

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“PROPUESTA TÉCNICA DE IMPLEMENTACIÓN DE MINI EXCAVADORA Y DUMPER A BATERIA RECARGABLE PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN ANTRACITA EN MINERA O & C, CAJAMARCA 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero de Minas**

**Autores:**

Herman Josue Quiroz Tapia  
Yojhan Sadaam Orrillo Carranza

**Asesor:**

Ing. Rafael Napoleón Ocas Boñon  
<https://orcid.org/0000-0001-9519-2532>

Cajamarca - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Daniel Alejandro Alva Huamán</b>	<b>43006890</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Danyer Stewart Girón Palomino</b>	<b>30675947</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Miguel Ricardo Portilla Castañeda</b>	<b>45209190</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### “PROPUESTA TÉCNICA DE IMPLEMENTACIÓN DE MINI EXCAVADORA Y DUMPER A BATERIA RECARGABLE PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN ANTRACITA EN MINERA O & C, CAJAMARCA 2023

#### ORIGINALITY REPORT

<b>20%</b>	<b>19%</b>	<b>1%</b>	<b>10%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

#### PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Internet Source	<b>8%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Internet Source	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Internet Source	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Student Paper	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Student Paper	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>renati.sunedu.gob.pe</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to cinvestav</b> Student Paper	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.undac.edu.pe</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>

## DEDICATORIAS

A Dios y mis padres, quienes siempre han sido la guía y el camino para poder lograr este objetivo en mi carrera; con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que tampoco lo haga aun cuando todo se tornaba mas complicado.

Los amo.

*Josue Q.*

A la memoria de mi madre Marcela Carranza Cotrina, que siempre me guía juntos a mi Dios quien han sido mi guía, fortaleza hasta el día de hoy y en toda mi formación profesional. A mi padre Arístides Orrillo Guevara que me acompaña en todo momento, con su apoyo incondicional consiguió que yo tome las mejores decisiones. A mis seis hermanas que siempre me apoyan y por el amor brindado cada día y sus consejos para llegar a la meta trazada mil gracias hermanitas, siempre las llevo en mi corazón.

Así mismo para mi querida esposa y mi hijo Izhan Orrillo Yoseph Orrillo Llamoctanta que son el motor y motivo para lograr mis objetivos en mi vida y formación profesional.

A todos mis amigos, familiares que, con sus consejos, me demostraron su apoyo incondicional en toda mi formación hicieron que pueda logra uno de mis sueños de niño de ser un buen profesional para el servicio de la sociedad y mi querido Perú.

*Yojhan O.*

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradecemos a nuestro divino creador por la vida y por guiarnos en cada una de las decisiones que tomamos, ya que todo lo logrado es gracias a él, es por su bondad y guía por el buen camino para poder siempre ser mejores personas.

A la Universidad Privada del Norte por habernos permitido formar parte de sus estudiantes y así poder formarse profesionalmente en la carrera de Ingeniería de Minas.

Al Ing. Rafael Ocas Boñon, por brindarnos el asesoramiento del presente Proyecto de investigación. A los ingenieros y docentes por proporcionarnos lo mejor de sus conocimientos y experiencia para lograr la formación académica y competir en la vida profesional, laboral y social.

A la Empresa Minera O&C, por darnos la oportunidad para poder desarrollar el presente proyecto y nos sirva de ayuda para mejorar y tener un mejor enfoque, así como experiencia en minería subterránea no metálica.

**Autores:**

*Josue Quiroz*

*Yojhan Orrillo*

## Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIAS	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
<b>1.1.    Realidad problemática</b>	<b>10</b>
<b>1.2.    Formulación del problema</b>	<b>17</b>
<b>1.3.    Objetivos</b>	<b>17</b>
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	19
CAPÍTULO III: RESULTADOS	31
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	49
REFERENCIAS	54
ANEXOS	56

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Ubicación en coordenadas UTM .....	20
<b>Tabla 2:</b> Accesibilidad .....	20
<b>Tabla 3:</b> Reservas estimadas .....	28
<b>Tabla 4:</b> Componentes en la mina de carbón O&C .....	33
<b>Tabla 5:</b> Equipos en la mina de carbón O&C .....	35
<b>Tabla 6:</b> Herramientas en la mina de carbón O&C .....	35
<b>Tabla 7:</b> Insumos en la mina de carbón O&C .....	36
<b>Tabla 8:</b> Recursos Humanos en la mina de carbón O&C .....	36
<b>Tabla 9:</b> Producción anual en la mina de carbón O&C .....	37
<b>Tabla 10:</b> Producción diaria en la mina de carbón O&C – Labor 01 .....	38
<b>Tabla 11:</b> Producción diaria en la mina de carbón O&C – Labor 02 .....	39
<b>Tabla 12:</b> Comparativo de Condiciones de labor y características técnicas de los equipos .....	40
<b>Tabla 13:</b> Estimación del rendimiento de la mini excavadora Bobcat E10 .....	42
<b>Tabla 14:</b> Estimación del rendimiento del mini Dumper Eléctrico LK-135 .....	43
<b>Tabla 15:</b> Producción anual estimada con la aplicación de la propuesta .....	44
<b>Tabla 16:</b> Datos del flujo de caja .....	45
<b>Tabla 17:</b> Estado de Resultados .....	46
<b>Tabla 18:</b> Datos de estimación del VAN .....	47
<b>Tabla 19:</b> Datos de estimación del TIR .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Plano de ubicación .....	21
<b>Figura 2:</b> Instrumento 01 – Formato de Reservas .....	22
<b>Figura 3:</b> Instrumento 02 – Formato de Equipos, herramientas e insumos.....	23
<b>Figura 4:</b> Instrumento 03 – Formato de Producción anual.....	23
<b>Figura 5:</b> Esquema de búsqueda de información .....	24
<b>Figura 6:</b> Plano Geológico .....	26
<b>Figura 7:</b> Proyección del manto de Carbón.....	27
<b>Figura 8:</b> Plano de los componentes principales y auxiliares .....	34
<b>Figura 9:</b> Plano de labores.....	41
<b>Figura 10:</b> Producción estimada con la propuesta técnica .....	43

## RESUMEN

En la presente investigación se tuvo por finalidad incrementar la producción de carbón antracita a 35 TM diarias, por lo cual se plantea la propuesta de implementar una mini excavadora eléctrica Bobcat E10 y un mini Dumper LK-135 con capacidad de carga de (1500 kg), para mejorar la etapa de carguío y acarreo.

El planeamiento de la explotación anual, para el desarrollo de 2 labores de extracción, está planificado explotar 3120 TM Anuales de mineral de Antracita y 468 TM Anuales de desmonte, a un ritmo de 260 TM de carbón antracita mensual, es decir 10 TM de carbón antracita diario; el mineral a extraer tiene un peso específico de 1.2 kg/m<sup>3</sup> mientras que las areniscas de la formación Chimú presentes tienen un promedio en peso específico de 2.7 kg/m<sup>3</sup>.

Según los rendimientos de los equipos considerados en la propuesta técnica, se estimó que en conjunto la mini excavadora bobcat y el mini dumper se lograría una producción de 35 tm/día en 01 turno, lo cual incrementaría el tonelaje actual en 25 tm/día.

La producción que se lograría con la implementación de los equipos sería de 35 tm/diarias considerando 70% de carbón tipo granulado y 30% tipo cizco; con un precio de venta de \$ 65 y \$ 25 respectivamente, lo que a su vez compensaría la inversión por la adquisición de los mismos, obteniendo un VAN de S/ 527,101.45 con un periodo de retorno de 03 años, siendo factible el mismo hasta en el plazo de 02 años. Así mismo presenta una TIR de 87%; lo que hace referencia a un proyecto rentable.

**PALABRAS CLAVES:** Implementación, excavadora, dumper, producción, antracita, rendimiento, tonelaje.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

A nivel mundial los equipos de operación para la extracción de minerales como la retroexcavadora, camiones y minicargadores son muy importantes, ya que de ellos depende la eficiencia de las operaciones y por ende la productividad de las mismas. La industria minera moderna de hoy requiere una producción sustentable de recursos combinada con seguridad, optimización de costos y calidad del proceso. Por lo tanto, según observaciones preliminares y opiniones de expertos, algunos de los problemas de las empresas mineras están relacionados con la necesidad de tecnología moderna, alta productividad, buen rendimiento y bajo costo. (Neyra, 2020). En la minería subterránea, la elección del equipo de acarreo es una decisión muy importante que afecta directamente la planificación minera, ya que el diseño de ingeniería depende directamente del tipo y tamaño del equipo utilizado. (Anchiraico y Rojas, 2020).

Cueva y Rojas (2018) señalan que la pequeña minería en el Perú utiliza métodos empíricos y herramientas básicas para extraer minerales. En una industria minera de este tamaño aún falta orden y tecnología en sus operaciones mineras, y en muchos casos no cuentan con métodos adecuados para extraer minerales. La extracción de mineral carece de planificación minera, sistema de control de costos, implementación de sistemas de seguridad, etc. Baja productividad y agotamiento prematuro de los recursos mineros.

La empresa minera O&C, realiza su explotación por socavón con secciones de 1.80 x 1.20 m, extrae carbón antracita con una producción diaria de 10 TM (2 turnos por día), el sostenimiento que se viene empleando es de tipo pasivo (cuadros de madera). La finalidad

del trabajo de investigación es incrementar la producción a 35 TN diarias, por lo cual se plantea la propuesta de implementar una mini excavadora eléctrica Bobcat E10 y un mini Dumper LK-135 con capacidad de carga de (1500 kg), para mejorar la etapa de carguío y acarreo.

Se consideraron antecedentes relacionados con las variables de estudio que permitieron apoyar los hallazgos encontrados en este trabajo de investigación, a nivel internacional, Guerra y Montes (2018) en su trabajo "Relación entre productividad, mantenimiento y reemplazo de equipos mineros en la gran minería", realizaron una investigación de campo, utilizando como técnica principal estudios de caso, los más relevantes. El resultado es el cálculo del índice de productividad total de los equipos de transporte, retroexcavadoras y bulldozers en el 6º año de minería, con valores de 51,72%, 48,88% y 55,51%, respectivamente, lo que indica una disminución en la productividad de las máquinas en el aparcar entre el 44% y el 51%. Se concluyó que la principal razón que incidió en la caída en el índice de productividad de los parques de máquinas fue la disponibilidad técnica, la cual a su vez se vió incrementada por deficiencias en la ejecución de los programas de mantenimiento, lo que a su vez estuvo estrechamente relacionado con el método de adquisición aplicable a cada pieza específica del equipo y la decisión de sustituir en el momento adecuado.

Por otro lado, González (2017), en su artículo "Selección y asignación óptima de equipos de carga para realizar la planificación de la producción en minería a cielo abierto", tuvo como objetivo crear un método para apoyar el plan de asignación de equipos de carguío que permita el cumplimiento del plan de producción. El método desarrollado permite obtener la asignación de diferentes lugares de trabajo a los equipos de carga, encontrando una secuencia minera de corto/medio plazo que satisfaga restricciones operativas y de

producción. De esta manera, se dispone de orientación para los planificadores, ahorrando tiempo y recursos. La conclusión es que la decisión sobre qué equipo comprar no puede basarse en un solo parámetro, sino que se debe tener en cuenta el período de uso del equipo y los costos variables y fijos. Para los casos donde el horizonte temporal de evaluación no es muy largo, el costo de inversión de los equipos tiene un mayor impacto en la resolución del modelo que el orden de extracción, en cuyo caso los costos asociados a un año de producción no se comparan con el costo de compra de los equipos.

A nivel nacional, Quispe y Arisnabarreta (2022), en su trabajo de investigación “Uso de Mini Dumper Eléctrico para la Mejorar de la productividad en el sistema de acarreo en el Proyecto Avispa Nivel 740, por ECMINA S.A.C. - U.M. San Juan de Chorunga”, El objetivo principal es evaluar la implementación de ECMINA S.A.C. en el proyecto Avispa Nivel 740 para incrementar la productividad del sistema de transporte mediante mini dumpers eléctricos. - San Juan de Joronga. El tipo de estudio fue cuantitativo, con un diseño descriptivo cuasi experimental, y al ser los datos adquiridos en un solo momento, los resultados obtenidos pudieron confirmar que se incumple con el tonelaje diario de mineral requerido por la planta (30 t/día) debido a el uso de los camiones mineros Z-20, que requieren de 2 a 3 trabajadores para su transporte, por lo que sólo pueden transportar 22 toneladas por día. Las conclusiones, basadas en información mensual proporcionada por ECMINA S.A.C. El ritmo de producción mensual de mineral de oro por parte del mini dumper eléctrico es de 924.90 toneladas, por lo que se puede confirmar que el pedido de planta se cumple satisfactoriamente, por lo que podemos estar seguros de que el problema del sistema de acarreo ha sido resuelto. Desde el punto de vista económico, podemos determinar que el costo de transporte mensual del camión minero Z-20 es de S/ 16,912.80 soles y el costo de transporte mensual del mini dumper eléctrico es de S/. 8.964,60 soles; Esto determina que

el costo de producción del transporte con mini dumper eléctrico es menor en S/. 7.948,20 soles, lo que significa menores costos de producción.

Así mismo, Teran y Rojas (2021), en su tesis “Análisis para la selección y reemplazo de equipos de acarreo para mejorar la producción en una empresa minera de La Libertad 2021”, Su objetivo fue analizar la selección y reposición de equipos de transporte para incrementar la producción de las empresas mineras. El estudio es de tipo no experimental, descriptivo y relacional. Con base en los resultados del análisis financiero de los costos operativos del reemplazo oportuno del equipo de transporte, se puede demostrar que el Volvo FM 12-380 reduce significativamente los costos de mantenimiento (\$5872,7/flota) y los costos de reparación (\$484, \$84/flota). , como reducción de 4 vehículos para cumplir objetivos de producción, esto se logra permanentemente en operación y se puede utilizar con cualquier marca de volquetes siempre y cuando se utilicen con camiones con las mismas características de remolque 8 x 4 en relación al volumen transportado.

También, Nuñez (2013) en su trabajo de investigación “Criterios de selección y reemplazamiento del equipo de carguío y acarreo para la construcción de accesos y plataformas en Compañía Minera Anabi S A C.”, su objetivo general fue reducir los costos operativos y aumentar la eficiencia de los equipos de manejo de materiales en la construcción de rampas y plataformas en la mina Anabi S.A.C. Se encontró que el criterio de selección real para cuál camión 1 era el más favorable, ya que tenía una resistencia total menor de 217,33 kg en comparación con el camión 2. El punto óptimo para aumentar un camión en el ciclo de trabajo es 0,4 para el factor de acoplamiento, la conexión donde la pérdida económica es mínima a un costo de un camión y una pala por unidad de \$30 y \$45 por hora, respectivamente. El modelo de reemplazo de equipos es financiera y económicamente sensible al análisis de riesgos relacionados con el costo de propiedad

y costos de operación, donde, en el año 11, el costo mínimo es de 127.54 USD por hora, lo que permite brindar servicios de reemplazo de equipos en términos favorables y ventajosas.

Igualmente, Cuti (2019) en su tesis titulada “Determinación de indicadores de rendimiento en equipos de carguío, acarreo y transporte para mejorar la productividad en mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa de cía. De minas buenaventura S.A.A. Arequipa”, señala que para reducir los costos operativos y aumentar la productividad en el sitio, es importante definir un conjunto de KPI de garantía de calidad para la mina al administrar el ciclo minero, de modo que el equipo esté siempre listo y dedicado para explotar, operar y evitar en la medida de lo posible interrupciones.

A nivel local, Rojas (2019) en su tesis doctoral “Estudio de factibilidad aplicando el método de Longwall Mining para aumentar la producción de carbón de antracita en la mina Piñipata - 2019” para determinar la factibilidad de utilizar el método de minería Longwall Mining para aumentar la producción de carbón de antracita de la mina Piñipata. Se encontró que el costo de capital (CAPEX) con el método Longwall Mining en la mina de Piñipata se determinó tomando en cuenta el costo de construcción de la cortada del nivel 2053 (\$63,666.32) con una longitud de 261.56 m y el costo total de construcción de la mina (\$197,858.76); con un total de 261,525.08 USD . El método de operación está diseñado con 4 paneles de extracción de 14.219,52 toneladas cada uno, asegurando una capacidad de 60 toneladas/día durante aproximadamente 3 años. El costo operativo (OPEX) de la extracción del manto de carbón de la mina Piñipata por el método Longwall Mining se fija en \$42,40/tonelada.

Los antecedentes teóricos se describen a continuación. La mejora del rendimiento es un tema que se ha estudiado ampliamente en muchos artículos de investigación desde

muchos ángulos diferentes y es muy probable que se siga estudiando. Gran parte de la investigación sobre mejora de la productividad se centra en identificar los diversos factores que afectan el proceso productivo con el fin de optimizar aún más el proceso, lo que identifica oportunidades de mejora para aumentar la producción (Vega, 2019).

La producción minera es la más cara junto con el transporte de materiales, ya que es el proceso que requiere más equipo (flota), con un alto grado de mecanización, menor productividad por dispositivo e incluye flujos de trabajo lentos y casi continuos. El transporte es la actividad de trasladar el mineral extraído a exterior de la mina. El transporte minero puede ser continuo, discontinuo o combinado. Dentro de ellos, el continuo utiliza medios de transporte que funcionan de forma continua. Como parte de este tipo de transporte se utilizan cintas transportadoras, transportadores blindados y transporte por gravedad en pozos y chimeneas. En el transporte discontinuo, los vehículos alternan entre los puntos de carga y descarga. Este grupo utiliza ferrocarriles y camiones. En las minas subterráneas también se distingue entre arrastre y extracción. Por arrastre se entiende el transporte a lo largo de las labores situadas al mismo nivel. Y a través del transporte vertical en la minería, este tiene como finalidad llevar los minerales a la superficie (Ramos y Salomon, 2021)..

El carbón se define como una roca sedimentaria fosilizada de color negro o negruzco con un alto contenido de carbono y otros elementos, principalmente hidrógeno, azufre, oxígeno y nitrógeno. El carbón es un mineral combustible sólido de color negro o marrón oscuro y contiene principalmente carbono, con pequeñas cantidades de azufre, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno y otros elementos. El carbón es un combustible sólido de gran importancia en la generación de energía. La calidad del carbón depende del contenido de materia volátil, del contenido de carbono ligado, del contenido de humedad y del oxígeno

específico. La calidad del carbón es generalmente mayor a medida que aumenta el contenido de carbono sólido y disminuye el contenido de humedad y materia volátil (Figuroa, 2022).

Perú tiene un potencial muy alto de antracita en el oeste, entre las latitudes 6°30"N y 11°30"S. Este potencial no pudo aprovecharse debido a la complicada situación jurídica en materia de reservas de carbón y debilidad del mercado. Se espera que con la aprobación de la nueva ley de minería la situación cambie y se puedan crear mercados adecuados. Se espera que, con la certeza de ofrecer antracita de calidad constante, aceptable y a un precio razonable, muchos usuarios potenciales indiquen si han ajustado su configuración de uso o no. La preparación mecánica y la limpieza del carbón de antracita serán de gran importancia para la ampliación del mercado de ventas. El carbón de antracita nacional se puede utilizar para la reducción directa de partículas de óxido de hierro en Marcona, en centrales térmicas de carbón que suministran energía a sistemas combinados, en la producción de vapor industrial, en fábricas de cemento, etc. Para que el carbón de antracita sea competitivo debe tener un precio por caloría, no un consumo, muy inferior al del petróleo y sus derivados. Si se quiere lograr esto, necesita reducir costos por la escala de la economía. Las antracitas también pueden usarse para agregar valor a recursos locales cercanos como el cemento, la piedra caliza, la cerámica, la industria del yeso, o reemplazar la quema de bagazo en los ingenios azucareros para su mejor uso en la producción de papel (Figuroa, 2022).

Entre los distritos de Bambamarca y Paccha, en las provincias de Hualgayoc y Chota, en la región de Cajamarca, se encuentra la mina Piñipata, dedicada explotación de minerales no metálicos como el carbon tipo antracita; donde se desconocen las principales especificaciones y características del manto de carbón, así como los métodos de explotación subterránea y los principales criterios para su aplicación (Rojas, 2019).

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera incide la propuesta técnica de implementación de una mini excavadora Bobcat E10e y un dumper LK-135 en el incremento de la producción de carbón antracita en la empresa minera O&C, Cajamarca 2023?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Proponer la implementación de una mini excavadora Bobcat E10e y un dumper LK-135 para incrementar la producción de carbón antracita en la empresa Minera O&C, Cajamarca 2023.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Describir la situación actual de la extracción y la producción de carbón antracita en la empresa Minera O&C.

Realizar un comparativo de las condiciones de trabajo de la minera O&C y las características técnicas de la mini excavadora Bobcat E10e y un dumper LK-135.

Estimar la producción de carbón antracita con una mini excavadora Bobcat E10e y un dumper LK-135 en en la empresa Minera O&C .

Analizar el costo de la propuesta técnica de implementación de la mini excavadora Bobcat E10e y el dumper LK-135.

#### **1.4. Hipótesis**

Con la propuesta técnica de implementación de una mini excavadora Bobcat E10e y un dumper LK-135 en la empresa minera O&C, se pretende incrementar la producción a 35 TM diarias.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo aplicada, dado que pretende producir conocimiento que sea directamente aplicable a problemas de la sociedad o la industria, se basa esencialmente en los resultados tecnológicos de la investigación básica sobre el proceso asociativo de la teoría con productos (Lozada, 2014). Con enfoque cuantitativo porque cree que el conocimiento debe ser objetivo y surge de un proceso de inferencia donde, mediante procesamiento numérico y análisis estadístico, se verifican hipótesis preconcebidas. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Es de tipo no experimental con diseño descriptivo, ya que pretende únicamente describir situaciones o eventos; básicamente no está interesado en probar explicaciones, ni en probar ciertas hipótesis o hacer predicciones. Muy a menudo, las descripciones se elaboran mediante encuesta (estudios por encuestas), aunque también pueden usarse para probar hipótesis específicas y probar explicaciones (Tamayo, 2019).

La población esta constituida por todas las empresas de minería no metálica de carbón antracita del Centro Poblado El Tuco, distrito de Bambamarca.

La muestra esta constituida por la mina no metálica de carbón antracita de la empresa minera O&C.

El yacimiento minero no metálico se encuentra ubicado en el Centro Poblado El Tuco, a una altitud promedio de 2465 m.s.n.m., perteneciente al Distrito de Bambamarca, Provincia de Hualgayoc, Departamento de Cajamarca; se encuentra enmarcado en las siguientes coordenadas UTM WGS 84 Zona 17S.

**Tabla 1:** *Ubicación en coordenadas UTM*

UTM WGS 84 Zona: 17S			Área (ha)
Vértice	Norte	Este	
1	9269799.471	784571.219	27.5
2	9269637.366	784362.145428	
3	9269637.366	783743.58	
4	9270118.468	783743.58	
5	9269897.928	784477.471	

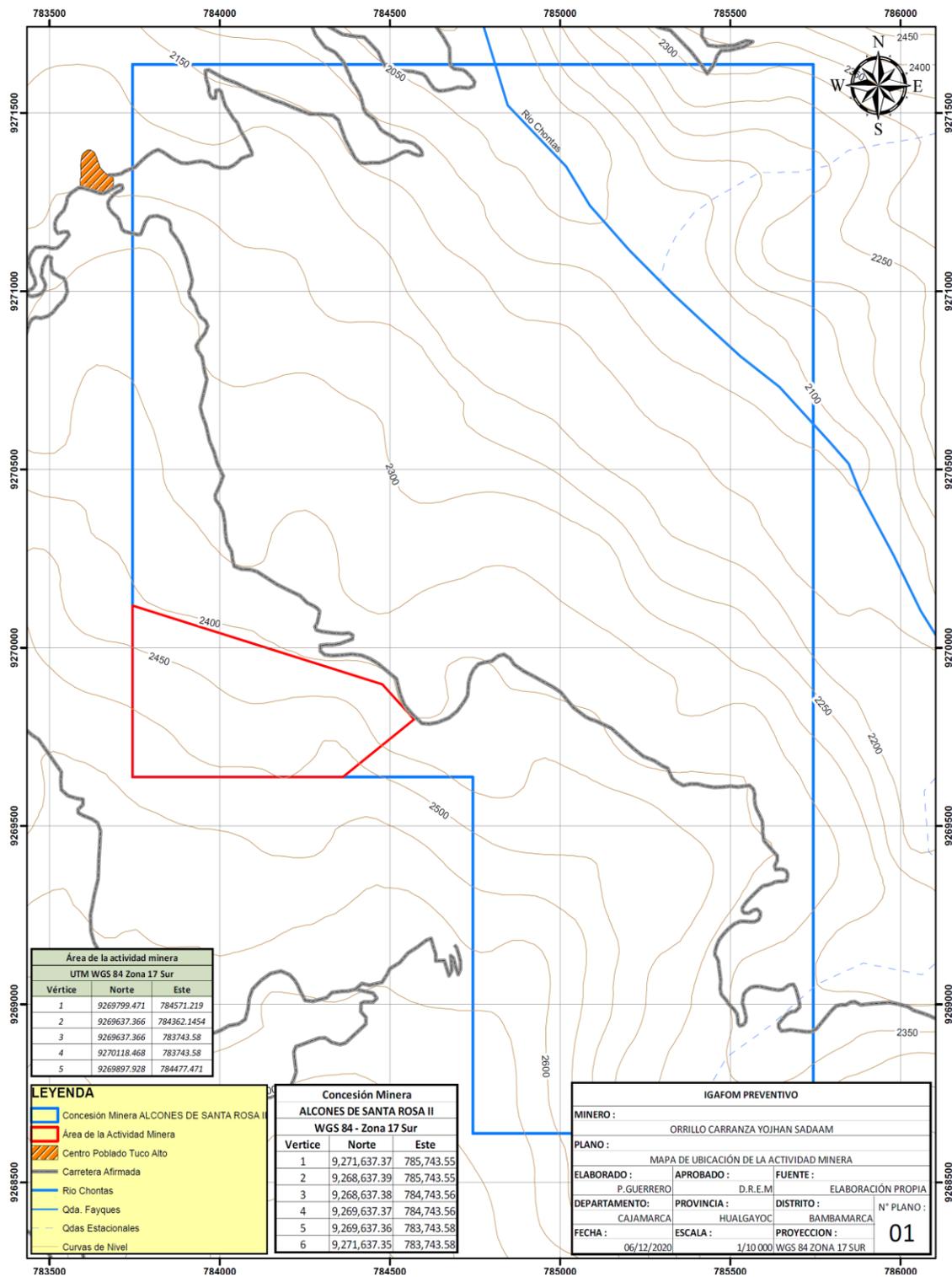
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2:** *Accesibilidad*

De	A	Tipo de vía	Distancia (Km)	Tiempo (Horas)
Lima	Cajamarca	Asfaltado	858.3	14:11
Cajamarca	Bambamarca	Asfaltado	111.9	2:48
Bambamarca	C. P. El Tuco	Afirmado	19.6	1:00
C. P. El Tuco	Mina	Afirmado	2.51	0.15

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 1: Plano de ubicación**



Fuente: Elaboración propia.

La primera técnica en emplear fue la de observación directa, ya que en las operaciones de explotación se observó que, en base a las reservas calculadas era posible incrementar la producción diaria lo cual requería equipos de carguío y acarreo de mayor capacidad.

Posteriormente, se empleó la técnica de análisis documental, con la cual se investigaron los antecedentes previos de trabajos de investigación. Además se recopiló información relacionada con el yacimiento de carbón antracita perteneciente a la mina el Tuco. El tipo de Yacimiento que se presenta en el sector es en forma de un manto mineralizado de carbón con clasificación que va desde bituminoso a antracítico, sub horizontales y emplazado de forma paralela hacia la estratificación de las areniscas pertenecientes a la Formación Chimú, el manto de explotación principal que se está trabajando presenta espesores que van desde 1.5 m a 3 m aproximadamente. El manto cubre un área aproximada de 21.62 has en el área de trabajo y toma una dirección NW – SW, con un buzamiento promedio de 15 NE. Así mismo se emplearon formatos creados para recopilar la información relacionada con las reservas del yacimiento, producción actual, equipos, etc.

**Figura 2:** *Instrumento 01 – Formato de Reservas*

Descripción	Datos
Reservas totales (TM)	
Producción (TM/día)	
Días laborables por mes	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3:** *Instrumento 02 – Formato de Equipos, herramientas e insumos*

N°	Equipo	Especificaciones técnicas	Cantidad
1			
2			
3			
4			
N°	Herramientas	Especificaciones técnicas	Cantidad
1			
2			
3			
4			
N°	Insumos	Cantidad	Unidad de Medida
1			
2			
3			
4			

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4:** *Instrumento 03 – Formato de Producción anual*

LABOR	MATERIAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL (IN)
<b>TOTAL MINERAL</b>														
<b>TOTAL DESMONTE</b>														

Fuente: Elaboración propia.

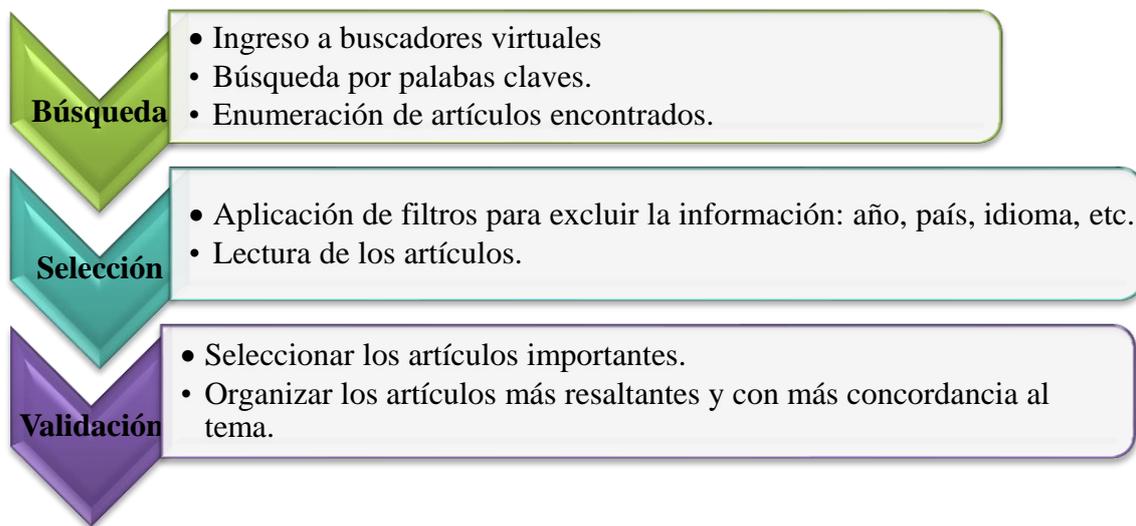
Por último se empleó la técnica de análisis documental, la cual permitió realizar la valoración actual de la producción en la minera O&C, así como el rendimiento de los equipos actuales con los que cuenta la empresa, para plantear un estimado en el incremento de la

producción con la implementación de la mini excavadora y el dumper, haciendo uso del programa Excel.

Los instrumentos y/o materiales empleados fueron: cámara fotográfica, formatos, laptop, lápizceros, libreta de campo, casco, linterna de mano, zapatos de seguridad y memorias USB.

El procedimiento constó de 03 etapas: la I etapa de **Pre campo**, en la cual se revisaron antecedentes de investigaciones previas relacionadas con las variables de estudio en los diferentes repositorios y bibliotecas virtuales, además de recopilar información relacionada al tipo de yacimiento y geología de la minera O&C.

**Figura 5:** *Esquema de búsqueda de información*



Fuente: Elaboración propia.

El proyecto de explotación de mineral antracita, se encuentra localizado en la unidad lito estratigráfica correspondiente al Grupo Goyllayrisquizga el cual está constituido por estratos de arenisca cuarzosa bien graduadas de grano medio y grueso, algunas capas son

conglomerados con pequeñas gravas de cuarzo. Su color varía desde el gris claro hasta el blanco amarillento, volviéndose ligeramente amarillo y rojizo cuando se exponen a la intemperie debido al contenido de hierro.

Este grupo de rocas en la facies de base se estudia con el nombre de grupo Goyllayrisquizga, y en la facies de cuenca se distingue en las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat.

En el área estudiada el grupo Goyllayrisquizga, se presenta formando un anticlinal, y el área de trabajo se encuentra ubicada en su flanco izquierdo.

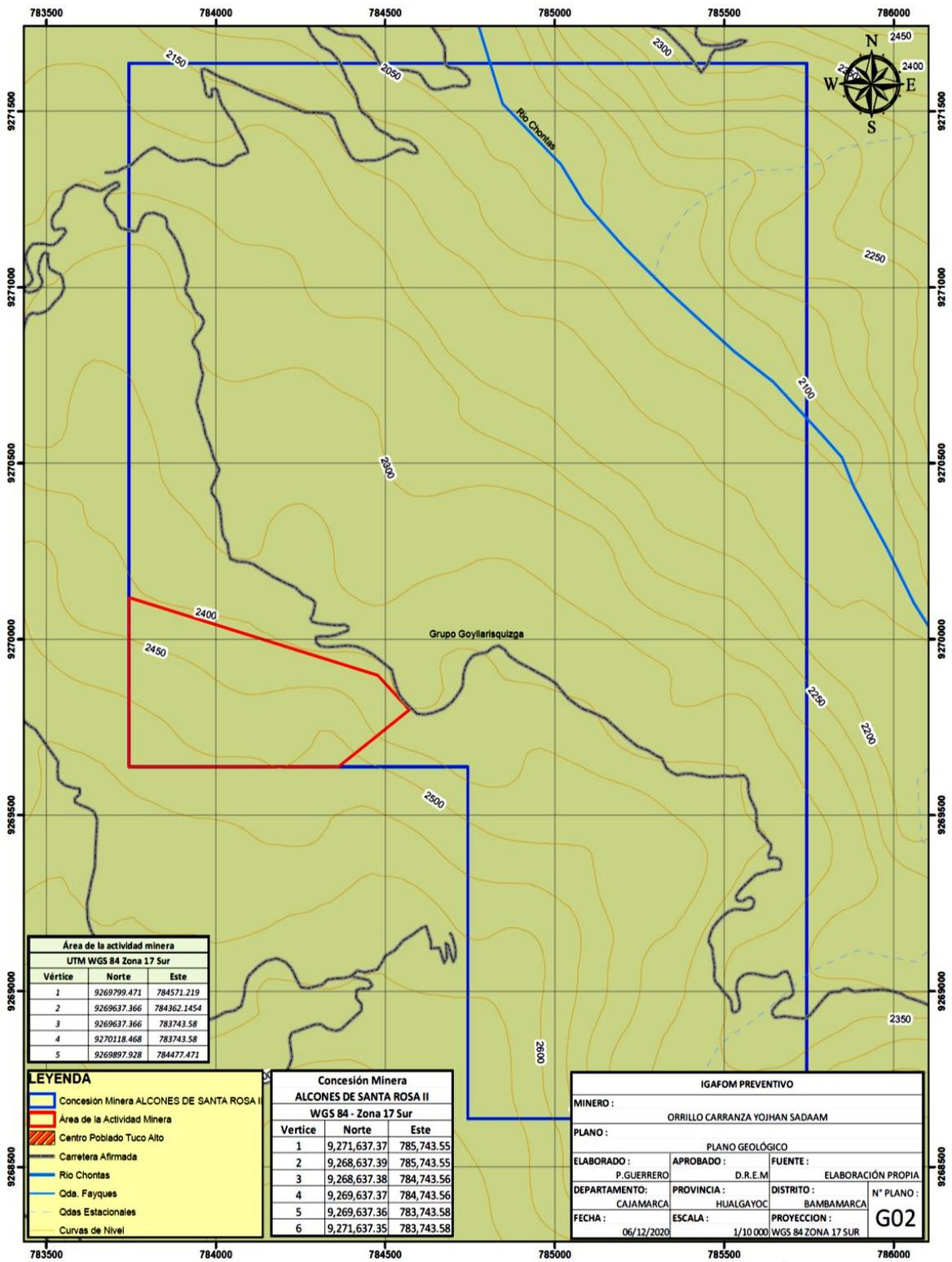
El Proyecto específicamente se encuentra localizado en el miembro inferior del grupo Goyllayrisquizga, correspondiente a la formación Chimú.

En las laderas existen depósitos coluviales construidos con material fino arenoso-arcilloso con alto contenido de gravas angulosas y semiangulosas.

En el área de estudio se presenta como subcapas horizontales con buzamientos que van de 12° a 55°, construidas de arenisca de cuarzo blanco con cemento silíceo.

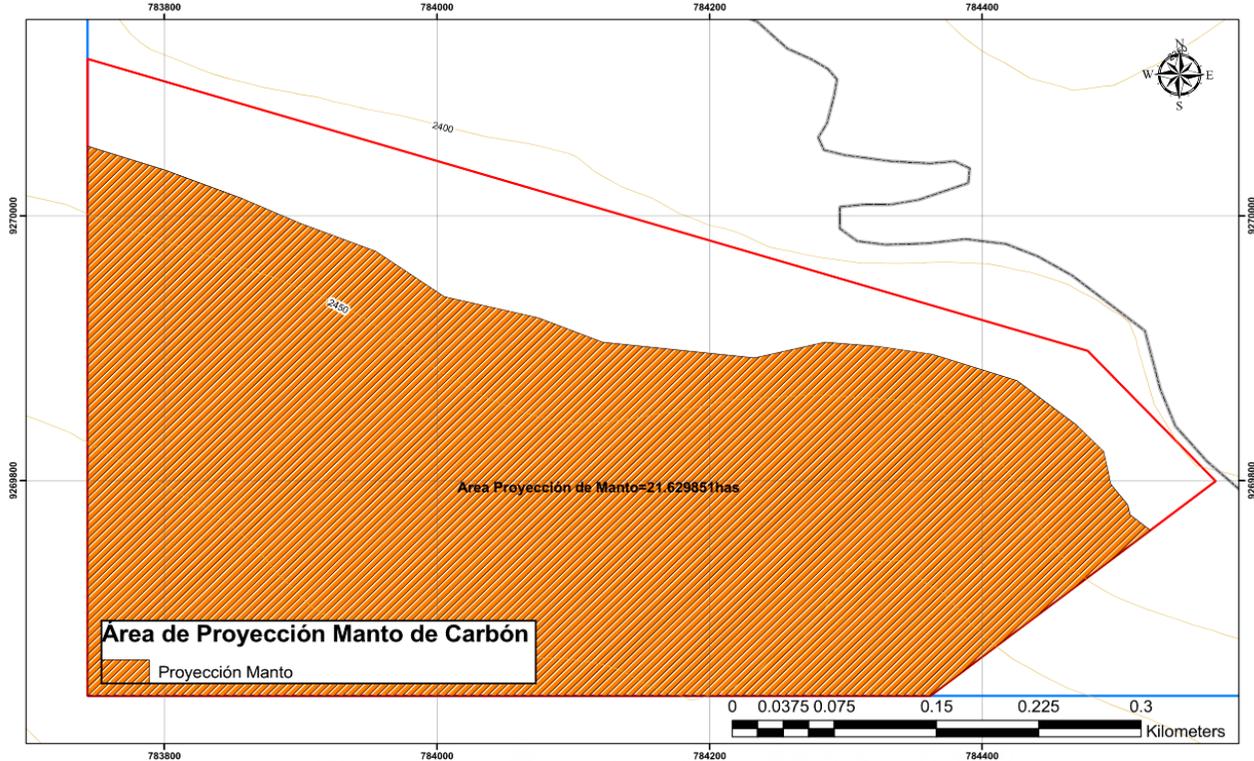
Se desarrollan estos depósitos como producto de la meteorización y la erosión; cubren la mayor parte del área y están distribuidos principalmente en las laderas. La potencia de estos depósitos fluctúa entre 0.80 y 3 m aproximadamente y afectan al yacimiento en ambos flancos y en la extensión sur del mismo.

**Figura 6: Plano Geológico**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7:** *Proyección del manto de Carbón*



Fuente: Empresa O & C.

**Tabla 3: Reservas estimadas**

<b>Descripción</b>	<b>Datos</b>
Reservas totales (TM)	207742.56
Producción (TM/día)	10
Días laborables por mes	26

Fuente: Empresa O & C.

- Proyección del Área del manto de carbón antracítico = 21.63985 has = 216398.5 m<sup>2</sup>
- Potencia Estimada del manto = 0.8 m
- Reservas estimada del manto = 216398.5 m<sup>2</sup> X 0.8 m = 173118.8 m<sup>3</sup>
- Densidad del carbón antracítico = 1200 kg/m<sup>3</sup>
- **Total de reservas estimadas = 207742.56 tn**

Se estimó que la vida útil en esta mina será de 66.58 años, de los cuales, 65 años destinados a actividades de explotación de la mina y para la etapa del cierre definitivo en la mina, se ejecutará en un lapso de un año y medio, sin embargo, se determinará nuevas exploraciones dentro de la concesión para lograr extender la vida útil de trabajos en la mina.

- Vida útil (años) = Reservas totales / Producción diaria \* 312
- **Vida útil (años) = 207742.56/ 10 \* 312 = 66.58 años**

En la II etapa de **campo**, se identificó componentes principales y auxiliares, teniendo en cuenta características y especificaciones, dependiendo del método de explotación (a cielo abierto y/o subterráneo), teniendo en cuenta el área de operaciones en la mina.

La galería principal: actualmente se cuenta con dos galerías principales, estas corresponden al punto de acceso principal hacia la interior mina, las cuales presentan las siguientes características. Galería N°1 con un ancho: 1.20 m, alto: 1.80 m y longitud: 60 m; Galería N°2 con un ancho: 1.17 m, alto: 1.80 m y longitud: 78 m.

La plataforma Bocamina : Este componente es un área libre, es una zona plana, ubicada en el exterior de las bocaminas y utilizada como áreas de maniobra, actualmente se cuentan con dos plataformas las cuales tienen las siguientes características: Plataforma Bocamina N°1 (ancho: 5.5 m y largo: 6 m), Plataforma Bocamina N°2 (ancho: 6 metros y largo: 4 m).

La plataforma de acopio de Mineral y/o envase de carbón: Este componente es un área libre, es una zona plana, que sirve para realizar la actividad de zarandeo, envase y acopio el carbón antracita en sacos de polietileno, actualmente se cuentan con dos plataformas las cuales tienen las siguientes características: Plataforma de acopio de Mineral N°1 (ancho: 18 m y largo : 9.5 m), Plataforma de acopio de Mineral N°2 (ancho: 11 m y largo: 7.5 m).

Canaleta: Sirve para el transporte del mineral de la bocamina a la zona de zarandeo, está construida en base a madera y recubierta con geomembrana. actualmente se cuentan con dos las cuales tienen las siguientes características: Canaleta Labor N°1 (ancho: 50 cm, alto: 60 cm y longitud: 20 m), Canaleta Labor N°2 (ancho: 50 cm, alto: 60 cm y longitud: 22.5 m).

Desmontera: Este componente principal está ubicado al lado de la Plataforma de acopio de Mineral N°1. A unos 35 metros de la bocamina principal, es donde se acumula el material inservible (roca tipo pizarra) y también el carbón tipo cisco (Es un carbón de granulometría fina), se considera tener almacenado un promedio de 6,800m<sup>3</sup> provenientes

de los tajeos de explotación. Para el diseño del botadero, se tendrán en cuenta los parámetros geotécnicos del subsuelo, las propiedades físico-mecánicas del material de desmonte (cuarcita) y se determinará la geometría de los taludes de los botaderos, que asegurarán la estabilidad física respecto a fallas por traslación o erosión. El suelo estará impermeabilizado y deberán cumplir con las normas establecidas. Al cierre de los depósitos de desmonte se procederá con el perfilado del terreno, cobertura con suelo del lugar (que habría sido depositado en un lugar adyacente). Tiene las siguientes características: ancho: 7 m, largo: 10 m y alto: 4 m.

Finalmente en la III etapa de **Gabinete** se procesó toda la información obtenida mediante los formatos utilizados, para realizar una estimación del incremento de la producción implementando la mini excavadora eléctrica bobcat E10e y un dumper LK-135, verificando si la inversión es viable.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Situación actual de la extracción y la producción de carbón tipo antracita en la mina O&C en el Centro Poblado El Tuco

El método de minado es mediante cámaras y pilares, ya que el yacimiento es en mantos casi horizontales; de los cuales los minerales (carbón antracita) se extraen la mayoría de los yacimientos, quedando algunos minerales en forma de pilares o columnas que sirven como soportes del techo. Los minerales deben extraerse en la máxima cantidad posible, ajustando con las dimensiones de las cámaras y pilares según las características de presión y resistencia. Los minerales que quedan como pilares se pueden recuperar parcial o totalmente reemplazando las columnas con otro material. en todo caso los pilares con mineral se pierden. Sabiendo estos conceptos fundamentales, entramos a describir el ciclo de minado.

Al ser minería Artesanal no se ha planificado las actividades a nivel de ingeniería, pero acoplado a la ingeniería se puede describir una pequeña introducción y luego el ciclo de minado.

**Arranque:** Es la primera actividad que se realiza. Es la construcción de la galería principal que llevara al manto de carbón antracita, en esta actividad se rompe el material inerte como roca pizarra y otros que son inservibles en nuestra operación, cuadrando y/o dando forma a la galería. Esta actividad se realiza artesanalmente, haciendo usos de herramientas manuales como, picos y palanas.

**Limpieza:** Consiste en limpiar la roca pizarra y demás impurezas de la galería. Para esto se utiliza herramientas manuales como palanas y picos.

**Sostenimiento:** Se aplica el sostenimiento con postes de madera (Eucalipto) cada cierto tramo, según a la experiencia que tienen los trabajadores, ya que, el manto es casi horizontal y la caja techo presenta una resistencia buena. Además, la galería tiene potencia

baja, la cual da la confianza necesaria para no hacer un encuadrado de madera. No existe algún programa de ingeniería que aplique o calcule un buen sostenimiento.

**Ventilación:** La ventilación se hace de forma natural, es decir no se aplica ningún método artificial para llevar aire fresco hacia el interior mina. Además, la roca no presenta gases tóxicos ni presencia de sílices que es la más peligrosa en enfermedades ocupacionales. La misma galería sirve para ventilar los frentes.

**Arranque en el frente de trabajo/ Interior mina (Manto):** Una vez llegada al manto del mineral, se empieza esta actividad que es de la siguiente manera: Se empieza a picar el manto carbón antracita haciendo uso de herramientas manuales como son picos y palanas. Una vez amontonado el mineral se procede a la extracción a la superficie (Acarreo)

**Acarreo o arrastre:** Es el transporte del mineral (carbón antracita) de interior mina hacia el exterior, para esto se utiliza una batea que se ha acoplado a un motor, la cual mediante un cable jala hacia la bocamina. Las herramientas que se utilizan en esta actividad son la palana y pico, y la batea ya anteriormente mencionada.

**Transporte de mineral:** el mineral acumulado en la bocamina, es descargado en las canaletas las cuales se encargaran de transportar el mineral (carbón antrasitico) hacia Plataforma de acopio de Mineral y/o envase de carbón.

**Zarandeo:** en la plataforma de acopio se realizada la actividad del zarandeo, y se obtiene dos productos:

- Carbón antracita granulado
- Carbón antracita menudo (Llamado Cisco)

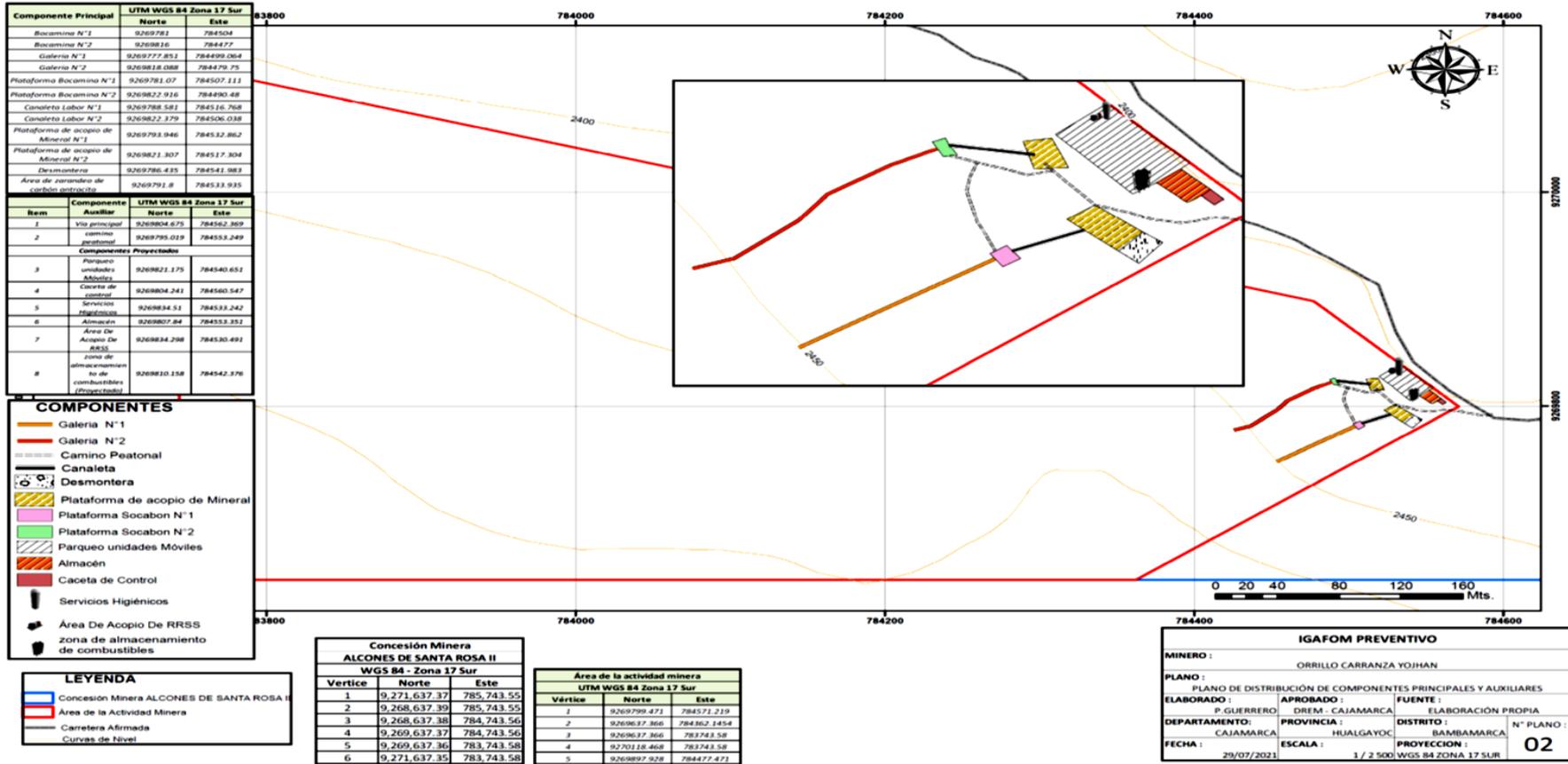
Comercialización: Una vez zarandeado, hay un área plana que le denominamos cancha del mineral, donde el carbón granulado se procede a envasar en sacos de polietileno de 50 kilogramos aproximadamente para su posterior comercialización.

**Tabla 4:** Componentes en la mina de carbón O&C

N°	Componentes	Dimensiones (Largo, Ancho, Altura, etc.) en metros	UTM WGS 84 Zona 17 Sur	
			Norte	Este
<b>Componentes Principales</b>				
1	Bocamina N°1	1.20 m x 1.80 m	9269781	784504
2	Bocamina N°2	1.17 m x 1.80 m	9269816	784477
3	Galería N°1	60 m x 1.20 m x 1.80 m	9269777.851	784499.064
4	Galería N°2	78 m x 1.17 m x 1.80 m	9269818.088	784479.75
5	Plataforma Bocamina N°1	5.5 m x 6 m	9269781.07	784507.111
6	Plataforma Bocamina N°2	6 m x 4 m	9269822.916	784490.48
7	Canaleta Labor N°1	20 m x 50 cm x 60 cm	9269788.581	784516.768
8	Canaleta Labor N°2	22.5 m x 50 cm x 60 cm	9269822.379	784506.038
9	Plataforma de acopio de Mineral N°1	18 m x 9.5 m	9269793.946	784532.862
10	Plataforma de acopio de Mineral N°2	11 m x 7.5 m	9269821.307	784517.304
11	Desmontera	7 m x 10 m x 4m	9269786.435	784541.983
12	Área de zarandeo de carbón antracita	3 m x 1.5 m	9269791.8	784533.935

Fuente: Empresa O&C.

Figura 8: Plano de los componentes principales y auxiliares



Fuente: Empresa O&C.

**Tabla 5:** *Equipos en la mina de carbón O&C*

N°	Equipo	Especificaciones técnicas	Cantidad
1	Motosierra	Stihl	01
2	Rotomartillo	Bosch	01
3	Motor gasolinero	300 Cm3	01

Fuente: Empresa O&C.

**Tabla 6:** *Herramientas en la mina de carbón O&C*

N°	Herramientas	Especificaciones técnicas	Cantidad
1	Carretillas buggy	50 Kg	04
2	Barretilla	1.50 m (Metal)	04
3	Pico	Metal	08
4	Palana	Metal	08
5	Comba	2,6 y 8 libras	06
6	Chotana	0.40 cm (metal)	02
7	Cable acerado	1.5 pulgadas x 100 m	01
8	Tinas metálicas	3 m x 0.45 m x 0.45 m	02
9	Caja de herramientas manuales	Metálicas	01

Fuente: Empresa O&C.

**Tabla 7: Insumos en la mina de carbón O&C**

N°	Insumos	Cantidad	Unidad de Medida
1	Gasolina	05	Gal x día
2	Aceite Quemado	0.25	Litros x semana

Fuente: Empresa O&C.

**Tabla 8: Recursos Humanos en la mina de carbón O&C**

Descripción	Cant.
Número de trabajadores que laboran, en la actividad minera.	8
Número de guardias durante el día.	1
Número de días de trabajados por mes.	26
Horas de trabajo por día.	8

Fuente: Empresa O&C.

De acuerdo a la vida útil de la mina, se adjunta el planeamiento de la explotación anual, para el desarrollo de 2 labores de extracción, está planificado explotar 3120 Tn. Anuales de mineral de Antracita y 468 Tn. Anuales de desmonte, a un ritmo de 260 Tn. De carbón antracita mensual, es decir 10 Tn. De carbón antracita diario, el mineral a extraer tiene un peso específico de 1.2 kg/m<sup>3</sup> mientras que las areniscas de la formación Chimú presentes tienen un promedio en peso específico de 2.7 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 9: Producción anual en la mina de carbón O&C**

LABOR	MATERIAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL (TN)
Labor 01	Mineral	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	1560
	Desmonte	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	234
Labor 02	Mineral	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	1560
	Desmonte	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	234
													<b>TOTAL MINERAL</b>	<b>3120</b>
													<b>TOTAL DESMONTE</b>	<b>468</b>

Fuente: Empresa O&C.

El ratio strip (relación desmonte mineral) es 0.15, porque se está realizando la extracción de carbón antracita en el manto.

*Tabla 10: Producción diaria en la mina de carbón O&C – Labor 01*

Fecha	Guardia	Labor	Tonelaje Desmante (t)	Tonelaje Mineral (t)	Tonelaje Total (t)
1-Jul	1	01	0.74	4.9	5.64
2-Jul	1	01	0.75	5.1	5.85
3-Jul					
4-Jul	1	01	0.73	5.2	5.93
5-Jul	1	01	0.76	5.2	5.96
6-Jul	1	01	0.77	4.8	5.57
7-Jul	1	01	0.72	4.9	5.62
8-Jul	1	01	0.75	5	5.75
9-Jul	1	01	0.75	5.1	5.85
10-Jul					
11-Jul	1	01	0.71	5	5.71
12-Jul	1	01	0.77	4.9	5.67
13-Jul	1	01	0.75	4.8	5.55
14-Jul	1	01	0.77	4.7	5.47
15-Jul	1	01	0.76	5.2	5.96
16-Jul	1	01	0.79	5.3	6.09
17-Jul					
18-Jul	1	01	0.78	5.1	5.88
19-Jul	1	01	0.74	5.2	5.94
20-Jul	1	01	0.75	5.3	6.05
21-Jul	1	01	0.77	4.7	5.47
22-Jul	1	01	0.74	4.8	5.54
23-Jul	1	01	0.72	4.8	5.52
24-Jul					
25-Jul	1	01	0.75	4.9	5.65
26-Jul	1	01	0.76	4.9	5.66
27-Jul	1	01	0.75	5.1	5.85
28-Jul	1	01	0.72	5.1	5.82
29-Jul	1	01	0.75	5	5.75
30-Jul	1	01	0.75	5	5.75
31-Jul					
<b>TOTAL</b>			<b>19.5</b>	<b>130</b>	<b>149.5</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11: Producción diaria en la mina de carbón O&C – Labor 02**

Fecha	Guardia	Labor	Tonelaje Desmante (t)	Tonelaje Mineral (t)	Tonelaje Total (t)
1-Jul	1	02	0.73	4.8	5.53
2-Jul	1	02	0.76	5.2	5.96
3-Jul					
4-Jul	1	02	0.74	5	5.74
5-Jul	1	02	0.75	4.9	5.65
6-Jul	1	02	0.75	4.8	5.55
7-Jul	1	02	0.77	4.7	5.47
8-Jul	1	02	0.75	5.2	5.95
9-Jul	1	02	0.77	5.3	6.07
10-Jul					
11-Jul	1	02	0.75	5.1	5.85
12-Jul	1	02	0.76	5.2	5.96
13-Jul	1	02	0.75	5.3	6.05
14-Jul	1	02	0.72	4.7	5.42
15-Jul	1	02	0.75	4.8	5.55
16-Jul	1	02	0.75	4.8	5.55
17-Jul					
18-Jul	1	02	0.71	4.9	5.61
19-Jul	1	02	0.77	4.9	5.67
20-Jul	1	02	0.75	5.1	5.85
21-Jul	1	02	0.77	5.1	5.87
22-Jul	1	02	0.76	5	5.76
23-Jul	1	02	0.79	5	5.79
24-Jul					
25-Jul	1	02	0.77	5.2	5.97
26-Jul	1	02	0.72	5.1	5.82
27-Jul	1	02	0.75	4.8	5.55
28-Jul	1	02	0.78	4.7	5.48
29-Jul	1	02	0.71	4.9	5.61
30-Jul	1	02	0.72	5.5	6.22
31-Jul					
<b>TOTAL</b>			<b>19.5</b>	<b>130</b>	<b>149.5</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Comparativo de las condiciones de trabajo de la mina O&C y las características técnicas de la mini excavadora Bobcat E10e y un dumper LK-135

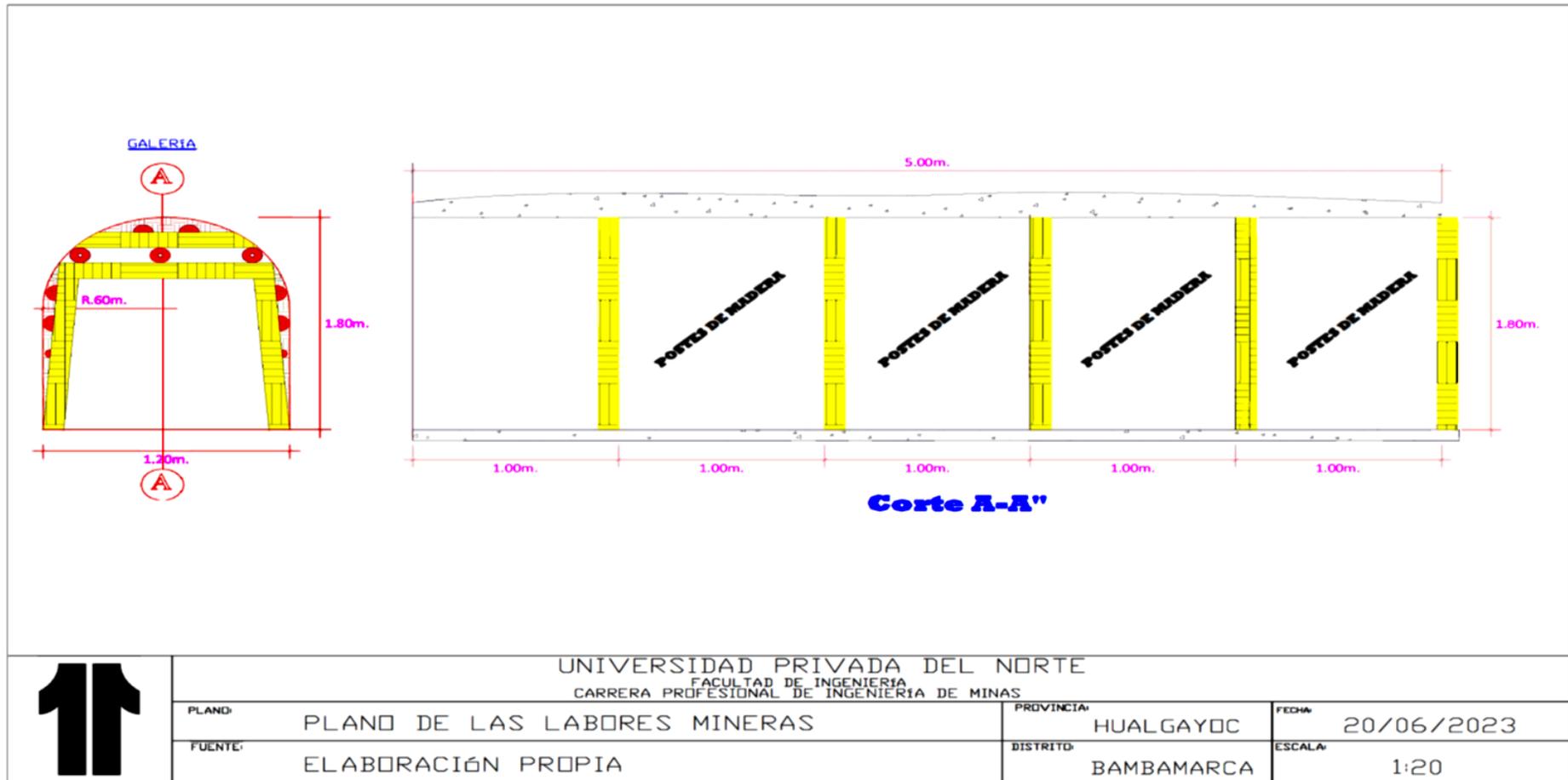
A continuación se muestra el análisis comparativo de las condiciones de trabajo y las características técnicas de los equipos.

**Tabla 12:** Comparativo de Condiciones de labor y características técnicas de los equipos

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS		CARACTERÍSTICAS DE LAS LABORES
<b>Bobcat E10</b>	Anchura (tren inferior replegado/extendido): 0.71 m / 1.10 m	<b>Galería N° 01</b>
	Longitud (transporte): 2.793 m	Ancho: 1.20 m Alto: 1.80 m Longitud: 60 m
	Altura máxima: 2.209 m	
<b>Mini Dumper Eléctrico</b>	Anchura: 0.90 m	<b>Galería N° 02</b>
	Largo: 2.90 m	Ancho: 1.17 m Alto: 1.80 m Longitud: 78 m
	Altura: 1.10 m	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9: Plano de labores**



Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Producción de carbón antracita con una mini excavadora Bobcat E10e y un dumper LK-135 en la empresa minera O&C

Se realizó la estimación de la producción, considerando los rendimientos de los equipos considerados en la propuesta.

Para calcular el rendimiento de la mini excavadora y el mini dumper se hizo uso de las siguientes fórmulas:

$$R. \text{ Mini Excavadora} = \frac{60 \times \text{Cap. Cucharón} \times F. \text{ Llenado} \times \text{Eficiencia}}{\text{Tiempo de Ciclo}}$$

$$R. \text{ Mini Dumper} = \frac{Q \times E \times 60}{Cm \times F}$$

**Tabla 13:** Estimación del rendimiento de la mini excavadora Bobcat E10

<b>Rendimiento Mini excavadora Bobcat E10</b>	
Ángulo de giro (°)	65
Factor de eficiencia (%)	0.85
Factor de llenado (%)	0.75
Tiempo de ciclo (min.)	0.2
Capacidad de cucharón (m3)	0.025
Ciclos / hora	300
<b>Rendimiento (m3/h.)</b>	<b>4.78</b>

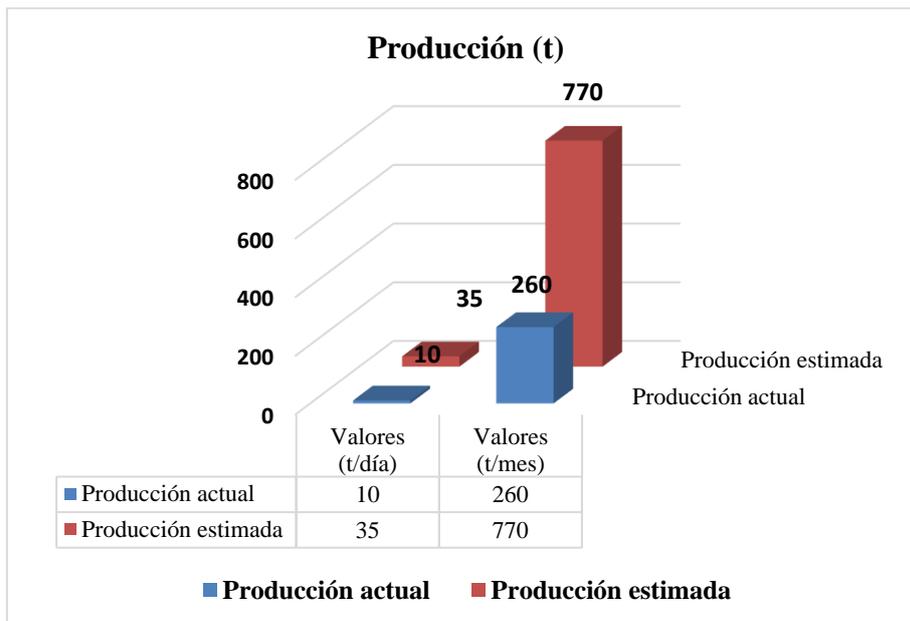
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14: Estimación del rendimiento del mini Dumper Eléctrico LK-135**

<b>Rendimiento Mini Dumper Eléctrico LK-135</b>	
Capacidad de tolva (t)	1.5
Densidad antracita (t/m <sup>3</sup> )	1.2
Q: Capacidad de tolva real (m <sup>3</sup> )	1.25
D: Distancia (km)	0.18
F: Factor de esponjamiento	1
E: Eficiencia (%)	0.85
Cm: Tiempo de ciclo de trabajo (min.)	14.43
Vc: Velocidad cargado (km/h)	8
Vd: Velocidad descargado (km/h)	10
Vm: Velocidad máxima (km/h)	25
Td: Tiempo de descarga (min)	2
Tc: Tiempo de carga (min )	10
<b>Rendimiento (m<sup>3</sup>/h.)</b>	<b>4.42</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10: Producción estimada con la propuesta técnica**



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15:** *Producción anual estimada con la aplicación de la propuesta*

LABOR	MATERIAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL (TN)
Labor 01	Mineral	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	<b>4620</b>
	Desmonte	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	<b>693</b>
Labor 02	Mineral	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	<b>4620</b>
	Desmonte	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	57.75	<b>693</b>
													<b>TOTAL MINERAL</b>	<b>9240</b>
													<b>TOTAL DESMONTE</b>	<b>1386</b>

Fuente: Elaboración propia.

Según la estimación de los rendimientos de los equipos considerados en la propuesta técnica, se calculó que en conjunto la mini excavadora bobcat y el mini dumper se lograría una producción de 35 t/día en 01 turnos, considerando 70% de carbón granulado y 30% de cizco; lo cual incrementaría el tonelaje actual en 25 t/día.

### 3.3. Costo de la propuesta técnica de implementación de la mini excavadora Bobcat E10e y el dumper LK-135

Para definir la viabilidad de la propuesta se hizo un balance del flujo de caja y la inversión a realizarse con la implementación de la mini excavadora y el mini dumper.

*Tabla 16: Datos del flujo de caja*

Flujo de Ingresos		Flujo de Egresos		Flujo de efectivo neto	
1	\$489,720.00	1	\$468,515.60	f1	\$21,204.40
2	\$489,720.00	2	\$351,115.60	f2	\$138,604.40
3	\$489,720.00	2	\$351,115.60	f3	\$138,604.40

Fuente: Elaboración propia.

El costo de capacitación para operar un Mini Dumper Eléctrico es cero porque el manejo del equipo solo requiere que el operador tenga al menos un nivel de conducción A - II b y al menos 2-3 años de experiencia en conducción. . COMISUB, distribuidor y gerente de ventas de equipos Mini Dumper Eléctricos, ofrece capacitación gratuita buscando vender sus equipos, por lo que EMINA S.A.C. Se evitan costos de capacitación y entrenamiento de los operadores (Quispe y Arisnabarreta, 2022).

Además, se recomienda realizar el mantenimiento del Mini Dumper Eléctrico cada 6 meses, es decir 2 veces al año, verificando el estado del equipo y con base en análisis mecánicos verificar si el equipo necesita mantenimiento o no reemplazando piezas dañadas. debido a la vida útil o al ajuste de piezas del equipo. COMISUB también define una lista de piezas y requisitos basados en su experiencia, es decir, que están sujetas a mayor desgaste y reemplazo que se produce en un momento determinado de mantenimiento, dependiendo de

las condiciones especificadas. Se encuentra el caso y el costo será de \$485.00 (Quispe y Ariznabarreta, 2022).

*Tabla 17: Estado de Resultados*

<b>ESTADO DE RESULTADOS</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>
<b><i>Producción Anual</i></b>	\$489,720.00	\$489,720.00	\$489,720.00
<b><i>Compra de equipos</i></b>			
Costo de Mini Excavadora	\$56,400.00		
Costo de Dumper	\$16,000.00		
<b><i>Gastos de operación</i></b>			
Sub estación Eléctrica (Trifásica)	\$20,000.00		
Energía eléctrica	\$27,600.00	\$27,600.00	\$27,600.00
Mantenimiento de Mini excavadora	\$4,000.00	\$4,000.00	\$4,000.00
Mantenimiento de Dumper	\$2,000.00	\$2,000.00	\$2,000.00
Compra de Bateria de Dumper		\$5,000.00	\$5,000.00
<b>Sueldos Personal</b>	\$205,026.00	\$205,026.00	\$205,026.00
<b>Gastos Administrativos</b>	\$12,000.00	\$12,000.00	\$12,000.00
Mantenimiento de mina	\$24,000.00	\$24,000.00	\$24,000.00
Campamentos	\$30,000.00		
Alimentación	\$35,000.00	\$35,000.00	\$35,000.00
<b><i>Gastos Financieros</i></b>	\$36,489.60	\$36,489.60	\$36,489.60
<b>TOTAL (Egresos)</b>	<b>\$468,515.60</b>	<b>\$351,115.60</b>	<b>\$351,115.60</b>
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>\$21,204.40</b>	<b>\$138,604.40</b>	<b>\$138,604.40</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18: Datos de estimación del VAN**

<b>Descripción</b>	<b>Valores</b>
Inversión por Mini Excavadora Bobcat E10 (S/.)	203000
Inversión por Mini Dumper Eléctrico LK-135 (S/.)	57600
Inversión Total (S/.)	260600
Precio TM/Carbón Granulado (\$)	65
Precio TM/Carbón cizco (\$)	25
Tasa (%)	14
Años	3
VAN	\$146,417.08
<b>VAN</b>	<b>S/ 527,101.45</b>

Fuente: Elaboración propia.

Según la estimación de costos y el flujo de caja, la producción que se lograría con la implementación de los equipos compensaría la inversión por la adquisición de los mismos, obteniendo un VAN de S/ 527,101.45 con un periodo de retorno de 03 años, siendo factible el mismo hasta en el plazo de 02 años.

**Tabla 19: Datos de estimación del TIR**

<b>Descripción</b>	<b>Valores</b>
Inversión por Mini Excavadora Bobcat E10 (S/.)	203000
Inversión por Mini Dumper Eléctrico LK-135 (S/.)	57600
Inversión Total (S/.)	260600
Ingresos año 01 (S/.)	76335.84
Ingresos año 02 (S/.)	498975.84
Ingresos año 03 (S/.)	498975.84
Tasa (%)	14
Años	3
<b>TIR</b>	<b>87%</b>

En la presente tabla se presenta la estimación de datos para el cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR). Lo que hace referencia a un valor aceptable; el mismo que indica un proyecto con rentabilidad positiva en el margen de los 03 primeros años. Por ende si es factible su trabajo.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La situación actual en la mina el Tuco de la empresa minera O&C de Bambamarca, indica que el método de minado es mediante cámaras y pilares, ya que el yacimiento es de tipo mantos casi horizontales; en el que los minerales (carbón antracita) explotan la mayor parte de las reservas, quedando algunos minerales en forma de pilares o columnas utilizadas como soportes del techo. Los minerales deben extraerse en la máxima cantidad posible, ajustando el tamaño de las cámaras y pilares según las características de presión y arrastre. Los minerales que quedan en forma de pilares se pueden recuperar parcial o totalmente reemplazando las columnas con otro material, en todo caso los pilares con mineral se pierden. Sabiendo estos conceptos fundamentales, entramos a describir el ciclo de minado. De acuerdo a la vida útil de la mina, se adjunta el planeamiento de la explotación anual, para el desarrollo de 2 labores de extracción, está planificado explotar 3120 TM. Anuales de mineral de Antracita y 468 TM. Anuales de desmonte, a un ritmo de 260 TM. De carbón antracita mensual, es decir 10 TM. De carbón antracita diario, el mineral a extraer tiene un peso específico de  $1.2 \text{ kg/m}^3$  mientras que las areniscas de la formación Chimú presentes tienen un promedio en peso específico de  $2.7 \text{ kg/m}^3$ .

Estos valores permiten establecer una comparación con los hallazgos obtenidos por Quispe y Arisnabarreta (2022), en su trabajo de investigación “Uso de Mini Dumper Eléctrico para la Mejora de la productividad en el sistema de acarreo en el Proyecto Avispa Nivel 740, por ECMINA S.A.C. - U.M. San Juan de Chorunga”. El tipo de investigación es cuantitativa con diseño descriptivo cuasi experimental; se obtuvo datos en un único momento; con los resultados se pudo comprobar que se incumple el tonelaje diario de mineral requerido por planta, siendo de 30 TM/día. Y solo se transporta 20 TM/día; usando carros mineros Z-20, solo se requiere 2 o 3 empleados. La conclusión es, según la

información mensual proporcionada por Ecmina S.A.C. 924.90 TM se ha instalado a partir de la eficiencia mineral mensual, producida por los mini dumper eléctricos. Ante lo cual queda establecido que se pudo cumplir satisfactoriamente el pedido de planta; y así se brinda la solución para esta problemática del sistema de acarreo. Además, desde una perspectiva económica, se puede determinar que el costo mensual de transporte en carro minero Z-20 es de S/16,912.80, mientras que el costo mensual de transporte en mini dumper eléctrico es de S/. 8964,60; eso significa que los costos de transporte en mini dumper eléctricos en S/ serán menores en S/. 7948.20, lo que supone menores costes de producción.

La estimación de los rendimientos de los equipos considerados en la propuesta técnica, se calculó que en conjunto la mini excavadora bobcat y el mini dumper se lograría una producción de 35 tm/día en 01 turnos, lo cual incrementaría el tonelaje actual en 25 tm/día. Estos datos permiten realizar la comparación con lo señalado Cuti (2019) en su tesis sobre "Medición del rendimiento de equipos de manipulación de materiales para mejorar la productividad en la mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa de cia. De Minas Buenaventura S.A.A. Arequipa" señala que para reducir los costos operativos y aumentar la productividad en la región, es importante definir un conjunto de KPI que aseguren la calidad de la mina al gestionar el ciclo minero, de modo que los equipos estén siempre listos para participar en la minería y evitar tiempos de inactividad cuando sea posible.

Finalmente, la estimación de costos y el flujo de caja, la producción que se lograría con la implementación de los equipos compensaría la inversión por la adquisición de los mismos, obteniendo un VAN de S/ 527,101.45 con un periodo de retorno de 03 años, siendo factible el mismo hasta en el plazo de 02 años.

Estos valores permiten realizar comparación con lo indicado por Rojas (2019) en su tesis “Estudio de factibilidad sobre el método de Longwall Mining para mejorar la producción de carbón de antracita en la mina Piñipata - 2019” para determinar la factibilidad económica y técnica del uso de Longwall Mining para aumentar la producción de antracita de Longwall Mining en la Mina Piñipata. Se encontró que el costo de capital (CAPEX) de para aplicar el método Longwall Mining en Piñipata se determinó tomando en cuenta el costo de construcción de la cortada del nivel 2053 (\$63.666,32) con una longitud de 261,56 m y el costo de construcción de excavación (\$197.858,76), para un total de \$261.525,08. El diseño del método de explotación se realizó con 4 paneles de extracción de 14.219,52 TM cada una, asegurando una producción de 60 toneladas/día en un periodo de aproximadamente 3 años. El costo operativo (OPEX) se fija en \$42,40/tonelada de extracción del manto de carbón en la mina Piñipata. La viabilidad económica de la minería de la cuenca Piñipata, arrojando un Valor Actual Neto (VAN) de \$290.441,49.

La presente tesis servirá como referencia para que las futuras investigaciones sigan una metodología similar, y mediante ello se logre obtener mayores conocimientos; y mejor aún si desean agregarle más aportes a este tema de estudio.

## Conclusiones

Se describió la situación actual de la extracción y la producción de carbón de tipo antracita, en la mina el Tuco de la empresa Minera O&C, el método de minado es mediante cámaras y pilares, ya que el yacimiento es en mantos casi horizontales; donde el mineral (carbón antracita) es extraído en su mayoría directamente del yacimiento, dejando una parte del mineral en forma de pilar o columnas que actuarán como sostén del techo. El mineral restante que queda como pilar, se podrá recuperar parcial o totalmente, siendo remplazado con otro material, en todo caso los pilares con mineral se pierden, el planeamiento de la explotación anual, para el desarrollo de 2 labores de extracción, está planificado explotar 3120 TM. Anuales de mineral de Antracita y 468 TM. Anuales de desmonte, a un ritmo de 260 TM. De carbón antracita mensual, es decir 10 TM. De carbón antracita diario, el mineral a extraer tiene un peso específico de  $1.2 \text{ kg/m}^3$  mientras que las areniscas de la formación Chimú presentes tienen un promedio en peso específico de  $2.7 \text{ kg/m}^3$ .

Se realizó un comparativo de las condiciones de las labores de la mina el tuco y los equipos considerados en la propuesta, los cuales presentan características técnicas que se adecuan de forma correcta en base a sus dimensiones y capacidad.

Se estimó la producción de carbón antracita con una mini excavadora Bobcat E10e y un dumper LK-135, según los rendimientos de los equipos considerados en la propuesta técnica, se calculó que en conjunto la mini excavadora bobcat y el mini dumper se lograría una producción de 35 tm/día en 01 turnos, lo cual incrementaría el tonelaje actual en 25 tm/día.

Se analizó el costo de la propuesta técnica de implementación de la mini excavadora Bobcat E10e y el dumper LK-135, la producción que se lograría con la implementación de

los equipos sería de 35 tm/diarias; representando 70% de carbón granulado y 30% de cizco, con un precio de venta de \$ 65 para el carbón granulado y de \$ 25 para el de tipo cizco, compensaría la inversión por la adquisición de los mismos, obteniendo un VAN de S/ 527,101.45 con un periodo de retorno de 03 años, siendo factible el mismo hasta en el plazo de 02 años.

Asi mismo se evalua la Tasa Interna de Retorno (TIR), arrojando un valor de 87%. Lo que hace referencia a un valor aceptable; el mismo que indica un proyecto con rentabilidad positiva en el margen de los 03 primeros años. Por ende si es factible su trabajo.

## REFERENCIAS

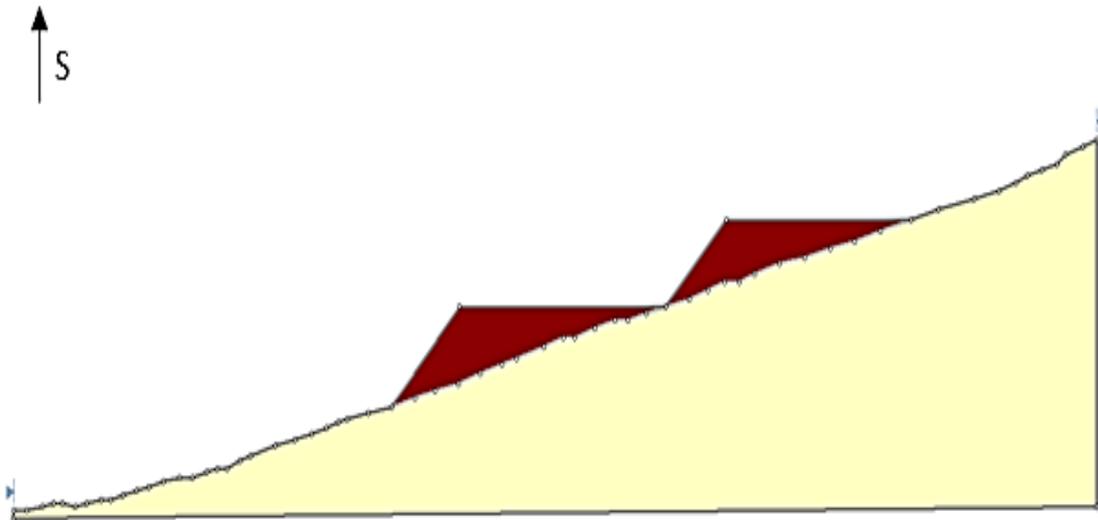
- Anchiraico, A. y Rojas, K. (2020). “*Optimización del sistema de acarreo y transporte en labores de preparación de las zonas de profundización mediante la metodología Six Sigma operada por la E.C.M. Zicsa en la Unidad Minera Inmaculada*”. (TESIS PRE GRADO). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.
- Cueva, D., y Rojas, K. (2018). “*Propuesta técnica de la aplicación del método de explotación Longwall Mining en la mina Piñipata – Bambamarca*”. (TESIS PRE GRADO). Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). México: McGrwall Hill Education.
- González, H. (2017). “*Selección y asignación óptima de equipos de carguío para el cumplimiento de un plan de producción en minería a cielo abierto*”. (TESIS PRE GRADO). Universidad de Chile.
- Figuroa, 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 PRE GRADO). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.
- Lozada, J. (2014). “*Investigación aplicada*”. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, ISSN-e 1390-9592, Vol. 3, N°. 1, 2014, págs. 47-50.

- Núñez, T. (2013). *“Criterios de selección y reemplazamiento del equipo de carguío y acarreo para la construcción de accesos y plataformas en Compañía Minera Anabi S A C.”*. (TESIS PRE GRADO). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Quispe, F. y Arisnabarreta, J. (2022). *“Uso de Mini Dumper Eléctrico para la Mejora de la productividad en el sistema de acarreo en el Proyecto Avispa Nivel 740, por ECMINA S.A.C. - U.M. San Juan de Chorunga”*. (TESIS PRE GRADO). Universidad César Vallejo. Chiclayo, Perú.
- Ramos, M. y Salomon, E. (2021). *“Optimización del ciclo de carguío, transporte y descarga de mineral para aumentar la producción de mineral en la Unidad Minera Andaychagua”*. (TESIS PRE GRADO). Universidad Continental. Huancayo, Perú.
- Rojas, W. (2019). *“Factibilidad técnica - económica de la aplicación del método de explotación Longwall Mining para incrementar la producción de carbón antracita en la Mina Piñipata – 2019”*. (TESIS PRE GRADO). Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú.
- Tamayo, M. (2019). *“Investigación descriptiva”*, recuperado de: <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0088963/cap03.pdf>
- Teran, G. y Rojas, W. (2021). *“Análisis para la selección y reemplazo de equipos de acarreo para mejorar la producción en una empresa minera de La Libertad 2021”*. (TESIS PRE GRADO). Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú.
- Vega, J. (2019). *“Incremento de la productividad en el tonelaje movido mediante la aplicación de la mejora de métodos en una empresa minera”*. (TESIS PRE GRADO). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

## ANEXOS

### ANEXO 01: PERFIL DE LA DESMONTERA

TIPOS DE MACIZO ROCOSOS A PARTIR DE LA EVALUACIÓN TOTAL					
PUNTUAL	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 21
TIPO DE ROCA	I	II	III	IV	V
DESCRIPCIÓN	Muy Buena	Buena	Regular	Mala	Muy Mala





### ANEXO 03: FICHA TÉCNICA DEL MINI DUMPER ELÉCTRICO LK-135

<b>EQUIPAMIENTO</b>		Potente motor 2000 W - 5 Baterías Llantas para trabajo pesado: 4.00 - 12 / 5.00 - 14	<b>CAPACIDAD DE CARGA DE</b> <b>1.5</b> <b>TONELADAS</b>
---------------------	--	--	--

### TAMAÑO DEL MINI DUMPER ELÉCTRICO



1.10 m.

0.90 m.



1.10 m.

2.90 m.

Características principales		Especificaciones	
		◆ Color	Amarillo
Capacidad de carga 1.5 Toneladas	Número de baterías 5 Unidades	◆ Marca	SL Dumpers
		◆ Modelo	LK-135 2000 W
Potencia 2000 Watts	Cero emisiones (eléctrico)	◆ Tipo de motor	Eléctrico
		◆ Número de baterías	5 Unidades
Cargado con corriente convencional		◆ Capacidad de carga	1,500 KG.
		◆ Carrocería	Acero
Dimensiones de la tolva Ancho: 0.90 m. Alto: 0.60 m. Largo: 1.45 m		◆ Peso neto	500 KG.
		◆ Potencia de motor de levante de tolva	1,000 Watts
		◆ Potencia de motor de tracción	2,000 Watts
		◆ Tiempo de carga	6 Horas
		◆ Tiempo de trabajo	8 Horas
		◆ Velocidad máxima	25 Km./h
		◆ Grado de inclinación de la tolva	25°
		◆ Espesor de la tolva	3 mm.
		◆ Tamaño del vehículo	2,900 x 900 x 1,100 mm.
		◆ Tamaño de la tolva	1,450 x 900 x 600 mm.
		◆ Cargador	Incluido con el producto. No requiere de instalación especial para el cargado.

#### ANEXO 04: FOTOGRAFÍAS DE CAMPO



**Foto N°1:** Bocamina N°1, no presenta drenaje



**Foto N°2:** Bocamina N°2, no presenta drenaje



**Foto N°3:** Canaleta, la cual transporta el mineral de la bocamina a la zona de zarandeo



**Foto N°4:** Acumulación de carbón tipo Cisco



**Foto N°5: Desmontera**



**Foto N°6: Acceso vehicular a la Mina**



**Foto N°7:** Perforación mecánica con el uso de un rotomartillo, interior mina