilizado como en la mayoría de minas de carbón o convencionales son cuadros de madera para garantizar la seguridad de los trabajadores.

**Extracción del carbón:** Una vez que las galerías están en su lugar, se procede a la extracción del carbón. Esto se realiza mediante el uso de picos que arrancan el mineral de las paredes y lo cargan en las carretillas que luego son trasladados al exterior.

**Transporte y evacuación:** El carbón extraído se transporta a lo largo de las galerías hacia la tolva que se encuentra a 50 metros de la entrada de la mina.

**Ventilación y seguridad:** Se establece un sistema de ventilación natural (chimeneas) para asegurar la circulación de aire fresco en la mina y controlar la concentración de gases y polvo. Además, se aplican estrictas medidas de seguridad, como la capacitación en seguridad, el monitoreo constante de las condiciones de trabajo y el uso de equipos de protección personal, para garantizar la protección y el bienestar de los trabajadores.

### 2.3. Definición de Términos básicos

**Calera:** Una calera es una instalación industrial donde se produce cal mediante la calcinación de piedra caliza. La piedra caliza se calienta a altas temperaturas para obtener óxido de calcio, que se utiliza en la producción de materiales de construcción, como el cemento y la cal viva.

**Carbón bituminoso:** El carbón bituminoso es un tipo de carbón mineral que se caracteriza por su alto contenido de carbono y su potencial calorífico. Contiene entre un 45% y un 86% de carbono y se forma a partir de la descomposición de materia vegetal en condiciones de alta presión y temperatura. Se utiliza como combustible en la generación de electricidad y en la producción de acero.

**Carbón mineral:** El carbón mineral es una roca sedimentaria que se forma a partir de la acumulación y transformación de restos de plantas durante millones de años. Es una fuente de energía fósil compuesta principalmente por carbono, junto con otros elementos. Se utiliza ampliamente como combustible en la generación de electricidad, la calefacción y la producción de acero.

**Carbón subbituminoso:** El carbón subbituminoso es un tipo de carbón mineral con un contenido de carbono y poder calorífico inferior al carbón bituminoso. Contiene entre un 35% y un 45% de carbono y se forma a partir de la descomposición de materia vegetal en condiciones de menor presión y temperatura que el carbón bituminoso. Se utiliza como combustible en la generación de electricidad y en procesos industriales.

**Cementera:** Una cementera es una instalación industrial dedicada a la producción de cemento. El cemento es un material conglomerante utilizado en la construcción para unir y fijar otros materiales, como ladrillos, bloques y hormigón. Se produce mediante la molienda de clinker, que es una mezcla de materias primas como piedra caliza, arcilla y otros minerales.

**Empresa tercerista:** Una empresa tercerista es una organización que brinda servicios especializados a otras empresas como subcontratista o proveedor

externo. Estas empresas pueden ofrecer una variedad de servicios, desde fabricación y logística hasta servicios administrativos y de recursos humanos.

**Explotación de carbón:** La explotación de carbón se refiere al conjunto de actividades y procesos involucrados en la extracción y recuperación del carbón mineral de yacimientos subterráneos o a cielo abierto. Incluye la preparación del sitio, la excavación, el transporte, el procesamiento y la comercialización del carbón.

**Explotación subterránea:** La explotación subterránea es un método de extracción de minerales, incluido el carbón, que se realiza mediante la excavación de túneles y galerías debajo de la superficie de la tierra. Este método se utiliza cuando los yacimientos de carbón se encuentran a profundidades que no permiten la extracción a cielo abierto de manera económica.

**Hulla:** La hulla es un tipo de carbón mineral que se forma a partir de la descomposición de materia vegetal en condiciones de alta presión y temperatura. Es un carbón bituminoso de alta calidad, con un contenido de carbono que varía entre el 60% y el 80%. Se utiliza principalmente en la generación de electricidad y en la producción de acero.

**Mantos de carbón:** Los mantos de carbón son capas o estratos horizontales de carbón mineral que se encuentran dentro de la corteza terrestre. Estos mantos se forman a partir de la acumulación de materia vegetal en condiciones geológicas favorables. La explotación de carbón se realiza en función de la calidad y espesor de los mantos presentes en un yacimiento.

**Recursos de carbón:** Los recursos de carbón se refieren a las reservas conocidas y estimadas de carbón mineral presentes en la Tierra. Estos recursos incluyen los depósitos identificados y cuantificados que pueden ser explotados con los métodos y tecnologías actuales, así como los depósitos potenciales que aún no han sido descubiertos.

**Reservas de carbón:** Las reservas de carbón son una parte de los recursos de carbón que ha sido identificada y evaluada como económicamente viable y técnicamente factible de extraer. Representan la porción del recurso que se puede extraer y utilizar de manera rentable con los conocimientos y tecnologías existentes.

**Yacimientos de carbón:** Los yacimientos de carbón son áreas o lugares donde se encuentran acumulaciones significativas de carbón mineral en la corteza terrestre. Estos yacimientos se forman a partir de la acumulación de materia vegetal en condiciones geológicas favorables durante millones de años. La exploración y la evaluación de los yacimientos de carbón son fundamentales para determinar su viabilidad económica y establecer programas de explotación adecuados.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Se incrementa la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

### **2.4.2. Hipótesis específica**

- a. El diseño del método de explotación subterránea inclinados incrementa la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.
- b. La aplicación del método de explotación subterránea inclinados incrementa la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable Independiente**

Método de explotación subterránea inclinados



### **2.5.2. Variable Dependiente**

Producción de carbón

### **2.6. Definición operacional de variables e indicadores**

En el cuadro que sigue, se proporciona un desglose detallado de cómo se lleva a cabo la operacionalización de las variables.

**Tabla N° 5**

*Operacionalización de Variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Variable independiente</b>  Método de explotación subterránea inclinados	El método de explotación subterránea inclinados es una técnica minera que consiste en la excavación de galerías inclinadas en la roca para acceder y extraer minerales o recursos naturales ubicados bajo la superficie de la tierra.	El método de explotación subterránea inclinados es una técnica minera que permite la extracción eficiente de carbón. Para su implementación, es necesario considerar las características del yacimiento de carbón, como su espesor, calidad y distribución, así como realizar un estudio geomecánico para evaluar la estabilidad de la roca circundante.	Factor geomecánico	Características geomecánicas de carbón
				Características geomecánicas de la mina
			Factor geológico	Características geológicas del yacimiento de carbón
				Características geológicas de la mina
<b>Variable dependiente</b>  Producción de carbón	La producción de carbón se refiere al proceso de extracción y obtención de carbón mineral de yacimientos subterráneos o a cielo abierto. Consiste en la exploración y perforación de la tierra para localizar los depósitos de carbón, seguido de la excavación y extracción del mineral mediante técnicas mineras adecuadas.	Para la producción de carbón mineral se debe tener en cuenta la pureza del carbón tratando de minimizar las cenizas y la humedad; como también los costos de producción y los costos en servicios mina.	Calidad del carbón	Pureza del carbón
				Dilución
			Cantidad del Carbón	Tonelaje
			Costos	Perforación
				Voladura
				Sostenimiento
				Ventilación

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

**Investigación científica:** Se utilizará un enfoque sistemático y riguroso para obtener conocimiento nuevo y confiable sobre el tema de estudio.

#### **3.2. Nivel de investigación**

**Nivel de investigación descriptivo:** Se buscará describir y analizar el método de explotación subterránea inclinados y su relación con la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

#### **Característica de la Investigación**

**Investigación aplicada:** El objetivo es resolver un problema específico en un contexto práctico, que es incrementar la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

#### **3.3. Método de investigación**

**Método científico:** Se seguirá un enfoque lógico y sistemático para formular hipótesis, recolectar datos, analizarlos y llegar a conclusiones basadas en evidencia.

### 3.4. Diseño de investigación

**Diseño de investigación causa-efecto:** Se buscará establecer una relación de causa y efecto entre el diseño y la aplicación del método de explotación subterránea inclinados y el incremento de la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

### 3.5. Población y muestra

**Población:** Trabajadores y operaciones de la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

**Muestra:** Se seleccionará una muestra representativa de trabajadores y operaciones para recolectar datos sobre el método de explotación subterránea inclinados y la producción de carbón.

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Entrevistas semiestructuradas:** Se realizarán entrevistas a los trabajadores y expertos involucrados en el diseño y la aplicación del método de explotación subterránea inclinados para obtener información cualitativa sobre su experiencia y conocimiento.

**Observación directa:** Se observarán directamente las actividades relacionadas con el método de explotación subterránea inclinados y la producción de carbón para recopilar datos objetivos y detallados.

**Registro de producción:** Se utilizarán registros y datos de producción diaria de carbón proporcionados por la empresa minera Coal Mine S.M.R.L. como una fuente de datos cuantitativos.

### 3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

**Análisis de contenido:** Se realizará un análisis de contenido de las entrevistas y otros datos cualitativos para identificar temas, patrones y tendencias relacionados con el diseño y la aplicación del método de explotación subterránea inclinados y su efecto en la producción de carbón.

### **3.8. Tratamiento estadístico**

En el marco del estudio realizado, se empleará el programa Microsoft Excel 2019 para procesar los datos recopilados de la producción diaria. Estos datos se representarán visualmente mediante gráficos de barras, facilitando así un análisis más detallado de la producción en cada jornada. De manera similar, se seguirá este procedimiento para organizar los datos por meses, con el objetivo de obtener los resultados deseados.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

**Consentimiento informado:** Se obtendrá el consentimiento de los participantes antes de realizar entrevistas o recopilar datos, asegurándose de que comprendan los propósitos, los procedimientos y los posibles riesgos de la investigación.

**Confidencialidad y anonimato:** Se garantizará la confidencialidad y el anonimato de los participantes, protegiendo su identidad y asegurando que los datos recopilados se manejen de manera segura y privada.

**Consideraciones éticas:** Se seguirán los principios éticos de la investigación científica, como el respeto a los participantes, la integridad en la recopilación y el análisis de datos, y la transparencia en la presentación de resultados.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Producción de Coal Mine en el año 2022**

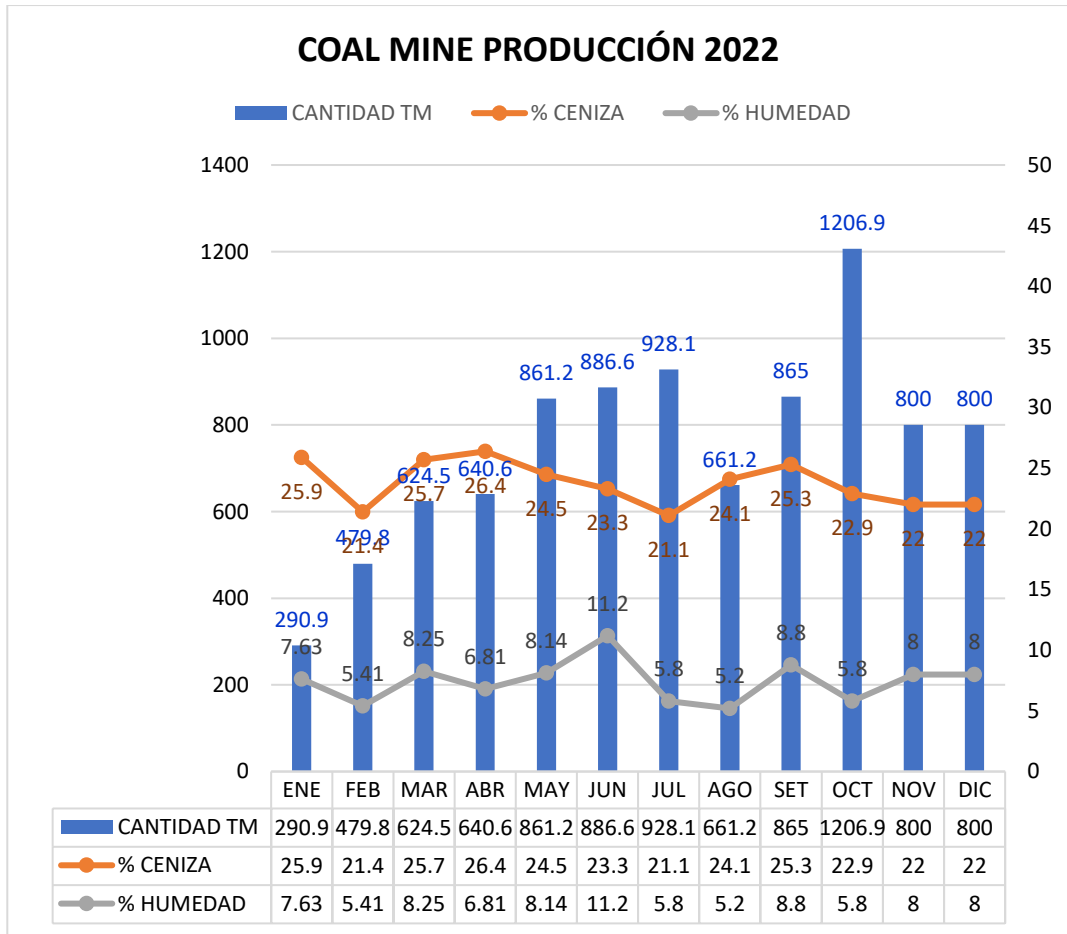
A lo largo del año 2022, la empresa Coal Mine llevó a cabo el envío de carbón bituminoso a la empresa cementera UNACEM en su planta ubicada en la ciudad de Tarma. Cabe destacar que nuestra empresa, especializada en la extracción de carbón mineral, alcanzó una producción promedio anual de 760 toneladas.

Donde los primeros meses del año tuvieron la dificultad de producción debido a las lluvias intensas que provocaban huaycos.

Se puede observar que en la época de lluvia la empresa minera Coal mine no sobrepaso las 650 toneladas mensuales de carbón, por temas de aguas subterráneas ya que estas producían que no se pueda sacar el carbón inundando las galerías y provocaba una dilución fuerte; que por lo consecuente los volqueteros abandonaban la minera por la falta de mineral de carbón que era su sustento.

**Gráfico N° 1**

*Producción de carbón del año 2022 de la empresa minera Coal Mine*



Durante los siguientes seis meses, correspondientes a los meses de abril a septiembre, se evidencia un aumento en la producción promedio de carbón mineral, alcanzando las 823 toneladas métricas. Este incremento puede atribuirse a la presencia de la temporada de verano, que históricamente ha influido positivamente en los niveles de producción. Sin embargo, en los últimos meses del año, es decir, octubre, noviembre y diciembre, se registró un promedio aún mayor de producción, llegando a las 935 toneladas de carbón mineral en promedio.

Es importante resaltar que, durante este período de tiempo, la intensidad de las lluvias disminuyó, lo que tuvo un efecto positivo en la producción. Esta disminución en las precipitaciones contribuyó a superar los desafíos

experimentados en los primeros meses del año. A pesar de estos avances, es esencial reconocer que la posible reaparición de condiciones climáticas adversas en los primeros meses del año siguiente podría plantear nuevamente retos en términos de producción.

#### **4.1.2. Diseño de labores mineras hasta el año 2022**

##### **Labor Oviedo**

La labor Oviedo se encuentra ubicada en una altitud aproximada de 4700 metros sobre el nivel del mar y dista tan solo 50 metros del campamento minero de Coal Mine. La sección de cruce de rieles en esta labor se integra con la galería Reyna. Aquí, la extracción se ejecuta de manera eficiente mediante el uso de picadoras neumáticas y el mineral extraído se transporta eficazmente a través de carros mineros modelo U-35.

##### **Gráfico N° 2**

*Ingreso a la labor Oviedo*





Posteriormente, este mineral es dirigido hacia una tolva situada en las afueras de la labor, listo para ser cargado en los volquetes a través de un ingenioso sistema de tuberías, que lo transporta hacia una zona más baja, optimizando así la eficacia del proceso de carga.

Una característica destacada es que la labor Oviedo ha desempeñado un papel crucial en la extracción de carbón del frente de producción de la galería Reyna. Esta explotación se ha extendido tanto hacia la derecha como hacia la izquierda, generando la perspectiva de un eventual agotamiento de los recursos en esta zona.

Desde una perspectiva de diseño, es de notar que la labor Oviedo carece de una chimenea directa al exterior. En cambio, presenta un diseño de chimenea interno que, a pesar de su concepción, no está conectado con el exterior. Este diseño particular se originó a raíz de la explotación histórica realizada por los mineros anteriores de la unidad. La acción previa de estos mineros ha resultado en la creación de conexiones con socavones que posteriormente colapsaron, aumentando así el riesgo de derrumbes en las secciones inclinadas de la labor.

Dada esta situación, la ventilación en la labor Oviedo se lleva a cabo mediante una ventiladora que está conectada a un generador eléctrico, impulsado por gasolina, y que trabaja en conjunto con un sistema de aire comprimido. Esta combinación asegura una circulación de aire adecuada y una operación fluida en el entorno subterráneo. En definitiva, la labor Oviedo emerge como un microcosmos de desafíos y soluciones en el complejo mundo de la minería.

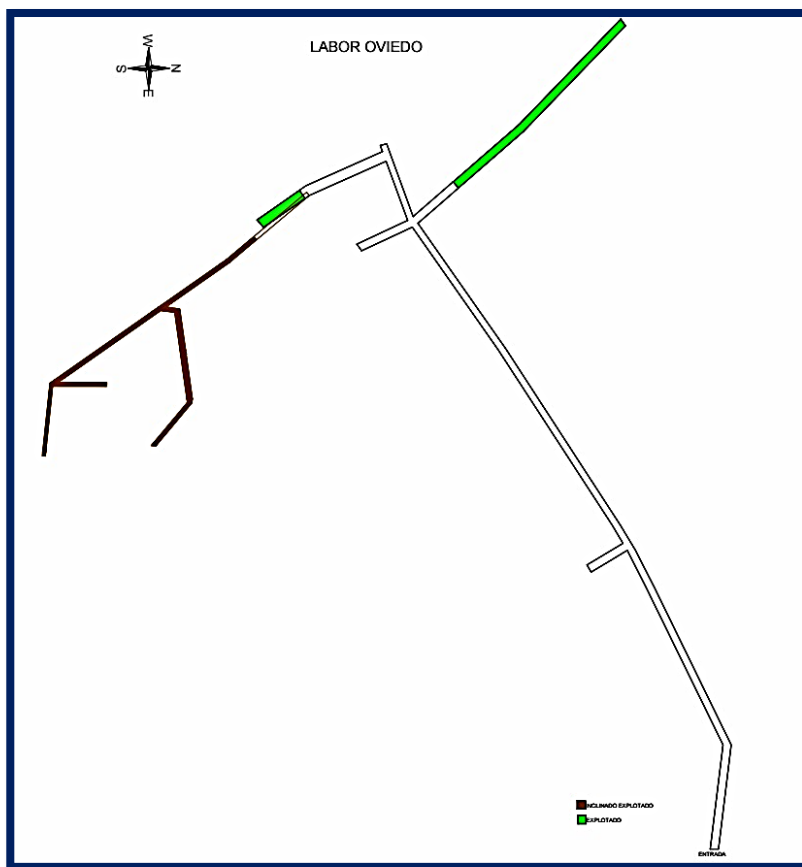
**Gráfico N° 3**

*Ventilador eléctrico de la labor Oviedo*



**Gráfico N° 4**

*Croquis de explotación de la Labor Oviedo*



## Labor Guadalupe

La labor Guadalupe se asienta a una altitud aproximada de 4560 metros sobre el nivel del mar, manteniendo una distancia de 560 metros con relación al campamento central de la empresa minera Coal Mine. El cruce Guadalupe está equipado con rieles que establecen un enlace vital con las galerías María 1 y María 0, en una sincronización que subraya su importancia estratégica en el complejo minero.

### Gráfico N° 5

*Ingreso a la labor Guadalupe*



Dentro de esta labor, la atención se centra en las galerías María 1 y María 0. La actividad de extracción opera bajo el uso de picadoras, instrumentos esenciales en el proceso de obtención del carbón. Una vez extraído, el mineral es transportado por medio de carritos mineros modelo U-35 hasta alcanzar una tolva situada en el exterior de la labor.

**Gráfico N° 6**

*Tolva de acopio de la labor Guadalupe*



En este punto, el mineral es resguardado temporalmente antes de ser cargado en volquetes a través de un sistema de tuberías ingeniosamente diseñado, que lo conduce hacia la parte más baja de la carretera, conectando con la labor Luna.

### **Gráfico N° 7**

*Tuberías interconectadas para cargar al volquete*

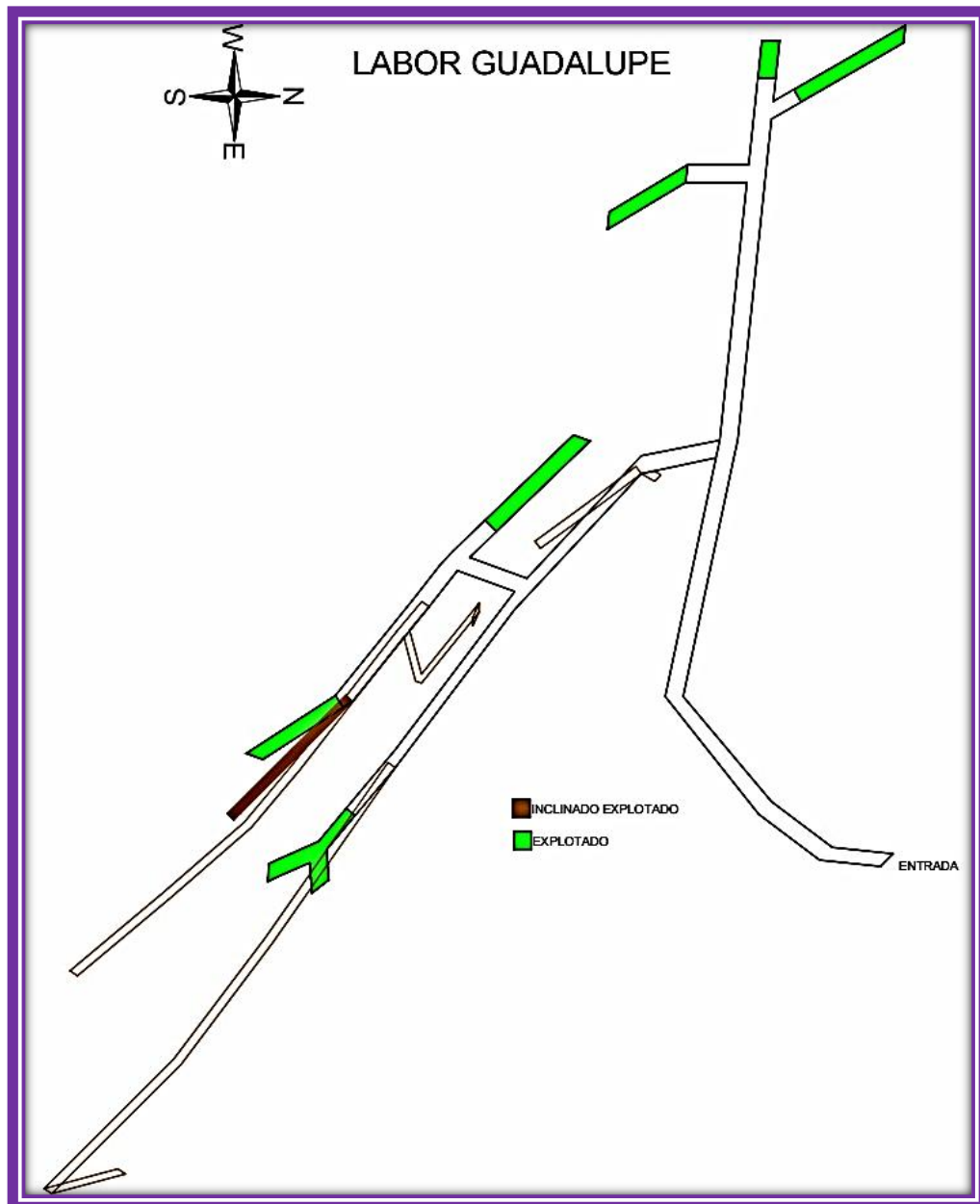


Una característica que distingue a la labor Guadalupe es la presencia de dos chimeneas que brindan un flujo de ventilación natural. Aunque se cuenta con una alternativa adicional mediante el uso de aire comprimido, este último recurso es empleado de manera menos recurrente. Es notable el hecho de que la labor Guadalupe no ha sido objeto de explotación excesiva por parte de los mineros anteriores de Coal Mine. Este aspecto ha otorgado al equipo actual la oportunidad de diseñar y desarrollar un enfoque más eficiente y meticuloso.

Este contexto ha conferido a la labor Guadalupe el estatus de pilar fundamental en la sostenibilidad operativa de Coal Mine, ejemplificando cómo la combinación de planificación estratégica y adaptación es la clave para asegurar el éxito a largo plazo en el entorno minero.

### Gráfico N° 8

#### Croquis de explotación de la Labor Guadalupe



### Labor Luna

La labor Luna, situada en torno a los 4500 metros sobre el nivel del mar, establece su ubicación a unos 690 metros de distancia desde el campamento de operaciones de la empresa minera Coal Mine. Esta labor desempeña un papel de enlace intrincado con la labor Guadalupe, ya que se cruza de manera subyacente con algunas de sus vetas.

### **Gráfico N° 9**

#### *Ingreso a la labor Luna*



La extracción en la labor Luna se enfoca en la galería Xiomara y sus sub-galerías Xiomara A y Xiomara B. En un proceso que combina tradición y habilidad artesanal, el carbón se extrae mediante el uso de picos y lampas. La particularidad radica en que la labor Luna no cuenta con un sistema de rieles. En su lugar, el mineral extraído es transportado manualmente con carretillas hasta llegar a la tolva de acopio situada en el exterior de la labor. Desde esta tolva, el mineral es transferido para su carga en los volquetes, beneficiándose de una carretera que se construyó bajo la tolva para este propósito específico.

## **Gráfico N° 10**

### *Carguío del volquete en la Labor Luna*



Un aspecto a considerar es que la labor Luna no dispone de chimenea. Sin embargo, recibe el apoyo vital de aire comprimido, el cual proviene de la labor Guadalupe, garantizando así una ventilación adecuada en este entorno subterráneo. Es relevante mencionar que, a lo largo del tiempo, la labor Luna ha experimentado ciclos de explotación y abandono debido a la falta de recursos humanos e inversión. No obstante, esta labor ha sido recientemente reactivada hace apenas unos meses.

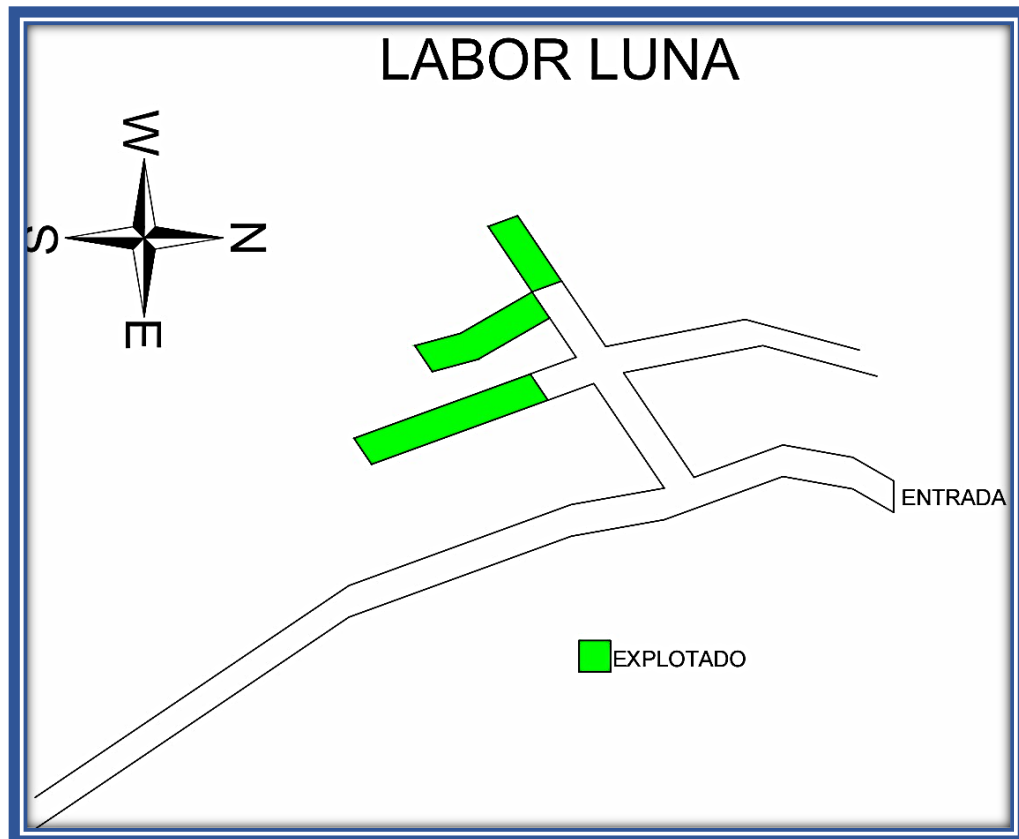
En conjunto, la labor Luna es un ejemplo de la tenacidad y la adaptación requerida en la industria minera. Su conexión con la labor Guadalupe y su proceso



de extracción artesanal le otorgan un carácter único en el complejo minero de Coal Mine.

**Gráfico N° 11**

*Croquis de explotación de la Labor Luna*



**4.2. Presentación, Análisis e Interpretación de resultados**

**4.2.1. Reservas de la Unidad Minera Coal mine 2023**

La empresa minera Coal Mine S.M.R.L. ostenta una considerable reserva, siendo que gran parte de la explotación efectuada hasta el momento ha sido de carácter superficial. En la región del Cerro Pishtaj, se pueden identificar diversas bocaminas que fueron objeto de explotación por parte de los mineros antiguos de la empresa, mientras que en la vertiente del cerro Huáscar, la cantidad de bocaminas explotadas es comparativamente menor.

**Gráfico N° 12**

*Imagen del cerro Pishtaj de la empresa minera*



**Gráfico N° 13**

*Imagen del cerro Huáscar de la empresa minera*



Vale la pena resaltar que la cantidad de carbón extraído hasta la fecha solo abarca las pequeñas vetas superficiales presentes en el yacimiento. Aún no se ha logrado descubrir los estratos más abundantes y densos de carbón mineral, conocidos como mantos, debido a su ubicación en profundidades más significativas. Estos mantos se espera que se encuentren en niveles más profundos, según lo indican los estudios geológicos realizados.

En esencia, la empresa se encuentra en una fase en la que la exploración y explotación a mayor profundidad se vislumbran como la clave para desentrañar el potencial completo del yacimiento de carbón y asegurar un suministro sostenible en el futuro.

**Tabla N° 6**

*Tabla de reservas de la empresa minera Coal Mine*

<b>MANTOS</b>	<b>RESERVAS PROBADAS</b>	<b>RESERVAS PROBABLES</b>	<b>RESERVAS PROSPECTIVAS</b>
Manto María 0	80,000	80,000	100,000
Manto María 1	100,000	200,000	300,000
Manto Santa Rosa	80,000	200,000	280,000
Manto Ricky	100,000	100,000	200,000
Manto Rosario	100,000	200,000	300,000
Manto Guadalupe cero	200,000	200,000	400,000
Manto Guadalupe uno	200,000	200,000	400,000
	<b>860,000</b>	<b>1,180,000</b>	<b>1,980,000</b>
		<b>TOTAL, RESERVAS (TONELADAS METRICAS)</b>	<b>4,020,000</b>

## 4.2.2. Diseño del método de explotación subterránea Inclinados

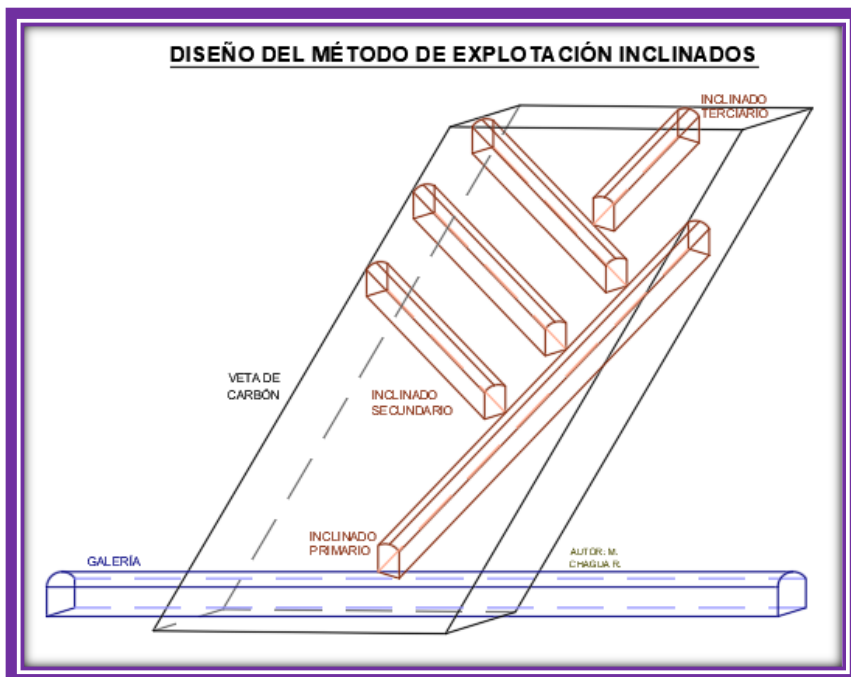
### Preparación del método de explotación

El método de explotación que se implementa demuestra su eficiencia especialmente en el caso de vetas de carbón mineral con un buzamiento que excede los  $30^\circ$ . Esta característica adquiere particular relevancia en el contexto de Coal Mine, donde las vetas exhiben esta condición geológica específica. Ante esta realidad, se despliega un proceso riguroso y técnico para el diseño y desarrollo del método de explotación adecuado.

Una vez que se han identificado las galerías de explotación donde estas vetas de carbón se encuentran, se procede a trazar una ruta que sigue el rumbo de la veta, creando una configuración inclinada. En este punto, las galerías y el crucero desempeñan un papel crucial en el proceso preparatorio. Estas estructuras operativas actúan como puntos de captación estratégicos para las vetas de carbón. La dirección y disposición de estas vetas capturadas guían la planificación y construcción de los inclinados que se siguen.

### **Gráfico N° 14**

*Diseño del método de explotación subterránea inclinados*



### **4.2.3. Ciclo de minado del método de explotación**

#### **Preparación del método de explotación**

El proceso se inicia con la meticulosa localización de la veta de carbón mineral a través de las galerías, marcando el comienzo de una serie de etapas críticas de preparación. Una vez identificada la veta, se implementa la creación de un inclinado estratégicamente orientado al costado del techo de la labor. Este inclinado sigue la dirección del rumbo de la veta y se adhiere a su trazado. Además, para garantizar la integridad estructural, se integran cuadros de madera, tirantes y un enrajado de madera en el techo, estableciendo un sistema sólido y seguro que mitiga el riesgo de caída de rocas.

La accesibilidad es optimizada mediante una escalera que es meticulosamente asegurada y amarrada, garantizando la seguridad del personal que ingresa al área.

#### **Gráfico N° 15**

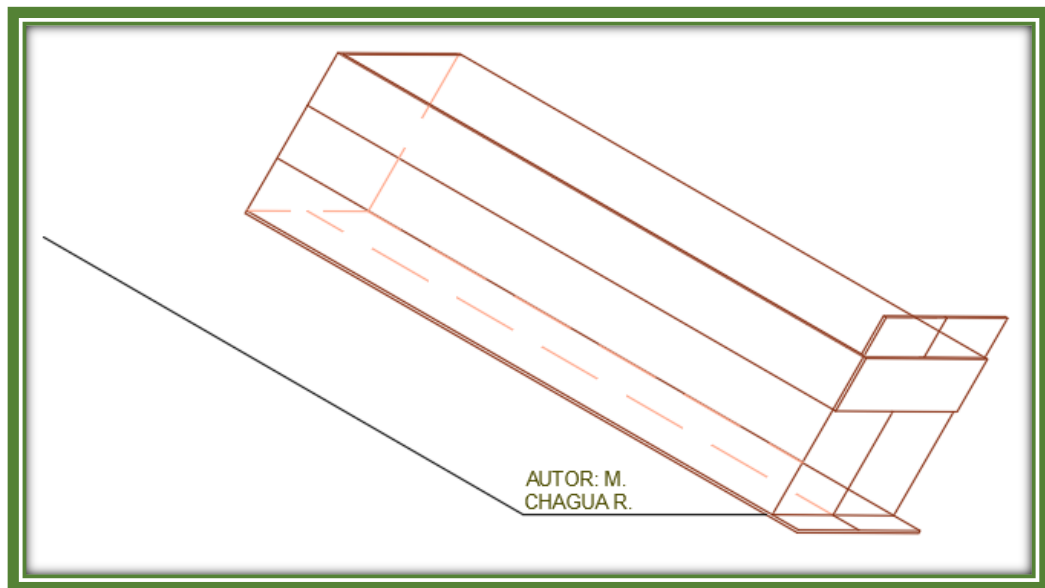
*Acceso al inclinado por medio de una escalera*



Con esta base robusta en su lugar, se prosigue con la meticulosa construcción del chut de carga y descarga de carbón en el costado derecho. Este elemento vital permite un flujo continuo y organizado del mineral extraído, optimizando de manera significativa la eficiencia operativa.

### **Gráfico N° 16**

*Diseño del chut de carga y descarga*



### **Explotación del carbón en el Inclinado**

Método de Extracción Selectiva de Carbón: Para llevar a cabo la extracción del carbón de la veta, se implementa un proceso detallado y minucioso. Este procedimiento involucra el uso de herramientas como el pico manual o el picamer neumático, que desglosan cuidadosamente el carbón de arriba hacia abajo. Se ejecuta con precisión para evitar la mezcla con las cajas de desmonte, asegurando así la integridad de las capas de carbón y la conservación de la gradiente del inclinado.

Un aspecto esencial del proceso es mantener una inclinación específica en el inclinado, que se establece en un buzamiento de 45°. Esta inclinación permite que el carbón desglosado resbale naturalmente, facilitando su avance a

lo largo de la gradiente. Este enfoque técnico y meticuloso garantiza la eficacia en la extracción del carbón, al mismo tiempo que preserva la calidad y el valor del recurso mineral.

### **Gráfico N° 17**

*Profundidad del Inclinado explotado*



### **Limpieza y Almacenamiento**

La etapa de limpieza involucra la remoción cuidadosa de los desechos del frente de trabajo utilizando la lampa, con la dirección de expulsión dirigida hacia el chute de acumulación. Aprovechando la fuerza de la gravedad, el carbón se desliza a lo largo del chut, siguiendo la pendiente y llegando finalmente a la apertura del chut.

Para garantizar un proceso fluido y evitar desviaciones del flujo, se extiende el cuerpo del chut. Esta extensión es crucial para prevenir posibles descarrilamientos del carbón que podrían resultar en una dilución indeseada. El carbón recolectado se almacena de manera estratégica desde la entrada del

chute y a lo largo de su extensión, permitiendo un almacenamiento óptimo y una mayor capacidad para el resguardo del recurso.

**Gráfico N° 18**

*Carbón almacenado en el chut de inclinado*



**Acarreo del Carbón**

La fase de traslado del carbón se inicia al posicionar el carrito minero U-35 directamente bajo la apertura del chute. Con cuidado y precisión, se abre el chute para permitir la descarga del carbón, garantizando un flujo ininterrumpido y evitando posibles obstrucciones. La atención meticulosa a este proceso es esencial para mantener una operación fluida y eficaz.



Una vez descargado el carbón, los carritos mineros son llenados con el mineral extraído. Estos carritos cargados son luego desplazados hacia la tolva, que se encuentra estratégicamente ubicada fuera de la bocamina. Aquí, el carbón es almacenado por labor, asegurando un sistema organizado y eficiente de gestión del recurso.

**Gráfico N° 19**

*Carrito minero utilizado para trasladar el carbón*



**4.2.4. Aplicación del método de explotación subterránea Inclina**

**Labor Oviedo**

En el marco de esta labor, se ha llevado a cabo una estrategia integral para optimizar la producción de carbón mineral. Se han implementado dos inclinados que se alinean con la veta de la galería Reyna, específicamente en el lado izquierdo. Esta decisión estratégica ha resultado en un aumento tangible en

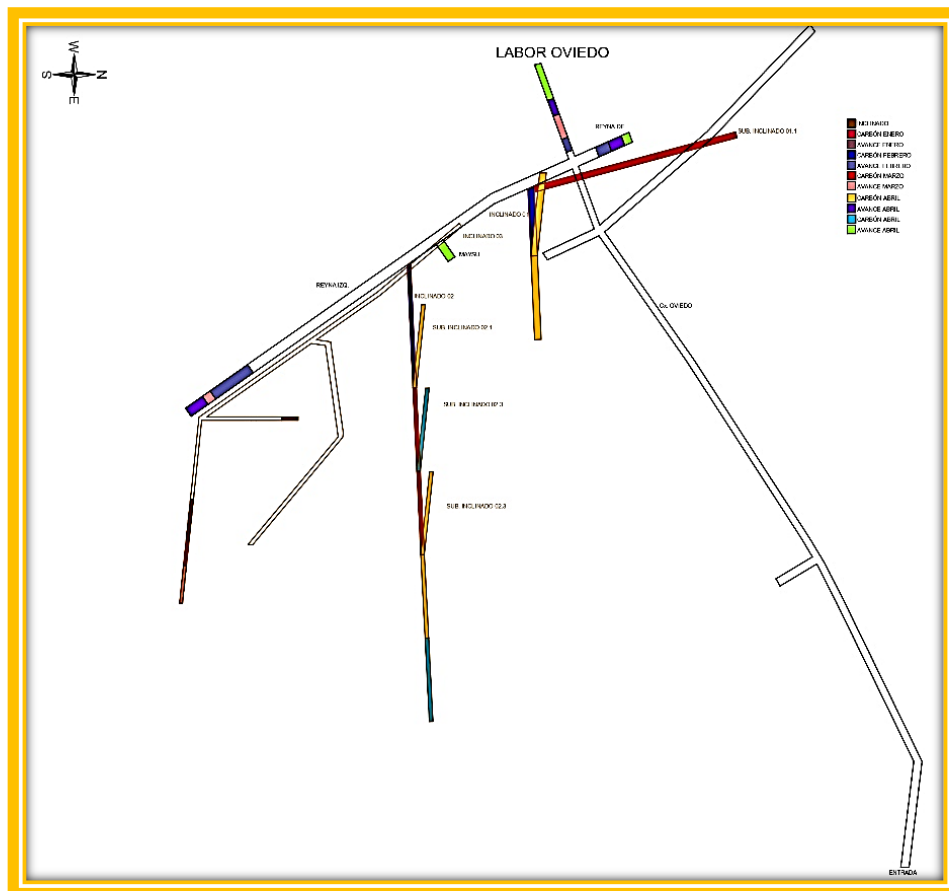
la extracción de carbón, elevando los niveles de producción de manera significativa.

Un enfoque adicional ha sido la creación de inclinados secundarios, una táctica que se ha revelado como una oportunidad valiosa para aprovechar las vetas de carbón que presentan desviaciones. Esta implementación permite extraer una cantidad mayor de carbón, optimizando el rendimiento y el aprovechamiento de los recursos disponibles.

Es importante resaltar que la materialización de una chimenea esperada se encuentra en una etapa avanzada de desarrollo, ubicada a una corta distancia de concretarse. Este elemento esencial en la ventilación y operatividad de la labor demuestra el compromiso de Coal Mine en la mejora continua y la implementación de soluciones técnicas para optimizar cada aspecto de la operación.

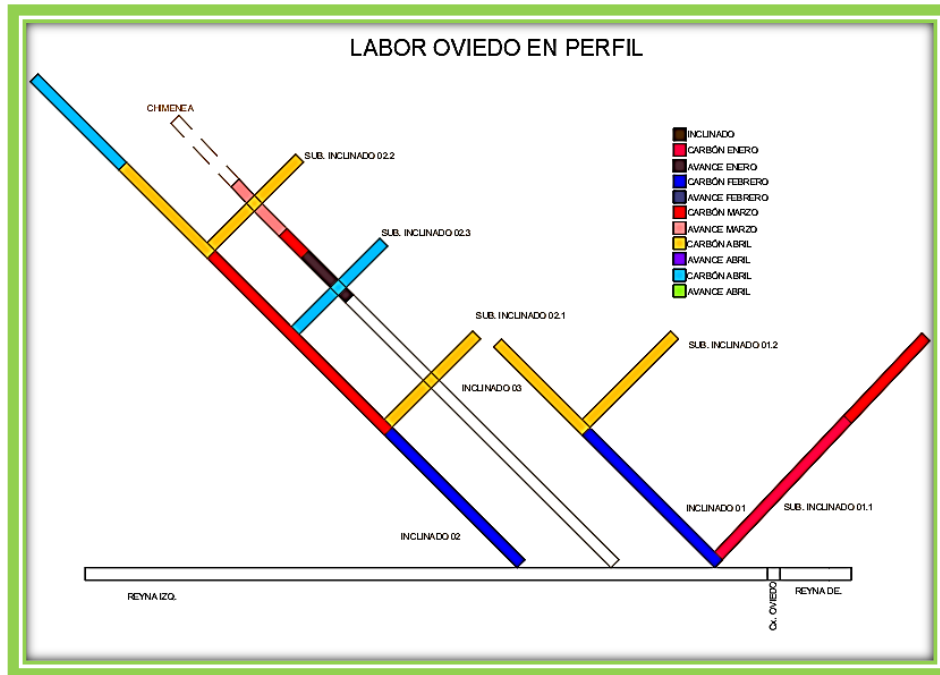
### Gráfico N° 20

Plano de distribución de los inclinados en la labor Oviedo



## Gráfico N° 21

Modelo de los inclinados en perfil en la labor Oviedo



### Labor Guadalupe

La labor en cuestión, al haber sido sometida a un diseño mejorado, ha experimentado una evolución significativa en su estructura. La incorporación de pequeños inclinados destinados a la creación de chimeneas de ventilación natural ha sido uno de los enfoques clave. Este método ha demostrado ser altamente eficaz, ya que ha maximizado el diseño de la labor, resultando en la implementación de inclinados de mayor tamaño en comparación con otros sitios en la empresa minera Coal Mine. Además, la incorporación de inclinados secundarios ha reforzado aún más la eficacia operativa y la extracción de recursos.

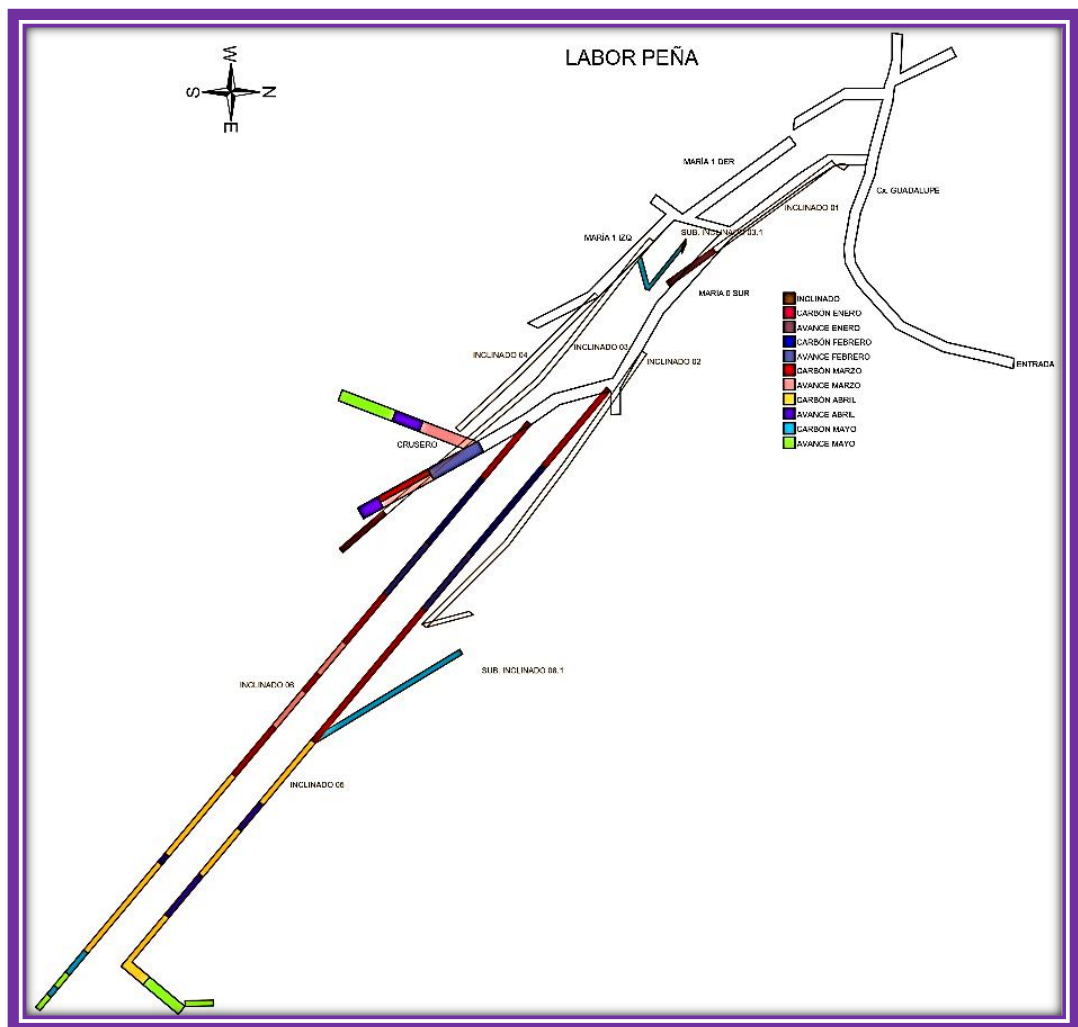
Una innovación adicional ha sido la conexión del inclinado 05 con una antigua carretera superior. Este paso estratégico brindará notables ventajas en términos de transporte de materiales destinados al sostenimiento de la operación. Esta conexión directa optimiza la logística y eficiencia en el flujo de suministros.

Destacando la constancia en la producción, esta labor es capaz de abastecer diariamente un volquete de carbón. Este logro es atribuible en gran parte a la implementación de múltiples inclinados en operación.

El liderazgo en producción de esta labor es un testimonio de su profunda experiencia en el método de explotación subterránea a través de inclinados. La combinación de diseño mejorado, estrategias operativas efectivas y adaptabilidad técnica ha colocado a esta labor en la posición de liderazgo en el panorama minero de Coal Mine. Su enfoque proactivo y capacidad de optimización son ejemplares en la industria.

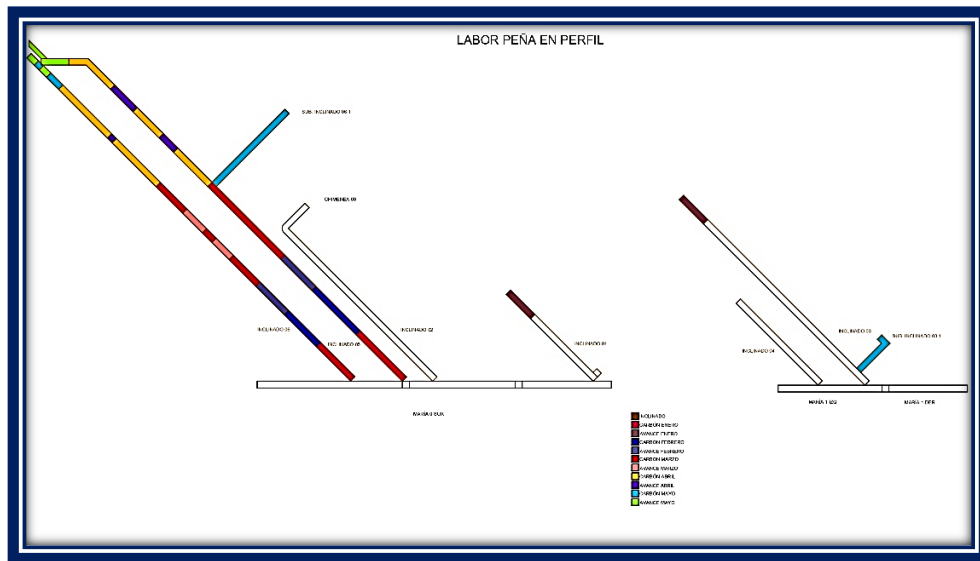
### Gráfico N° 22

Plano de distribución de los inclinados en la labor Guadalupe



## Gráfico N° 23

### Modelo de los inclinados en perfil en la labor Guadalupe



### Labor Luna

La labor en cuestión ha implementado con éxito el método de explotación subterránea basado en inclinados, lo que ha resultado en una serie de mejoras sustanciales en su operación. Uno de los desarrollos clave ha sido la creación de un inclinado en el cruce luna, estratégicamente posicionado para captar las vetas de carbón. Además, se ha introducido una chimenea a lo largo de un inclinado secundario, un enfoque que ha repercutido positivamente en la ventilación natural, mejorando las condiciones en la labor.

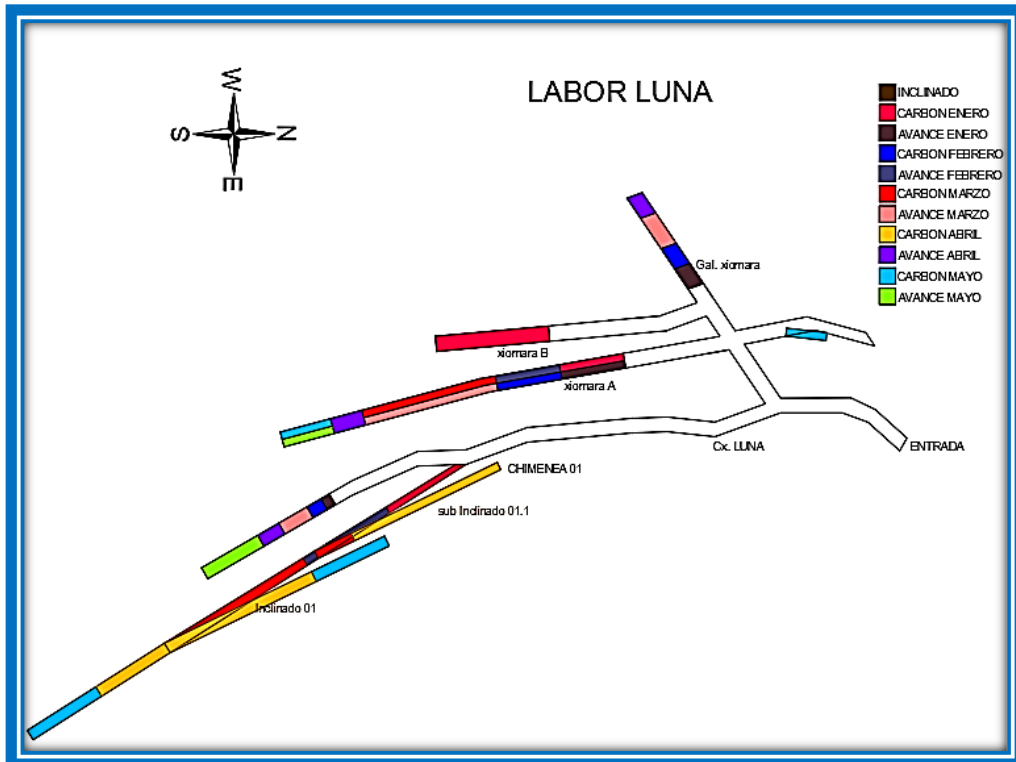
Este inclinado primario se distingue por la presencia de dos inclinados secundarios, elementos que han demostrado ser vitales para aumentar la producción de la labor de manera efectiva. Otro logro relevante ha sido la apertura de un nuevo inclinado en la sub-galería Xiomara A, una sección que había sido abandonada por mineros anteriores tras la desaparición aparente de la veta. No obstante, bajo la estrategia de explotación actual, esta veta ha demostrado un potencial prometedor.

A pesar de los desafíos de operar con recursos limitados debido a la inversión, la labor sigue adelante trabajando con picos y carretillas. Se proyecta

un avance gradual en esta área, ya que las contribuciones de estas labores impactan positivamente en la producción general de la empresa. La capacidad de esta labor para optimizar sus recursos y generar resultados notables es un testimonio de su enfoque proactivo y su adaptabilidad técnica.

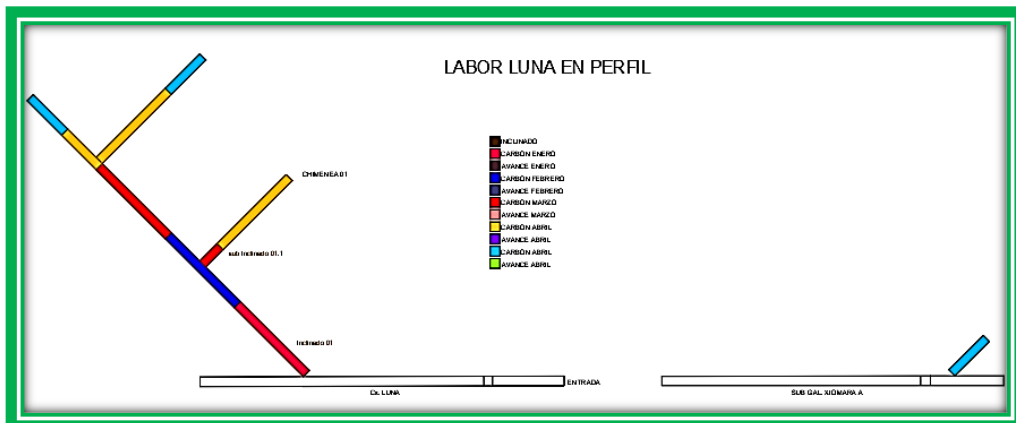
**Gráfico N° 24**

*Plano de distribución de los inclinados en la labor Luna*



**Gráfico N° 25**

*Modelo de los inclinados en perfil en la labor Luna*



#### **4.2.5. Producción mensual**

Tras la aplicación meticulosa del método de explotación subterránea inclinados, se instaura un proceso ineludible de evaluación y análisis exhaustivo de la producción, enmarcando un enfoque mensual que comprende los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo. Esta minuciosa revisión se erige como un pilar esencial para comprender con profundidad la dinámica de producción en cada labor y, a su vez, discernir la confluencia de factores que afectan la producción total.

En este tenor, nos adentramos en el análisis pormenorizado de cada mes, reconociendo que la producción es un indicador crucial de la eficacia de la implementación del método de explotación.

#### **Mes de Enero**

En este primer mes del análisis, los resultados de producción brindan una visión clara de la contribución de cada labor en el contexto del método de explotación subterránea inclinados. La labor Guadalupe lidera el desempeño con una producción de 524 toneladas de carbón, posicionándola como la principal generadora de mineral en este período. Seguidamente, la labor Oviedo aporta 396 toneladas de carbón, consolidando su relevante contribución a la producción total. Por último, la labor Luna registra una extracción de 182 toneladas de carbón mineral.

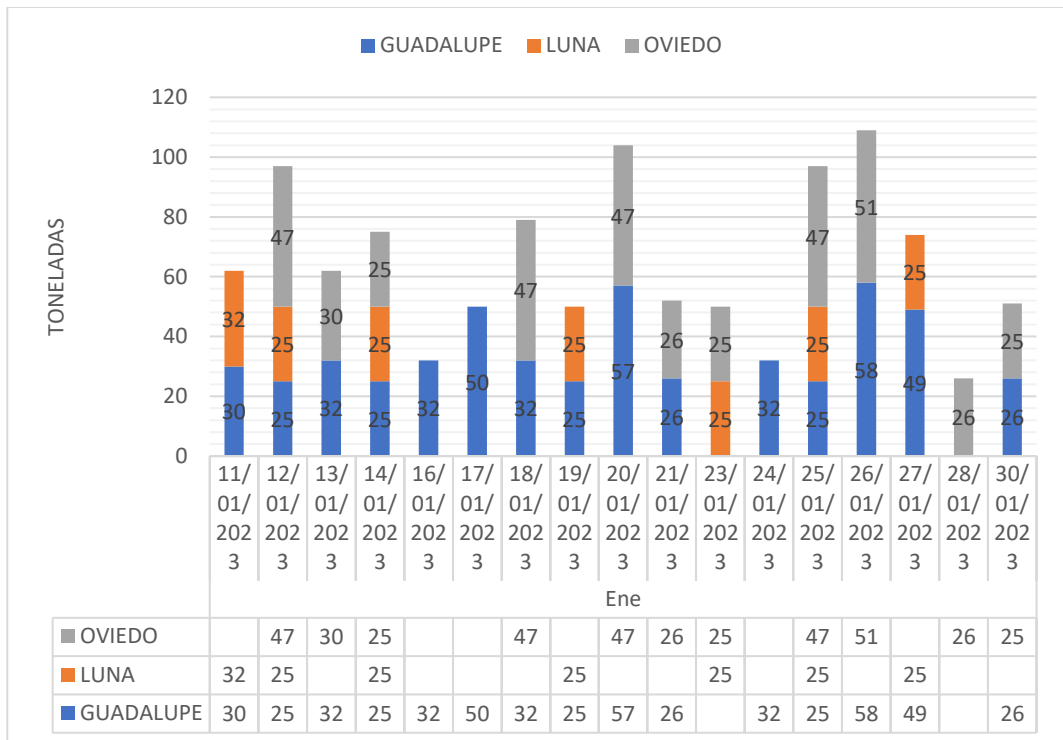
Al adentrarnos en los detalles, es notable que un día se destaca como el más productivo en enero, alcanzando la cifra de 109 toneladas de carbón. Esta jornada sobresaliente se erige como un punto de referencia dentro del mes, delineando la capacidad de producción puntual y el potencial de rendimiento de las labores.

En términos consolidados, en enero se logra una extracción total de 1102 toneladas de carbón mineral. Esta cifra reafirma la importancia de la labor Guadalupe como líder en contribución, seguida de cerca por la labor Oviedo y la

labor Luna. Estos resultados, además de proporcionar un panorama de la producción mensual, sientan las bases para un análisis comparativo y una evaluación en constante evolución de la estrategia de explotación implementada en Coal Mine.

**Gráfico N° 26**

*Producción de Carbón en el mes enero por labores*



**Mes de Febrero**

En el segundo mes del análisis, se destaca el rendimiento individual de cada labor en el contexto del método de explotación subterránea inclinados. La labor Guadalupe mantiene su posición líder al generar 555 toneladas de carbón, evidenciando su consistencia en la contribución a la producción total. Por su parte, la labor Oviedo logra una extracción de 501 toneladas de carbón, consolidando su posición en el segundo lugar en términos de rendimiento. Finalmente, la labor Luna contribuye con 266 toneladas de carbón mineral.

La observación detallada revela un día de máxima producción en febrero, alcanzando la cifra de 104 toneladas de carbón. Este hito destacado resalta la

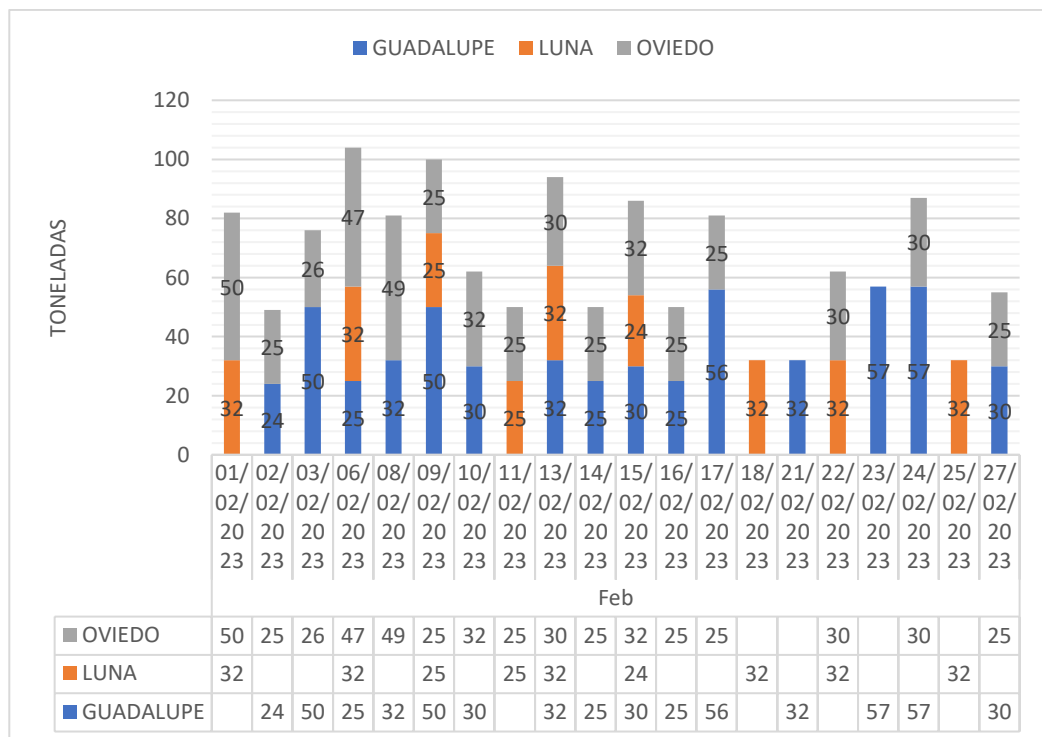


capacidad operativa puntual y la eficacia de las labores en un momento específico del mes.

En conjunto, febrero culmina con una extracción total de 1322 toneladas de carbón mineral. Este agregado confirma la constante relevancia de la labor Guadalupe como la principal fuente de generación de carbón en la empresa minera. La labor Oviedo y la labor Luna también mantienen sus contribuciones significativas, apuntalando la producción global. Estos resultados, además de brindar un panorama cuantitativo del mes, establecen las bases para un análisis comparativo y un continuo monitoreo de la efectividad del método de explotación aplicado en Coal Mine.

**Gráfico N° 27**

*Producción de Carbón en el mes febrero por labores*



## **Mes de Marzo**

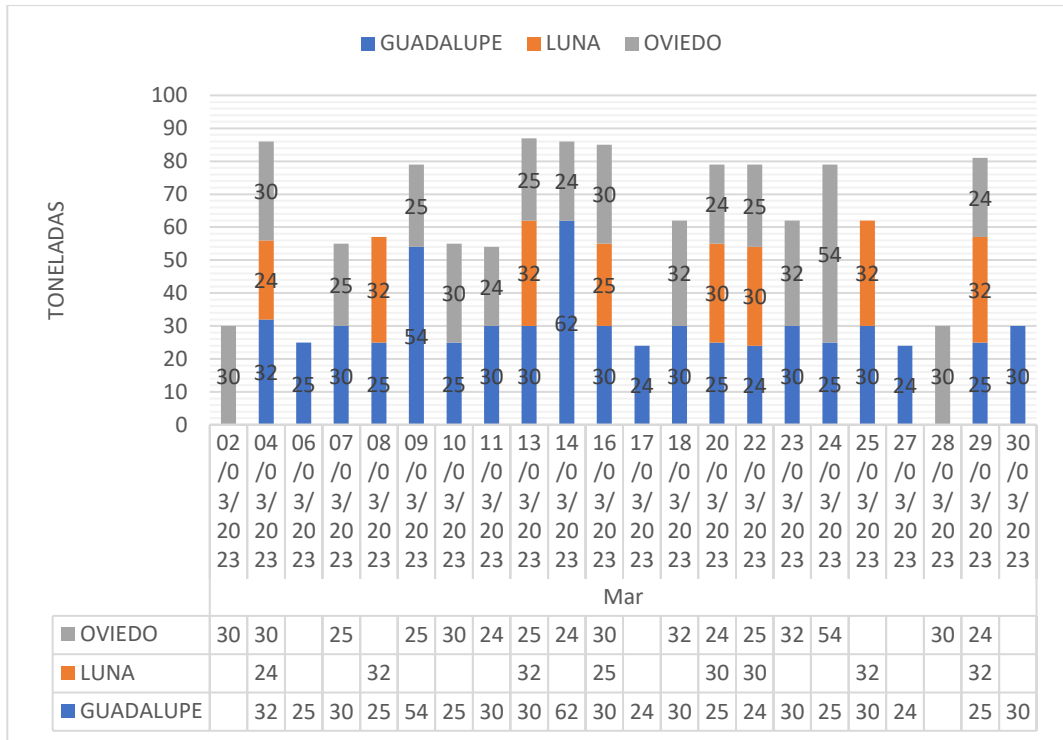
En el tercer mes del análisis, el enfoque se centra en el desempeño productivo individual de cada labor dentro del marco del método de explotación subterránea inclinados. La labor Guadalupe sigue manteniendo su liderazgo al alcanzar una producción de 610 toneladas de carbón, consolidando su posición preeminente en la generación de mineral. A continuación, la labor Oviedo registra una extracción de 464 toneladas de carbón, manteniendo su papel relevante en la contribución. Finalmente, la labor Luna contribuye con 237 toneladas de carbón mineral.

Al analizar los detalles, se observa que un día en particular se destaca como el de mayor producción en marzo, llegando a la cifra de 87 toneladas de carbón. Esta fecha resaltada ilustra la capacidad operativa en su punto más alto y refleja la eficiencia de las labores en una jornada específica del mes.

En términos agregados, marzo culmina con una extracción total de 1311 toneladas de carbón mineral. La labor Guadalupe mantiene su estatus como fuente principal de generación de carbón, seguida por la labor Oviedo y la labor Luna, que también desempeñan un papel significativo en la producción general. Estos resultados, además de ofrecer un panorama numérico del mes, establecen las bases para una evaluación comparativa y un análisis continuo de la estrategia de explotación en Coal Mine.

**Gráfico N° 28**

*Producción de Carbón en el mes marzo por labores*



**Mes de Abril**

En el cuarto mes del análisis, la atención se centra en los logros individuales de producción de cada labor en el marco del método de explotación subterránea inclinados. La labor Guadalupe continúa liderando la generación de carbón al alcanzar una producción de 686 toneladas, consolidando su papel crucial en la contribución total. La labor Oviedo se posiciona en el segundo lugar al extraer 504 toneladas de carbón, mientras que la labor Luna aporta 247 toneladas de carbón mineral.

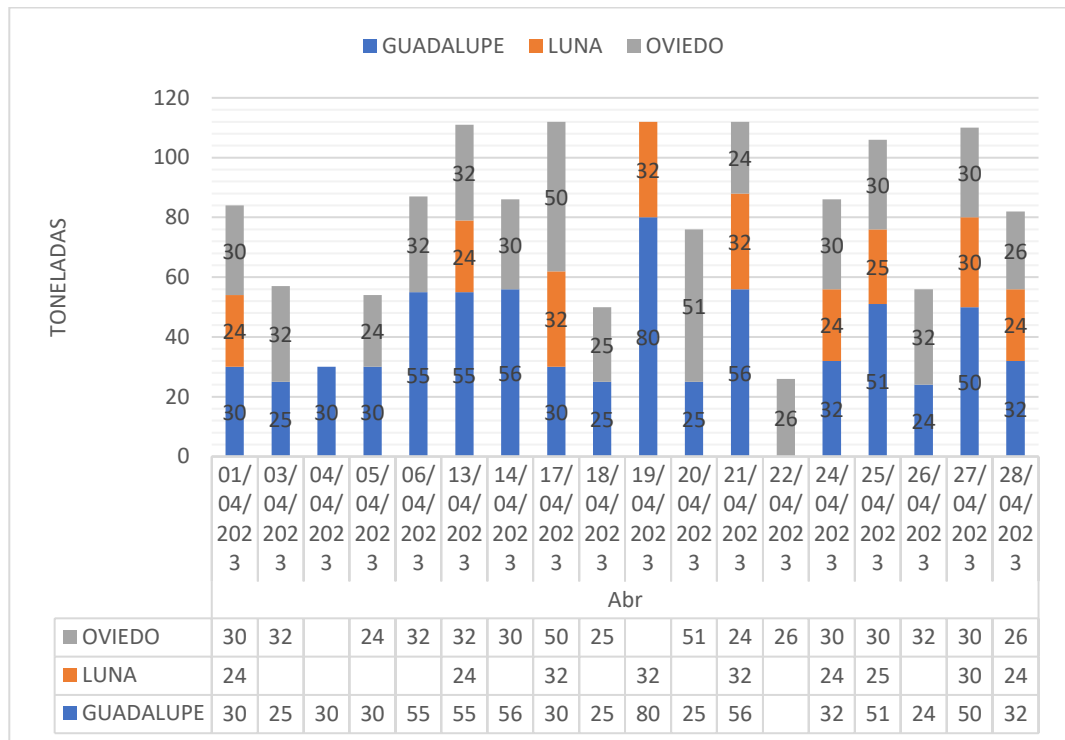
Al explorar los detalles, se identifica un día de máximo rendimiento en abril, logrando una cifra destacada de 112 toneladas de carbón. Este hito resalta la capacidad operativa en su nivel más elevado y destaca la eficiencia de las labores durante una jornada específica.

En conjunto, abril finaliza con una producción total de 1437 toneladas de carbón mineral. La labor Guadalupe sigue demostrando su posición destacada

como la fuente principal de generación de carbón en la empresa. Las contribuciones de la labor Oviedo y la labor Luna también continúan siendo esenciales para la producción general. Estos resultados, además de brindar una visión numérica del mes, establecen las bases para un análisis comparativo continuo de la estrategia de explotación implementada en Coal Mine.

**Gráfico N° 29**

*Producción de Carbón en el mes abril por labores*



**Mes de Mayo**

Durante el quinto mes del análisis, se destaca la evaluación individual de la producción de cada labor en el contexto del método de explotación subterránea inclinados. La labor Guadalupe, continuando con su relevancia, contribuye con 633 toneladas de carbón, consolidando su posición primordial en la generación total. En segundo lugar, la labor Oviedo aporta 391 toneladas de carbón, seguida por la labor Luna con una extracción de 262 toneladas de mineral de carbón.

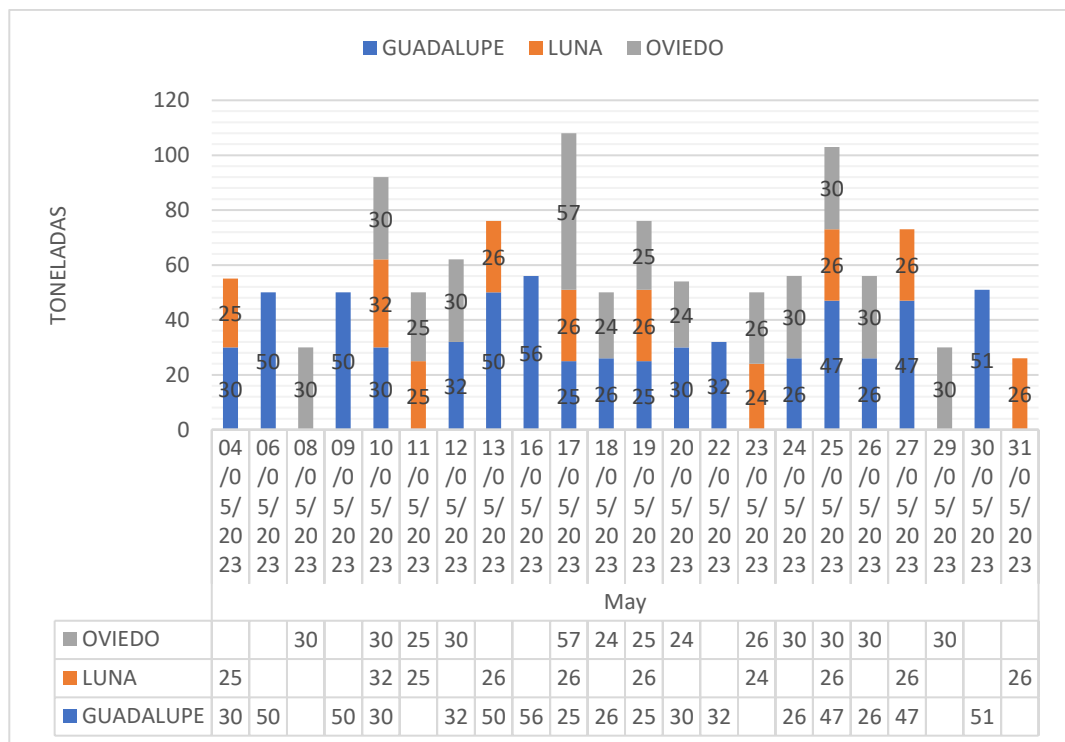
El escrutinio minucioso muestra que un día en particular resalta como el de mayor rendimiento en mayo, registrando una cifra sobresaliente de 108

toneladas de carbón. Este logro enfatiza la capacidad operativa en su punto culminante y subraya la eficiencia de las operaciones en un momento específico del mes.

Sumando los esfuerzos, mayo culmina con una producción total de 1286 toneladas de carbón mineral. La labor Guadalupe continúa demostrando su papel preponderante como fuente líder de generación de carbón en la empresa. Las contribuciones de la labor Oviedo y la labor Luna siguen siendo elementos esenciales en el panorama de producción. Estos resultados, además de proporcionar una visión numérica del mes, sientan las bases para un análisis comparativo continuo de la estrategia de explotación aplicada en Coal Mine.

**Gráfico N° 30**

*Producción de Carbón en el mes mayo por labores*



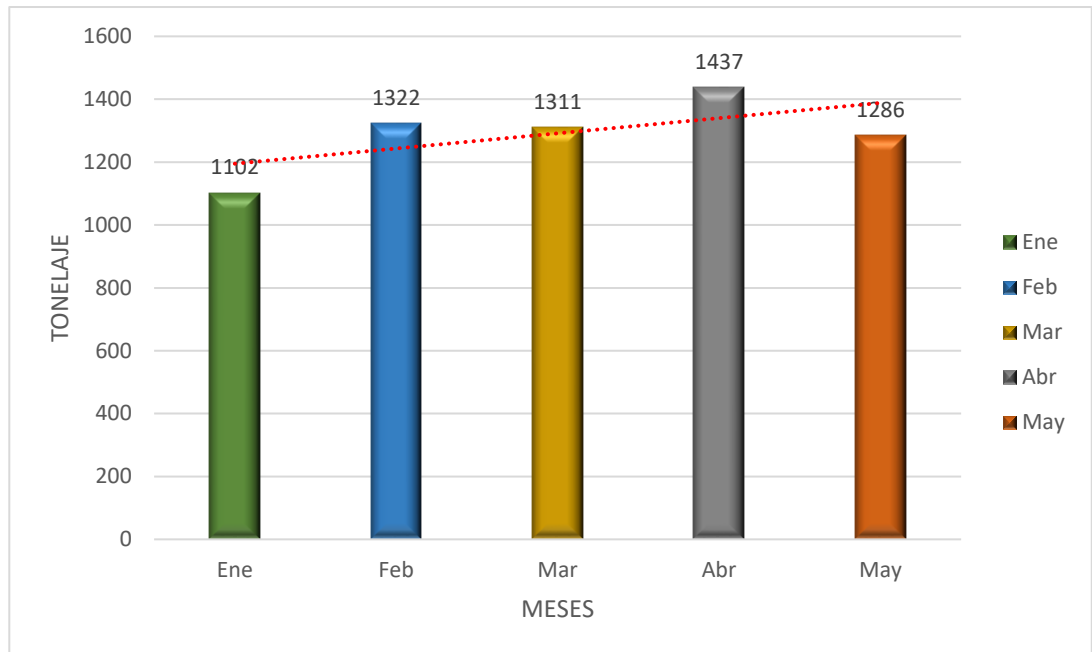
**Producción Total**

La producción de carbón en cada mes y el total general durante el periodo evaluado de enero a mayo, ofrecen una visión integral de la actividad minera bajo

el método de explotación subterránea inclinados en Coal Mine. A continuación, se detallan los resultados por mes, seguidos del total acumulado:

### **Gráfico N° 31**

*Producción de carbón en los 5 meses*



El análisis detallado de cada mes resalta fluctuaciones en la producción, lo que indica un crecimiento en la producción por mes. El promedio de producción de carbón durante el período de enero a mayo, considerando los cinco meses evaluados, es de aproximadamente 1292 toneladas por mes. Este cálculo se obtiene al dividir la producción total acumulada de 6458 toneladas entre los cinco meses del período. Además, el total general muestra la contribución combinada de todas las labores en el proceso de extracción y producción de carbón mineral en la empresa.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

##### **4.3.1. Análisis de Hipótesis General**

Se procede a analizar las siguientes hipótesis formuladas:

**Hipótesis Nula:** No se logra incrementar la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

**Hipótesis Alternativa:** Se incrementa la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

Luego de realizar un riguroso análisis de los datos y resultados obtenidos en los meses de enero a mayo, se concluye que la hipótesis nula no se sostiene y, en cambio, se acepta la hipótesis alternativa. Esto se basa en la evidencia sólida de que la producción de carbón mineral en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L. ha experimentado un aumento significativo durante este período.

La producción mensual ha superado consistentemente la marca de 1000 toneladas, lo que indica un logro importante en términos de incremento de la producción. Este crecimiento progresivo se ha manifestado de manera clara y ascendente a lo largo de los meses evaluados.

Por lo tanto, la empresa ha demostrado que ha sido capaz de implementar estrategias efectivas para mejorar su producción de carbón mineral, lo cual se refleja en el constante aumento de las cifras mensuales. Este resultado es un reflejo del éxito de las acciones emprendidas para optimizar el proceso de extracción y explotación en el marco del método de explotación subterránea inclinados.

En resumen, el análisis respalda la idea de que se ha logrado un incremento sustancial en la producción de carbón mineral en Coal Mine S.M.R.L., evidenciando un crecimiento continuo y sostenido en cada mes del período analizado.

#### **4.3.2. Análisis de Hipótesis Específico**

##### **Hipótesis Específica N°1**

Se procede a analizar la siguiente hipótesis específica:

**Hipótesis Nula:** El diseño del método de explotación subterránea inclinados no incrementa la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

**Hipótesis Alternativa:** El diseño del método de explotación subterránea inclinados incrementa la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

Luego de un análisis profundo de los datos y resultados obtenidos, se concluye que la hipótesis nula no es respaldada por la evidencia y, en su lugar, se acepta la hipótesis alternativa. Esto se debe a que se ha demostrado que la implementación del diseño del método de explotación subterránea inclinados ha generado un incremento efectivo en la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

El análisis revela que los beneficios de este método de explotación han sido tangibles y consistentes a lo largo del tiempo. Los trabajadores, incluso aquellos que no estaban familiarizados con este método, lograron adaptarse exitosamente y su contribución ha sido vital para el aumento en la producción.

Este incremento en la producción no solo se relaciona con la metodología en sí, sino también con la capacidad de los trabajadores para integrar y ejecutar eficientemente el nuevo enfoque. Los resultados demuestran que el diseño del método de explotación subterránea inclinados ha influido positivamente en la producción de carbón mineral en la empresa.

En resumen, el análisis respalda la idea de que el diseño del método de explotación subterránea inclinados ha sido un factor crucial para el incremento de la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L., y que la adaptación de los trabajadores ha desempeñado un papel esencial en este logro.

### **Hipótesis Específica N°2**

Se procede a analizar la siguiente hipótesis específica:

**Hipótesis Nula:** La aplicación del método de explotación subterránea inclinados no incrementa la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.



**Hipótesis Alternativa:** La aplicación del método de explotación subterránea inclinados incrementa la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

Luego de un análisis minucioso de los datos y de los resultados obtenidos, se concluye que la hipótesis nula carece de respaldo y, en su lugar, se acepta la hipótesis alternativa. Esto se debe a que se ha demostrado que la aplicación del método de explotación subterránea inclinados ha tenido un efecto positivo en el aumento de la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.

Los análisis detallados indican que la implementación de este método ha generado resultados consistentes en términos de producción diaria. Además, se ha observado que el tiempo del ciclo de minado se ha maximizado gracias a la eficiencia del método de explotación subterránea inclinados.

Este incremento en la producción no es una coincidencia casual, sino una consecuencia directa de la estrategia implementada. El método de explotación subterránea inclinados ha permitido un flujo de trabajo más constante y un uso más efectivo de los recursos disponibles en la empresa. Esto ha resultado en una producción diaria constante y sostenida, lo que ha contribuido al incremento general de la producción de carbón mineral.

En resumen, los análisis y resultados respaldan la afirmación de que la aplicación del método de explotación subterránea inclinados ha tenido un impacto positivo y cuantificable en el aumento de la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L., permitiendo una producción diaria constante y maximizando la eficiencia del ciclo de minado.

#### **4.4. Discusión de Resultados**

La explotación de carbón en el contexto peruano es una actividad poco común, lo que ha resultado en una limitada disponibilidad de ingenieros especializados en el ámbito del carbón mineral y sus métodos de explotación subterránea. Ante este panorama, la implementación del método de explotación

subterránea inclinados en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L. ha sido un proceso desafiante y novedoso.

La aplicabilidad de este método no fue asumida sin un análisis exhaustivo de su factibilidad. Para mitigar posibles riesgos de fracaso, se llevó a cabo una investigación detallada que validó la viabilidad del método en la veta de carbón en cuestión. Los resultados favorables obtenidos durante la implementación respaldan la efectividad de este enfoque en la extracción de carbón.

El compromiso y esfuerzo incansable de los trabajadores ha desempeñado un papel crucial en el logro del aumento mensual en la producción de carbón. La competencia saludable entre los equipos por el liderazgo en la producción ha sido un impulsor clave de este crecimiento. La capacidad de los trabajadores para adaptarse y aplicar eficientemente el método de explotación subterránea inclinados ha contribuido significativamente al éxito de la estrategia.

La comparación entre los resultados de los años 2022 y 2023 revela un avance notorio en la producción, con un promedio de incremento de 712.2 toneladas de carbón mineral. Esta mejora es claramente evidenciada al analizar los registros mensuales, demostrando un progreso consistente en la producción. Este crecimiento sostenido ha sido posible gracias a la estandarización y aplicación efectiva del método de explotación subterránea inclinados, que ha optimizado los procesos de extracción.

Los resultados no solo se traducen en un aumento en la producción de carbón mineral, sino también en la seguridad laboral. Es especialmente alentador observar que este incremento no ha venido acompañado de accidentes mortales. Esta es una clara muestra del compromiso y colaboración de todos los trabajadores de la empresa minera Coal Mine S.M.R.L., quienes han desempeñado un rol fundamental en el éxito de la implementación de este método.

En resumen, la implementación del método de explotación subterránea inclinados ha sido un paso audaz y efectivo para la empresa minera Coal Mine S.M.R.L. A través de un enfoque meticuloso, la dedicación de los trabajadores y el análisis riguroso, se ha logrado aumentar significativamente la producción de carbón mineral. El compromiso con la seguridad y el desempeño sobresaliente de todos los involucrados son los cimientos de este éxito, que beneficia tanto a la empresa como al panorama minero en el Perú.

## CONCLUSIONES

1. La implementación del método de explotación subterránea inclinados en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L. ha demostrado ser altamente efectiva en el aumento de la producción de carbón mineral. Esta mejora en la extracción ha permitido satisfacer la demanda de carbón de la empresa cementera UNACEM, asegurando el suministro necesario para cumplir con los compromisos de abastecimiento.
2. El diseño del método de explotación subterránea inclinados ha presentado ventajas significativas en términos de eficiencia en el transporte del mineral de carbón. Aprovechando la pendiente natural del inclinado, se ha optimizado el desplazamiento del carbón hacia el chute de acumulación, reduciendo el tiempo dedicado a la limpieza y maximizando el tiempo disponible para la producción efectiva de carbón.
3. La planificación cuidadosa y responsable de la explotación de las vetas de carbón ha evitado la sobreexplotación de los recursos. La extracción se ha llevado a cabo siguiendo el plan de minado establecido, manteniendo la integridad del yacimiento y asegurando la disponibilidad de las vetas de carbón a largo plazo.
4. La capacidad de los trabajadores para adaptarse y aprender el nuevo método de explotación subterránea inclinados es un testimonio de su habilidad y disposición para mejorar sus habilidades y conocimientos. La formación y capacitación adecuadas han sido fundamentales para asegurar la implementación exitosa y el logro de resultados positivos.
5. El análisis detallado de la producción mensual y la comparación entre los años 2022 y 2023 resalta la eficacia de la estrategia de explotación subterránea inclinados. El incremento promedio de 712.2 toneladas de carbón mineral por mes indica un crecimiento significativo y sostenible en la producción, lo que ha contribuido a los objetivos comerciales de la empresa.

6. Es alentador observar que el incremento en la producción de carbón mineral ha sido un logro colectivo, respaldado por el compromiso y esfuerzo de toda la empresa. A pesar del aumento en la producción, se ha mantenido un enfoque prioritario en la seguridad laboral, lo que ha resultado en la ausencia de accidentes mortales durante este período.
7. Los resultados positivos obtenidos de la implementación del método de explotación subterránea inclinados en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L. son un ejemplo alentador para la industria minera peruana en general. La mejora en la producción y la demostración de la viabilidad de nuevas técnicas pueden motivar a otras empresas a explorar enfoques innovadores para optimizar sus operaciones.

## RECOMENDACIONES

1. Para aumentar la producción en la labor Luna, se recomienda realizar una inversión en la implementación de rieles y picadoras neumáticas. Esta inversión permitirá aprovechar al máximo el potencial de producción de carbón en esta labor y equiparar su rendimiento con el de las demás labores, contribuyendo significativamente a los objetivos de la empresa.
2. Considerando el potencial de producción de carbón de la empresa minera Coal Mine S.M.R.L., se sugiere explorar la posibilidad de implementar más labores de extracción. La expansión de las operaciones mineras permitirá aumentar la producción global y fortalecer la posición de la empresa en el mercado, compitiendo de manera efectiva con otras empresas mineras como la de Pampahuay.
3. Una inversión en la mejora de la carretera de acceso a la mina Coal Mine traerá beneficios tangibles en términos de eficiencia operativa. La rápida circulación de los volquetes y la capacidad de ingresar semi-tráileres a las labores Guadalupe y Luna agilizará el transporte de carbón y reducirá los tiempos de carga y descarga, optimizando la cadena de suministro.
4. La mejora de las tolvas de acopio de carbón mineral es esencial para evitar pérdidas de tiempo y recursos en el proceso de carga. Al implementar diseños que faciliten el resbalamiento del carbón hacia las tolvas, se reducirá la necesidad de lampear y se agilizará la carga de los volquetes, incrementando la productividad general.
5. La inversión en seguridad de los trabajadores debe ser una prioridad constante. La mecanización de la empresa minera, si se hace de manera adecuada, puede mejorar la seguridad y la eficiencia. Se recomienda implementar tecnologías y equipos avanzados que reduzcan el riesgo para los trabajadores y aumenten la eficiencia de las operaciones.
6. Como parte de la mejora continua, se sugiere llevar a cabo evaluaciones periódicas de los resultados obtenidos después de la implementación del método de

explotación subterránea inclinados. Esto permitirá identificar oportunidades adicionales de optimización y ajustar las estrategias según las necesidades cambiantes de la empresa y del mercado.

7. La inversión en investigación y desarrollo puede abrir nuevas oportunidades para mejorar aún más los procesos de extracción y producción de carbón. Explorar tecnologías innovadoras y soluciones modernas en la industria minera podría resultar en mejoras sustanciales en la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de las operaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Sotelo Montes, J. E., & Ramos Aquino, F. A. (2008). *Diseño de métodos de explotación para minas carboníferas de la zona norte del callejón de Huaylas*. Aporte Santiaguino, 1(1), pág. 37–41. <https://doi.org/10.32911/as.2008.v1>. **Reservas y Recursos de la Unidad Minera Pampahuay n1.329**
- Márquez, G. (2017). *Origen y composición del carbón mineral. el carbón mineral*. Docencia UHU. <http://www.uhu.es/publicaciones/?q=libros&code=1142>
- Basilio M., E. (2014). *Reducción de la dilución de carbón aplicando voladura bajo manto*. [tesis de título, Pontificia Universidad Católica del Perú] repositorio institucional Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5572>
- Cueva, D. K., & Rojas, K. U. (2018). *Propuesta técnica de aplicación del método de explotación longwall mining en la mina Piñipata – Bambamarca* [tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14188>.
- Guillen, D., Luyo, J., Manchego, C., & Roalcaba, J. (2012). *Planeamiento Estratégico del Sector del Carbón Mineral*. [tesis de magister, Pontificia Universidad Católica del Perú] repositorio institucional Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/4585>
- Figuroa P., D. (2022). *Incremento de producción de carbón mediante el diseño y aplicación del método inclinados y subniveles en Unidad Minera Pampahuay de Obras Civiles y Mineras S.A.C*. [tesis de título, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8177>
- Hernandez, R., Fernabdez, C., & Batista, P. (2014). *Metodología de la investigación (sexta edición ed.)*. McGraaw-Hill Education.
- Infante, H. (2019). *Evaluación Del Método De Explotación En La Extracción De Carbón De Piedra En La Mina Tuco – Bambamarca*. [tesis de licenciatura, Universidad



Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional Universidad de Cajamarca.

**<http://hdl.handle.net/20.500.14074/3472>**

Damian V., J. (2022). *Implementación de plan de minado para optimizar la producción de carbón en la Unidad Minera Pampahuay*. [tesis de título, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Perú. **<http://hdl.handle.net/20.500.12894/8662>**

Cusma, G. (2020). *Efecto de la extracción del carbón de piedra obtenida de la minera informal en la salud de los trabajadores del distrito de Chalamarca - Chota*. [tesis de licenciatura, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional Cesar Vallejo. **<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50737>**

Montes R., E. (2019). *Métodos de explotación del carbón para optimizar la producción en la Concesión Minera Acumulación Oyón 1 - Lima 2018*. [tesis de título, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Perú. **<http://hdl.handle.net/20.500.12894/5103>**

Rojas-Delgado, M. (2008). *Perspectivas de procesamiento y uso del carbón mineral peruano*. Ingeniería Industrial, (026), 231-250. **<https://doi.org/10.26439/ing.ind2008.n026.642>**

Maurtua, L. (2012). *Proyecto de aplicación del método short Wall para mejorar la producción en la concesión oyon 2 unidad pampahuay, ocimin s. a. c.* [tesis de título, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Perú. **<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/2178>**

# **ANEXOS**







SUB GALERÍA XIOMARA A (NV 4300)		1.8 x 2.2	M	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
SUB GALERÍA XIOMARA B (NV 4300)		1.8 x 2.2	M	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
CHIMENEA OVIEDO (NV 4420)		1.4 X 2.2	M	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
CHIMENEA GUADALUPE N° 4 (NV 4420)		1.4 X 2.2	M	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
CHIMENEA ABUELITOS N° 1 (NV 4350)		1.4 X 2.2	M	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
CHIMENEA LUNA N° 1 (NV 4350)		1.4 X 2.2	M	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
<b>TOTAL PREPARACIÓN</b>		<b>2.20 X 1.80</b>	<b>M</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>330</b>
<b>TOTAL MENSUAL</b>				<b>65</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>75</b>	<b>85</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>880</b>

**Legenda:**

GALERIA	GL
CRUZERO	CX
DESARROLLOS	DE
CHIMENEA	CH

FECHA	PLACA	TONELAJE	LABOR	N° DE GUÍA
11/01/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8002
11/01/2023	ACL-944	32	LUNA	8003
12/01/2023	D6H-947, F3I-980	47	OVIEDO	8004
12/01/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8005
12/01/2023	ARU-941	25	LUNA	8006
13/01/2023	BCO-876	30	OVIEDO	8007
13/01/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8008
14/01/2023	ARU-941	25	OVIEDO	8009
14/01/2023	D8J-736	25	LUNA	8010
14/01/2023	ATB-920	25	GUADALUPE	8011
16/01/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8012
17/01/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8013
17/01/2023	ARU-941	25	GUADALUPE	8014
18/01/2023	D6H-947, F3I-980	47	OVIEDO	8015
18/01/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8016
19/01/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8017
19/01/2023	ARU-941	25	LUNA	8018
20/01/2023	D6H-947, F3I-980	47	OVIEDO	8019
20/01/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8020
20/01/2023	ATB-920	25	GUADALUPE	8021
21/01/2023	DP9-767	26	GUADALUPE	8022
21/01/2023	CON-735	26	OVIEDO	8023
23/01/2023	ATB-920	25	LUNA	8024
23/01/2023	D8J-736	25	OVIEDO	8025
24/01/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8026
25/01/2023	AKR-887	25	GUADALUPE	8027
25/01/2023	D6H-947, F3I-980	47	OVIEDO	8028
25/01/2023	ARU-941	25	LUNA	8029
26/01/2023	D8J-736	25	OVIEDO	8030
26/01/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8031
26/01/2023	CON-735	26	OVIEDO	8032
26/01/2023	DP9-767	26	GUADALUPE	8033
27/01/2023	D6H-947	24	GUADALUPE	8034

27/01/2023	ARU-941	25	GUADALUPE	8035
27/01/2023	AKR-887	25	LUNA	8036
28/01/2023	DP9-767	26	OVIEDO	8037
30/01/2023	CON-735	26	GUADALUPE	8038
30/01/2023	ARU-941	25	OVIEDO	8039
01/02/2023	D8J-736	25	OVIEDO	8040
01/02/2023	ADG-939	25	OVIEDO	8041
01/02/2023	ACL-944	32	LUNA	8042
02/02/2023	D6H-947	24	GUADALUPE	8043
02/02/2023	AKR-887	25	OVIEDO	8044
03/02/2023	CON-735	26	OVIEDO	8045
03/02/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8046
03/02/2023	ADG-939	25	GUADALUPE	8047
06/02/2023	D6H-947, F3I-980	47	OVIEDO	8048
06/02/2023	ACL-944	32	LUNA	8049
06/02/2023	AKR-887	25	GUADALUPE	8050
08/02/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8051
08/02/2023	AKR-887	25	OVIEDO	8052
08/02/2023	D6H-947	24	OVIEDO	8053
09/02/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8054
09/02/2023	ADG-939	25	GUADALUPE	8055
09/02/2023	AFA-841	25	LUNA	8056
09/02/2023	BLZ-927, ARF-979	25	OVIEDO	8057
10/02/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8058
10/02/2023	ACL-944	32	OVIEDO	8059
11/02/2023	ADG-939	25	LUNA	8060
11/02/2023	D8J-736	25	OVIEDO	8061
13/02/2023	BCO-876	30	OVIEDO	8062
13/02/2023	T8T-831	32	LUNA	8063
13/02/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8064
14/02/2023	ADG-939	25	GUADALUPE	8065
14/02/2023	D8J-736	25	OVIEDO	8066
15/02/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8067
15/02/2023	D6H-947	24	LUNA	8068



15/02/2023	ACL-944	32	OVIEDO	8069
16/02/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8070
16/02/2023	ADG-939	25	OVIEDO	8071
17/02/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8072
17/02/2023	D6H-947	24	GUADALUPE	8073
17/02/2023	F5P-904, D3W-989	25	OVIEDO	8074
18/02/2023	T8T-831	32	LUNA	8075
21/02/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8076
22/02/2023	T8T-831	32	LUNA	8077
22/02/2023	BSZ-748	30	OVIEDO	8078
23/02/2023	ADG-939	25	GUADALUPE	8079
23/02/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8080
24/02/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8081
24/02/2023	T8T-831	32	GUADALUPE	8082
24/02/2023	BSZ-748	30	OVIEDO	8083
25/02/2023	ACL-944	32	LUNA	8084
27/02/2023	D8J-736	25	OVIEDO	8085
27/02/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8086
02/03/2023	BSZ-748	30	OVIEDO	8087
04/03/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8090
04/03/2023	BSZ-748	30	OVIEDO	8091
04/03/2023	D6H-947	24	LUNA	8092
06/03/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8093
07/03/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8094
07/03/2023	BLZ-927, ARF-979	25	OVIEDO	8095
08/03/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8096
08/03/2023	ACL-944	32	LUNA	8097
09/03/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8098
09/03/2023	D6H-947	24	GUADALUPE	8099
09/03/2023	ARU-941	25	OVIEDO	8100
10/03/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8102
10/03/2023	ABZ-734, AWW-991	30	OVIEDO	8103
11/03/2023	D6H-947	24	OVIEDO	8104
11/03/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8105

13/03/2023	ACL-944	32	LUNA	8106
13/03/2023	BSZ-748	30	GUADALUPE	8107
13/03/2023	D8J-736	25	OVIEDO	8108
14/03/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8109
14/03/2023	D6H-947	24	OVIEDO	8110
14/03/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8111
16/03/2023	BCO-876	30	OVIEDO	8112
16/03/2023	D8J-736	25	LUNA	8113
16/03/2023	BSZ-748	30	GUADALUPE	8114
17/03/2023	D6H-947	24	GUADALUPE	8115
18/03/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8116
18/03/2023	ACL-944	32	OVIEDO	8117
20/03/2023	D6H-947	24	OVIEDO	8118
20/03/2023	BSZ-748	30	LUNA	8119
20/03/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8120
22/03/2023	BCO-876	30	LUNA	8121
22/03/2023	D8J-736	25	OVIEDO	8122
22/03/2023	D6H-947	24	GUADALUPE	8123
23/03/2023	ACL-944	32	OVIEDO	8124
23/03/2023	D9P-767	30	GUADALUPE	8125
24/03/2023	BCO-876	30	OVIEDO	8126
24/03/2023	D6H-947	24	OVIEDO	8127
24/03/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8128
25/03/2023	D9P-767	30	GUADALUPE	8129
25/03/2023	ACL-944	32	LUNA	8130
27/03/2023	D6H-947	24	GUADALUPE	8131
28/03/2023	BCO-876	30	OVIEDO	8132
29/03/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8133
29/03/2023	ACL-944	32	LUNA	8134
29/03/2023	D6H-947	24	OVIEDO	8135
30/03/2023	D9P-767	30	GUADALUPE	8136
01/04/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8137
01/04/2023	D6H-947	24	LUNA	8138
01/04/2023	D9P-767	30	OVIEDO	8139

03/04/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8140
03/04/2023	ACL-944	32	OVIEDO	8141
04/04/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8142
05/04/2023	D6H-947	24	OVIEDO	8143
05/04/2023	D9P-767	30	GUADALUPE	8144
06/04/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8145
06/04/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8146
06/04/2023	ACL-944	32	OVIEDO	8147
13/04/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8148
13/04/2023	D6H-947	24	LUNA	8149
13/04/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8150
13/04/2023	ACL-944	32	OVIEDO	8205
14/04/2023	D9P-767	30	GUADALUPE	8206
14/04/2023	BKX-852	26	GUADALUPE	8207
14/04/2023	BCO-876	30	OVIEDO	8208
17/04/2023	D6H-947	24	OVIEDO	8209
17/04/2023	ACL-944	32	LUNA	8210
17/04/2023	D9P-767	30	GUADALUPE	8211
17/04/2023	BKX-852	26	OVIEDO	8212
18/04/2023	AWR-931	25	GUADALUPE	8213
18/04/2023	D8J-736	25	OVIEDO	8214
19/04/2023	D9P-767	30	GUADALUPE	8215
19/04/2023	ACL-944	32	LUNA	8216
19/04/2023	BKX-852	26	GUADALUPE	8217
19/04/2023	D6H-947	24	GUADALUPE	8218
20/04/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8219
20/04/2023	AWR-931	25	OVIEDO	8220
20/04/2023	C0N-735	26	OVIEDO	8221
21/04/2023	D9P-767	30	GUADALUPE	8222
21/04/2023	D6H-947	24	OVIEDO	8223
21/04/2023	BKX-852	26	GUADALUPE	8224
21/04/2023	ACL-944	32	LUNA	8225
22/04/2023	C0N-735	26	OVIEDO	8226
24/04/2023	D9P-767	30	OVIEDO	8227

24/04/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8228
24/04/2023	D6H-947	24	LUNA	8229
25/04/2023	CON-735	26	GUADALUPE	8230
25/04/2023	BUH-763, AAL-994	30	OVIEDO	8231
25/04/2023	AWR-931	25	GUADALUPE	8232
25/04/2023	D8J-736	25	LUNA	8233
26/04/2023	D6H-947	24	GUADALUPE	8234
26/04/2023	ACL-944	32	OVIEDO	8235
27/04/2023	BCO-876	30	LUNA	8236
27/04/2023	D9P-767	30	OVIEDO	8237
27/04/2023	D8J-736	25	GUADALUPE	8238
27/04/2023	AWR-931	25	GUADALUPE	8239
28/04/2023	CON-735	26	OVIEDO	8240
28/04/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8241
28/04/2023	D6H-947	24	LUNA	8242
04/05/2023	AWR-931	25	LUNA	8243
04/05/2023	ABZ-734, AWV-991	30	GUADALUPE	8244
06/05/2023	AWR-931	25	GUADALUPE	8245
06/05/2023	BLZ-927, ARF-979	25	GUADALUPE	8246
08/05/2023	BCO-876	30	OVIEDO	8247
09/05/2023	AWR-931	25	GUADALUPE	8248
09/05/2023	TBB-938	25	GUADALUPE	8249
10/05/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8250
10/05/2023	ABZ-734, AWV-991	30	OVIEDO	8251
10/05/2023	ACL-944	32	LUNA	8252
11/05/2023	AWR-931	25	LUNA	8253
11/05/2023	TBB-938	25	OVIEDO	8254
12/05/2023	BCO-876	30	OVIEDO	8255
12/05/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8256
13/05/2023	AWR-931	25	GUADALUPE	8257
13/05/2023	TBB-938	25	GUADALUPE	8258
13/05/2023	CON-735	26	LUNA	8259
16/05/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8260
16/05/2023	CON-735	26	GUADALUPE	8261

17/05/2023	ACL-944	32	OVIEDO	8262
17/05/2023	AWR-931	25	OVIEDO	8263
17/05/2023	TBB-938	25	GUADALUPE	8264
17/05/2023	BKX-852	26	LUNA	8265
18/05/2023	D6H-947	24	OVIEDO	8266
18/05/2023	CON-735	26	GUADALUPE	8267
19/05/2023	AWR-931	25	GUADALUPE	8268
19/05/2023	TBB-938	25	OVIEDO	8269
19/05/2023	BKX-852	26	LUNA	8270
20/05/2023	BCO-876	30	GUADALUPE	8271
20/05/2023	D6H-947	24	OVIEDO	8272
22/05/2023	ACL-944	32	GUADALUPE	8273
23/05/2023	CON-735	26	OVIEDO	8274
23/05/2023	D6H-947	24	LUNA	8275
24/05/2023	BCO-876	30	OVIEDO	8276
24/05/2023	BKX-852	26	GUADALUPE	8277
25/05/2023	CON-735	26	LUNA	8279
25/05/2023	D6H-947, F3I-980	47	GUADALUPE	8280
25/05/2023	ABZ-734, AWV-991	30	OVIEDO	8281
26/05/2023	BCO-876	30	OVIEDO	8282
26/05/2023	BKX-852	26	GUADALUPE	8283
27/05/2023	CON-735	26	LUNA	8284
27/05/2023	D6H-947, F3I-980	47	GUADALUPE	8285
29/05/2023	ABZ-734, AWV-991	30	OVIEDO	8286
30/05/2023	ACN-939	25	GUADALUPE	8287
30/05/2023	CON-735	26	GUADALUPE	8288
31/05/2023	BKX-852	26	LUNA	8289
<b>6458</b>				

## Anexo B

### Matriz de Consistencia

“Incremento de la producción de carbón mediante la aplicación del método de explotación subterránea inclinados en la Unidad Coal Mine en el distrito de Oyón”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cómo incrementar la producción de Carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.?	Incrementar la extracción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.	Se incrementa la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.		<b>Método de investigación:</b> Científica
<b>Problema específico 1</b> ¿Cómo se diseñaría el método de explotación subterránea inclinados para incrementar la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.?	<b>Objetivo específico 1</b> Diseñar el método de explotación subterránea inclinados para incrementar la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.	<b>Hipótesis específica 1</b> El diseño del método de explotación subterránea inclinados incrementa la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.	<b>Variable independiente</b>  Método de explotación subterránea inclinados	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada  <b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo
<b>Problema específico 2</b> ¿Si se aplica el método de explotación subterránea inclinados se incrementará la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.?	<b>Objetivo específico 2</b> Aplicar el método de explotación subterránea inclinados se incrementará la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.	<b>Hipótesis específica 2</b> La aplicación del método de explotación subterránea inclinados incrementa la producción de carbón en la empresa minera Coal Mine S.M.R.L.	<b>Variable dependiente</b>  Producción de carbón	<b>Diseño de investigación:</b> Causa – efecto

