



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

**Método de explotación por bancos para incrementar la
producción de la Concesión Minera de Hierro Olmos 8 HPM**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera de Minas**

AUTORA:

More Nunura, Zaida Anakaren (orcid.org/0000-0001-6514-5399)

ASESORES:

Mg. Gonzales Torres, Jorge Omar (orcid.org/0000-0002-4870-2402)

Mg. Castro Zavaleta, Liliana (orcid.org/0000-0002-1973-4245)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de Yacimientos Minerales

CHICLAYO-PERÚ

2020

DEDICATORIA

Con la bendición de Dios que ha hecho posible lograr mis objetivos, guiándome día a día con sabiduría, salud y por no darme por vencida ante las adversidades que se presentaron a lo largo del camino de mis estudios universitarios.

A mis padres: MIRTA NUNURA VILLARREAL Y PEDRO MORE SOPLOPUCO, por ser los pilares más importantes en mi vida, por su amor y apoyo incondicional durante estos cinco años de mi formación profesional, de ellos aprendí que con perseverancia se puede lograr los objetivos, gracias a ustedes mi gran motivación hoy mi meta está cumplida.

A mi abuelita MERCEDES VILLARREAL RUMICHE, quien confió en mi capacidad y conocimientos, me enseñó a trabajar y luchar por cumplir mis sueños, no está físicamente a mi lado, pero sé que desde el cielo me dio la fortaleza para seguir adelante.

A mis hermanos Cristhiam, María, Elvia y Ruth, por motivarme día a día a seguir, por aportar con ese granito de arena, gracias a su apoyo logre cumplir una de mis metas.

Zaida AnaKaren

AGRADECIMIENTO

A Dios, por accionar mi mente guiando mis pasos día a día y nunca dejarme sola, permitiéndome así culminar una de mis metas más importantes de mi vida.

A la universidad Cesar Vallejo, por darme la Oportunidad de formarme en su alma mater con los mejores docentes que enriquecieron mi mente con sus conocimientos y experiencias durante los cinco años de la carrera profesional.

Al titular de concesión Minera de Hierro “Olmos 8HPM”, Señor Carlos Manuel Parodi Vassallo por permitirme realizar los estudios, compartiendo información confidencial de su empresa para de esta manera desarrollar mi proyecto de investigación.

Gracias a mis asesores MSc. Ing. Jorge Omar Gonzales Torres y MSc. Ing. Liliana Castro Zavaleta, por compartir sus conocimientos y sus ideas para la elaboración de la presente investigación.

Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de contenidos	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y Diseño de investigación	11
3.3. Población y Muestra	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	12
3.5 Procedimiento:	14
3.6. Método de análisis de datos	15
3.7. Aspectos Éticos	15
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN.....	63
VI. CONCLUSIONES	67
VII. RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de ubicación	25
Tabla 2. Coordenadas del centroide.....	26
Tabla 3. Descripción de los accesos al área de estudio	26
Tabla 4. Dimensionamiento del área de estudio	27
Tabla 5. Unidades estratigráficas.....	28
Tabla 6. Observación de las calicatas.	29
Tabla 7. Cuadro de recursos.....	31
Tabla 8. Descripción general de las estaciones.....	31
Tabla 9. Calculo del RQD para cada estación geomecánica	32
Tabla 10. Resumen del RQD	33
Tabla 11. Resumen de la clasificación geomecánica del RMR.....	33
Tabla 12. Observación del GSI	34
Tabla 13. Análisis del pit final.....	39
Tabla 14. Beneficio por fase de minado.....	40
Tabla 15. Reservas por fase de minado.	42
Tabla 16. Reservas de mineral de hierro	43
Tabla 17. Dimensiones de la malla en la producción actual	46
Tabla 18. Parámetros de perforación en la producción actual.....	46
Tabla 19. Costos de mantenimiento	51
Tabla 20. Costos de operación	52
Tabla 21. Costos totales por hora	52
Tabla 22. Costos de mantenimiento.	54
Tabla 23. Costos de operación	55
Tabla 24. Costos totales por hora	55
Tabla 25. Costos de mantenimiento.	57
Tabla 26. Costos de operación	58
Tabla 27. Costos totales por hora	58
Tabla 28. Costos de mantenimiento.	60
Tabla 29. Costos de operación	61
Tabla 30. Costos totales por hora	61
Tabla 31. Costos de mantenimiento	63

Tabla 32. Costos de operación	64
Tabla 33. Costos totales por hora	65
Tabla 34. Leyes y beneficios sociales.....	66
Tabla 35. Análisis de costo hora por puesto de trabajo	66
Tabla 36. Análisis de costos actuales e producción.....	67
Tabla 37. Costos por Tm de mineral de hierro, costos planificados.....	68
Tabla 38. Dimensiones de la malla	69
Tabla 39. Tiempo de perforación.	69
Tabla 40. Análisis de la vida útil del proyecto.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 modelo geológico	31
Fig. 2 Análisis del pit final a base del costo actual de producción.....	40
Fig. 3 Análisis del pit final a base del costo de producción planificada	40
Fig. 4. Beneficio por fase de minado.....	42
Fig. 5 Beneficio acumulado.....	42

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad proponer el Método de explotación por bancos para incrementar la producción de la Concesión Minera de Hierro Olmos 8HPM, con fines de solucionar los problemas de explotación y lograr incrementar la productividad y por ende la rentabilidad de la empresa. La investigación surgió de la observación del problema vinculado con la baja producción, realizando labores manuales. La investigación es del tipo cuantitativa y el diseño es explicativo, porque básicamente se centró en comprobar la hipótesis planteada por el investigador. Sus recursos medidos son de 34, 009,577.58 tn de mineral y para los recursos indicados son de 31, 918,923.75 Tn de mineral. La roca presente es tipo II Buena. Los bancos de seguridad son de 10 m de altura con un Angulo de talud final de 52° y de 83° de cara de banco. De los recursos medidos solo el 85.2% pasan a ser reservas generando un beneficio a la empresa de \$ 216, 051,099.14. Los costos actuales son de \$ 4.14/ tn de mineral, mientras los costos después del diseño se disminuyen hasta el \$ 1.98/ tn. La explotación se hará mediante 4 fases cada una de ellas diseñada estratégicamente.

Palabras Clave: Recursos medidos, reservas probadas, diseño por bancos.

ABSTRACT

The purpose of this research was to propose the Method of exploitation by banks to increase the production of the Iron Mining Concession Olmos 8HPM, in order to solve the exploitation problems and achieve increased productivity and therefore the profitability of the company. The investigation arose from the observation of the problem related to low production, performing manual tasks. The research is of the quantitative type and the design is explanatory, because it basically focused on testing the hypothesis raised by the researcher. Its measured resources are 34,009,577.58 tons of mineral and for the indicated resources they are 31,918,923.75 tons of mineral. Rock present is type II Good. The safety benches are 10 m high with a final slope angle of 52 ° and 83 ° of the bench face. Of the measured resources, only 85.2% become reserves, generating a profit for the company of \$ 216, 051,099.14. Current costs are \$ 4.14 per ton of ore, while post-design costs decrease to \$ 1.98 / t. The exploitation will be carried out through 4 phases, each one strategically designed.

Keywords: Measured resources, proven reserves, design by banks.

I. INTRODUCCIÓN

La minería es una actividad económica muy amplia y potente que se desarrolla en Perú y otros Países, para sus estudios de exploración y explotación han aplicado tecnología y de esta manera aprovechar las reservas minerales metálicos y no metálicos presentes en su territorio, por lo que se ha generado puestos de trabajos directos e indirectos. Los minerales metálicos como el Hierro son materia prima de gran importancia en la industria siderúrgica que ayuda en el desarrollo de un país en su infraestructura. Según JORC (2012) el hierro es uno de los siete minerales más conocidos desde la antigüedad, su ley debe pasar del 40% de hierro para ser utilizado en la industria siderúrgica, es materia prima para la obtención del acero.

La concesión minera de hierro olmos 8 HPM, se encuentra ubicada en el Distrito de Olmos, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque, cuenta con una extensión de 300 hectáreas. Se dedica a la extracción y comercialización de hierro (óxido de hierro Hematita) con una producción diaria de 60 toneladas.

A continuación, se describe la siguiente realidad problemática en la concesión minera de hierro olmos 8 HPM, realiza sus operaciones de explotación a cielo abierto de manera artesanal, manual y empírica; es decir no cuentan con un método de explotación por lo cual se observó que las labores se realizan de forma desorganizada y sin ningún control, debido a la ausencia de capacitaciones, al desconocimiento de la normativa, la falta de personal autorizado y por la ausencia de la aplicación de tecnología, equipos y maquinaria, que aun contando con ella no la utilizan para beneficio de la empresa.

El presente trabajo de suficiencia profesional detalla un estudio que tuvo como objetivo proponer el diseño del método de explotación por bancos, con la finalidad de incrementar la producción del mineral de hierro con los recursos humanos y materiales que cuenta la concesión minera de hierro, así como de mejorar las condiciones de los trabajadores, disminuyendo los riesgos y peligros laborales previniendo los incidentes y accidentes, controlar y evitar la contaminación,

aplicándose un método de explotación adecuado a su geometría que presenta el macizo rocoso mejorara la eficiencia y productividad de la concesión además se involucrara cambios tecnológicos productivos y organizacionales en la empresa.

El problema principal es la escasa producción en la mina de Hierro es común en pequeñas mineras. Una evidencia clara se encuentra en la Mina de Corrales, en Uruguay, que está atravesando momentos de incertidumbre histórica. La empresa minera Orosur (Loryser SA), tiene ya 15 años en explotación de los yacimientos dorados de dicha zona detuvo sus operaciones de producción a fines de julio del 2018, por la deficiente inversión que ha realizado que genero la baja producción presentándose así a concurso de acreedores y ya han despedido a unos 290 empleados, ya que se encuentra al borde de la quiebra (Mccopa, 2018).

Otra causa es la explotación empírica o artesanal que existe en la pequeña minería: La diferencia entre explotaciones grandes y las pequeña, están suelen contar con una política de diseños, estudio técnico de gestión de factibilidad, y un método de explotación de acuerdo a los estudios técnicos que se elaboran, vías de acceso optimas lo que en la pequeña por virtud de tamaño funcionan y realizan sus operaciones sin conocimiento explotando empíricamente con pistas deficientemente diseñadas y conservación e incluso a veces con maquinaria inadecuada que conllevan a una baja producción generando así pérdidas económicas (Revista mundo minero, 2016).

También se evidencio en la región de Lambayeque donde existe muchas mineras aún en proceso de formalidad que no cuentan con un estudio técnico y no utilizan ningún método de explotación y viene realizando sus actividades con explotaciones empíricas poniendo así en riesgo la vida útil de la mina, su inversión, ya que además utilizan maquinaria inadecuada y trabajadores sin experiencia de la misma manera degradando el medio ambiente ya que con su explotación empírica provocan polvo que afectan a las comunidades y así también la salud de los trabajadores

La investigación se basa en la siguiente pregunta: ¿De qué manera el método de explotación por bancos permitirá incrementar la producción de la Concesión Minera

de Hierro Olmos 8 HPM?

Los motivos que se tomaron en cuenta para la realización de esta investigación son de carácter académico, metodológico, teórico, económico y social. En la parte académica hay un interés mutuo por partes de la participante para desarrollar y analizar problemas y soluciones que se darán a lo largo de nuestra investigación. Metodológicamente se indaga mediante métodos científicos ya que se sabe que los diversos resultados que se tendrá a lo largo de nuestra investigación, beneficiarán para poder dar respuestas en la elaboración de nuestro tema. En la parte teórica, se realizó con el propósito de aportar conocimientos nuevos acerca del método de explotación por bancos en donde se propuso al dueño de dicha mina la propuesta elaborada para que así pueda mejorarse su explotación incrementando su producción y mejore la parte económica.

Entre los objetivos que el trabajo presenta se encuentra como objetivo general: Proponer un método de explotación por bancos para incrementará la producción la concesión Minera de Hierro Olmos 8 HPM. De igual manera se cuenta con los objetivos específicos: Realizar estudios topográficos en la Concesión Minera de Hierro “Olmos 8 HPM”, Analizar la Geología Regional y la Local para la caracterización geológica de la zona, Determinar la calidad del Macizo rocoso utilizando las estaciones geomecánicas de RQD, RMR y GSI, Diseñar la secuencia de explotación del Hierro en la Concesión Minera “Olmos 8 HPM”, Determinar la flota de equipos para las actividades de arranque, carguío y transporte según la producción requerida por día y Determinar los costos de producción de Hierro en la Concesión Minera “Olmos 8 HPM”.

Se plantea la siguiente hipótesis: Si se propone un método de explotación por bancos entonces se incrementará la producción de la Concesión de Minera de Hierro Olmos 8 HPM.

II. MARCO TEÓRICO

Entre los antecedentes que respaldan la investigación de carácter nacional se tiene el trabajo realizado Cueva y Ángeles (2019), presentado la tesis titulada "Optimización en la planificación minera a tajo abierto en el tajo 1 de la compañía minera Antamina", quien planteo el siguiente objetivo "Determinar la influencia de aplicar un método de explotación Tajo Abierto en la productividad en el tajo 1 en la minera Antamina. Aplicar un método de explotación con una tecnología que dará índices altos de productividad permitirá que la compañía sea más competitiva con márgenes de producción muy buenos que garantizaran la viabilidad de la minera ya que la aplicación de un método de explotación es muy importante por su influencia en la producción diaria del mineral.

Además, Huamán y Quispe (2019) en su trabajo de investigación titulado "Método de extracción por bancos descendentes para optimizar la producción de agregados en la cantera la Tuna Blanca, Santa Cruz – Cajamarca." Tienen como objetivo general proponer un método de extracción por bancos descendentes para optimizar la producción de agregados en la cantera La Tuna Blanca, Santa Cruz – Cajamarca. Se concluye con el diseño de 13.5 niveles de explotación con una altura de banco de seguridad de 10 metros, un ancho de berma de 6.5 metros, ángulo de talud de 45° (arcilla) y 83° (áridos), así como un ángulo de talud de 31° (arcilla) y de 52° (áridos), con el método de extracción por bancos descendentes se puede optimizar la producción de agregados en la cantera La Tuna Blanca y se explotaría diariamente logrando así una utilidad diaria de s/.1,570.08, mensual de s/.37,681.92, y anual de s/.452,183.04, con una vida útil de 235.9 años.

Por otro lado, Yáñez (2018) quien realizo su tesis titulada "Diseño de explotación de la cantera Pacatón, ubicada en la parroquia San Sebastián, cantón Chimbo, Provincia de Bolívar", tiene como objetivo diseñar de manera técnica y económica la explotación de materiales de construcción. Se concluye que el yacimiento en explotación tiene una gran reserva que fueron calculadas con el software RecMin de acuerdo a los resultados se determinó la vida útil de dicha cantera se propuso un método de explotación por bancos de acuerdo a las características que posee

el yacimiento y ayudara a incrementar la producción.

También está el trabajo de Jiménez (2018) tesis titulada “Incremento de producción elaborando un plan de minado en la cantera Josmar-Empresa Mabeisa SAC – Ferreñafe 2017”, cuyo objetivo es incrementar la producción de agregados con la elaboración de un plan de minado en la cantera Josmar, en el que se infiere que realizando unas calicatas en el lugar a estudiar se determinó la granulometría del mineral y así determinando la cantidad de reservas de toda la cantera estudiada la cual fue en reservadas probadas un aproximado de más de 1240000 de metros cúbicos.

En el ámbito internacional figura el trabajo realizado por Herrera realizo en Madrid (2006) el trabajo titulado “Métodos de explotación a tajo abierto” con la intención de dar a conocer la gran importancia que tiene el seleccionar un método de explotación, se debe seguir todas las reglas establecidas como: las propiedades geomecánicas del yacimiento factores económicos, limitaciones ambientales y sociales etc. Ya que existen diferentes métodos de explotación, pero se debe elegir el adecuado para así mejorar la producción de las empresas mineras y garantizar la productividad y la vida útil de la mina sin ir en contra del medio ambiente siempre trabajando con responsabilidad ambiental y social

En Colombia, Ávila y Tobo en el (2014) presentaron en su investigación titulada “Diseño del método de explotación a cielo abierto para la Mina el Diamante dentro del contrato en virtud de aporte N° 00904-15 en el municipio de Tibasosa vereda la carretera departamento de Boyacá”. Su objetivo general es diseñar el método de exploración a cielo abierto para la mina el diamante, se indica que para realizar la extracción y tener una seguridad del proyecto se realizará la evaluación del yacimiento, utilizando el método de Lerch - Grossman, en el cual el método que se aplicara será el de bancos múltiples ascendentes donde se conocerá las condiciones geológicas del yacimiento, se evaluara la geometría del pit que ayudara a proyectar la máxima utilidad neta y así tener la secuencia de explotación adecuadamente para de esta manera lograr una explotación sostenida que ayudara con la productividad de la mina el diamante.

En el trabajo realizado por Castro (2017) en la tesis titulada “Propuesta de implementación de plan de minado en la cantera de Dolomita Jajahuasi 2001 de la comunidad campesina Llocllapampa – provincia de Jauja”. En la investigación de Jajahuasi 2001 se evidencio falta de organización en las operaciones mineras informales. Como resultado, los gastos planificados no fueron cubiertos debido a la baja productividad, generando desorden y desorganización en las áreas de trabajo. No existía un almacén formal para el mineral económico o el material estéril, lo que resultó en una falta general de orden.

Por otro lado, también se muestra la investigación Valdivia, en Arequipa, en el año 2017 con el trabajo sobre Plan de minado del proyecto Tucari – Empresa Minera Aruntani SAC. El autor indica que la planificación en minería logra maximizar el valor de la empresa, a través de programas estratégicos de producción. Permite precisar la ubicación y distribución del mineral para extraer la parte económica, y tener en cuenta los costos directos de explotación, procesamiento y comercialización del mineral para determinar su rentabilidad.

Con respecto a las Teorías relacionadas al tema, el Método minero, es un proceso interactivo que permitirá llevar a cabo la explotación minera de los recursos minerales después de a ver realizados estudios que determinan que métodos, sistemas, maquinaria, y procesos que se desarrollaran ordenadamente para así llegan a tener una productividad existiendo de esta manera tres amplios métodos de explotación clasificándose de la siguiente manera: Método de explotación a tajo abierto, método de explotación subterráneo, método de explotación por sondeos (Quijano, 2013).

La explotación minera, según Nuñez (2011) dice que en esta se dan varias etapas como la exploración esta permite estudiar el dimensionamiento del yacimiento, su ubicación que minerales existen en la zona además se realiza estudios como factibilidad que permitirá ver si el yacimiento es viable y rentable económicamente, la presencia de riesgos financieros y técnicos que pueden haber el estudio de gran importancia es el de Impacto Ambiental este es el que otorga la licencia que

permitirá explotar y la construcción de la infraestructura, seguidamente el cierre de mina que deberá reforestar las zonas afectadas por la actividad minera. La licencia ambiental para la explotación establecerá el método de explotación que puede ser a tajo abierto o subterráneo donde se empleará diferentes tipos de maquinaria de gran tamaño, capacidad y rentabilidad de acuerdo al volumen del depósito.

Se sabe que el diseño de explotación, es un conjunto de labores que son organizadas pasó a paso llevando un orden cuyo objetivo principal es recuperar al mayor porcentaje posible el mineral o algún material que genere economía (Herrera, 2016).

El área de explotación, es el terreno que se asignado todos los derechos de exploración mediante un plan de manejo de explotación, se utiliza las coordenadas para especificar una medida de extensión de la superficie, indicada en matemática como unidad de medida denominadas unidades. El término de área es un sinónimo de superficie (Pantoja, 2017).

En la elección del método de explotación se debe tomar en cuenta las características geográficas, geología, su estructura, la forma, caracterización del mineral, la geotecnia del yacimiento, operatividad en condiciones de seguridad y medio ambiente, adecuarse a los estudios geo mecánicos del macizo rocoso hay distintos tipos de métodos ya sea para la extracción a cielo abierto o subterráneo como el método por terrazas, o bancos entre otros que en el cual se desarrollan bermas que permitan el acceso de volquetes o camiones junto a la maquinaria que se utilizara para la extracción y explotación del yacimiento.

Los factores geomecánicos son los que tienen por investigar los ángulos máximo estables de cada uno de los dominios estructurales del yacimiento, existen otros factores como factores geométricos, factores operativos.

El método de explotación por bancos, este método consiste en extraer el mineral por bancos, fragmentando el material y así extraer el mineral de interés económico y garantizar una explotación segura y que el proyecto sea rentable, se elige un

método de explotación de acuerdo a las propiedades o características del depósito mineral (Yacimiento) con la voladura se atacara al yacimiento en varios frente haciendo fragmentaciones que permitirán la extracción del mineral existente en el yacimiento, la altura y ancho del banco dependerá de la maquinaria a utilizar en la explotación. Un banco, es diseñado para extraer el mineral de la mina a tajo abierto en forma de escalón en niveles divididos para facilitar la extracción y facilitar el trabajo de los equipos a utilizar en perforación, transporte, y carguío (Rivadeneira, 2015).

La perforación, Según Chancasanampa (2013) dice que es la acción de hacer huecos con la perforadora con diferentes longitudes para cargarlos con explosivos para luego fracturarla la perforación se usa en minería, carreteras, obras hidráulicas, pozos petroleros etc, para realizar la perforación utilizaremos broca, barrenos, tenemos que tener en cuenta la longitud del taladro, la malla de la perforación

La geología es aquella disciplina la cual se enfoca en el estudio de la superficie terrestre, su contextura de los procesos que actúan en ella, los materiales que la componen son la geología aplicada o económica su principal función es ubicar, calcular, estimar las reservas y recursos minerales existentes de la zona y así permitirá planificar si el proyecto es viable o no Rivera, (2011) dice que:

La geología local y regional de la zona es importante conocerla porque permite evaluar la existencia de los tipos de minerales se puede localizar y de esta manera realizar las proyecciones mineras y cálculos de las reservas, dimensionamientos para determinar la vida del proyecto y a la vez realizar los estudios técnicos para así poder saber qué tipo de método se utilizará para explotar el yacimiento sea metálico o no metálico.

Vallee (1999) explica que de todos los sistemas en utilización el código JORC es el que tiene mayor compatibilidad con la norma ISO. Existen diversos métodos clásicos para estimar son que tienen mayor sencillez, que se basa en un criterio geométrico en específico, han sobrevivido a lo largo del tiempo. A pesar de ello se ha iniciado a sustituirlos lentamente por algunos métodos más sofisticados para

estimar reservas, que se basa en aplicar método espacial (Oyarsun, 2011).

Para iniciar la determinación es vital calcular el valor de los parámetros mostrados anteriormente mediante la data adquirida en el transcurso de trabajos para prospección y exploración. La tarea es de mucha importancia pues la adecuada solución va a depender de las precisiones de los resultados estimados (Matamala, 2016).

En matemática, estimar los recursos no significa más que integrar numéricamente de una función en contenido o leyes (se expresa en unidades de masa por las unidades de volumen) en el yacimiento de volúmenes V (Gómez, 2014).

Dentro de los métodos clásicos, que han sido desarrollados y aplicados desde el inicio de las tareas mineras, se fundamentan en el principio para interpretar las variables entre los puntos que continúan los muestreos, lo cual define las construcciones de los bloques en geometría a los cuales se asigna la ley media para estimar recursos.

De acuerdo con Lepin y Ariosa (1986), el método clásico para estimar que son más conocidos son: métodos de promedios aritméticos o bloque análogo, métodos de bloque geológicos, métodos de bloque de explotación, métodos de polígono, métodos de isolínea y métodos de perfiles.

La topografía para Quijano (2013) dice que es una ciencia que por intermedio de técnicas realiza mediciones de ángulos y distancias, de terrenos obteniendo así las coordenadas y direcciones para establecer y obtener el aprovechamiento en todas las dimensiones de un terreno y sus formas geográficas del mismo para lograr un máximo de rendimiento en objetivo del estudio, se realiza mediante un levantamiento topográfico.

El mineral de Hierro, según Tumialan (2012) nos dice que es un mineral metálico que abunda en la corteza terrestre, los minerales de hierro más comunes son la hematita Fe_2O_3 y la magnetita Fe_3O_4 . Es vendido en diferentes calidades de leyes y diferentes granulometrías para ser usado en la industria, el estado peruano hace

años creó Corporación Peruana de la Santa para luego en el gobierno de Velasco nacionaliza el yacimiento ubicado en San Juan de Marcona.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

El tipo de investigación de este trabajo corresponde a una investigación cuantitativa en un diseño explicativo, porque se centrará básicamente en las comprobaciones de hipótesis, se centró a investigar un problema que jamás ha sido investigado descubriendo causas que lo originan evaluando así la realidad a través de las teorías para tener así información amplia y equilibrada del tema ya que la investigación explicativa permite que puedan replicar los estudios para darle mayor profundidad y así y tener nuevos puntos de vista sobre el tema a investigar.

Su resultado y conclusiones construyen el nivel más profundo de conocimiento sobre el estudio del tema ya nos ayudaran a explicar términos y definiciones de cada causa y así nos permitirá conocer más de cerca de lo que se realizara en el proyecto de investigación y estar así relacionado para así llegar a establecer propuestas que nos ayude a mejorar y dar una posible solución ante el problema identificado en la investigación se apoyará en textos que ayudaran a describir términos y definiciones de cada una de estas variables lo que permitirá conocer más acerca de lo que se realizará en la tesis y estar relacionadas con ellas, para luego poder establecer una propuesta que ayudé a dar una posible solución ante un problema identificado en la investigación (Manterola y Otzen, 2013)

3.2. Variables y operacionalización de variables

- **Variable Independiente.** Método de explotación por bancos

Según Alvear, López, Pindo y Proaño (2011) El método de explotación por bancos es muy beneficioso se elaborará bancos con dirección hacia abajo que permitirá la extracción del material estéril para luego extraer el mineral de valor económico para diseñar estos bancos se tiene que seguir parámetros técnicos, económicos, operativos, que garanticen en todas las actividades seguridad de los trabajadores y de los equipos y maquinaria a utilizar y así lograremos altos índices de productividad incrementando la producción que hará más competitiva a cualquier

concesión minera.

- **Variable Dependiente.** Incremento de producción

Según Martínez (2016), La producción en la actividad minera es muy importante porque ayudará a mejorar la productividad en la empresa, tendrá mayor eficiencia y rendimiento con beneficios económicos y resultados óptimos diarios, mensuales y anuales Reemplazando los métodos artesanales o empíricos con métodos de explotación adecuados utilizando las técnicas y maquinaria adecuada de gran capacidad, eficiencia y personal capacitado se logrará una productividad en todas las empresas minera.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

La población estuvo conformada por la Concesión Minera HPM 8. Olmos.

3.3.2. Muestra

La muestra se tomó considerando el área de producción de la Concesión minera de Hierro Olmos 8 HPM, Olmos. Considerando los siguientes criterios:

Criterios de inclusión:

- Zona de menor producción: Única Veta N°1 en explotación
- Zona en proceso de explotación: Veta N°1

Criterios de exclusión:

- Zonas no mineralizadas
- Personal no capacitado

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1. Técnicas de recolección de datos:

Técnica de la observación: Permite observar hechos, acciones y situaciones de

la zona de estudio actual, se debe realizar visita al sitio en estudio para la observación visual de los sucesos.

Técnica de análisis documental: Permitió recopilar la información de diferentes fuentes bibliográficas y así tener más conocimiento sobre el tema del proyecto de investigación (Cruz, 2014).

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Guías de observación

Permitió anotar todo lo observado en el campo como la caracterización geológica del yacimiento tomando en cuenta los siguientes parámetros; ubicación, estratigrafía, zona de alteración y categoría de estimación caracterización del yacimiento, hallar las coordenadas para reconocer su localización y así poder realizar los estudios del área de la concesión minera de hierro olmos 8 HPM.

El procedimiento que se utilizó fue la observación directa en las diferentes zonas de producción de la empresa. Permitió anotar todo lo observado en el campo como la caracterización geológica del yacimiento tomando en cuenta los siguientes parámetros; ubicación, estratigrafía, zona de alteración y categoría de estimación, es por ello que se dice que la observación directa es aquel método que consiste en recopilar datos que se dan al observar el objeto que se pretende estudiar dentro de una situación particular sin necesidad de alterar el medio o el ambiente donde se da el objeto de estudio si no a que este sea válido. (Ver anexo N° 2, 3,4)

Guía de análisis documental

Esta guía, ayudó a realizar búsquedas de información documentada. Fue utilizada inicialmente para nuestro marco teórico e identificar nuestro problema y alimentar nuestros conocimientos en temas relacionados a nuestra investigación. (Carpallo y Flores, 2018). Así mismo, se acudió al uso y empleo de citas textuales y de parafraseo, que permitieron hallar autores obtenidos de repositorios de distintas universidades. El proyecto de investigación se basó en la utilización de recolección de información de distintas investigaciones de libros, revistas digitales, artículos,

que son asequibles mediante la red informática.

3.5 Procedimiento:

Para llevar a cabo el informe de investigación se desarrollaron las siguientes etapas

Etapa 1: Etapa de la planificación y recojo de datos factos - perceptibles. Esta etapa consistió en la elaboración del proyecto y en la observación in situ de las diferentes características que constituyeron la realidad problemática de la Concesión Minera Olmos 8HPM.

Etapa 2: Etapa de la ejecución de la investigación y aplicación de instrumentos
Esta etapa consistió en la ejecución del informe, el cual de acuerdo a los objetivos se aplicó distintos instrumentos, los cuales fueron fundamentales en la descripción de los resultados. De acuerdo a ello, se realizó lo siguiente:

- Se Realizó levantamiento topográfico en el área de la Concesión Minera Olmos 8HPM. El levantamiento topográfico se ejecutó con la finalidad de encontrar el área de estudio del yacimiento y localizar adecuadamente el área del informe de la cantera del Norte.
- Se efectuó el análisis de geología regional y local, para la caracterización geológica de la zona la Concesión Minera Olmos 8HPM, Mediante la guía de observación de campo. (cuadro de descripción geológica)
- Se realizó el diseño de la secuencia de explotación del hierro en la concesión minera "Olmos 8HPM" mediante guías de observación de campo, (hoja de datos de entrada).
- Se determinó la calidad del macizo rocoso utilizando las estaciones geomecánicas de RQD, RMR Y GSI. Mediante la guía de observación de campo (Hoja de estación geomecánica RMR)

- Se determinó los costos de producción de hierro en la concesión minera olmos 8hpm. Mediante la Guía de observación de campo (Guía de variables con costos e ingresos)
- Se determinó la flota de equipos para las actividades de arranque, carguío y transporte según la producción requerida por día. Mediante la guía de observación de recolección de información.

3.6. Método de análisis de datos

Es esencial considerar estos métodos en la investigación entre ellos destacan el analítico, sistémico y el estadístico.

- **Método analítico:** se logró determinar el problema y a la vez entender en toda su magnitud el Método de explotación por bancos a través de los componentes de un todo que será investigando para poder observar los orígenes, el entorno y las consecuencias del hecho observado.
- **Método sistemático:** nos permitió dar un orden en base a normas y formatos anticipadamente determinados, y tener una mejor comprensión sistemática de la problemática planteada.
- **Método Estadístico.** este método constó en una serie de procedimientos para manejar datos cuantitativos mediante las técnicas de recolección, descripción y análisis. Además, permitió comprobar la hipótesis.

Esta información que se procesó ayudo a dar un orden teniendo en cuenta los diferentes tipos de investigaciones e interpretar toda la información recolectada con base a los planteamientos teóricos.

3.7. Aspectos Éticos

En conformidad con los principios brindados por la Universidad Cesar vallejo - Filial Chiclayo, la esencia y transparencia en la investigación, los aspectos éticos a

considerar son los siguientes:

- **Manejo de fuentes de consulta:** Para el desarrollo de la actual investigación se manejaron distintas citas bibliográficas, artículos, revistas y libros de diferentes actores, con el propósito de realizar el marco teórico conforme a métodos, ciencias y teorías que están relacionadas a la investigación
- **Profundidad en el desarrollo del tema:** En el trabajo de investigación se utilizaron diversas ciencias como la topografía, matemática, geomecánica, geología, etcétera, realizando así continuos estudios referente a los temas involucrados a la investigación para poder realizar la ejecución del proyecto.
- **Claridad en los objetivos de la investigación:** Dar a conocer y detallar los objetivos que tiene esta investigación en su desarrollo y plasmarlos desde el comienzo hasta su final.
- **Honestidad:** Se refiere a la responsabilidad de actuar con transparencia durante el estudio y desarrollo de la investigación, respetando los derechos de la privacidad de otros autores de tal manera que no se incurra plagio de las investigaciones.
- **Responsabilidad:** la actual investigación se desarrolló con las pautas y parámetros establecidos por la universidad.
- **Respeto a la Propiedad intelectual:** Respetó a la privacidad y confidencialidad de la información que el dueño nos brinda, ya que somos los primeros autores de dicha investigación, respetando la normatividad legal vigente.

IV. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación a partir de los objetivos propuestos que han sido trabajados en base al empleo de instrumentos de investigación, como son las guías utilizadas en campo y laboratorio, la presente investigación se realizó a través de tablas e imágenes, cada uno con su respectivo análisis.

4.1. ESTUDIOS DE TOPOGRAFÍA

Concesión minera de hierro

La concesión Minera de Hierro "Olmos 8HPM", tiene como titular de la concesión al señor PARODI VASSALLO Carlos Manuel, actualmente su estado de la concesión es "Titulada", el recurso de interés económico es de naturaleza "Metálica", tiene una extensión de área de 2999270 m², aproximadamente 300 Ha y un perímetro de 8001.66 metros lineales. La Concesión Minera de Hierro "Olmos 8HPM" está limitada por 4 vértices ubicado en el Hemisferio Sur, Zona 17M, en la tabla N°1 se detalla las coordenadas de ubicación de la mencionada Concesión Minera; las mismas están en el Sistema de Proyección UTM, Datum WGS-84

Tabla 1: *Coordenadas de ubicación.*

Concesión "Olmos 8hpm"				
Vértice	Este	Norte	Hemisferio	Zona
P1	643875	9346300	SUR	17M
P2	644892	9343500		
P3	643954	9343150		
P4	642928	9345980		

Fuente: Elaboración propia.

Ubicación del área de estudio

La Concesión Minera de Hierro "Olmos 8HPM", está ubicado en el distrito de Olmos, provincia y departamento de Lambayeque. Las coordenadas del punto que representa el centroide de ubicación se presentan en la tabla N°2, las mismas están

en el Sistema de Proyección UTM Datum WGS-84. Ver lamina N°1 en anexos N°7 el mapa de ubicación.

Tabla N°2: *Coordenadas del centroide.*

Centroide			
Este	Norte	Hemisferio	Zona
643910	9344740	SUR	17M

Fuente: elaboración propia

Accesos

El acceso al área de estudio está definido desde la provincia de Chiclayo hasta Olmos con un tramo de aproximadamente 97 Km, tipo de vía asfaltada y de Olmos hasta el área de estudio hay aproximadamente 16 Km de longitud, tipo de vía afirmada. Ver cuadro resume en la tabla N°3.

Tabla N°3: *Descripción de los accesos al área de estudio*

Descripción de los accesos		
Tramo		Distancia
Chiclayo	Olmos	97.21 Km
Olmos	Área de estudio	16.47 Km

Fuente: Geocatmin 2019.

4.1.1. Levantamiento Topográfico

La topografía del área de estudio se realizó con GPS, controlando el área de terreno quebrado (áreas en explotación), puntos de control en el terreno natural, puntos de control en las calicatas dentro del área de exploración. Ver lamina N°2 el plano topográfico del área de estudio.

Limitaciones del área de estudio

El área de estudio se limita a varias áreas como: área de chancado con área aproximada de 100 metros cuadrados, las áreas de explotación de 31,703.00 metros cuadrados, área de exploración donde se realiza los estudios de estimación

de recursos es aproximadamente 259,385.00 metros cuadrados y las áreas de Recursos Inferidos abarca un área de 258,912.00 metros cuadrados. Ver tabla N°4 el dimensionamiento del área de estudio.

Tabla N°4: *Dimensionamiento del área de estudio*

Dimensionamiento de áreas de estudio	
Nombre	Area_m2
Área de chancado	100.00
Área de explotación	31703.00
Área de exploración	259385.00
Áreas de Recursos Inferidos	258912.00
Total	550100.00

Fuente: elaboración propia.

Descripción general del relieve

Una breve descripción del relieve del área de estudio, generalmente se encuentra en un terreno ondulado con pendientes máximas de hasta 70 %. En la flora de observa la presencia de arbustos clásicos de la costa y en la fauna la presencia de insectos y reptiles.

4.2. ANÁLISIS DE LA GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL.

Geología Regional

La geología del área de estudio principalmente está formada por la unidad estratigráfica del Complejo Olmos (Pe-co), que de acuerdo al tiempo geológico de formación de las unidades estratigráficas el complejo olmos se formó en la era del Precambiano, hace aproximadamente unos 4500 millones de años, formado principalmente por materiales pertenecientes al Paleozoico Inferior, la litología de dicha formación está constituida por Filitas negras que afloran a superficie con presencia de cuarcitas de colores gris negruzcas a blanquecinas procedentes de ambientes marinos. Como unidades estratigráficas cercanas se encuentra los Depósitos Aluviales (Qr-al) y Fluviales (Qr-fl) rocas instructivas del tipo tonalita (KU-to). Ver tabla N°5, y lamina N°3 el mapa de la geología regional para el área de estudio.

Tabla N°5: *Unidades estratigráficas.*

Eratema	Sistema	Serie	Unidad estratigráfica	Símbolo	Rocas intrusivas
Cenozoico	Cuaternario	Reciente	Dep. Aluvial reciente	Q r-al	
			Dep. Fluvial reciente	Q r-fl	KT – to Tonalita
Precambria no	Terciario	Inferior	Complejo Olmos	Pe- co	

Fuente: Geocatmin (2018).

Geología Local

Aparte de la descripción del Complejo de olmos en la geología regional de puede observas en el lugar in-situ la presencia de venillas de cuarzo de segregación, la presencia de pizarras, pirita. La parte superficial está constituida por materiales meta-areniscas cuarzo biotititas con moscovita que tiene venillas de cuarzo de segregación muy compactas, también se observa la presencia de suelo proveniente de las meteorización física y bilógica de las rocas y la descomposición de la materia orgánica, la roca mineralizada presenta mucha oxidación de color rojo a marrón por la presencia de los átomos de hierro que contienen en su interior. Para dicha investigación la capa de estos materiales será considerada como estéril con un espesor promedio de 2 metros medidos desde la superficie terrestre. La zona mineralizada se encuentra por debajo de la capa de estéril, se considera una potencia promedio de 180 metros medidos desde el límite del estéril y mineral hasta la parte más baja del área de estudio, considerando el cauce del rio como base de la zona mineralizada. Ver lamina N°4 la geología local.

Modelo geológico

Con el fin de conocer el recurso existente en el área de estudio se analizó las calicatas ejecutadas por la misma empresa y los frentes de explotación donde se

puede observar y analizar con certeza la estratigrafía existente en el lugar de estudio.

Análisis de las calicatas

En la tabla N°6, se presenta los estratos observados en cada una de las calicatas, se recalca que todo material que no tiene ningún interés económico se considera como material estéril sin importar su formación geológica ni el tipo de material presente en dicha capa de material estéril. Pasado la capa de estéril se encuentra el mineral de Hierro, que incluye venillas de cuarzo, mientras más profundo el mineral de Hierro se encuentra más puro. Ver anexos N°5, el levantamiento de las calicatas.

Tabla N°6: *Observación de las calicatas.*

Calicatas	Coordenadas			Observación	
	Este	Norte	Elevación	Estratos	Potencia
Calicata-01	644013	9345140	440	Estéril Mineral de Hierro	2 m Aprox. 180m
Calicata-02	643995	9345100	438	Estéril Mineral de Hierro	1.5 m Aprox. 120m
Calicata-03	644094	9345050	375	Estéril Mineral de Hierro	3.20 m Aprox. 150m
Calicata-04	643988	9345320	441	Estéril Mineral de Hierro	1 m Aprox. 160m

Fuente: elaboración propia.

Caracterización del frente de explotación

Actualmente existe un frente de explotación, es ahí donde se observó con mayor detalle las estructuras geológicas presentes, en la parte superficial se encuentra una capa de materiales sedimentarios procedentes de la meteorización de las rocas y la desintegración de la materia prima, este material es considerado material estéril que no tiene interés económico, su potencia promedio es de 3 metros, materiales conformados mayormente por arena y arcilla, y trazas de cuarzo. Pasado los estratos de estéril se encuentra el mineral de hierro, que la potencia se considera el nivel de la parte más baja que existe en el área de estudio, mientras más profundo sea la excavación el mineral de hierro es más puro. Con dichas observaciones y con la ayuda de las calicatas se realizó el modelo geológico para el área de estudio. Ver lamina N°5, los perfiles levantados del frente de explotación.

Litologías

Para el modelo geológico se considera dos litologías, la primera litología que se denominó como estéril, con una potencia promedio de 3 metros. Por debajo se encuentra la segunda litología del modelo que es la zona mineralizada, la profundidad de esta es considerada la parte más baja de la zona de estudio 290 m.s.n.m., es ahí donde se observó afloramiento de mineral.



Figura N°01: Modelo geológico

Fuente: Bolentin geologico (2018)

Estimación de los recursos

Para este caso particular de estudio, el volumen de la litología que representa al mineral es la cantidad de recursos medidos presentes en el área de estudio, esto se da porque no se trabajó con una ley de concentración del metal de hierro en el mineral. En la tabla N°7 presenta la cantidad de estéril y la cantidad de recursos medidos.

Tabla N°7: *Cuadro de recursos.*

Análisis de Recursos			
Categoría	Mineral en bm3	Mineral en Tm	Estéril en bm3
Recursos Medidos	13,603,831.03	34,009,577.58	763,935.70
Recursos Indicados	12,767,569.50	31,918,923.75	
Total	26,371,400.53	65,928,501.33	

Fuente: Elaboración propia.

4.3. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO

Para la determinación de la calidad del macizo rocoso existente en el área de estudio, se realizó mediante estaciones geomecánicas, que a continuación se describe.

Descripción general de las estaciones geomecánicas

Para el área de estudio se aplicó 4 estaciones geomecánicas, caracterizadas por el grado de fractura del macizo rocoso y las condiciones de las discontinuidades. En la tabla N°8 se presenta la descripción general de las estaciones geomecánicas.

Tabla N°8. *Descripción general de las estaciones*

Estación	Denominación	Coordenadas de Ubicación		
		Este	Norte	Elevación

1	E-O8HPM_1	644013	9345140	440
2	E-O8HPM_2	644094	9345050	375
3	E-O8HPM_3	644074	9344863	433
4	E-O8HPM_4	644092	9344808	299

Fuente: Elaboración propia.

Resumen de las observaciones de campo

Rock Quality Designation RQD

En la tabla N°10 se presenta el resumen del RQD para cada estación geomecánica. Para O8HOM_1, O8HOM_2 y O8HOM_4 el valor es de 90.98% lo que indica un macizo rocoso de muy buena calidad, la O8HOM_3 tiene un RQD de 87.81% lo que indica que el macizo rocoso es de buena calidad.

Tabla N°9. *Cálculo del RQD para cada estación geomecánica*

Análisis del RQD							
E-O8HPM_1		E-O8HPM_2		E-O8HPM_3		E-O8HPM_4	
Control	λ	Control	λ	Control	λ	Control	λ
Control_1	2	Control_1	5	Control_1	5	Control_1	7
Control_2	5	Control_2	4	Control_2	6	Control_2	6
Control_3	4	Control_3	2	Control_3	8	Control_3	5
Control_4	8	Control_4	8	Control_4	4	Control_4	4
Control_5	6	Control_5	7	Control_5	7	Control_5	3
Control_6	7	Control_6	6	Control_6	5	Control_6	2
Control_7	3	Control_7	3	Control_7	7	Control_7	8

Promedi	5.00	Promedi	5.00	Promedi	6.00	Promedi	5.00
o		o		o		o	
RQD	90.98	RQD	90.98	RQD	87.81	RQD	90.98
	%		%		%		%

FORMULISMO

$$RQD = 100 * e^{-0.1\lambda}(0.1\lambda + 1)$$

DONDE:

λ_{prm} =Número promedio de fracturas por metro lineal

n=Número de control por estación

$$\lambda_{prm} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n}{n}$$

Fuente: elaboración propia.

Tabla N°10. *Resumen del RQD*

Resumen Del RQD		
Estación	RQD	Descripción
E-O8HPM_1	90.98%	Muy buena
E-O8HPM_2	90.98%	Muy buena
E-O8HPM_3	87.81%	Buena
E-O8HPM_4	90.98%	Muy buena

Fuente: elaboración propia.

Rock Mass Rating RMR

Las observaciones hechas en campo para cada una de las estaciones geomecánicas, se presenta en el anexo N°4, para la estación E-O8HOM_1 se tiene un RMR de 74 roca del tipo II BUENA, para la O8HOM_2 se tiene un RMR de 66 roca del tipo II BUENA, O8HOM_3 se tiene un RMR de 63 roca del tipo II BUENA y para la O8HOM_4 se tiene un RMR de 68 roca de tipo II BUENA. Se concluye que en ambas estaciones se tiene un macizo rocoso de buena calidad como lo indica en la tabla N°11.

Tabla N°11: *Resumen de la clasificación geomecánica del RMR*

Resumen del RMR		
Estación	RMR	Descripción
E-O8HPM_1	74	II Buena
E-O8HPM_2	66	II Buena
E-O8HPM_3	63	II Buena
E-O8HPM_4	68	II Buena

Fuente: elaboración propia.

Geological Strength Index GSI

En la tabla N°12 presenta las observaciones del GSI hechas en campo para cada estación geomecánica, para E-O8HPM_1 con GSI de 70, E-O8HPM_2 con GSI de 75, E-O8HPM_3 con GSI de 65 y E-O8HPM_4 con GSI también de 65.

Tabla N°12: *Observación del GSI*

Análisis Del GSI		
Estación	Breve Descripción	GSI
E-O8HPM_1	El macizo rocoso con dos familias de juntas, que definen bloques cúbicos, las caras de la discontinuidad son rugosas y presenta poca alteración.	70
E-O8HPM_2	Presenta una familia de juntas, fracturas de poca importancia, rugosa y poca alterada.	75
E-O8HPM_3	Existen tres familias de juntas, definidas por cubo trabado entre sí, rugosa y poca alterada.	65
E-O8HPM_4	Macizo rocoso parcialmente alterado, formado hasta con 3 familias de juntas y rugosa.	65

Fuente: elaboración propia.

4.4. DISEÑO DE LA SECUENCIA DE EXPLOTACIÓN

Geometría del banco

Para diseñar los bancos de explotación se consideró dos tipos de bancos, bancos de trabajo y los bancos de seguridad, que a continuación se detalla.

Bancos de trabajo

Altura de banco

De acuerdo a la calidad de roca existente en el área de estudio, reporte del RMR, estamos frente a una roca resistente, poco fracturada y débilmente meteorizada, entonces utilizando el coeficiente de Protodyakonov la altura de banco estará en un rango de 10-15 metros. De acuerdo a la maquinaria de carguío que se utiliza en las operaciones el cargador frontal CAT 950H con altura de brazo de 5.44m, por lo tanto.

$$H_{banco} = 0.9 \times Ab_{carg}$$

$$H_{banco} = 0.9 \times 5.44m$$

$$H_{banco} = 4.89m$$

$$H_{banco} \approx 5m$$

La altura de banco de trabajo será 5 metros. Por último, la maquinaria utilizada en la perforación tiene una profundidad de perforación de 2.1 metros, por lo cual se decidió que la altura de los bancos de trabajo serán 2 metros para el mineral de hierro. En el caso del estéril es roca sedimentaria que se efectuara por arranque mecánico, en un solo banco porque la potencia promedio del estéril es de 3 metros.

Ángulo de cara de banco

Para el cálculo del ángulo de talud de banco se aplicó la siguiente formula $\theta = Arctg(f)$, donde f es el coeficiente de Protodiakonov, en el caso de estudio existe roca de tipo II BUENA, resistente, poco fracturada y débilmente meteorizada, entonces, el coeficiente de Protodiakonov será de $f > 8$.

$$\theta = Arctg(f)$$

$$\theta = Arctg(8)$$

$$\theta = 82.8$$

$$\theta \approx 83^\circ$$

Ancho de las plataformas de trabajo

El ancho mínimo de las plataformas de trabajo es fundamental en las operaciones, sobre todo la selección de las fases de minado estas no pueden ser menor al ancho mínimo de las plataformas de trabajo requeridos. Se calcula mediante la fórmula.

$$B_T = P + E + A + B_S.$$

Donde:

P= Representa al ancho de acopio del material, para la investigación el Angulo de reposo del mineral de Hierro es de 45° , dato obtenido de campo. La altura de banco de trabajo es de 2 metros entonces el ancho del material del material de acopio es de 2 metros.

$$P = \frac{2}{\operatorname{tg}(45^\circ)}$$
$$P = 2$$

E= Representa al espacio de maniobra del equipo encargado del carguío, el equipo encargado de están operaciones es el CAT950H con una longitud de 7.99 metros, por lo tanto $E=1.5 * L_{exc}$, entonces el espacio de maniobra del equipo es de 11.985 metros.

$$E = 1.5 * L_{exc}$$
$$E = 1.5 * 7.99$$
$$E = 11.985 \text{ metros}$$

A= Representa el ancho de la vía de transporte, responde a la siguiente formula $A = a (0.5 + 1.5n)$, para la investigación se ha considerado el camión más grande de los clientes de la mina, con un ancho de 2.7 metros

$$A = a (0.5 + 1.5n)$$
$$A = 2.7 (0.5 + 1.5 \times 2)$$
$$A = 9.45$$
$$A \approx 9.5 \text{ m}$$

B_S = Representa a la berma de seguridad, en la siguiente investigación, la berma de seguridad obedece a la siguiente formula $B_S = \frac{1}{3}H_{banco}$, la altura de banco es de 2 por lo que la berma de seguridad es de 0.66 metros.

$$B_S = \frac{1}{3}H_{banco}$$

$$B_S = \frac{1}{3} * 2$$

$$B_S = 0.66$$

Entonces el ancho mínimo requerido en las operaciones es de 25 metros.

$$B_T = P + E + A + B_S$$

$$B_T = 2 + 11.985 + 9.5 + 0.66$$

$$B_T = 24.145 \text{ m}$$

$$B_T \approx 25 \text{ metros}$$

Bancos de seguridad

Altura de banco

De acuerdo al coeficiente de Protodyakonov para rocas resistentes, poco fracturada y débilmente meteorizada, indica alturas de banco de 10-15 metros, para la presente investigación se ha diseñado con la altura mínima de 10 m, altura que nos indica Protodyakonov.

Ancho de berma

El ancho de berma es calculado mediante la siguiente formula.

$$B = 0.2 \times H_{banco} + 4.5$$

$$B = 0.2 \times 10 + 4.5$$

$$B = 6.5 \text{ m}$$

Ángulo de cara de banco

El ángulo de cara de banco es igual al ángulo de cara de banco de trabajo calculado en el inciso anterior, dicho ángulo es de 83°.

Ángulo de talud

El ángulo de talud obedece a la siguiente expresión matemática.

$$\vartheta = \text{Arctg}\left(\frac{H_{\text{banco}}}{H_{\text{banco}} \times \cot\theta + B}\right)$$
$$\vartheta = \text{Arctg}\left(\frac{10}{10 \times \cot(83) + 6.5}\right)$$
$$\vartheta = \text{Arctg}\left(\frac{10}{10 \times \frac{1}{\text{tg}(83)} + 6.5}\right)$$
$$\vartheta = 52.3$$
$$\vartheta \approx 52$$

Entonces el ángulo de talud será de 52 °. Ver imagen N°, la geometría de los bancos de seguridad.

Vías de acceso

Para el diseño de las rampas, el ancho de la rasante obedece a la siguiente fórmula $A = a(0.5 + 1.5n)$, entonces el ancho de la vía de accesos será de 9.5 metros, por datos técnicos de los vehículos de transporte y la maquinaria que circula por la rampa indica como promedio la pendiente del 8%.

$$A = a(0.5 + 1.5n)$$
$$A = 2.7(0.5 + 1.5 * 2)$$
$$A = 9.45$$
$$A \approx 9.5m$$

Pit final

Para el análisis del pit final, teniendo en cuenta que no se cuenta con un modelo de bloques para aplicar los algoritmos de cálculo del pit óptimo, se realizó por intermedio de un análisis económico al diseñar múltiples pit y cada uno con su

beneficio económico, se puede evaluar en que pit el beneficio es el máximo posible. Para la investigación se ha diseñado 6 pit diferentes. En la tabla N°13 se presenta cada pit diseñado con sus beneficios económicos. El análisis económico se realizó a través de los costos actuales de producción y los costos planificados por el investigador, los costos actuales de producción son de 4.14 dólares la tonelada métrica de mineral de hierro y los costos de la producción planificada son de 1.98 dólares la tonelada métrica de mineral de hierro. Como se puede observar en la Fig.2 el pit óptimo para los costos actuales de producción sería el pit_5 con un beneficio total de \$153, 953,513.32.

Tabla N°13. *Análisis del pit final*

Análisis del pit final en las condiciones actuales y planificado de trabajo				
PIT	Costos Actuales		Costos Planificados	
	Utilidad	UT Actual	Utilidad	UT-Planificada
pit _1	\$29,987,642.25	\$29,987,642.25	\$41,203,448.41	\$41,203,448.41
pit _2	\$35,417,743.36	\$65,405,385.61	\$48,762,179.02	\$89,965,627.43
pit _3	\$46,696,598.93	\$112,101,984.54	\$65,203,829.76	\$155,169,457.20
pit _4	\$40,972,152.94	\$153,074,137.47	\$57,462,676.23	\$212,632,133.43
pit _5	\$879,375.84	\$153,953,513.32	\$2,712,002.46	\$215,344,135.89
pit _6	-\$503,359.38	\$153,450,153.94	\$706,963.25	\$216,051,099.14

Fuente: elaboración propia.

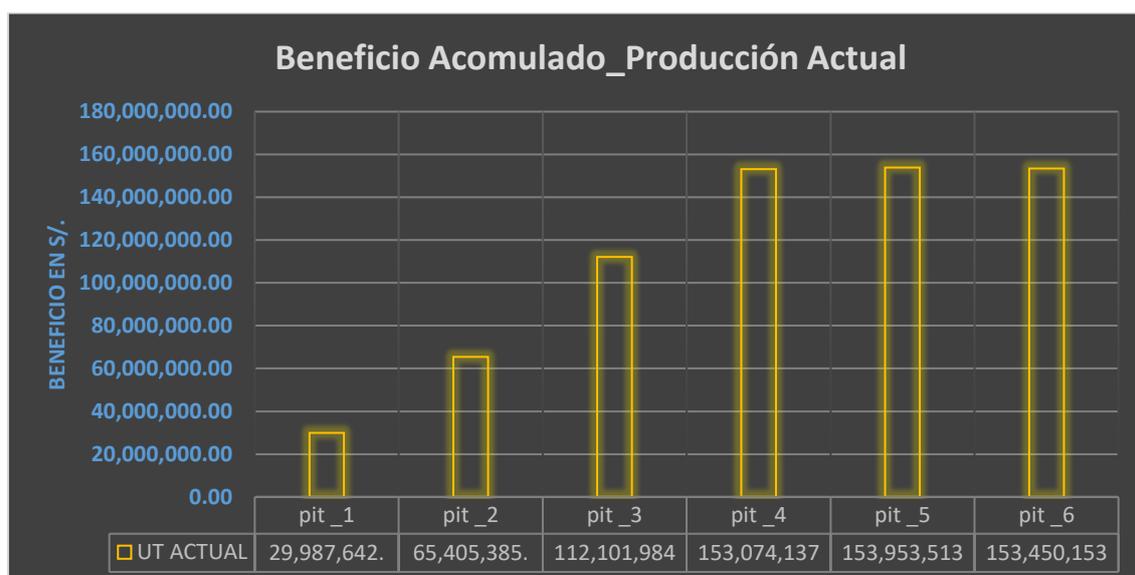


Figura N°02: Análisis del pit final a base del costo actual de producción

Teniendo en cuenta los costos de producción planificada, el pit_6 será el óptimo con un beneficio total de \$216,051,099.14, como la finalidad de la investigación es aumentar la producción a bajos costos por tonelada métrica de mineral de hierro, entonces se tendrá en cuenta al pit_6 como el pit final del diseño de explotación.

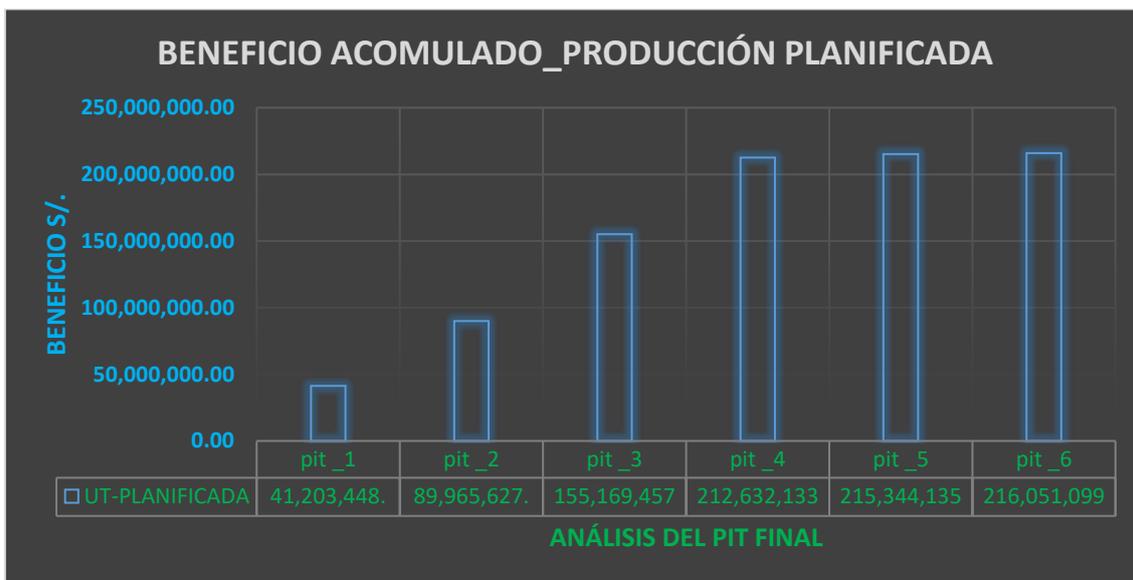


Figura N°03: Análisis del pit final a base del costo de producción planificada.

Fases de minado

La consideración de las fases de minado está a base de las condiciones de trabajo y la geometría del yacimiento de la mina de hierro. En la tabla N° 14, presenta los beneficios para cada una de las fases, lo que se puede observar que la empresa si sigue con la misma modalidad de explotación tendrá un beneficio económico total de \$ 153, 953,513.32, es decir, debería ganar \$ 62, 097,585.82 más si considera mejorar y ordenar sus procesos productivos así como lo indica los beneficios que obtendría si considera la producción planificada, entonces sus beneficios totales serian de \$ 216, 051,099.14, ver Fig. 4 el beneficio económico por fase de minado dependiente de los costos actuales de producción y los costos planificados de producción y la Fig.5 los beneficios acumulados.

Tabla N°14. *Beneficio por fase de minado*

Análisis de utilidades por fase para las condiciones actual y planificada de trabajo				
Fase	B. Fase_C. Actual	B. FASE_C. Planificado	BT-C. Actual	BT-C. Planificada
Fase_1	\$29,987,642.25	\$41,203,448.41	\$29,987,642.25	\$41,203,448.41
Fase_2	\$35,417,743.36	\$48,762,179.02	\$65,405,385.61	\$89,965,627.43
Fase_3	\$46,696,598.93	\$65,203,829.76	\$112,101,984.54	\$155,169,457.20
Fase_4	\$41,851,528.78	\$60,881,641.94	\$153,953,513.32	\$216,051,099.14

Fuente: elaboración propia.

En la Fig.4 se puede analizar que a la empresa le conviene planificar sus operaciones, porque esto garantiza aumentar la producción y disminuir los costos, lo que significa mayores beneficios económicos para la empresa.

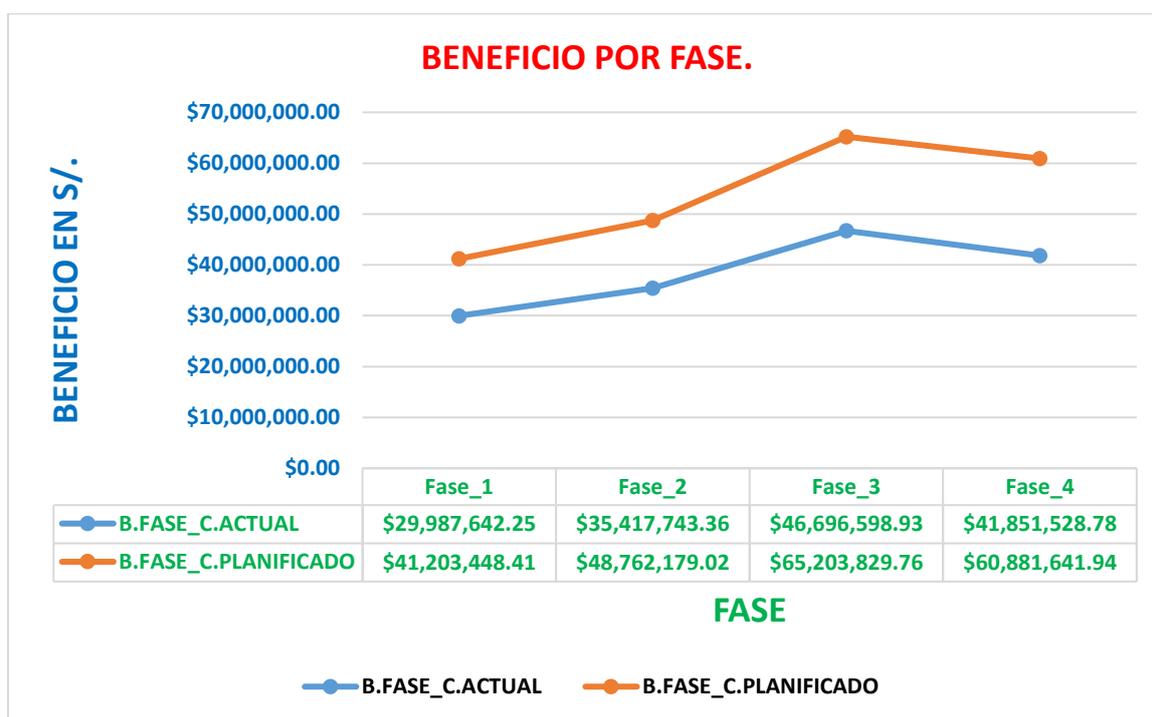


Figura N°04: Beneficio por fase de minado

En la Fig. 5 se presenta los beneficios acumulados conforme se van las actividades de explotación, siguiendo la misma modalidad de explotación los beneficios serán

menores que los beneficios que genera tener una buena planificación en los procesos de producción.

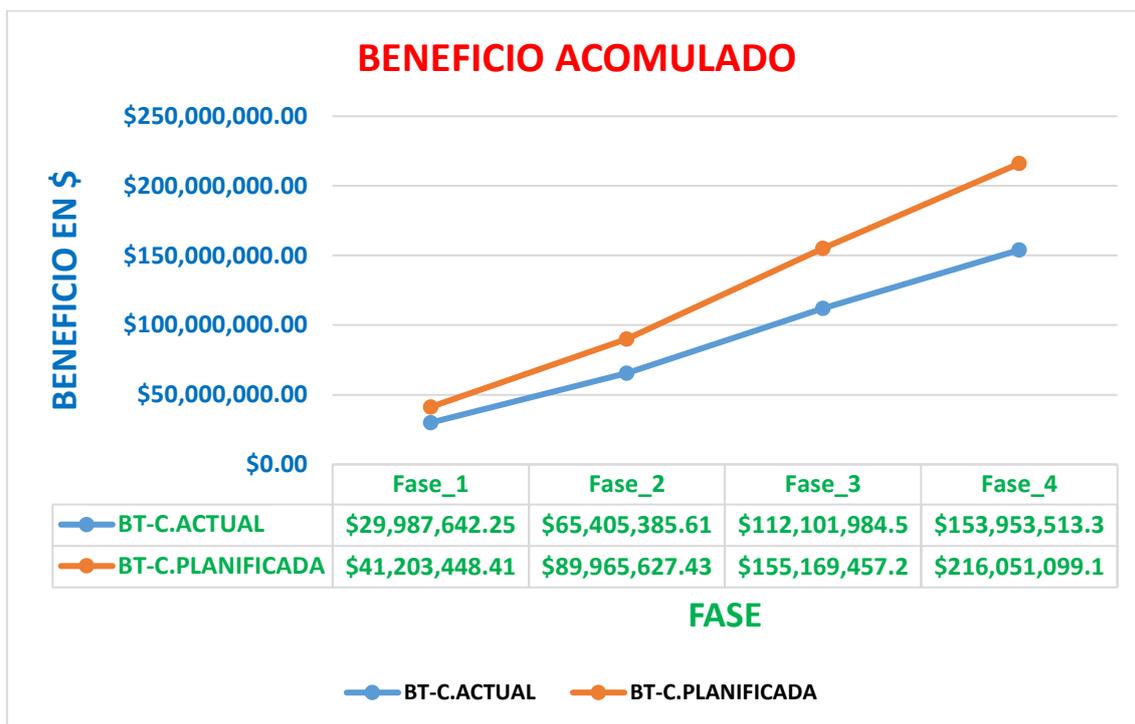


Figura N°05: Beneficio acumulado

Cálculo de reservas

Los recursos que pagan su explotación pasan a ser reservas. En la tabla N°15 se presenta las reservas para cada fase de minado. Con un sistema de explotación planificada se recupera más recursos aumentando las reservas de la unidad minera.

Tabla N°15: Reservas por fase de minado

Análisis de reservas por fase				
Fase	Sistema de explotación actual		Sistema de explotación planificada	
	Mineral en TM	Estéril en Bm3	Mineral en TM	Estéril en Bm3
Fase_1	5,192,502.85	190,587.33	5,192,502.85	190,587.33
Fase_2	6,177,979.48	339,791.06	6,177,979.48	339,791.06
Fase_3	8,568,162.43	1,520,127.78	8,568,162.43	1,520,127.78
Fase_4	8,482,939.77	3,400,651.83	9,043,274.33	5,039,386.79
Total	28,421,584.53	5,451,158.00	28,981,919.08	7,089,892.96

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N°16 las reservas probadas para el área de estudio, donde se puede deducir, si la mina sigue con el mismo sistema de explotación solo recuperaran el 83.6% de los recursos medidos, mientras que si se utiliza una planificación en sus operaciones les permite recuperar el 85.2% de los recursos medidos. De tal manera que las reservas son de 28, 421,584.53 toneladas métricas para el sistema de explotación actual de la mina y 28, 981,919.08 toneladas métricas si se planifica y reordena sus operaciones.

Tabla N°16: *Reservas de mineral de hierro*

Análisis de reservas totales		
	Explotación actual en TM	Explotación planificada en TM
Recursos medidos	34,009,577.58	34,009,577.58
Reservas probadas	28,421,584.53	28,981,919.08
Reservas probadas %	83.6%	85.2%

Fuente: elaboración propia.

Diseño de botaderos

Teniendo en cuenta que los materiales que se han considerado estéril son mayormente sedimentarios, meteorizadas y poco resistentes.

Frente a este tipo de materiales la altura de banco será de 10-15° según Protodyakonov, y el coeficiente será de $f > 1$.

- Ángulo de cara de banco

$$\theta = \text{Arctg}(f)$$

$$\theta = \text{Arctg}(1)$$

$$\theta = 45^\circ$$

- Ángulo de talud

$$\vartheta = \text{Arctg}\left(\frac{H_{\text{banco}}}{H_{\text{banco}} \times \cot\theta + B}\right)$$

$$\vartheta = \text{Arctg}\left(\frac{10}{10 \times \cot(45) + 6.5}\right)$$

$$\vartheta = \text{Arctg}\left(\frac{10}{10 \times \frac{1}{\text{tg}(45)} + 6.5}\right)$$

$$\vartheta = 31.22$$

$$\vartheta \approx 31$$

- **Bermas de seguridad**

Las bermas de seguridad serán de 6.5 metros igual que el diseño de minado. La rampa tendrá la misma geometría que la rampa del diseño de minado. La cantidad de estéril a remover en toda la vida del proyecto será de 5, 451,158 Bm³ de estéril. El volumen de estéril en el botadero será el volumen multiplicado por el factor de esponjamiento por su factor de compactación. Los siguientes datos son teóricos para el estéril tiene un factor de esponjamiento es de 40% y el factor de compactación es de 0.90, el volumen de estéril en el botadero será de 6, 868,459.08 m³. La capacidad del botadero diseñado es de 7, 167,267.40 m³.

$$V_e = V_b * F_{\text{esponjamiento}} * F_{\text{compactacion}}$$

$$V_e = 5,451,158 * 1.40 * 0.90$$

$$V_e = 6,868,459.08 \text{ m}^3$$

Topografía final del diseño

En la topografía se incluye las fases de minado y el botadero diseñado. Ver lamina N°6 la topografía final del proyecto.

4.5. DE LA FLOTA DE EQUIPOS

Para la presente investigación se utilizarán los equipos que la mina cuenta, en ninguna circunstancia de la investigación se hará estudios para la compra de nueva maquinaria, porque se observó en campo que la empresa tiene deficiencia en manejo de tiempos y planificación de equipos, es por eso que la producción diaria

es baja, a continuación, se hará un análisis de tiempos de ciclo, producción para cada equipo en los diferentes procesos de la mina.

Maquinaria de arranque

Estéril. Para trabajos de remoción de estéril, se realizará por arranque mecánico porque son materiales generalmente sedimentarios, de baja resistencia.

La máquina para dicho trabajo será la excavadora CAT 319DL, por su alta eficiencia en trabajos en excavación.

Cálculo de tiempo de ciclo ($T_{C-excavadora}$).

Los datos que presenta la tabla N° son datos tomados en campo, donde se observó a la excavadora CAT 319DL, realizando trabajos de remoción de estéril. Entonces el tiempo de ciclo calculado es aproximadamente de 35 segundos

Número de ciclos hora ($N_{c/h}$)

En una hora hay 3600 segundos entonces el número de ciclos hora de la excavadora CAT319DL es de 102 ciclos hora.

$$N_{c/h} = \frac{3600 \text{ s}}{T_{c-excavadora}}$$

$$N_{c/h} = \frac{3600 \text{ s}}{35 \text{ s}}$$

$$N_{c/h} = 102.86$$

$$N_{c/h} \approx 102$$

Remoción de estéril por hora

La capacidad de cuchara de la excavadora CAT319DL es de 1m^3 , entonces la remoción de estéril es de $102 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$R_{esteril} = N_{c/h} * \text{capacidad cuchara}$$

$$R_{esteril} = 102 * 1$$

$$R_{esteril} = 102m^3/h$$

Mineral

Para el arranque del mineral de hierro se utiliza una compresora SULLAIR750, que perfora con un diámetro de 45 mm, y la profundidad máxima es de 2.0 metros. Por dato campo la compresora tiene un rango de penetración es de 8 metros por hora. Mencionada perforadora se utiliza para trabajos de perforación. En la presente investigación no se realizan estudios para compra de nueva máquina de perforación. En la tabla N°17 se puede observar que el rango de perforación de la compresora es de 8 metros por hora.

Tabla N°17: *Dimensiones de la malla en la producción actual*

Profundidad	Ancho	Largo	Densidad Tm/Bm3
2	5	5	2.5
Producción Maya			125

Fuente: elaboración propia.

Tabla N°18: *Parámetros de perforación en la producción actual.*

Por tabla 20.3 del libro de P y V de Carlos López Jimeno	
Díámetro de perforación mm	45
Resistencia a la compresión simple Mpa	150
S-Espaciamiento	1.94
B-Burden	1.58
Número de taladros en S	3
Número de taladros en B	3
Total de taladros	9
Metros perforados	16.4
Rango de penetración m/h	8
Horas de perforación	2.05
Número de martillos	1
Horas de perforación por martillo	2.05

Fuente: elaboración propia

Maquinaria de carguío

Para los trabajos de carguío, es ente caso particular los trabajos de carguío se realizan a los camines de los clientes que compran el mineral de hierro procedente del chancado, para estos trabajos se encarga el Cargador frontal CAT 950H por los tiempos reducidos de carguío a los camiones.

- Tiempo de ciclo ($T_{C-CF950H}$)

Los datos que se presenta en la tabla N° son datos obtenidos en campo, dicha observación se realizó cuando el CAT 950H realizaba trabajos de carguío a un camión volquete de 20 m³. Dicho tiempo de ciclo es de 31 segundos.

- Numero de ciclos hora ($N_{c/h}$).

El número de ciclos hora para un cargador frontal CAT950H es de 116 ciclos en una hora.

$$N_{c/h} = \frac{3600 \text{ s}}{T_{C-CF950H}}$$

$$N_{c/h} = \frac{3600 \text{ s}}{31 \text{ s}}$$

$$N_{c/h} = 116.12$$

$$N_{c/h} \approx 116$$

- Producción hora

En cuanto a la producción hora del CAT 950H que tiene una capacidad de cuchara de 3.3m³, es de 382 metros cúbicos de mineral de hierro, lo que significa que puede abastecer a los clientes 957 toneladas métricas de mineral de hierro.

$$P = N_{c/h} * \text{capacidad cuchara}$$

$$P = 116 * 3.3$$

$$P = 382.8$$

$$P = 382m^3 * \rho_{Fe}$$

$$P = 382m^3 * 2.5 \text{ tn}/m^3$$

$$P = 957 \text{ Tm}$$

Maquinaria de transporte interior mina

La operación de transporte de interior mina se realiza con la finalidad de llevar el mineral volado a la planta de chancado, no se usa volquetes porque las distancias entre los frentes de explotación y el área de chancado están cerca, cabe mencionar que el área de chancado es dinámica, lo que significa que el área de chancado se moverá mientras el frente de explotación se aleje o se baje a otro banco de explotación. Para esta operación se utilizará la retroexcavadora CAT 420E.

- Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo para la retro-excavadora CAT 420E depende de la distancia del frente de explotación al área de chancado, pero también el área de chancado se puede cambiar de posición cuando el tiempo de ciclo de la máquina de transporte interior se incrementa. El tiempo de ciclo para la retro-excavadora CAT 420E es de 44 segundos de acuerdo a las observaciones de campo, pero por las condiciones de trabajo se considera 1 min como tiempo de ciclo.

- Numero de ciclos hora

Como el tiempo de ciclo se ha considerado un minuto, entonces, el número de ciclos por hora es de 60.

- Producción hora

La capacidad de cuchara cargadora es de 1m^3 , entonces la producción por hora es de 60 m^3 o 150 toneladas métricas hora.

Maquinaria de chancado

En el área de chancado se observa deficiencia, actualmente se produce alrededor de 120 toneladas métricas día, o 6 metros cúbicos hora. La chancadora de quijadas KASUMY P.E 150 x 250, puede producir 16 metros cúbicos por hora, lo que significa que diario estará produciendo 128 metros cúbicos día o 320 toneladas métricas de mineral de hierro.

4.6. DETERMINAR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN

Costos de maquinaria de perforación (costos hora)

La maquinaria responsable de las operaciones de perforación es la perforadora SULLAIR 750. Los costos horarios para la mencionada maquina se describe a continuación.

- **Cálculo de la depreciación horaria**

Marca y modelo de la maquina (SULLAIR 750).

Precio inicial (IT) en \$ 20,000.00

Vida útil 6 años

Salvamento el 20%

$$DEPRECIACIÓN = \frac{P - S}{N}$$

$$DEPRECIACIÓN = \frac{20,000.00 - 20,000.00 * 20\%}{6}$$

$$DEPRECIACIÓN = 2666.6 \frac{\$}{Año} * \frac{1 año}{2000h}$$

$$DEPRECIACIÓN = 1.33\$/h$$

- **Cálculo de la inversión promedio.**

$$IP = \frac{IT(N + 1)}{2 * N}$$

$$IP = \frac{20000.00(6 + 1)}{2 * 6}$$

$$IP = \$11666.67$$

- **Cálculo de intereses.**

La tasa anual promedio de intereses es de 15.46%, entonces

$$I = \frac{IP * \%tasa\ anual}{N^\circ\ horas\ anuales}$$

$$I = \frac{11666.67 * 15.46\%}{2000}$$

$$I = 0.90\$/h$$

- **Cálculo de impuestos, seguros y garaje.**

Seguros 2.5%

Impuestos 2.0%

Garaje 1.0%

$$ISG = \frac{IP * (\sum \text{de tasas anuales})}{N^\circ \text{ de horas anuales}}$$

$$ISG = \frac{11666.67 * (5.5\%)}{2000}$$

$$ISG = 0.32\$/h$$

- **Cálculo de los costos de mantenimiento.**

Según la Norma Técnica “Elementos para la determinación del costo horario de los equipos y maquinaria de sector construcción”, especifica que el costo de mantenimiento para una maquina está alrededor del 70-90% del precio inicial de la máquina. Las mismas son destinadas el 25% para mano de obra y el 75% para repuestos. Para el presente cálculo se tomó el 80% del precio inicial de la máquina y las condiciones de trabajo son normales. En la tabla N°19 se analiza los costos de mantenimiento que son de 1.33 \$/h

Tabla N°19: *Costos de mantenimiento*

Costos de mantenimiento	
trabajo normal	80%
porcentaje de mano de obra	25%
porcentaje en repuestos	75%
costos de mantenimiento	\$16,000.00
cotos de mano de obra	\$0.33
cotos de repuestos	\$1.00
TOTAL	

Fuente: elaboración propia.

Cálculo

- **Costos de mantenimiento (mano de obra)**

$$MO = \frac{(IT * \% \text{Tipo de trabajo}) * \% \text{mano de obra}}{N^\circ \text{ horas de vida util}}$$

$$MO = \frac{(20000 * 80\%) * 25\%}{12000}$$

$$MO = \$0.33.33$$

- **Costos de mantenimiento (repuestos)**

$$MR = \frac{(IT * \%Tipo\ de\ trabajo) * \%repuestos}{N^{\circ}horas\ de\ vida\ util}$$

$$MR = \frac{(67000 * 80\%) * 75\%}{12000}$$

$$MR = \$1.33$$

- **Cálculo de costos de operación**

En el caso de los filtros se considera el 20% de los gastos de petróleo y lubricantes. En la tabla N°20 presenta los costos de operación de la compresora SULLAIR 750.

Tabla N°20: Costos de operación

Costos de operación			
Insumos	Cantidad	Precio unitario	Costo hora
Consumo de petróleo	3	\$3.57	\$10.70
Aceite de motor	0.038	\$19.89	\$0.76
Aceite de transmisión	0.027	\$22.73	\$0.61
Grasa	0.22	\$3.41	\$0.75
Refrigerante	0.002	\$14.20	\$0.03
Filtros	20%		\$2.57
Neumáticos	4	\$19.89	\$0.04
Vida útil de los neumáticos	2000	TOTAL	\$15.46

Fuente: elaboración propia.

- **Costos totales por hora**

En la tabla N°21 se presenta los costos totales para la compresora SULLAIR 750 utilizada en el área de perforación.

Tabla N°21: *Costos totales por hora*

Descripción de costo	\$/h
Depreciación	\$1.33
Intereses	\$0.90
Impuestos, seguros y garaje	\$0.32
Costos de mantenimiento	\$1.33
Costos de operación	\$15.46
Total	

Fuente: elaboración propia.

Costos de maquinaria de carguío (costos hora)

La maquinaria responsable de las operaciones de carguío es el Cargador Frontal CAT 950H, a continuación, se detalla los cálculos de sus costos hora de trabajo del CAT 950H.

- Cálculo de la depreciación horaria

Marca y modelo de la maquina (CAT 950H)

Precio inicial (IT) en \$ 140,000.00

Vida útil 6 años

Salvamento el 20%

$$DEPRECIACIÓN = \frac{P - S}{N}$$

$$DEPRECIACIÓN = \frac{140000.00 - 140000.00 * 20\%}{6}$$

$$DEPRECIACIÓN = 18666.6 \frac{\$}{Año} * \frac{1 año}{2000h}$$

$$DEPRECIACIÓN = 9.33 \$/h$$

- Cálculo de la inversión promedio

$$IP = \frac{IT(N + 1)}{2 * N}$$

$$IP = \frac{140000.00(6 + 1)}{2 * 6}$$

$$IP = \$81,666.67$$

- **Cálculo de intereses**

La tasa anual promedio de intereses es de 15.46%, entonces

$$I = \frac{IP * \%tasa\ anual}{N^{\circ}\ horas\ anuales}$$

$$I = \frac{81666.67 * 15.46\%}{2000}$$

$$I = 6.31\$/h$$

- **Cálculo de impuestos, seguros y garaje.**

Seguros 2.5%

Impuestos 2.0%

Garaje 1.0%

$$ISG = \frac{IP * (\sum\ de\ tasas\ anuales)}{N^{\circ}\ de\ horas\ anuales}$$

$$ISG = \frac{81666.67 * (5.5\%)}{2000}$$

$$ISG = 2.25\$/h$$

- **Cálculo de los costos de mantenimiento**

Según la Norma Técnica “Elementos para la determinación del costo horario de los equipos y maquinaria de sector construcción”, especifica que el costo de mantenimiento para una maquina está alrededor del 70-90% del precio inicial de la máquina. Las mismas son destinadas el 25% para mano de obra y el 75% para repuestos. Para el presente cálculo se tomó el 80% del precio inicial de la máquina y las condiciones de trabajo son normales. En la tabla N°22 se analiza los costos de mantenimiento que son de 9.33 \$/h.

Tabla N°22: *Costos de mantenimiento*

Costos de mantenimiento	
Trabajo normal	80%
Porcentaje de mano de obra	25%
Porcentaje en repuestos	75%
Costos de mantenimiento	\$112,000.00

Cotos de mano de obra	\$2.33
Cotos de repuestos	\$7.00
TOTAL	\$9.33

Fuente: elaboración propia

Cálculo

- Costos de mantenimiento (mano de obra)

$$MO = \frac{(IT * \%Tipo\ de\ trabajo) * \%mano\ de\ obra}{N^{\circ}horas\ de\ vida\ util}$$

$$MO = \frac{(140000 * 80\%) * 25\%}{12000}$$

$$MO = \$2.33$$

- Costos de mantenimiento (repuestos)

$$MR = \frac{(IT * \%Tipo\ de\ trabajo) * \%repuestos}{N^{\circ}horas\ de\ vida\ util}$$

$$MR = \frac{(140000 * 80\%) * 75\%}{12000}$$

$$MR = \$7.00$$

- Cálculo de costos de operación

En el caso de los filtros se considera el 20% de los gastos de petróleo y lubricantes. En la tabla N°23 presenta los costos de operación de la Cargador Frontal CAT950H.

Tabla N°23: Costos de operación

Costos de operación			
Insumos	Cantidad	Precio unitario	Costo hora
Consumo de petróleo	6	\$3.57	\$21.41
Aceite de motor	0.038	\$19.89	\$0.76
Aceite de transmisión	0.027	\$22.73	\$0.61
Aceite Tfa, Red	0.034	\$25.57	\$0.87

Aceite dirección	0.015	\$19.89	\$0.30
Grasa	0.22	\$3.41	\$0.75
Refrigerante	0.002	\$14.20	\$0.03
Filtros	20%		\$4.94
Neumáticos	4	\$756.82	\$1.51
Vida útil de los neumáticos	2000	TOTAL	\$31.18

Fuente: elaboración propia.

- Costos totales por hora

En la tabla N°24 se presenta los costos totales para el cargador frontal CAT950H utilizada en el área de carguío.

Tabla N°24: *Costos totales por hora*

Descripción de costo	\$/h
Depreciación	\$9.33
Intereses	\$6.31
Impuestos, seguros y garaje	\$2.25
Costos de mantenimiento	\$9.33
Costos de operación	\$31.18
Total	\$58.41

Fuente: elaboración propia.

Costos de maquinaria de acarreo (costos hora)

La maquinaria responsable de las operaciones de acarreo en la interior mina es la CAT 420E, a continuación, se detalla los cálculos de sus costos hora de trabajo del CAT420E.

- Cálculo de la depreciación horaria

Marca y modelo de la maquina (CAT420E).

Precio inicial (IT) en \$ 120,000.00

Vida útil 6 años

Salvamento el 20%

$$DEPRECIACIÓN = \frac{P - S}{N}$$
$$DEPRECIACIÓN = \frac{120000.00 - 120000.00 * 20\%}{6}$$
$$DEPRECIACIÓN = 16000 \frac{\$}{Año} * \frac{1 \text{ año}}{2000h}$$
$$DEPRECIACIÓN = 8.00\$/h$$

- **Cálculo de la inversión promedio**

$$IP = \frac{IT(N + 1)}{2 * N}$$
$$IP = \frac{120000.00(6 + 1)}{2 * 6}$$
$$IP = \$70,000.00$$

- **Cálculo de intereses.**

La tasa anual promedio de intereses es de 15.46%, entonces

$$I = \frac{IP * \%tasa \text{ anual}}{N^\circ \text{ horas anuales}}$$
$$I = \frac{70000.00 * 15.46\%}{2000}$$
$$I = 5.41\$/h$$

- **Cálculo de impuestos, seguros y garaje.**

Seguros 2.5%

Impuestos 2.0%

Garaje 1.0%

$$ISG = \frac{IP * (\sum \text{ de tasas anuales})}{N^\circ \text{ de horas anuales}}$$
$$ISG = \frac{70000.00 * (5.5\%)}{2000}$$
$$ISG = 1.93\$/h$$

- **Cálculo de los costos de mantenimiento**

Según la Norma Técnica “elementos para la determinación del costo horario de los equipos y maquinaria de sector construcción”, especifica que el costo de mantenimiento para una máquina esta alrededor del 70-90% del precio inicial de la máquina. Las mismas son destinadas el 25% para mano de obra y el 75% para repuestos. Para el presente cálculo se tomó el 80% del precio inicial de la máquina y las condiciones de trabajo son normales. En la tabla N°25 se analiza los costos de mantenimiento que son de 8.00 \$/h.

Tabla N°25: *Costos de mantenimiento.*

Costos de mantenimiento	
Trabajo normal	80%
Porcentaje de mano de obra	25%
Porcentaje en repuestos	75%
Costos de mantenimiento	\$96,000.00
Costos de mano de obra	\$2.00
Costos de repuestos	\$6.00
TOTAL	\$8.00

Fuente: elaboración propia.

Cálculo

- **Costos de mantenimiento (mano de obra)**

$$MO = \frac{(IT * \%Tipo\ de\ trabajo) * \%mano\ de\ obra}{N^{\circ}horas\ de\ vida\ util}$$

$$MO = \frac{(120000.00 * 80\%) * 25\%}{12000}$$

$$MO = \$2.00$$

- **Costos de mantenimiento (repuestos)**

$$MR = \frac{(IT * \%Tipo\ de\ trabajo) * \%repuestos}{N^{\circ}horas\ de\ vida\ util}$$

$$MR = \frac{(120,000.00 * 80%) * 75\%}{12000}$$

$$MR = \$6.00$$

- **Cálculo de costos de operación**

En el caso de los filtros se considera el 20% de los gastos de petróleo y lubricantes. En la tabla N°26 presenta los costos de operación de la Retro-excavadora CAT420E.

Tabla N°26: *Costos de operación*

Costos de operación			
Insumos	Cantidad	Precio unitario	Costo hora
Consumo de petróleo	6	\$3.57	\$21.41
Aceite de motor	0.038	\$19.89	\$0.76
Aceite de transmisión	0.027	\$22.73	\$0.61
Aceite Tfa, Red	0.034	\$25.57	\$0.87
Aceite dirección	0.015	\$19.89	\$0.30
Grasa	0.22	\$3.41	\$0.75
Refrigerante	0.002	\$14.20	\$0.03
Filtros	20%		\$4.94
Neumáticos	4	\$426.14	\$0.85
Vida útil de los neumáticos	2000	TOTAL	\$30.52

Fuente: elaboración propia.

- **Costos totales por hora.**

En la tabla N°27 se presenta los costos totales para la Retro-excavadora CAT420E, utilizada en el área de acarreo en interior mina.

Tabla N°27: *Costos totales por hora*

Descripción de costo	s/h
Depreciación	\$8.00

Intereses	\$5.71
Impuestos, seguros y garaje	\$1.93
Costos de mantenimiento	\$8.00
Costos de operación	\$30.52
Total	\$53.86

Fuente: elaboración propia.

Costos de maquinaria de chancado (costos hora)

La maquinaria responsable de las operaciones de chancado es la chancadora KASUMY P.E 150 x 250, a continuación, se detalla los cálculos de sus costos hora de trabajo de la chancadora KASUMY P.E 150 x 250.

- Cálculo de la depreciación horaria

Marca y modelo de la maquina (KASUMY P.E 150 x 250).

Precio inicial (IT) en \$6,000.00

Vida útil 6 años

Salvamento el 20%

$$DEPRECIACIÓN = \frac{P - S}{N}$$

$$DEPRECIACIÓN = \frac{6,000.00 - 6,000.00 * 20\%}{6}$$

$$DEPRECIACIÓN = 800 \frac{\$}{Año} * \frac{1 año}{2000h}$$

$$DEPRECIACIÓN = 0.40\$/h$$

- Cálculo de la inversión promedio

$$IP = \frac{IT(N + 1)}{2 * N}$$

$$IP = \frac{6,000.00(6 + 1)}{2 * 6}$$

$$IP = \$3,500.00$$

- Cálculo de intereses

La tasa anual promedio de intereses es de 15.46%, entonces

$$I = \frac{IP * \%tasa\ anual}{N^\circ\ horas\ anuales}$$
$$I = \frac{3,500.00 * 15.46\%}{2000}$$
$$I = 0.27\$/h$$

- **Cálculo de impuestos, seguros y garaje**

Seguros 2.5%

Impuestos 2.0%

Garaje 1.0%

$$ISG = \frac{IP * (\sum\ de\ tasas\ anuales)}{N^\circ\ de\ horas\ anuales}$$
$$ISG = \frac{3,500.00 * (5.5\%)}{2000}$$
$$ISG = 0.10\$/h$$

- **Cálculo de los costos de mantenimiento**

Según la Norma Técnica “Elementos para la determinación del costo horario de los equipos y maquinaria de sector construcción”, especifica que el costo de mantenimiento para una máquina esta alrededor del 70-90% del precio inicial de la máquina. Las mismas son destinadas el 25% para mano de obra y el 75% para repuestos. Para el presente cálculo se tomó el 80% del precio inicial de la máquina y las condiciones de trabajo son normales.

En la tabla N°28 se analiza los costos de mantenimiento que son de 0.40 \$/h.

Tabla N°28: *Costos de mantenimiento.*

Costos de mantenimiento	
Trabajo normal	80%
Porcentaje de mano de obra	25%
Porcentaje en repuestos	75%
Costos de mantenimiento	\$4,800.00

Cotos de mano de obra	\$0.10
Cotos de repuestos	\$0.30
TOTAL	\$0.40

Fuente: elaboración propia.

Cálculo

- Costos de mantenimiento (mano de obra)

$$MO = \frac{(IT * \%Tipo\ de\ trabajo) * \%mano\ de\ obra}{N^{\circ}horas\ de\ vida}$$

$$MO = \frac{(6,000.00 * 80\%) * 25\%}{12000}$$

$$MO = \$0.10$$

- Costos de mantenimiento (repuestos)

$$MR = \frac{(IT * \%Tipo\ de\ trabajo) * \%repuestos}{N^{\circ}horas\ de\ vida\ util}$$

$$MR = \frac{(6,000.00 * 80\%) * 75\%}{12000}$$

$$MR = 0.30\$/h$$

- Cálculo de costos de operación

En el caso de los filtros se considera el 20% de los gastos de petróleo y lubricantes. En la tabla N°29 presenta los costos de operación de la chancadora KASUMY P.E 150 x 250.

Tabla N°29: Costos de operación

Costos de operación			
Insumos	Cantidad	Precio unitario	Costo hora
Consumo de petróleo	1	\$3.91	\$3.91
Aceite de motor	0.038	\$19.89	\$0.76
Grasa	0.22	\$3.41	\$0.75

Refrigerante	0.002	\$9.95	\$0.02
Filtros	10%		\$0.54
		TOTAL	\$5.98

Fuente: elaboración propia.

- **Costos totales por hora.**

En la tabla N°30 se presenta los costos totales para la chancadora KASUMY P.E 150 x 250, utilizada en el área de chancado.

Tabla N°30: *Costos totales por hora*

Descripción de costo	s/h
Depreciación	\$0.40
Intereses	\$0.27
Impuestos, seguros y garaje	\$0.10
Costos de mantenimiento	\$0.40
Costos de operación	\$5.98
Total	\$7.14

Fuente: elaboración propia.

Costos de maquinaria para la remoción de estéril (costos hora).

La maquinaria responsable de las operaciones de remoción de estéril es la excavadora CAT319DL, a continuación, se detalla los cálculos de sus costos hora de trabajo de la excavadora CAT319DL.

- **Cálculo de la depreciación horaria.**

Marca y modelo de la maquina (CAT319DL).

Precio inicial (IT) en \$ 200,000.00

Vida útil 6 años

Salvamento el 20%

$$DEPRECIACIÓN = \frac{P-S}{N} \text{ DEPRECIACIÓN} = P-S/N$$

$$DEPRECIACIÓN = \frac{200,000.00 - 200,000.00 * 20\%}{6}$$

$$DEPRECIACIÓN = 26666.66 \frac{\$}{\text{Año}} * \frac{1 \text{ año}}{2000h}$$

$$DEPRECIACIÓN = 13.33\$/h$$

- **Cálculo de la inversión promedio**

$$IP = \frac{IT(N + 1)}{2 * N}$$

$$IP = \frac{200,000.00(6 + 1)}{2 * 6}$$

$$IP = 116,666.67\$/h$$

- **Cálculo de intereses**

La tasa anual promedio de intereses es de 15.46%, entonces

$$I = \frac{IP * \%tasa\ anual}{N^\circ\ horas\ anuales}$$

$$I = \frac{116,666.67 * 15.46\%}{2000}$$

$$I = 9.02\$/h$$

- **Cálculo de impuestos, seguros y garaje**

Seguros 2.5%

Impuestos 2.0%

Garaje 1.0%

$$ISG = \frac{IP * (\sum\ de\ tasas\ anuales)}{N^\circ\ de\ horas\ anuales}$$

$$ISG = \frac{116,666.67 * (5.5\%)}{2000}$$

$$ISG = 3.21\$/h$$

- **Cálculo de los costos de mantenimiento**

Según la Norma Técnica “elementos para la determinación del costo horario de los equipos y maquinaria de sector construcción”, especifica que el costo de mantenimiento para una máquina esta alrededor del 70-90% del precio inicial de la máquina. Las mismas son destinadas el 25% para mano de obra y el 75% para repuestos. Para el presente cálculo se tomó el 80% del precio inicial de la máquina

y las condiciones de trabajo son normales. En la tabla N°31 se analiza los costos de mantenimiento que son de 13.33 \$/h.

Tabla N°31: *Costos de mantenimiento*

Costos de mantenimiento	
Trabajo normal	80%
Porcentaje de mano de obra	25%
Porcentaje en repuestos	75%
Costos de mantenimiento	\$160,000.00
Cotos de mano de obra	\$3.33
Cotos de repuestos	\$10.00
TOTAL	\$13.33

Fuente: elaboración propia.

Cálculo

- **Costos de mantenimiento (mano de obra)**

$$MO = \frac{(IT * \%Tipo\ de\ trabajo) * \%mano\ de\ obra}{N^{\circ}horas\ de\ vida\ util}$$

$$MO = \frac{(200,000.00 * 80\%) * 25\%}{12000}$$

$$MO = 3.33\$/h$$

- **Costos de mantenimiento (repuestos)**

$$MR = \frac{(IT * \%Tipo\ de\ trabajo) * \%repuestos}{N^{\circ}horas\ de\ vida\ util}$$

$$MR = \frac{(670,000.00 * 80\%) * 75\%}{12000}$$

$$MR = s/26.80h0$$

- **Cálculo de costos de operación.**

En el caso de los filtros se considera el 20% de los gastos de petróleo y lubricantes. En la tabla N°32 presenta los costos de operación de la excavadora CAT319DL.

Tabla N°32: *Costos de operación*

Costos de operación			
Insumos	Cantidad	Precio unitario	Costo hora
Consumo de petróleo	6	\$3.57	\$21.41
Aceite de motor	0.038	\$19.89	\$0.76
Aceite de transmisión	0.027	\$22.73	\$0.61
Aceite Tfa, Red	0.034	\$25.57	\$0.87
Aceite dirección	0.015	\$19.89	\$0.30
Grasa	0.22	\$3.41	\$0.75
Refrigerante	0.002	\$14.20	\$0.03
Filtros	20%		\$4.94
		TOTAL	\$29.67

Fuente: elaboración propia.

- **Costos totales por hora.**

En la tabla N°33 se presenta los costos totales para la excavadora CAT319DL, utilizada en el área de remoción de estéril.

Tabla N°33: *Costos totales por hora*

Descripción de costo	s/h
Depreciación	\$13.33
Intereses	\$9.02
Impuestos, seguros y garaje	\$3.21
Costos de mantenimiento	\$13.33
Costos de operación	\$29.67
Total	\$68.56

Fuente: elaboración propia.

Costos mano de obra (costos hora).

El análisis de costos de mano de obra se realizó por puesto de trabajo, tanto del personal que trabaja actualmente como el personal que se requiere para aumentar

la producción con el diseño de minado.

Según el D.S. N°009-97-SA DE LOS ASEGURADOS REGULARES, en su artículo 33 (aportes) hace mención que al trabajador por seguros le corresponde el 9% de la remuneración o ingresos, también hace mención el Decreto Legislativo N°713 que el trabajador tiene derecho a 24 horas consecutivas de descanso, estas generalmente se realizan los días domingos, además especifica que el trabajador tiene derecho a descanso en los días de feriado, de igual manera hace mención que 30 días al año el trabajador tiene derecho a vacaciones, todos los derechos escritos en el Decreto son remunerados. Los días feriados se consideran los siguientes: Año nuevo (1), jueves y viernes santo (2), Día del trabajador (1), San Pedro y San Pablo (1), Fiestas Patrias (2), Santa Rosa de Lima (1), Combate de Angamos (1), Todos los santos (1), Inmaculada Concepción (1), Navidad (1). Según la ley N°27735, menciona el otorgamiento de las gratificaciones para los trabajadores del régimen de la actividad privada por fiestas patrias y navidad, en su artículo N°1 hace mención que el trabajador tiene derecho a 2 remuneraciones al año, que estas son igual al equivalente a la remuneración que perciba el trabajador en la oportunidad en la que corresponda otorgar el beneficio (artículo 2). En la tabla N°34 el porcentaje de leyes y beneficios sociales.

Tabla N°34. *Leyes y beneficios sociales.*

Beneficios Sociales	Trabajador (días)	Leyes		Total
		Essalud 9%	S.C.T.R 1.50%	
Días trabajados	300	27	4.5	331.5
Feridos	12	1.08	0.18	13.26
Domingos	52	4.68	0.78	57.46
Vacaciones	30	2.7	0.45	33.15
Gratificaciones	60	5.4	0.9	66.3
	Total			501.67
				Leyes y beneficios sociales
				0.6722
				Leyes y beneficios sociales en %
				67.22

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N°35 se presenta el análisis de costos de mano de obra por puesto de trabajo, cabe resaltar que en el análisis de costos operacionales se utilizara la incidencia de cada puesto de trabajo en la producción diaria de la mina.

Tabla N°35: *Análisis de costo hora por puesto de trabajo*

Análisis de costos mano de obra				
OCUPACIÓN	SUELDO	%LyB.S	MONTO	\$/h
	MENSUAL			
Ingeniero de minas	s/.3000	67.22	s/.5016.7	5.9
Secretaria	s/.1500	67.22	s/.2508.4	3.0
Ingeniero de seguridad	s/.3000	67.22	s/.5016.7	5.9
Vigilante	s/.960	67.22	s/.1605.3	3.8
Operador cargador frontal	s/.2000	67.22	s/.3344.5	4.0
Operador retro-excavadora	s/.2000	67.22	s/.3344.5	4.0
Operador excavadora	s/.2000	67.22	s/.3344.5	4.0
Operador compresora	s/.1000	67.22	s/.1672.2	2.0
Operador chancadora	s/.1000	67.22	s/.1672.2	2.0
Obrero	s/.960	67.22	s/.1605.3	1.9
Almacenero	s/.1000	67.22	s/.1672.2	2.0
Martillero	s/.1000	67.22	s/.1672.2	2.0
Gerente	s/.4000	67.22	s/.6688.9	7.9

Fuente: elaboración propia.

Análisis de costos actuales

En la actualidad la mina se encuentra en operación, es ahí donde se observa el desconocimiento de la planificación y su influencia en los costos y por ende en la rentabilidad del proyecto. La producción es de 120 toneladas métricas de mineral de Hierro, la compresora tarda 2.05 horas para perforar una malla de 5x5 metros, el cargador frontal para cargar las 120 TM tardara 13 minutos, la retroexcavadora trabaja una hora y el personal trabaja las 8 horas al día. Con estas observaciones se deduce que el costo actual por TM de mineral de Hierro es de 4.14 dólares. En el caso de los obreros ganan 5 soles hora y son 16 obreros en total.

Tabla N°36. *Análisis de costos actuales y producción.*

Análisis de costos unitarios por tonelada métrica
--

	h/día	Precio hora	Costos día	Producción día	Costo s Tm
Compresora SULLAIR 750	2.05	\$19.35	\$39.69	120	\$4.14
Cargador Frontal CAT950H	0.13	\$58.41	\$7.32		
Retro-excavadora CAT420E	1	\$53.86	\$53.86		
Chancadora KASUMY P.E 150 x 250	8	\$7.14	\$57.16		
Obreros	8	\$1.90	\$243.23		
Operador-cargador frontal	8	\$3.96	\$31.67		
Operador-retro	8	\$3.96	\$31.67		
Operador-compresora	8	\$1.98	\$15.84		
Operador-chancadora	8	\$1.98	\$15.84		
Total			\$496.27		

Fuente: elaboración propia.

Análisis de costos planificados

Los costos planificados se refieren a los costos analizados después del diseño de minado y el ordenamiento de los procesos productivos de la mina. En comparación de los costos actuales de la mina se puede mencionar que con la misma maquinaria que cuenta la mina se ha aumentado la producción de 120 TM a 320 TM reduciendo los costos de 12.63 soles por tonelada métrica a 1.98 dólares por tonelada métrica.

Tabla N°37: *Costos por Tm de mineral de hierro, costos planificados.*

Análisis de costos unitarios por tm de mineral en la mejora de la producción							
Tipo de costo	Procesos	H/Dí a	Cantid ad	Costos \$. /h	CD- \$/Día	CI- \$/día	Sub- total
Cost os	Compresora	2.87	1	19.4	55.6	--	\$327.39
	O compren	3.87	1	2.0	7.7	--	

	Perforación y voladura.	Perforación y Martillero	3.87	2	2.0	15.3	--	
		Obrero	3.87	1	1.9	7.4	--	
	Carguío	Cargador	0.37	1	58.4	21.4	--	
		Frontal						
		Operador CF	0.37	1	4.0	1.4	--	
	Transporte	Retro-Excavadora	2.3	1	53.9	125.7	--	
		Operador-R	2.3	1	4.0	9.2	--	
	Remoción	Excavadora	0.5	1	68.6	34.3	--	
		Operador-E	0.5	1	4.0	2.0	--	
Costos planta	Área de chancado	Chancadora	8	1	7.1	57.2	--	\$103.40
		Operador-C	8	1	2.0	15.8	--	
		Obrero	8	2	1.9	30.4	--	
Costos administrativos		Gerente	8	1	7.9	--	63.3	\$203.65
		Almacenero	8	1	2.0	--	15.8	
		Secretaria	8	1	3.0	--	23.8	
		Ingeniero de seguridad	8	1	5.9	--	47.5	
		Ingeniero de minas	8	1	5.9	47.5	--	
	Vigilante.		14	1	3.8	--	53.2	
TOTAL				21		430.8	203.6	\$634.4
Producción diaria en TM							320	
Costos por tonelada métrica de mineral \$/TM							1.98	

Fuente: elaboración propia.

En el área de perforación para cumplir con la producción diaria programada se ha aumentado a dos martillos de perforación, la tabla N° 38 y N°39 presentan algunos parámetros de perforación. Los cuales sirvieron para el análisis de los costos.

Tabla N°38: Dimensiones de la malla

Profundidad	Ancho	Largo	Densidad Tm/Bm3
2	7	10	2.5

Producción maya	350
-----------------	-----

Fuente: elaboración propia.

Tabla N°39: *Tiempo de perforación.*

Por tabla 20.3 del libro de p y v de Carlos López Jimeno	
Diámetro de perforación mm	45
Resistencia a la compresión simple Mpa	150
S-espaciamiento	1.94
B-burden	1.58
Numero de taladros en S	5
Numero de taladros en B	4
Total de taladros	20
Metros perforados	45.93
Rango de penetración	8
Horas de perforación	5.74
Numero de martillos	2
Horas de perforación por martillo	2.87

Fuente: elaboración propia.

Determinación de la vida útil del proyecto

En el análisis de la vida útil del proyecto se tiene dos escenarios, un primer escenario la vida útil a base del sistema de explotación actual de la mina que sería de 797.83 años, mientras que la vida útil en el escenario de un sistema de explotación planificada es de 308.39 años. Estos años de vida útil son dinámicos que pueden cambiar a base que se aumente la producción en la mina y exista demanda.

Tabla N°40: *Análisis de la vida útil del proyecto.*

	Sistema de explotación actual	Sistema de explotación planificada
Reservas en TM	28,421,584.53	28,981,919.08
Producción diaria	120	320
Mensual en TM	2880	7680
Anual en TM	34560	92160

Fuente: elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos confirman la hipótesis planteada por el investigador, que si se propone un método de explotación por bancos entonces se incrementará la producción de la Concesión de Minera de Hierro Olmos 8 HPM. De acuerdo con los resultados la explotación por bancos aumenta considerablemente la producción, porque se trabaja de manera ordenada en todos los procesos productivos de la mina, los costos disminuyen de 12.63 la tonelada métrica de mineral de hierro a 6.83 la tonelada métrica de mineral de hierro, de tal forma que las utilidades de la empresa aumentarán si se considera aplicar el método por bancos. Se respalda la idea dicha por los autores (Huaman y Quispe, 2019).

En cuanto a los estudios de topografía es importante realizar la topografía del terreno natural y quebrado a detalle, más aún cuando se trata de

estimación de recursos, diseño de las explotaciones, cálculo de reservas y planificación mediante un estudio topográfico. Se respalda lo dicho por el autor (Montaño, 2017).

Así mismo lo que indica que la geología aporta mucho en proyectos mineros por facilitar la búsqueda de zonas mineralizadas de interés económico, en la investigación se respalda al autor porque la geología y su aporte ha sido indiscutible, en el análisis de los modelos geológicos y estimación de los recursos presentes en el área de estudio. Conociendo así su geología local y regional de la zona además de conocer su estructura, forma del terreno entre otras características.

Al momento de realizar el análisis geológico se pudo determinar el tipo de roca presente en el área de estudio, que según Rivera (2011) conocer el tipo de roca es un factor principal para determinar qué tipo de mineral existe en un yacimiento y saber si es de interés económico para la empresa.

González de Vallejo (2002) nos dice que las clasificaciones geomecánicas aportan en los estudios geotécnicos del macizo rocoso con la finalidad de conocer parámetros geomecánicos del macizo rocoso para su empleo tiene que ver en obras de ingeniería, en la investigación su empleo tiene que ver con el diseño de las explotaciones de hierro, específicamente en los ángulos de talud ya que se pueden producir accidentes a los que se encuentren sometidos los trabajadores, equipos y maquinaria debido a la inestabilidad que presenta una labor constituye una preocupación la cual debe ser considerada en la planificación de las labores mineras, Considerando lo dicho por el autor se realizó un estudio cualitativo y cuantitativo del macizo rocoso. De acuerdo a las clasificaciones geomecánicas de RQD, RMR, SMR y GSI, Estos estudios fueron necesarios, ya que debido a que existen diferentes tipos de rocas cada una con sus características y propiedades físicas y mecánicas diferentes se requiere conocer el comportamiento mecánico de los mismos, para determinar el tipo de sostenimiento que se requiere para evitar la caída de roca durante las operaciones.

Se concuerda lo afirmado por Herrera (2006) cuando expresa que los objetivos en el diseño de una mina debe estar contemplado en la selección del método de explotación, el dimensionamiento geométrico de la mina, la determinación del ritmo de producción anual y la secuencia de extracción; además, la selección del método de explotación debe responder a un análisis sistemático y global de los parámetros del yacimiento tales como la geometría del depósito, propiedades geomecánicas de las rocas, factores económicos, sociales y ambientales. Entonces, ¿Qué nos llevó a proponer el método de extracción por bancos descendentes? Las razones fueron el tipo de roca, el método de extracción por bancos descendentes el cual permite obtener mayores condiciones de seguridad, mayor recuperación del recurso y mejores condiciones ambientales a partir de los parámetros de diseño propuesto.

En cuanto al diseño del método de explotación por bancos, se ve su utilidad en cuestiones de producción, planificación, costos, seguridad del personal y maquinaria, etc. La importancia del buen diseño de la mina garantiza buena estabilidad de los taludes teniendo en cuenta las propiedades del macizo rocoso, así como parámetros geotécnicos en el diseño geométrico de los bancos. La presente investigación respalda lo mencionado por el autor (Herrera, 2007).

La determinación y dimensionamiento de los equipos de arranque, carguío, transporte y chancado se debe a factores determinantes como propiedades del material, capacidad de los equipos, distancia de transporte, habilidad del operador, etc., factores de mucha importancia a tener en cuenta en la selección de la maquinaria. De tal

El análisis de los costos en minería es bien complejo por su participación de múltiples variables, muchas de ellas su valor va cambiando con el tiempo que lo dan un comportamiento variable en el tiempo permitiendo en múltiples

ocasiones mejoras continuas en los procesos productivos. La investigación respalda lo mencionado por el autor (Muñoz, 2012).

Se concuerda con Yáñez (2018) que diseñar de manera técnica y económica la explotación de materiales es viable porque determinaremos la vida útil de dicha cantera ya que con un método de explotación por bancos nos ayudara a incrementar la producción porque conoceremos las características que posee el yacimiento minero y se trabajara de manera ordenada y confiable al momento de la extracción del mineral.

Se concuerda con lo confirmado por Bautista (2017) nos menciona que la explotación minera nos permitirá estudiar el dimensionamiento del yacimiento, su ubicación que minerales existen en la zona además que si se realiza estudios como factibilidad que permitirá ver si el yacimiento es viable y rentable económicamente, la presencia de riesgos financieros y técnicos que pueden haber el estudio de gran importancia es el de Impacto Ambiental este es el que otorga la licencia que permitirá explotar y la construcción de la infraestructura, seguidamente el cierre de mina que deberá reforestar las zonas afectadas por la actividad minera. La licencia ambiental para la explotación establecerá el método de explotación que puede ser a tajo abierto o subterráneo donde se empleará diferentes tipos de maquinaria de gran tamaño, capacidad y rentabilidad de acuerdo al volumen del depósito.

Se concuerda con lo afirmado por Valdivia (2016), mencionando que un plan de minado es importante porque conlleva a seguir una secuencia adecuada en las operaciones mineras que van desde la exploración hacia la venta de los materiales, así mismo se quiere evitar incidentes y accidentes que ponen en riesgo las labores y la seguridad de los trabajadores.

La situación actual de la cantera se encuentra en una etapa que no cuenta con estudios detallados del material que se extrae, debido a ello se hicieron análisis de laboratorio del mineral, del mismo modo que realizo Castro (2015), donde concluye que el material que se extrae es económicamente

explotable, debido a su grado de pureza.

VI. CONCLUSIONES

1. La importancia de la topografía en estudios de inversión minera es de suma importancia, facilitando las limitaciones del área de estudio, en la concesión minera "Olmos 8HPM" se limita las áreas de estudio de acuerdo a las operaciones mina, teniendo áreas de recursos inferidos, áreas de exploración, áreas de explotación y área de chancado, con extensión de área de 258,912.00 m², 259,385.00 m², 31,703.00 m² y 100.00 m² respectivamente. Más importante aun cuando la investigación involucra estimación de recursos y cálculo de reservas, es ahí donde se ve la importancia de la topografía superficial para minimizar el error en los cálculos antes mencionados. A lo largo de la vida del proyecto la topografía se convierte en una herramienta importante ayudando al modelado 3d de la mina, reporte de volúmenes, replanteo de los diseños, etc.

2. La geología se ha convertido en la ciencia indiscutible en proyectos mineros de inversión, empezando por la geología regional donde se determina evidencias de mineralización y futuros yacimientos mineros, en la concesión minera “Olmos 8HPM” donde predomina la unidad estratigráfica del Complejo Olmos (Pe-co), la litología de mencionada formación está constituida por Filitas negras que afloran superficie con presencia de cuarcitas de color gris negruzcas. En la geología local se puede observar la presencia de la zona mineralizada por debajo de una capa de materiales que no tienen valor económico considerado como estéril para la presente investigación, la zona mineralizada se observó la presencia de venillas de cuarzo lechoso y pizarras, con forme se profundiza la zona mineralizada se encuentra el Hierro más puro. Los recursos medidos son de 13, 603,831.03 Bm³ o 34, 009,577.58 TM de mineral y para los recursos indicados son de 12, 767,569.50 Bm³ o 31, 918,923.75 TM de mineral.

3. Los estudios geomecánicos del macizo rocoso ayudan a determinar la calidad del macizo rocoso presente en el área de estudio, aportan mucho en el área de sostenimiento, seguridad del personal como de todos los equipos de mina e influyen mucho en el diseño de la mina. En la concesión minera “Olmos 8HPM” el macizo rocoso es de tipo II BUENA en todas las 4 estaciones realizadas en campo, esto significa que estamos frente a un macizo rocoso que garantiza confiabilidad en las operaciones mineras. Para la E-O8HPM_1 el RMR es de 74 tipo de roca II BUENA, E-O8HPM_2 el RMR es de 66 tipo de roca II BUENA, E-O8HPM_3 el RMR es de 63 tipo de roca II BUENA y para la E-O8HPM_4 el RMR es de 68 tipo de roca II BUENA.

4. El diseño de la explotación por el método del banqueo minimiza los riesgos de colapso de taludes perjudicando las operaciones mina, además aumenta la producción a reducidos costos unitarios. En la concesión minera “Olmos 8HPM” se consideró una altura de banco de 10 metros ancho de

berma de seguridad de 6.5 metros, el ángulo de cara de banco es de 83° y el ángulo de talud de 52°. El pit final para el diseño se determinó en dos escenarios, en un primer escenario utilizando los costos actuales de producción de la mina, donde genera una rentabilidad máxima de \$ 153, 953,513.32 y en un segundo escenario donde se planifica las operaciones aumentando la producción y disminuyendo los costos de producción, el pit final genera una rentabilidad máxima de \$216, 051,099.14. En cuanto a las reservas son de 28, 421,584.53 TM de mineral si se sigue con el mismo sistema de explotación y 28, 981,919.08 TM de mineral si se cambia el método de explotación por bancos y una buena planificación de las operaciones mina.

5. Los equipos mineros se han convertido en un aliado indiscutible para los inversionistas en proyectos mineros, sin ellos sería imposible aumentar la producción y reducir los costos de operación. Para la concesión minera "Olmos 8HPM", la máquina encargada de la remoción de estéril es la excavadora CAT319DL con una producción de 102 Lm³/h , para los trabajos de perforación la compresora SULLAIR750 con un rango de penetración de 8 metros por hora, para los trabajos de carguío el cargador frontal CAT950H con una producción hora de 957 TM, para el transporte interior mina la retro-excavadora CAT420E con una producción hora de 150 TM y para la chancadora de quijadas KASUMY P.E 150 x 250 con una producción de 16 Lm³ de mineral.

6. El análisis de los costos unitarios de producción es de suma importancia en la ingeniería permitiendo evaluar las operaciones y tomar decisiones en la producción, la finalidad es minimizar los costos y aumentar la producción. En la concesión minera "Olmos 8HPM" los costos actuales son de \$4.14 la tonelada métrica de mineral y los costos del diseño de la explotación por bancos es de \$ 1.98 la tonelada métrica. La reducción de costos no está en eliminar algún proceso productivo de la mina si no aumentar los procesos productivos y al final obtener los costos unitarios más bajos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los inversionistas o encargados de las operaciones mina en la concesión minera “Olmos 8HPM” actualizar la topografía de la mina cada vez que se realice la extracción de áreas planificadas, con la finalidad de llevar un control más detallado de la mina.
2. Se recomienda realizar más estudios geológicos en las zonas donde carece de información, sobre todo en el área donde se ha considerado como recursos inferidos, con la finalidad de aumentar las reservas mineras
3. Se sugiere realizar estudios factibilidad para la compra de una perforadora que permita perforar taladros sobre los 5 metros de banco de trabajo o una

perforadora que perfore la altura de los bancos de seguridad de 10 metros, con la finalidad de aumentar más la producción diaria.

4. Se recomienda realizar estudios de factibilidad para la compra de camiones volquete para los trabajos de acarreo del estéril al botadero.
5. Se sugiere realizar estudios de planificación a mediano y corto plazo, con la finalidad de organizar las áreas de explotación y aumentar aún más la producción.
6. Se recomienda determinar una secuencia de minado de acuerdo a las facies obtenidas en la presente investigación y aumentar los frentes de explotación.
7. Se sugiere comprar una chancadora de quijadas más para disminuir la deficiencia en el área de chancado, es ahí donde se requiere aumentar la capacidad de chancado.
8. Se sugiere realizar estudios de dimensionamiento de equipos en las áreas de carguío y transporte, así como en el área de perforación.
9. Se recomienda diseñar las mallas de perforación y voladura teniendo en cuenta las variables de diseño de la perforación y voladura, con la finalidad de obtener la granulometría adecuada para el proceso de chancado.

REFERENCIAS

1. ALCÁNTARA, Dante. Apuntes de topografía. 2a ed. México: Universidad Autónoma Metropolitana, 1999. 190 pp.
ISBN: 970 – 654 – 444 – 5
Disponible en:
<http://hdl.handle.net/11191/391>
2. ANGELES y CUEVA, Optimización en la planificación minera a tajo abierto. Tesis (Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Privada del Norte, 2019.
Disponible en:
<https://hdl.handle.net/11537/15030>

3. ALVEAR y OTROS. Diseño y análisis económico de la explotación a cielo abierto de un yacimiento de caliza. Tesis (Ingeniero de Minas). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica Del Litoral, 2011.
4. BAUTISTA, Julio. Diseño Y Planeamiento de Minado Subterráneo para Incrementar la Producción diaria de la Unidad Operativa Pallancata – Proyecto Pablo – Compañía Minera Ares S.A.C. (Tesis de Pregrado). Perú: Universidad Nacional Del Altiplano, 2017.
Disponible en:
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4072>
5. BIENIAWSKI, Z. Engineering rock mass classifications: A complete manual for engineers and geologists and mining, civil, and petroleum engineering. John Wiley & Sons. Inc. Canadá.
6. BOHORQUEZ, Armando. Elección método y planificación de una amina (En línea). Perú: universidad nacional de Cajamarca, 2014. (fecha de consulta 30 de setiembre del 2019).
Disponible en:
<https://es.slideshare.net/georgesar7/metodo-de-explotacion>.
7. CARPALLO, Antonio y FLORES, Yohana. La catedral de Toledo en el siglo XVII: análisis documental de las encuadernaciones de tipo abanicos. BiD [en línea]. Diciembre 2018, n.º 41. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2019].
Disponible en:
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lih&AN=137393283&lang=es&site=eds-live>.
ISSN: 1575-5886
8. CASTRO, Cristian. Cubicación de reservas de agregados para determinar la vida útil en la cantera La Viña Cayaltí – Chiclayo. Tesis (Ingeniero de minas). Perú-Chiclayo: Universidad César Vallejo, facultad de ingeniería, 2018. 179

pp. Disponible en:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30050>

9. CASTRO, Bryam. Propuesta de implementación de plan de minado en la cantera de dolomita “Jajahuasi 2001” de la comunidad campesina Llocllapampa – provincia de Jauja”. (Tesis de Pregrado). Perú: Universidad Nacional Del Centro Del Perú, 2015.

Disponible en:

<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1343/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

10. CRUZ Álvarez, Héctor A. Estudio de Factibilidad de la Explotación de la Cantera Caimital en el Municipio de Turbaco [en línea]. Bogotá, 2006 [fecha de consulta 10 de setiembre de 2017].

Disponible en:

<https://repositorylasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/2156/tm91.06%c889.pdf>

11. Cruz Rubio, Maria. 2015. El Análisis Documental: Indización y Resumen en bases de datos especializadas. [En línea] 10 de 2014. [Citado el: 20 de octubre del 2019].

Disponible:

<http://hdl.handle.net/10760/6015>

12. CHANCASANAMPA, Wilber. Diseño de la malla de perforación y voladura para incrementar la productividad de tajeos en la Compañía minera Great Panther Coricancha S.A. tesis (Optar el título de ingeniero de minas). Perú: Universidad Nacional del Perú, 2013.122pp

Disponible en:

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/heandle/UNCP/5431/T010/74357222_T.pdf

13. DE LA TORRE, Luis. Realidad estratégica de la sostenibilidad de los

recursos naturales: la explotación de hierro. Tesis. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 261pp.

Disponible en:

<https://oa.upm.es/147747/1/luisDELATORRE.pdf>

14. GAONA, Aderling. Optimización de la voladura, Mina la Virgen de la Compañía Minera San Simón. S.A - Perú: Universidad Nacional de Piura. 127pp.

Disponible en:

<http://www.repistorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/963/MIN-GAO-GON-15.pdf>

15. GARCIA, Diego. 2015. Propuesta de un nuevo diseño para incrementar la producción de una cantera de agregados ubicada en el estado de México. Tesis (licenciado en ingeniería de minas). México: Universidad Autónoma de México, 2015.

Disponible en:

http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103326/castillo_Id.pdf?sequence=3&isAllowed=yhttp://ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/9460/TESIS%20COMPLETA.pdf?sequence=1

16. GONZÁLES DE VALLEJO, Luis. Ingeniería geológica. Madrid: Universidad Complutense De Madrid, 2002, 738 pp.

ISBN: 84 – 205 – 3104 - 9

17. HERRERA, Christian. Diseño del sistema de explotación de materiales de construcción existentes en la cantera "MINA 2", ubicada en la parroquia Cangahua, cantón Cayambe, provincia de Pichincha. Tesis (Ingeniero de Minas). Quito: Universidad Central Del Ecuador, facultad de ingeniería en geología, minas, petróleos y ambiental, 2016. 155 pp. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6488>

18. HERRERA, Juan. Métodos de Minería a Cielo Abierto [En línea]. Madrid,

2006 [fecha de consulta: 18 de octubre de 2019].

Disponible en:

http://oa.upm.es/10675/1/20111122_METODOS_MINERIA_A_CIELO_ABIERTO.pdf

19. HERRERA HERBERT, Juan. Diseño de explotaciones de cantera. [En línea]. [Fecha de consulta 20 de septiembre del 2019.] Madrid: Universidad Politécnica De Madrid, 2007. 41 pp.

ID: 21839

Disponible en:

<http://oa.upm.es/21839/>

20. HUAMAN y QUISPE, Método de extracción por bancos descendentes para optimizar la producción de agregados en la Cantera La Tuna Blanca, Santa Cruz – Cajamarca. Tesis (Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/38837>

21. JISKANI, IZHAR. Surface Mine Design. China: China University of Mining and Technology, 2017.

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.12675.55843>

22. JORC, 2012. Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves (The Jorc Code) [online]. The Joint Ore Reserves Committee of the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Australian Institute of Geoscientists and Minerals Council of Australia.

Available from:

<http://www.jorc.org/>

23. JIMÉNEZ, Lesly. Incremento de producción elaborando un plan de minado en la cantera Josmar-empresa Mabeisa SAC –Ferreñafe 2017. (Tesis de Pregrado). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/26653>

24. MANTEROLA, Carlos y OTZEN, Tamara. Por qué Investigar y cómo conducir una investigación. *International Journal of Morpholog* [en línea]. 2013, n.º 4. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2019].

Disponible en:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=108747882&lang=es&site=eds-live>

ISSN: 0717-9367

25. MARTINEZ, Brandy. Incremento de producción a partir de la gestión del tiempo en el transporte de mineral en el sector Nicole, Concesión Minera Esperanza II, Empresa Minera Minecsa, Zaruma-Ecuador. (Tesis de Pregrado). Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2016.

Disponible en:

<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/5343>

26. MCCOPA. Uruguay: Minas de Corrales al borde de la quiebra - Minería Pan-Americana. En línea. *Minería Pan-Americana*. 02/11/2018.

Disponible en:

<https://www.mineria-pa.com/noticias/uruguay-minas-de-corrales-al-borde-de-la-quiebra/>. [consultado el 18/09/2019].

27. MONTAÑO, Montaña. Topografía y minería a cielo abierto. Tesis. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017.

Disponible en:

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5942/1/Monta%C3%B1oLaverdeHenryGiovanny2017.pdf4>

28. MORAN, Israel. Inicio de Operaciones Mina en Tajo Abierto Coimolache. Tesis. Perú: Universidad nacional de Ingeniería del Perú, 2012.

Disponible en:

http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1211/1/moran_mi.pdf

29. NARANJO, Ramón. Modelo de Riesgo para la Evaluación Económico Financiera de Proyectos Mineros [en línea] Sevilla, 2005 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2019].

Disponible en:

<http://oa.upm.es/236/1/06200508.pdf>

30. NUÑEZ, Antonio. Impacto Ambiental de la Explotación del Yacimiento de Materiales de Construcción El Cacao [en línea] Cuba, 2011 [fecha de consulta: 18 de octubre de 2019].

Disponible en:

<http://www.redalyc.org/pdf/2235/223516049004.pdf>

31. PANTOJA, Luis. El método de explotación tajo abierto y la productividad en Castrovirreyna Compañía Minera – U.P. San Genaro. Tesis (Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Nacional Del Centro Del Perú, 2013. 108 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1332>

32. QUIJANO, Ferry, aplicación de la topografía en minería a cielo abierto mina la calera – cementos Argos yumbo valle. Tesis. Armenia: universidad de Quindío, 2013. 112pp

Disponible

en:

https://handbook.ustx.bo/nuevavicerrectorado/citas/TECNOLOGIAS_20/Topografia/15pdf

33. Revista mundo minero. El buen momento de los materiales [En línea]. Colombia: GBS grupo editorial, 2016 [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2018]

ISSN: 2248 – 4485

Disponible en:

<http://mundominero.com.co/el-buen-momento-de-los-materiales/>

34. RIVADENEIRA, Jéssica. Explotación de caliza a cielo abierto de la concesión minera "Gretha Piedad". (Tesis de Pregrado). Ecuador: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, 2015.
Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4906>
35. RIVERA Mantilla, Hugo. Geología General [en línea]. Perú, 2011 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2019].
Disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/148429055/Geologia-general-Hugo-Rivera-Mantilla>
36. SIERRA, Diana. Diseño y planeamiento minero para la Cantera de Muro de las Dos propiedades de Cementos Argos en el municipio de Nare – Antioquia. Tesis (Ingeniero de Minas). Colombia: Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia, 2017.102pp.
Disponible en:
<https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2245>
37. Texto Único Ordenada De La Ley General De Minería (D.S. N° 014-92-EM), Lima, Perú, 02 de junio de 1992.
38. TUMIALAN, Pedro. Compendio de Yacimientos Minerales del Perú [en línea] Perú, 2008 [fecha de consulta: 28 de octubre del 2019].
Disponible en:
<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/libros/2007/cyacimientos/contenido.htm>
39. VALDIVIA, Carlos. Plan de minado del proyecto Tucari – empresa minera Aruntani SAC. (Tesis de Pregrado). Perú: Universidad Nacional De San

Agustín de Arequipa, 2016.

Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2571>

40. YÁNEZ, Duval. Diseño de explotación de la cantera Patacón, ubicada en la parroquia San Sebastián, cantón Chimbo, provincia de Bolívar. Tesis (Ingeniero de Minas). Quito: Universidad Central Del Ecuador, 2016. 128 pp.

Disponible en:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14322>

ANEXOS

Anexo N°1. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL.	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	INDICE	RECOLECCIÓN DE DATOS			
						TÉCNICA	INSTRUMENTO		
Método de explotación por bancos	Según Alvear, López, Pindo y Proaño (2011) El método de explotación por bancos es muy beneficioso se elaborará bancos con dirección hacia abajo que permitirá la extracción del material estéril para luego extraer el mineral de valor económico para diseñar estos bancos se tiene que seguir parámetros técnicos, económicos, operativos, que garanticen en todas las actividades seguridad de los trabajadores y de los equipos y maquinaria a utilizar y así lograremos altos índices de productividad incrementando la producción que hará más competitiva a cualquier concesión minera	Topografía	Levantamiento topográfico	Ubicación Limites Relieve Áreas explotadas	UTM	Observación	Guía de observación de campo	de	
		Recursos	Naturaleza del recurso	Metal No Metal	Adimensional	Observación	Guía de observación	de	
			Tipo del recurso	Medidos Indicados Inferidos	Toneladas Métricas				
		Geomecánica	Clasificaciones geomecánicas	RQD RMR GSI	% Adimensional	Observación	Guía de observación de campo	de	
			Propiedades mecánicas de la roca	Resistencia a la compresión simple	MPa				
		Factores operativos	Geometría del banco	Angulo de banco Altura de talud Angulo de cara de banco Ancho de berma	Grados m Grados m	Análisis documental	Guía de análisis documental	de	
			Geometría del Pit final	Angulo de pit final Angulo de interrampa Profundidad del pit	Grados Grados m				
		Factores ambientales	Impacto ambiental	Físicos Biológicos Químicos	Adimensional Adimensional Adimensional	Observación	Guía de observación	de	

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL.	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	INDICE	RECOLECCIÓN DE DATOS		
						TÉCNICA	TÉCNICA	
Incremento de la producción de hierro	Según Martínez (2016), La producción en la actividad minera es muy importante porque ayudará a mejorar la productividad en la empresa, tendrá mayor eficiencia y rendimiento con beneficios económicos y resultados óptimos diarios, mensuales y anuales Reemplazando los métodos artesanales o empíricos con métodos de explotación adecuados utilizando las técnicas y maquinaria adecuada de gran capacidad, eficiencia y personal capacitado se logrará una productividad en todas las empresas minera.	Geología	Geología regional Geología local	Unidades estratigráficas Unidades estratigráficas	Tiempo geológico Tiempo geológico	Análisis documental	Guía de análisis documental	
		Mineralogía	Mineral hierro	Litología	----	Observación	Guía de observación	
				Estructuras geológicas	----	Observación	Guía de observación	
		Densidad	Tm/m3					
		Angulo de reposo	Grados					
		Estimación de reservas	Modelo geológico	Angulo dinámico	Grados	Observación	Guía de observación	
				Peso específico	KN/m3			
				Reservas probadas	m3			
		Producción	Equipos	Personal	Carguío	Cantidad	Observación	Guía de observación
					Transporte	Cantidad		
					Perforación	Cantidad		
					Chancado	Cantidad		
				Mineral de hierro	Operarios	Cantidad		
					Peones	Cantidad		
					Profesionales	Cantidad		
					Año	M3		
					Mes	M3		
Día	M3							
Economía	Ingresos	Costos	--	S/.	Observación	Guía de observación		
			Egresos	--			S/.	
			Utilidades	--			S/.	
				--			S/.	



TITULO: MÉTODO DE EXPLOTACIÓN POR BANCOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA CONCESIÓN MINERA DE HIERRO OLMOS 8 HPM

Problema	Objetivo General	Hipótesis	Variables	Tipo y diseño de investigación
<p>Baja producción en la mina de Hierro Olmos 8 HPM.</p> <p>Formulación del Problema</p> <p>¿De qué manera el método de explotación por bancos podrá incrementar la producción en el yacimiento de Hierro Olmos 8 HPM?</p>	<p>Proponer un método de explotación por bancos para incrementar la producción en el yacimiento de hierro de Hierro Olmos 8 HPM, olmos.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir la caracterización del yacimiento mediante un levantamiento topográfico de la zona de estudio. • Analizar la geología regional y local para la caracterización geológica de la zona. • Estimar las reservas aplicando el software minero RecMin. • Diseñar los bancos de explotación, la malla de perforación y voladura para mejorar la producción. 	<p>Si se propone un método de explotación por bancos entonces se incrementará la producción en el yacimiento de Hierro Olmos 8 HPM olmos,</p>	<p>Variable Independiente: Método de explotación por bancos</p> <p>Variable Dependiente: Incremento de producción</p>	<p>Cuantitativa Explicativa</p>

Anexo N° 3. Instrumentos de recolección de datos

GUÍA DE OBSERVACIÓN

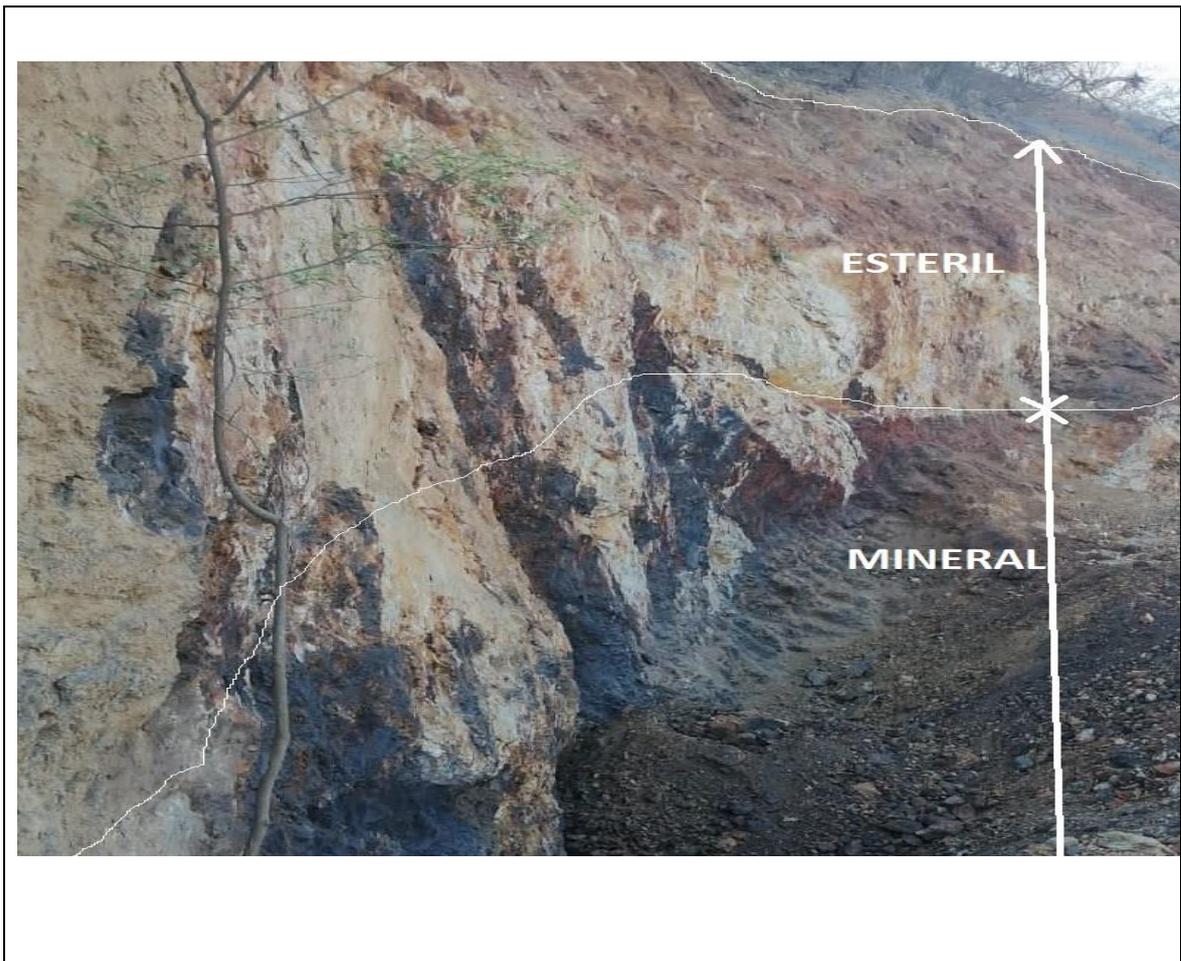
Método de explotación por bancos para incrementar la producción de la Concesión Minera de Hierro “Olmos 8HPM”.

El siguiente instrumento tiene la finalidad de recopilar toda la información correspondiente a la topografía del área de estudio como: áreas ya explotadas, áreas intactas, relieve, límite de la concesión, etc.

Nombre: Cuadro de levantamiento topográfico

Formato para: Realizar el levantamiento topográfico del área de estudio.

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO PARA LOS ESTUDIOS DE TOPOGRAFÍA					
CONCESIÓN MINERA					
VÉRTICE	ESTE		NORTE		
1	643875		9346300		
2	644892		9343500		
3	643954		9343150		
4	642928		9345980		
5					
6					
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO					
PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN	CROQUIS
1	644217.81	9344622.00	380	A-Explotación	
2	644076.19	9344908.00	381	A-Explotación	
3	644034.50	9344898.00		A-Explotación	
4	644110.13	9344764.00		A-Explotación	
5	644193.50	9344579.00		A-Explotación	
6	644249.06	9344651.00	379	A-Explotación	
7	644161.06	9344764.00		A-Explotación	
8	643992.81	9344855.00	390.35	Perímetro	
9	644303.25	9344894.0	361.76	Perímetro	
10	644475.13	9344475.0	337.81	Perímetro	
11	644414.81	9344292.00	340.00	Perímetro	
12	644164.63	9345096.00	368.76	Perímetro	
13	644056.13	9345371.00	420.38	Perímetro	
14	643938.56	9345392.00	451.04	Perímetro	
15	643839.06	9345199.00	469.43	Perímetro	
16	644250.56	9344801.00	349.99	TN	
17	644013.00	9345140.00	440	Calicata	
18	643995.00	9345100.00	438	Calicata	
19	644094.00	9345050.00	375	Calicata	
20	643988.00	9345320.00	441	Calicata	
DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE: Es generalmente ondulado con pendientes pronunciadas, las plantas más abundantes son los faiques característicos de la zona.					



GUÍA DE OBSERVACIÓN

Método de explotación por bancos para incrementar la producción de la Concesión Minera de Hierro “Olmos 8HPM”.

El siguiente instrumento tiene como objetivo recolectar toda la información geomecánica del macizo rocoso presente en el área de estudio.

Nombre: Hoja de estación geomecánica del RMR.

Formato para: Determinar la calidad del macizo rocoso.

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R Y RQD)																	
ESTACIÓN: E-08HPM_1		ESTE:			NORTE:			ELEVACIÓN:			Pnt.	FOTOGRAFIA REPRESENTATIVA					
R.COMPRESI. UNIAX MPa	>250	15	100-250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	<25	2	<5	1	<1	0	1	12	
CALCULO DEL RQD	D. DEERE		PLAMSTROM				PRIEST AND HUDSON										
							1		2								
							2		5								
							3		4								
							4		8								
							5		6								
							6		7								
							7		3								
			PROMEDIO				PROMEDIO										
RQD %.	90-100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	< 25	3	2					20	
ESPACIAMIENTO (m)	>2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	< 0.06	5	3					10	
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	<1m long.	6	1 - 3 m Long.	4	3 - 10 m	2	10 - 20 m	1	> 20 m	0	4A				4	
	ABERTURA	Cerrada	6	<0.1 mm apert.	5	0.1 - 1 mm	4	1 - 5 mm	1	> 5 mm	0	4B				1	
	RUGOSIDAD	Muy rugosa	6	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla	0	4C				3	
	RELLENO	Limpia	6	Duro <5mm	4	Duro >5mm	2	Suave <5mm	2	Suave > 5mm	0	4D				6	
	ALTERACION	Sana	6	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy alterada	2	Descompuesta	0	4E				3	
AGUA SUBTERRANEA	Seca	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Flujo	0	5				15		
VALOR TOTAL DE RMR (SUMA DE VALORACION DE 1 A 5) =														74			
CLASE DE MACIZO ROCOSO SEGÚN RMR										CLASE DE MACIZO ROCOSO SEGÚN RQD							
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30 - 21	20 - 0	20 - 0	RQD	100-90	90-75	75-50	50-25	25-0			
DESCRIP.	Muy Buena	II Buena	IIIa Regular A	IIIb Regular B	IVa Mala A	IVb Mala B	V Muy Mala	V Muy Mala	DESCRIP.	Muy buena	Buena	Mediana	Mala	Muy mala			
OBSERVACIONES:																	
GRADO	INDICE DE RESISTENCIA IDENTIFICACION DE CAMPO					RANGO.RESIS COMP. MPa		GRADO	INDICE DE ALTERACIÓN DESCRIPCIÓN								
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla					1- 5		I SANA	Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás ligeramente decoloración sobre superficies de discontinuidades principales								
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpes firmes del martillo (de punta)					5 - 25		II LIGERA	La decoloración indica alteración del material rocoso y superficie de discontinuidades. El material rocoso descolorido extremadamente es más débil que en su condición sana								
R3	No se ralla ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del partillo					25 - 50		III MODERADA	Menos de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrado a un suelo, la roca sana o descolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso								
								IV MUY ALTERADA	Más de la mitas de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrada a un suelo, la roca sana o descolorada se presenta como un núcleo rocoso								
R4	La muestra se rompe con más de un golpe del martillo					50 -100		V DESCOMPUESTA	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrada a suelo. La estructura original de la masa rocosa aún se conserva intacta.								
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra					100 - 250											
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo					>250											
FORMULAS DE CÁLCULO																	
D. DEERE						PLAMSTROM						PRIEST AND HUDSON					

$$RQD = \frac{\sum L_i}{L} \times 100$$

$$RQD = 115 - 3.3J_v$$

$$RQD = 100e^{-0.1\lambda}(0.1\lambda + 1)$$

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R Y RQD)

ESTACIÓN: E-O8HPM_2		ESTE:			NORTE:			ELEVACIÓN:			Pnt.	FOTOGRAFÍA REPRESENTATIVA				
R.COMPRE.UNIAX MPa	>250	15	100-250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	<25	2	<5		1	<1	0	1
CALCULO DEL RQD	D. DEERE		PLAMSTROM			PRIEST AND HUDSON										
			PROMEDIO			PROMEDIO										
RQD %.	90-100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	< 25	3	2	20				
ESPACIAMIENTO (m)	>2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	< 0.06	5	3	8				
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	<1m long.	6	1 - 3 m Long.	4	3 - 10 m	2	10 - 20 m	1	> 20 m	0	4A	4			
	ABERTURA	Cerrada	6	<0.1 mm apert.	5	0.1 - 1 mm	4	1 - 5 mm	1	> 5 mm	0	4B	4			
	RUGOSIDAD	Muy rugosa	6	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla	0	4C	3			
	RELLENO	Limpia	6	Duro <5mm	4	Duro >5mm	2	Suave <5mm	2	Suave > 5mm	0	4D	2			
ALTERACION	Sana	6	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy alterada	2	Descompuesta	0	4E	3				
AGUA SUBTERRANEA	Seca	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Flujo	0	5	15				
VALOR TOTAL DE RMR (SUMA DE VALORACION DE 1 A 5) =											66					

CLASE DE MACIZO ROCOSO SEGÚN RMR							CLASE DE MACIZO ROCOSO SEGÚN RQD							
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30 - 21	20 - 0	20 - 0	RQD	100-90	90-75	75-50	50-25	25-0
DESCRIP.	Muy Buena	II Buena	IIIa Regular A	IIIb Regular B	IVa Mala A	IVb Mala B	V Muy Mala	V Muy Mala	DESCRIP.	Muy buena	Buena	Mediana	Mala	Muy mala

OBSERVACIONES:				
GRADO	INDICE DE RESISTENCIA IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	RANGO.RESIS COMP. MPa	GRADO	INDICE DE ALTERACION DESCRIPCION
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla	1- 5	I SANA	Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás ligeramente decoloración sobre superficies de discontinuidades principales
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpes firmes del martillo (de punta)	5 - 25	II LIGERA	La decoloración indica alteración del material rocoso y superficie de discontinuidades. El material rocoso descolorido extremadamente es más débil que en su condición sana
R3	No se ralla ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del partillo	25 - 50	III MODERADA	Menos de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrado a un suelo, la roca sana o descolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso
			IV MUY ALTERADA	Más de la mitas de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrada a un suelo, la roca sana o descolorada se presenta como un núcleo rocoso
R4	La muestra se rompe con más de un golpe del martillo	50 -100	V DESCOMPUESTA	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrada a suelo. La estructura original de la masa rocosa aún se conserva intacta.
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250		
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	>250		

FÓRMULAS DE CÁLCULO																										
D. DEERE				PLAMSTROM				PRIEST AND HUDSON																		
$RQD = \frac{\sum L_i}{L} \times 100$				$RQD = 115 - 3.3J_v$				$RQD = 100e^{-0.1\lambda}(0.1\lambda + 1)$																		
VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R Y RQD)																										
ESTACIÓN: E-08HPM_3		ESTE:			NORTE:			ELEVACIÓN:			Pnt.	FOTOGRAFIA REPRESENTATIVA														
R.COMPRES. UNIAX MPa	>250	15	100-250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	<25	2	<5	1	<1	0	1	4										
CALCULO DEL RQD	D. DEERE		PLAMSTROM				PRIEST AND HUDSON																			
							1		5																	
							2		6																	
							3		8																	
							4		4																	
							5		7																	
							6		5																	
							7		7																	
			PROMEDIO			PROMEDIO			6																	
RQD %.	90-100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	< 25	3	2	17														
ESPACIAMIENTO (m)	>2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	< 0.06	5	3	8														
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	<1m long.	6	1 - 3 m Long.	4	3 - 10 m	2	10 - 20 m	1	> 20 m	0	4A	4													
	ABERTURA	Cerrada	6	<0.1 mm apert.	5	0.1 - 1 mm	4	1 - 5 mm	1	> 5 mm	0	4B	4													
	RUGOSIDAD	Muy rugosa	6	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla	0	4C	3													
	RELLENO	Limpia	6	Duro <5mm	4	Duro >5mm	2	Suave <5mm	2	Suave > 5mm	0	4D	2													
ALTERACIÓN	Sana	6	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy alterada	2	Descompuesta	0	4E	3														
AGUA SUBTERRANEA	Seca	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Flujo	0	5	15														
VALOR TOTAL DE RMR (SUMA DE VALORACIÓN DE 1 A 5) =														63												
CLASE DE MACIZO ROCOSO SEGÚN RMR														CLASE DE MACIZO ROCOSO SEGÚN RQD												
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30 - 21	20 - 0	20 - 0	RQD	100-90	90-75	75-50	50-25	25-0												
DESCRIP.	Muy Buena	II Buena	IIIa Regular A	IIIb Regular B	IVa Mala A	IVb Mala B	V Muy Mala	V Muy Mala	DESCRIP.	Muy buena	Buena	Mediana	Mala	Muy mala												
OBSERVACIONES:																										
GRADO	INDICE DE RESISTENCIA IDENTIFICACIÓN DE CAMPO					RANGO.RESIS COMP. MPa			GRADO	INDICE DE ALTERACIÓN DESCRIPCIÓN																
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla					1- 5			I SANA	Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás ligeramente decoloración sobre superficies de discontinuidades principales																
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpes firmes del martillo (de punta)					5 - 25			II LIGERA	La decoloración indica alteración del material rocoso y superficie de discontinuidades. El material rocoso descolorido extremadamente es más débil que en su condición sana																
R3	No se ralla ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del partillo					25 - 50			III MODERADA	Menos de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrado a un suelo, la roca sana o descolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso																
									IV MUY ALTERADA	Más de la mitas de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrada a un suelo, la roca sana o descolorada se presenta como un núcleo rocoso																
R4	La muestra se rompe con más de un golpe del martillo					50 -100			V DESCOMPUESTA	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrada a suelo. La estructura																

R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250		original de la masa rocosa aún se conserva intacta.										
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	>250												
FORMULAS DE CÁLCULO														
D. DEERE		PLAMSTROM		PRIEST AND HUDSON										
$RQD = \frac{\sum L_i}{L} \times 100$		$RQD = 115 - 3.3J_v$		$RQD = 100e^{-0.1\lambda}(0.1\lambda + 1)$										
VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R Y RQD)														
ESTACIÓN: E-O8HPM_4		ESTE: NORTE:		ELEVACIÓN:										
R.COMPRE.UNIAX MPa	>250 15	100-250 12	50 - 100 7	25 - 50 4										
	<25 2	<5 1	<1 0	1 12										
CALCULO DEL RQD	D. DEERE	PLAMSTROM		PRIEST AND HUDSON										
				1	7									
				2	6									
				3	5									
				4	4									
				5	3									
				6	2									
				7	8									
	PROMEDIO		PROMEDIO		5									
RQD %.	90-100 20	75 - 90 17	50 - 75 13	25 - 50 8	< 25 3	2 20								
ESPACIAMIENTO (m)	>2 20	0.6 - 2 15	0.2 - 0.6 10	0.06 - 0.2 8	< 0.06 5	3 10								
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	<1m long. 6	1 - 3 m Long. 4	3 - 10 m 2	10 - 20 m 1	> 20 m 0	4A 4							
	ABERTURA	Cerrada 6	<0.1 mm apert. 5	0.1 - 1 mm 4	1 - 5 mm 1	> 5 mm 0	4B 1							
	RUGOSIDAD	Muy rugosa 6	Rugosa 5	Lig. Rugosa 3	Lisa 1	Espejo de falla 0	4C 1							
	RELLENO	Limpia 6	Duro <5mm 4	Duro >5mm 2	Suave <5mm 2	Suave > 5mm 0	4D 2							
ALTERACION	Sana 6	Lig. Alterada 5	Mod. Alterada 3	Muy alterada 2	Descompuesta 0	4E 3								
AGUA SUBTERRANEA	Seca 15	Húmedo 10	Mojado 7	Goteo 4	Flujo 0	5 15								
VALOR TOTAL DE RMR (SUMA DE VALORACION DE 1 A 5) =						68								
CLASE DE MACIZO ROCOSO SEGÚN RMR								CLASE DE MACIZO ROCOSO SEGÚN RQD						
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30 - 21	20 - 0	20 - 0	RQD	100-90	90-75	75-50	50-25	25-0
DESCRIP.	Muy Buena	II Buena	IIIa Regular A	IIIb Regular B	IVa Mala A	IVb Mala B	V Muy Mala	V Muy Mala	DESCRIP.	Muy buena	Buena	Mediana	Mala	Muy mala
OBSERVACIONES:														
GRADO	INDICE DE RESISTENCIA IDENTIFICACIÓN DE CAMPO				RANGO.RESIS COMP. MPa				GRADO	INDICE DE ALTERACIÓN DESCRIPCIÓN				
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla				1- 5				I SANA	Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás ligeramente decoloración sobre superficies de discontinuidades principales				
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpes firmes del martillo (de punta)				5 - 25				II LIGERA	La decoloración indica alteración del material rocoso y superficie de discontinuidades. El material rocoso descolorido extremadamente es más débil que en su condición sana				
R3	No se ralla ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del partillo				25 - 50				III MODERADA	Menos de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrado a un suelo, la roca sana o descolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso				

			IV MUY ALTERADA	Más de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrada a un suelo, la roca sana o descolorada se presenta como un núcleo rocoso
R4	La muestra se rompe con más de un golpe del martillo	50 -100	V DESCOMPUESTA	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrada a suelo. La estructura original de la masa rocosa aún se conserva intacta.
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250		
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	>250		
FORMULAS DE CÁLCULO				
D. DEERE		PLAMSTROM		PRIEST AND HUDSON
$RQD = \frac{\sum L_i}{L} \times 100$		$RQD = 115 - 3.3J_v$		$RQD = 100e^{-0.1\lambda}(0.1\lambda + 1)$

TESIS: Método de explotación por bancos para incrementar la producción de la Concesión Minera de Hierro Olmos 8 HPM

POR: Br. MORE NUNURA Zaida Anakaren

FECHA: 15/06/2020
HOJA: Para el GSI

ESTACIÓN

E:

N:

Z:

E-08HPM_1

INDICE DE RESISTENCIA GEOLOGICA MACIZOS ROCOSOS FRACTURADOS
(Marinos & Hoek (2000))

Estime el valor típico de *GSI* considerando el tipo de roca, la estructura del macizo rocoso, y la condición de las discontinuidades.

NO trate de ser demasiado preciso. De hecho, el considerar $33 \leq GSI \leq 37$ es más realista que considerar $GSI = 35$. Note que esta tabla NO es aplicable a problemas con control estructural. Si hay estructuras desfavorablemente orientadas, ellas controlarán el comportamiento del macizo rocoso.

En aquellos casos en que la resistencia al corte de las estructuras podría ser afectada por la humedad, deberá considerarse la eventual presencia de agua. Esto puede hacerse "desplazando hacia la derecha" el rango estimado para *GSI*.

La presión del agua no se considera al evaluar el rango de *GSI*, ya que la misma se incorpora posteriormente en los análisis geotécnicos, los que se desarrollan considerando esfuerzos efectivos.

CONDICION DE LAS ESTRUCTURAS

MUY BUENA Muy rugosas, cajas frescas o no intemperizadas	BUENA Rugosas, cajas ligeramente intemperizadas y algo oxidadas.	REGULAR Lisas, cajas moderadamente intemperizadas y algo oxidadas	MALA Pulidas, cajas meteorizadas, con péñinas o con rellenos y/o fragmentos angulosos	MUY MALA Pulidas, cajas muy meteorizadas, con péñinas o con rellenos de arcilla blanda
--	--	---	---	--

ESTRUCTURA DEL MACIZO

DISMINUYE LA CALIDAD →



INTACTA o MASIVA
Probetas de roca intacta. Macizos masivos o con pocas y muy espaciadas estructuras.



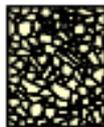
BLOCOSA
Macizos con 3 sets de estructuras, que definen bloques cúbicos, bien trabados entre sí.



MUY BLOCOSA
Macizos con 4 sets de estructuras, o más, que definen bloques angulosos y trabados, pero que están parcialmente perturbados.



BLOCOSA VETEADA
Macizos plegados y con bloques angulosos formados por la intersección de muchas estructuras. Los planos de estratificación y/o esquistosidad son persistentes.



DESINTEGRADA
Macizo fuertemente fracturado, con una mezcla de bloques angulosos y redondeados, pobremente trabados.



LAMINADA / CIZALLADA
Macizo con planos débiles (cizalle y/o esquistosidad), muy poco espaciados entre sí y que no definen bloques.

DISMINUYE TRABAZON ENTRE BLOQUES ↓

90			N/A	N/A
80			50	40
70				30
60				20
				10
N/A	N/A			

TESIS: Método de explotación por bancos para incrementar la producción de la Concesión Minera de Hierro Olmos

8 HPM

ESTACION

E-08HPM_2

POR:
Br. MORE NUNURA
Zaida Anakaren

FECHA: 15/06/2020

HOJA: Para el GSI

E:

N:

Z:

INDICE DE RESISTENCIA GEOLOGICA MACIZOS ROCOSOS FRACTURADOS (Marinos & Hoek (2000))

Estime el valor típico de *GSI* considerando el tipo de roca, la estructura del macizo rocoso, y la condición de las discontinuidades.

NO trate de ser demasiado preciso. De hecho, el considerar $33 \leq GSI \leq 37$ es más realista que considerar $GSI = 35$. Note que esta tabla NO es aplicable a problemas con control estructural. Si hay estructuras desfavorablemente orientadas, ellas controlarán el comportamiento del macizo rocoso.

En aquellos casos en que la resistencia al corte de las estructuras podría ser afectada por la humedad, deberá considerarse la eventual presencia de agua. Esto puede hacerse "desplazando hacia la derecha" el rango estimado para *GSI*.

La presión del agua no se considera al evaluar el rango de *GSI*, ya que la misma se incorpora posteriormente en los análisis geotécnicos, los que se desarrollan considerando esfuerzos efectivos.

ESTRUCTURA DEL MACIZO



INTACTA o MASIVA
Probetas de roca intacta. Macizos masivos o con pocas y muy espaciadas estructuras.



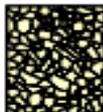
BLOCOSA
Macizos con 3 sets de estructuras, que definen bloques cúbicos, bien trabados entre sí.



MUY BLOCOSA
Macizos con 4 sets de estructuras, o más, que definen bloques angulosos y trabados, pero que están parcialmente perturbados.



BLOCOSA VETEADA
Macizos plegados y con bloques angulosos formados por la intersección de muchas estructuras. Los planos de estratificación y/o esquistosidad son persistentes.



DESINTEGRADA
Macizo fuertemente fracturado, con una mezcla de bloques angulosos y redondeados, pobremente trabados.



LAMINADA / CIZALLADA
Macizo con planos débiles (cizalle y/o esquistosidad), muy poco espaciados entre sí y que no definen bloques.

CONDICION DE LAS ESTRUCTURAS

MUY BUENA Muy rugosas, cajas frescas o no intemperizadas	BUENA Rugosas, cajas ligeramente intemperizadas y algo oxidadas.	REGULAR Lisas, cajas moderadamente intemperizadas y algo alteradas	MALA Pulidas, cajas meteorizadas, con péñinas o con rellenos y/o fragmentos angulosos	MUY MALA Pulidas, cajas muy meteorizadas, con péñinas o con rellenos de arcilla blanda
--	--	--	---	--

DISMINUYE LA CALIDAD →

DISMINUYE TRABAZON ENTRE BLOQUES



TESIS: Método de explotación por bancos para incrementar la producción de la Concesión Minera de Hierro Olmos <p style="text-align: center;">8 HPM</p>	POR: Br. MORE NUNURA Zaida Anakaren	FECHA: 15/06/2020 HOJA: Para el GSI
ESTACION		E:
E-O8HPM_3		N: Z:

INDICE DE RESISTENCIA GEOLOGICA MACIZOS ROCOSOS FRACTURADOS (Marinos & Hoek (2000))

Estime el valor típico de *GSI* considerando el tipo de roca, la estructura del macizo rocoso, y la condición de las discontinuidades.

NO trate de ser demasiado preciso. De hecho, el considerar $33 \leq GSI \leq 37$ es más realista que considerar $GSI = 35$. Nota que esta tabla NO es aplicable a problemas con control estructural. Si hay estructuras desfavorablemente orientadas, ellas controlarán el comportamiento del macizo rocoso.

En aquellos casos en que la resistencia al corte de las estructuras podría ser afectada por la humedad, deberá considerarse la eventual presencia de agua. Esto puede hacerse "desplazando hacia la derecha" el rango estimado para *GSI*.

La presión del agua no se considera al evaluar el rango de *GSI*, ya que la misma se incorpora posteriormente en los análisis geotécnicos, los que se desarrollan considerando esfuerzos efectivos.

ESTRUCTURA DEL MACIZO



INTACTA o MASIVA
 Probetas de roca intacta. Macizos masivos o con pocas y muy espaciadas estructuras.



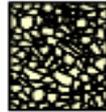
BLOCOSA
 Macizos con 3 sets de estructuras, que definen bloques cúbicos, bien trabados entre sí.



MUY BLOCOSA
 Macizos con 4 sets de estructuras, o más, que definen bloques angulosos y trabados, pero que están parcialmente perturbados.



BLOCOSA VETEADA
 Macizos plegados y con bloques angulosos formados por la intersección de muchas estructuras. Los planos de estratificación y/o esquistosidad son persistentes.



DESINTEGRADA
 Macizo fuertemente fracturado, con una mezcla de bloques angulosos y redondeados, pobremente trabados.



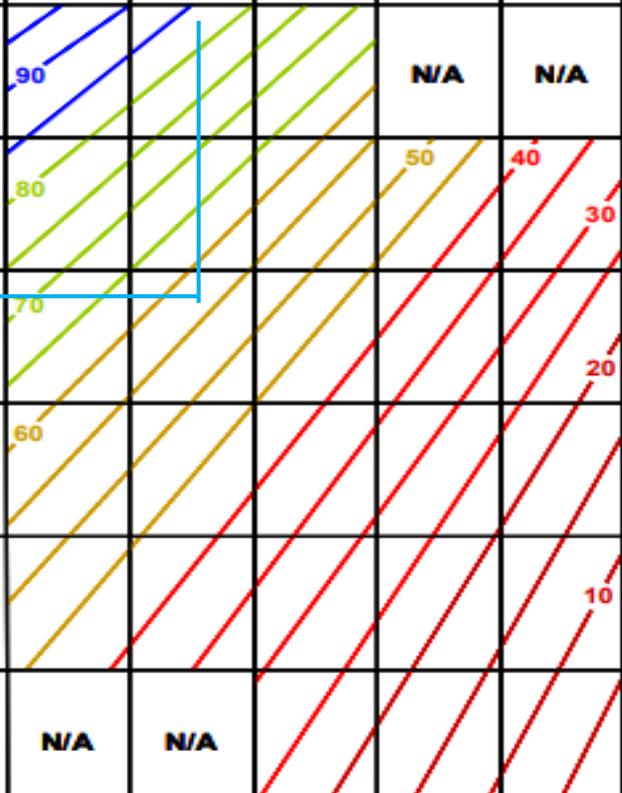
LAMINADA / CIZALLADA
 Macizo con planos débiles (cizalle y/o esquistosidad), muy poco espaciados entre sí y que no definen bloques.

CONDICION DE LAS ESTRUCTURAS

MUY BUENA Muy rugosas, cajas frescas o no intemperizadas	BUENA Rugosas, cajas ligeramente intemperizadas y algo oxidadas.	REGULAR Lisas, cajas moderadamente intemperizadas y algo alteradas	MALA Pulidas, cajas meteorizadas, con péñinas o con relieves y/o fragmentos angulosos	MUY MALA Pulidas, cajas muy meteorizadas, con péñinas o con relieves de arcilla blanda
--	--	--	---	--

DISMINUYE LA CALIDAD →

DISMINUYE TRABAZON ENTRE BLOQUES



TESIS: Método de explotación por bancos para incrementar la producción de la Concesión Minera de Hierro Olmos

8 HPM

ESTACIÓN

E-O8HPM_4

POR:
Br. MORE NUNURA
Zaida Anakaren

FECHA: 15/06/2020
HOJA: Para el GSI

E:

N:

Z:

INDICE DE RESISTENCIA GEOLOGICA MACIZOS ROCOSOS FRACTURADOS (Marinos & Hoek (2000))

Estime el valor típico de *GSI* considerando el tipo de roca, la estructura del macizo rocoso, y la condición de las discontinuidades.

NO trate de ser demasiado preciso. De hecho, el considerar $33 \leq GSI \leq 37$ es más realista que considerar $GSI = 35$. Note que esta tabla NO es aplicable a problemas con control estructural. Si hay estructuras desfavorablemente orientadas, ellas controlarán el comportamiento del macizo rocoso.

En aquellos casos en que la resistencia al corte de las estructuras podría ser afectada por la humedad, deberá considerarse la eventual presencia de agua. Esto puede hacerse "desplazando hacia la derecha" el rango estimado para *GSI*.

La presión del agua no se considera al evaluar el rango de *GSI*, ya que la misma se incorpora posteriormente en los análisis geotécnicos, los que se desarrollan considerando esfuerzos efectivos.

ESTRUCTURA DEL MACIZO



INTACTA o MASIVA
Probetas de roca intacta. Macizos masivos o con pocas y muy espaciadas estructuras.



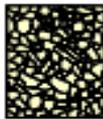
BLOCOSA
Macizos con 3 sets de estructuras, que definen bloques cúbicos, bien trabados entre sí.



MUY BLOCOSA
Macizos con 4 sets de estructuras, o más, que definen bloques angulosos y trabados, pero que están parcialmente perturbados.



BLOCOSA VETEADA
Macizos plegados y con bloques angulosos formados por la intersección de muchas estructuras. Los planos de estratificación y/o esquistosidad son persistentes.



DESINTEGRADA
Macizo fuertemente fracturado, con una mezcla de bloques angulosos y redondeados, pobremente trabados.



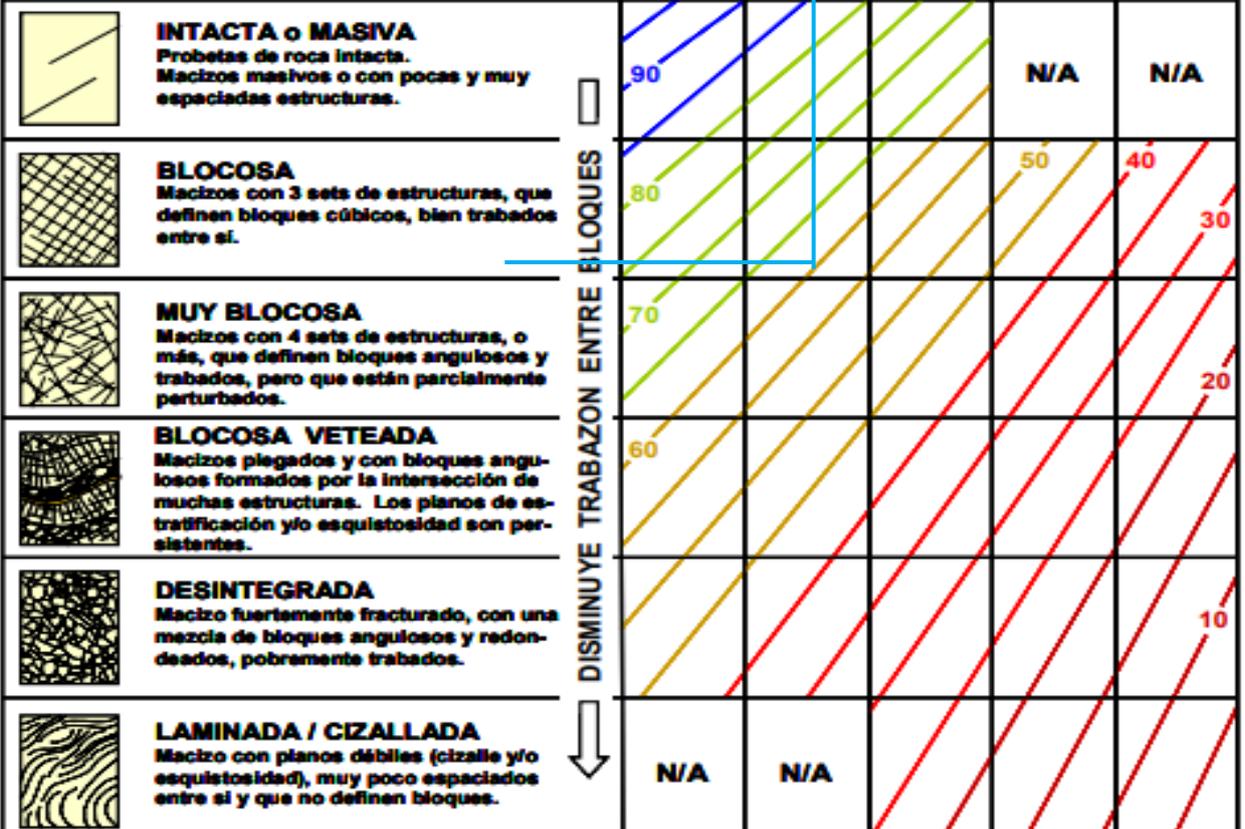
LAMINADA / CIZALLADA
Macizo con planos débiles (cizalle y/o esquistosidad), muy poco espaciados entre sí y que no definen bloques.

CONDICION DE LAS ESTRUCTURAS

MUY BUENA Muy rugosas, cajas frescas o no intemperizadas	BUENA Rugosas, cajas ligeramente intemperizadas y algo oxidadas.	REGULAR Lisas, cajas moderadamente intemperizadas y algo oxidadas	MALA Pulidas, cajas meteorizadas, con péñinas o con rellenos y/o fragmentos angulosos	MUY MALA Pulidas, cajas muy meteorizadas, con péñinas o con rellenos de arcilla blanda
--	--	---	---	--

DISMINUYE LA CALIDAD →

DISMINUYE TRABAZON ENTRE BLOQUES



GUÍA DE OBSERVACIÓN

Método de explotación por bancos para incrementar la producción de la Concesión Minera de Hierro "Olmos 8HPM".

El siguiente instrumento tiene como objetivo recopilar todo los resultados de los objetivos anteriores como data de entrada para el diseño de la explotación de hierro.

Nombre: Hoja de datos de estrada.

Formato para: Recopilar los datos de entrada al diseño.

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE ENTRADA PARA EL DISEÑO DE LA EXPLOTACIÓN DEL HIERRO						
INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA				INFORMACIÓN DE RECURSOS		
ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN	Recursos Medidos		
644217.81	9344622.00	380	A-Explotación		Waste	Ore
644076.19	9344908.00	381	A-Explotación	Potencia	3 m	180 m
644034.50	9344898.00	380	A-Explotación	Densidad		
644110.13	9344764.00	379	A-Explotación	Volumen	763,935.70	13,603,831.03
644193.50	9344579.00	381	A-Explotación	Recursos Indicados		
644249.06	9344651.00	379	A-Explotación		Waste	Ore
644161.06	9344764.00	382	A-Explotación	Potencia	--	--
643992.81	9344855.00	390.35	Perímetro	Densidad		
644303.25	9344894.0	361.76	Perímetro	Volumen		12,767,569.50
644475.13	9344475.0	337.81	Perímetro	INFORMACIÓN DE GEOMECAÁNICA		
644414.81	9344292.00	340.00	Perímetro	Estación: E-O8HPM_1		
644164.63	9345096.00	368.76	Perímetro	Tipo de Roca	Mineral de Hierro	
644056.13	9345371.00	420.38	Perímetro	Resistencia		
643938.56	9345392.00	451.04	Perímetro	RDQ	90.98%	
643839.06	9345199.00	469.43	Perímetro	RMR	74	
644250.56	9344801.00	349.99	TN	GSI	70	
644013.00	9345140.00	440	Calicata	Calidad	II Buena	
643995.00	9345100.00	438	Calicata	Estación: E-O8HPM_2		
644094.00	9345050.00	375	Calicata	Tipo de Roca	Mineral de Hierro	
643988.00	9345320.00	441	Calicata	Resistencia		
				RDQ	90.98%	
				RMR	66	
				GSI	75	
				Calidad	II Buena	
				Estación: E-O8HPM_3		
				Tipo de Roca	Mineral de Hierro	
				Resistencia		
				RDQ	87.81%	
				RMR	63	
				GSI	65	
				Calidad	II Buena	
				Estación: E-O8HPM_3		
				Tipo de Roca	Mineral de Hierro	
				Resistencia		
				RDQ	90.98%	
				RMR	68	
				GSI	65	
				Calidad	II Buena	
				MAQUINARIA DISPONIBLE		
				Excavadora CAT 319DL		
				Retro-excavadora CAT 420E		
				Cargador Frontal CAT 950H		
				Compresora SULLAIR750		
				KASUMY P.E 150 x 250		

GUÍA DE OBSERVACIÓN

**Método de explotación por bancos para incrementar la producción de la
Concesión Minera de Hierro “Olmos 8HPM”.**

El siguiente instrumento tiene como objetivo recopilar información de las actividades realizadas en mina y plata, producción estimada y las distancias de acarreo.

Nombre: Guía de recolección de información.

Formato para: Recopilar los datos de entrada necesarios para determinar la flota de maquinaria.

GUÍA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN			
ACTIVIDAD	MAQUINARIA DISPONIBLE	PRODUCCIÓN (Tm)	
P&V	Compresora SULLAIR750	Día	120
Carguío	Cargador Frontal CAT 950H	Mes	2880
Transporte	Retro-excavadora CAT 420E	Años	34560
Chancado	KASUMY P.E 150 x 250		
ROAD			
Destinos	Distancia	Pendiente	
Botadero			En cuanto a las vías de acceso, en interior mina no existe transporte con camiones por motivos que el área de chancado es manejable, esto elimina el transporte por camiones. La empresa no cuenta con camiones.
Planta			

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Método de explotación por bancos para incrementar la producción de la Concesión Minera de Hierro “Olmos 8HPM”.

El siguiente instrumento tiene como objetivo recopilar información de las variables que generan costos de explotación minera.

Nombre: Guía de variables con costos asociados e ingresos.

Formato para: Recopilar las variables necesarios para la explotación que tienes un costo asociado e ingresos

GUÍA DE VARIABLES CON COSTOS ASOCIADOS E INGRESOS			
VARIABLE	UNIDAD	CANTIDAD	
Precio de venta			
Producción	120 Tm actual		
Equipos	Tractor	No	
	Cargador frontal	CAT 950H	1
	Volquetes	No	
	Chancadora	KASUMY P.E 150 x 250	1
	Comprensora	Comprensora SULLAIR750	1
	Martillos	Si	1
	Otros	Excavadora CAT319DL	1
Retro-Excavadora CAT 420E		1	
Tasa de intereses	De acuerdo a los bancos y cajas		
Otros	Norma técnica “elementos para la determinación del costo horario de los equipos y la maquinaria del sector construcción”		
PERSONAL			
Puesto	Cantidad	Salario	
Ingeniero de minas	No		
Asistente	No		
Operarios	5	2000	
Peones	15	960	
Ingeniero de seguridad	No		
Secretaria	No		
Personal de limpieza	No		
Otros			

Anexo N° 4. Análisis de calicatas

"ESTUDIO DE MATERIALES PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO".										
REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS - CALICATA_1										
UBICACIÓN : Olmos CANTERA : Mina de Hierro COORDENADAS : N= 9345140 E= 044013 COTA DE BOCA (m.s.n.m) : 440 PROFUNDIDAD EXCAVACIÓN (m) : 4	TIPO DE EXCAVACIÓN : Mecánica DIMENSIONES : 2'5x4,5x4 CONDICIONES SUPERFICIALES : Pendiente PROFUNDIDAD N.F. : N.A. MUESTREO POR : Especialista	SUPERVISADO POR : REGISTRADO POR : REVISADO POR : FECHA DE EJECUCIÓN : Mayo N°. DE MUESTRAS : 0								
PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO DE MUESTRAS	TIPO DE MUESTRA	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO	SUCS	SIMBOLO DE CLASIFICACION	EN SAYO DE LABORATORIO			REGISTRO FOTOGRÁFICO
				Clasificación Técnica: Nombre del suelo predominante, Clasificación SUCS, Adjetivos de plasticidad o distribución del tamaño de partículas, Contenido de humedad, Consistencia aparente, Densidad relativa o compactad, Color, Olor, Reacción al HCl, Componentes de suelos menores, % de elementos gruesos, Tamaño máximo de los fragmentos, Angularidad-Redondez, Forma de los fragmentos, Otros: Características identificables, Comentarios adicionales, Génesis.			L.L.	L.P.	I.P.	
0.5	NO	NO	NO	0.0-2.0m Estéril La parte superficial esta compuesta por arena limosa, con espesor promedio de 1,2 metros, de color rojo palido, en su interior contiene fragmentos de materia organica, por debajo se encuentra una capa de roca arenisca compacta con espesor de 80 cm, de color amarrillo palido. Todo estos materiales son considerados estéril, con un espesor total de 2 metros.	SM					
1.0										
1.5										
2.0										
2.5	NO	NO	NO	2.0m-profundidad Mineral 2.0 metros a profundidad se encuentra la zona mineralizada (mineral de Hierro), se observa al inicio de la zona mineralizada contine fragmentos de estéril y la presencia de venillas de cuarzo, a mas profundidad el mineral de hierro se encuentra mas puro, garantizando una buena zona mineralizada.						
3.0										
3.5										
4.0										
4.5										
5.0										

NOTA: La descripción de las calicatas se realizan de manera ligera por motivo que el recurso de interes económico es el mineral de hierro, poco importa detallar los estudios en la capa de material estéril que se considera en la investigación. Para la presente investigación solo interesa saber la potencia del material estéril y del mineral y otras observaciones que se considere importante para la investigación.

ENSAYOS IN SITU
 qu : Ensayo con penetrómetro de mano
 T : Ensayos con veleta de mano
 D : Densidad in situ
 DPL : Auscultación dinámica con penetrómetro ligero

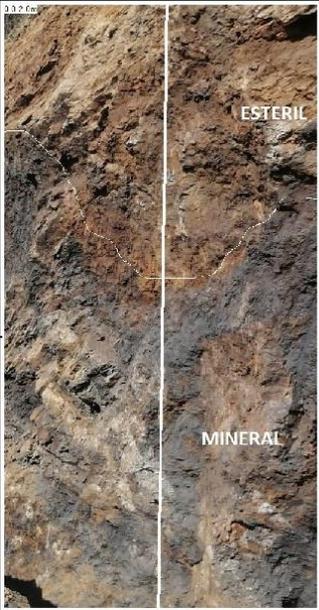
TIPO DE MUESTRA
 MI : Muestra inalterada
 MA : Muestra alterada
 BL : Bloque (Muestra inalterada)
 M-1* : Muestra inalterada en tubo de PVC
 CM : California Modificado

ESCALA GRAFICA:

"ESTUDIO DE MATERIALES PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO".

REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS - CALICATA_2

UBICACIÓN	: Olmos	TIPO DE EXCAVACIÓN	: Mecánica	SUPERVISADO POR	:
CANTERA	: Mina de Hierro	DIMENSIONES	: 2.5x4.5x3.5	REGISTRADO POR	:
COORDENADAS	: N= 9346100 E= 643995	CONDICIONES SUPERFICIALES	: Pendiente	REVISADO POR	:
COTA DE BOCA (m.s.n.m)	: 438	PROFUNDIDAD N.F.	: N.A.	FECHA DE EJECUCIÓN	: Mayo
PROFUNDIDAD EXCAVACIÓN (m)	: 3.5	MUESTREADO POR	: Especialista	Nº. DE MUESTRAS	: 0

PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO DE MUESTRAS	TIPO DE MUESTRA	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO <small>Clasificación Técnica: Nombre del suelo predominante, Clasificación SU/CSS, Ajetivos de plasticidad o distribución del tamaño de partículas, Contenido de humedad, Consistencia aparente, Densidad relativa o compacidad, Color, Olor, Reacción al HCl, Componentes de suelos menores, % de elementos gruesos, Tamaño máximo de los fragmentos, Angularidad-Redondez, Forma de los fragmentos. Otros: Características identificables, Comentarios adicionales, Génesis.</small>	SU/CSS	SIMBOLO DE CLASIFICACIÓN	ENSAYO DE LABORATORIO			REGISTRO FOTOGRÁFICO	
							L.L.	L.P.	I.P.		
0.5	NO	NO	NO	0.0-1.5m Estéril La parte superficial esta compuesta por una capa delgada de suelo producto de la potifración de la materia organica. por debajo roca del tipo pizarra de color negro oscuro producto de metamorfismo de bajo grado, contiene fragmentos de cuarzo.	—	—	—	—	—		
1.0				1.5	1.5m-profundidad Mineral 1.5 metros a profundidad se encuentra la zona mineralizada (mineral de Hierro), se observa al inicio de la zona mineralizada contine fragmentos de estéril y la presencia de venillas de cuarzo, a mas profundidad el mineral de hierro se encuentra mas puro, garantizando una buena zona mineralizada.	—	—	—	—		—
2.0	NO	NO	NO								
2.5											
3.0											
3.5											
4.0											
4.5											
5.0											

NOTA: La descripción de las calicatas se realizan de manera ligera por motivo que el recurso de interes económico es el mineral de hierro, poco importa detallar los estudios en la capa de material estéril que se considera en la investigación. Para la presente investigación solo interesa saber la potencia del material estéril y del mineral y otras observaciones que se considere importante para la investigación.

	CUBIERTA VEGETAL PT		GRAVA ARCILLOSA GC		ARENA ARCILLOSA SC	
	GRAVAS GP o GW		ARENAS SP o SW		LIMOS ML o MH	
	GRAVA LIMOSA GM		ARENA LIMOSA SM		ARCILLAS CL o CH	
ENSAYOS IN SITU		TIPO DE MUESTRA				ESCALA GRAFICA: 0 0.5 1.0
qu	: Ensayo con penetrómetro de mano	MI	: Muestra inalterada			
T	: Ensayos con veleta de mano	MA	: Muestra alterada			
D	: Densidad in situ	BL	: Bloque (Muestra inalterada)			
DPL	: Auscultación dinámica con penetrómetro ligero	M-1*	: Muestra inalterada en tubo de PVC			
		CM	: California Modificado			

"ESTUDIO DE MATERIALES PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO".

REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS - CALICATA_3

UBICACIÓN : Olmos	TIPO DE EXCAVACIÓN : Mecánica	SUPERVISADO POR :
CANTERA : Mina de Hierro	DIMENSIONES : 2.5x4.5x4	REGISTRADO POR :
COORDENADAS : N= 9345050	CONDICIONES SUPERFICIALES : Pendiente	REVISADO POR :
E= 644094	PROFUNDIDAD N.F. : N.A.	FECHA DE EJECUCIÓN : Mayo
COTA DE BOCA (m.s.n.m) : 375	MUESTREADO POR : Especialista	Nº. DE MUESTRAS : 0
PROFUNDIDAD EXCAVACIÓN (m) : 4		

PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO DE MUESTRAS	TIPO DE MUESTRA	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO Clasificación Técnica: Nombre del suelo predominante, Clasificación SUCS, Adjetivos de plasticidad o distribución del tamaño de partículas, Contenido de humedad, Consistencia aparente, Densidad relativa o compactación, Color, Olor, Reacción al HCl, Componentes de suelos menores, % de elementos gruesos, Tamaño máximo de los fragmentos, Angularidad-Redondez, Forma de los fragmentos, Otros: Características identificables, Comentarios adicionales, Génesis.	SUCS	SIMBOLO DE CLASIFICACIÓN	ENSAYO DE LABORATORIO			REGISTRO FOTOGRÁFICO
							L.L.	L.P.	I.P.	
0.0-3.20m		NO	NO	Estéril Toda la longitud del esteril esta formado por materiales muy fragmentados, y en gran cantidad la presencia arena limosa como materil matriz, contiene fragmentos de cuarzo y materia organica.	—	—	—	—	—	
3.20m-5.0m		NO	NO	Mineral 3.20 metros a profundidad se encuentra la zona mineralizada (mineral de Hierro), se observa al inicio de la zona mineralizada contine fragmentos de esteril y la presencia de venillas de cuarzo, a mas profundidad el mineral de hierro se encuentra mas puro, garantizando una buena zona mineralizada.						

NOTA: La descripción de las calicatas se realizan de manera ligera por motivo que el recurso de interes económico es el mineral de hierro, poco importa detallar los estudios en la capa de material esteril que se considera en la investigación. Para la presente investigación solo interesa saber la potencia del material esteril y del mineral y otras observaciones que se considere importante para la investigación.

	CUBIERTA VEGETAL PT		GRAVA ARCILLOSA GC		ARENA ARCILLOSA SC
	GRAVAS GP o GW		AREANAS SP o SW		LIMOS ML o MH
	GRAVA LIMOSA GM		ARENA LIMOSA SM		ARCILLAS CL o CH

ENSAYOS IN SITU
 qu : Ensayo con penetrómetro de mano
 T : Ensayos con veleta de mano
 D : Densidad in situ
 DPL : Auscultación dinámica con penetrómetro ligero

TIPO DE MUESTRA
 MI : Muestra inalterada
 MA : Muestra alterada
 BL : Bloque (Muestra inalterada)
 M-1* : Muestra inalterada en tubo de PVC
 CM : California Modificado

ESCALA GRÁFICA:

"ESTUDIO DE MATERIALES PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO".

REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS - CALICATA_4

UBICACIÓN : Olmos	TIPO DE EXCAVACIÓN : Mecánica	SUPERVISADO POR :
CANTERA : Mina de Hierro	DIMENSIONES : 2.5x4.5x3	REGISTRADO POR :
COORDENADAS : N= 9345320	CONDICIONES SUPERFICIALES : Pendiente	REVISADO POR :
E= 643988	PROFUNDIDAD N.F. : N.A.	FECHA DE EJECUCIÓN : Mayo
COTA DE BOCA (m.s.n.m) : 411	MUESTREADO POR : Especialista	N°. DE MUESTRAS : 0
PROFUNDIDAD EXCAVACIÓN (m) : 3		

PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO DE MUESTRAS	TIPO DE MUESTRA	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO <small>Clasificación Técnica: Nombre del suelo predominante, Clasificación SU.CS, Adjetivos de plasticidad o distribución del tamaño de partículas, Contenido de humedad, Consistencia aparente, Densidad relativa o compactadad, Color, Olor, Reacción al HCl, Componentes de suelos menores, % de elementos gruesos, Tamaño máximo de los fragmentos, Angularidad-Redondez, Forma de los fragmentos. Otros: Características identificables, Comentarios adicionales, Génesis.</small>	SUCS	SIMBOLO DE CLASIFICACIÓN	ENSAYO DE LABORATORIO			REGISTRO FOTOGRAFICO
							L.L.	L.P.	I.P.	
0.5	NO	NO	NO	0.0-3.20m Estéril En la parte superficial se observa material de Grava mal graduada con arena, color amarillo rojizo, materiales sub redondeados, el origen de estos materiales sedimentarios de naturales intrusivo. por debajo se observa una capa de 55 cm de pizarra con venillas de cuarzo.		GP				
1.0				1m-profundidad Mineral 3.20 metros a profundidad se encuentra la zona mineralizada (mineral de Hierro), se observa al inicio de la zona mineralizada contine fragmentos de estéril y la presencia de venillas de cuarzo, a mas profundidad el mineral de hierro se encuentra mas puro, garantizando una buena zona mineralizada.						
1.5		NO	NO							
2.0										
2.5										
3.0										
3.5										
4.0										
4.5										
5.0										

NOTA: La descripción de las calicatas se realizan de manera ligera por motivo que el recurso de interes económico es el mineral de hierro, poco importa detallar los estudios en la capa de material estéril que se considera en la investigación. Para la presente investigación solo interesa saber la potencia del material estéril y del mineral y otras observaciones que se considere importante para la investigación.

	CUBIERTA VEGETAL PT		GRAVA ARCILLOSA GC		ARENA ARCILLOSA SC
	GRAVAS GP o GW		AREANAS SP o SW		LIMOS ML o MH
	GRAVA LIMOSA GM		ARENA LIMOSA SM		ARCILLAS CL o CH

ENSAYOS IN SITU
 qu : Ensayo con penetrómetro de mano
 T : Ensayos con veleta de mano
 D : Densidad in situ
 DPL : Auscultación dinámica con penetrómetro ligero

TIPO DE MUESTRA
 MI : Muestra inalterada
 MA : Muestra alterada
 BL : Bloque (Muestra inalterada)
 M-1* : Muestra inalterada en tubo de PVC
 CM : California Modificado

ESCALA GRAFICA:

Anexo N° 5. Fotos e imágenes



Fotografía 1. Herramientas manuales de explotación



Fotografía 2. Vista del frente de explotación



Fotografía 3. Maquinaria de carguío – cargador frontal CAT 950H.



Fotografía 4. Planta de procesamiento – chancadora KASUMY P.E 150 x 250

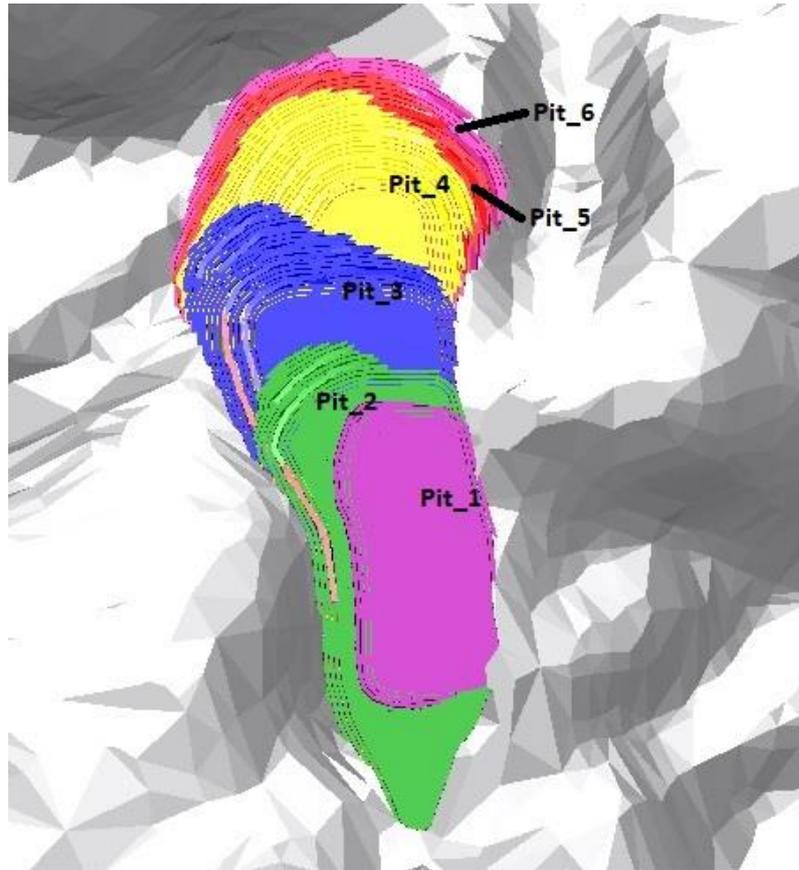


Figura 1. Vista 3d de los pit diseñados para el análisis del pit final.

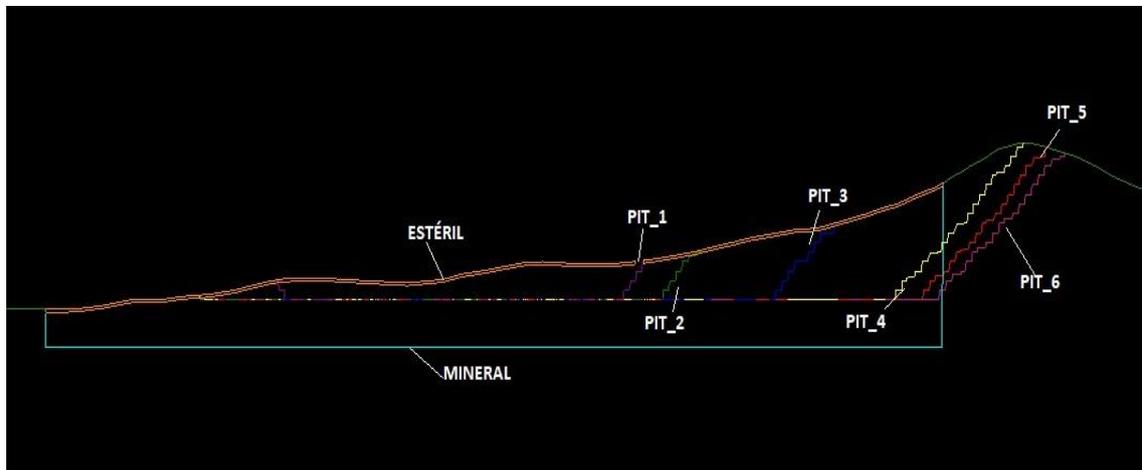


Figura 2. Vista transversal de los pit diseñados para el análisis.

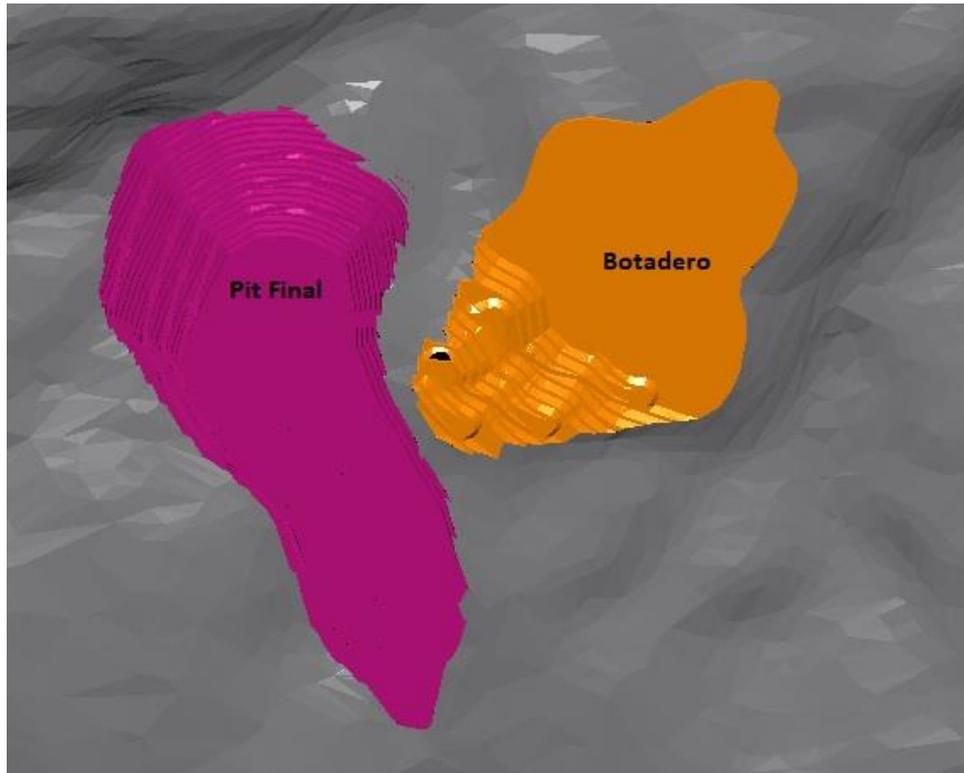


Figura 3. Vista 3d del pif final y botadero.

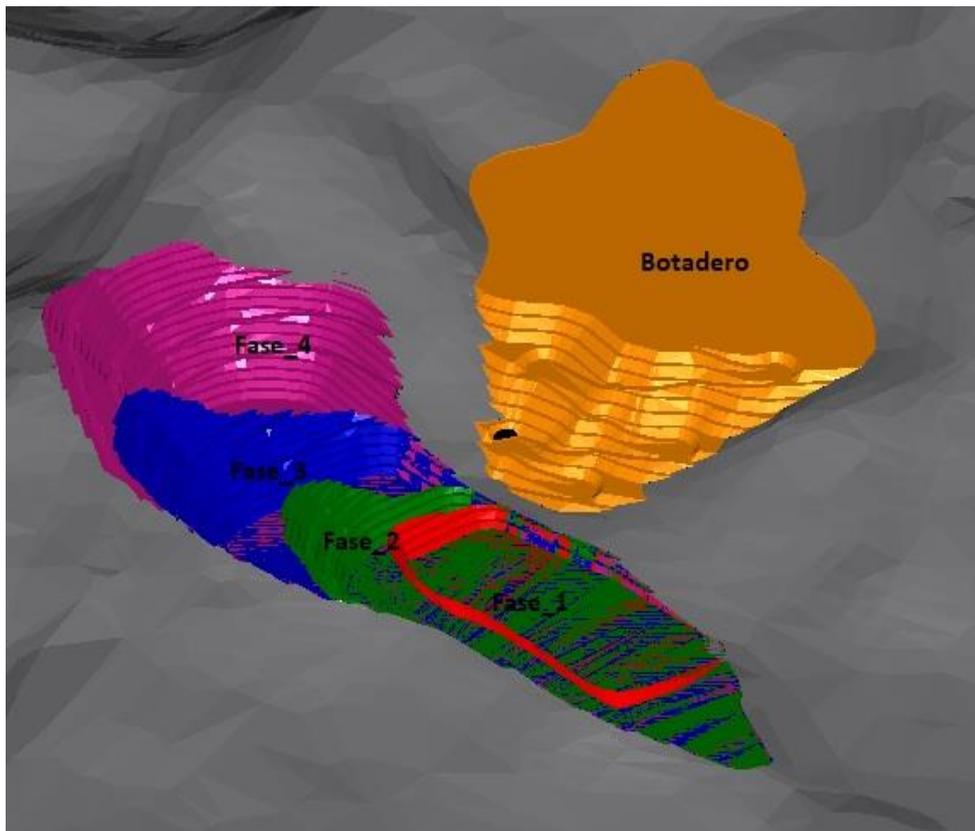


Figura 4. Vista 3d de las fases de minado.

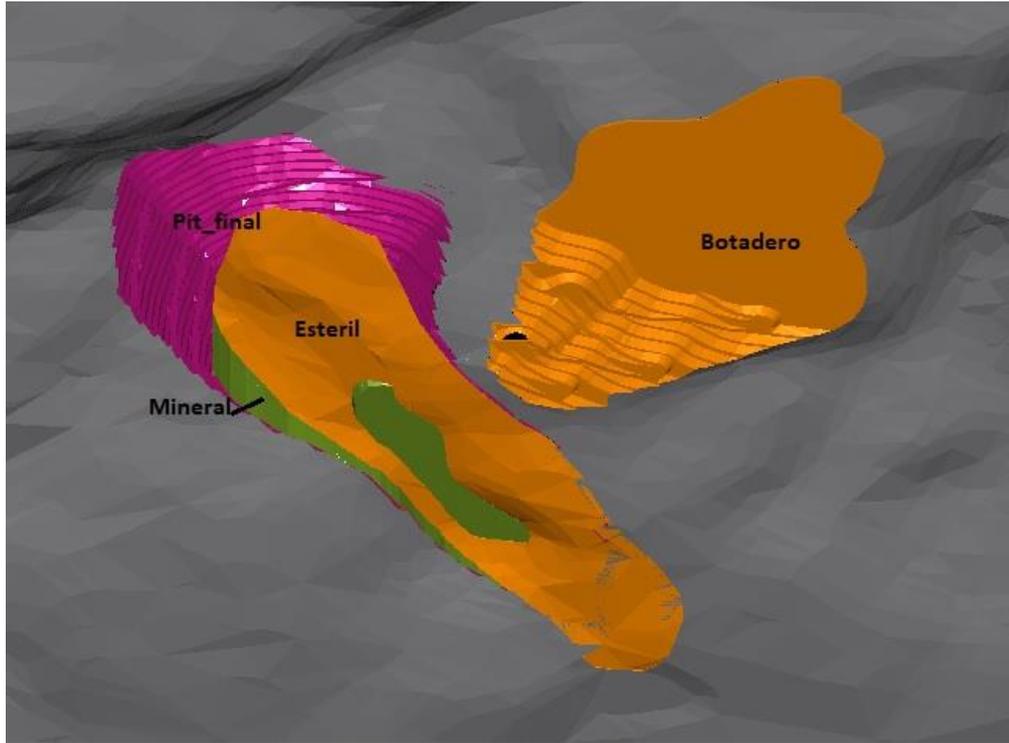
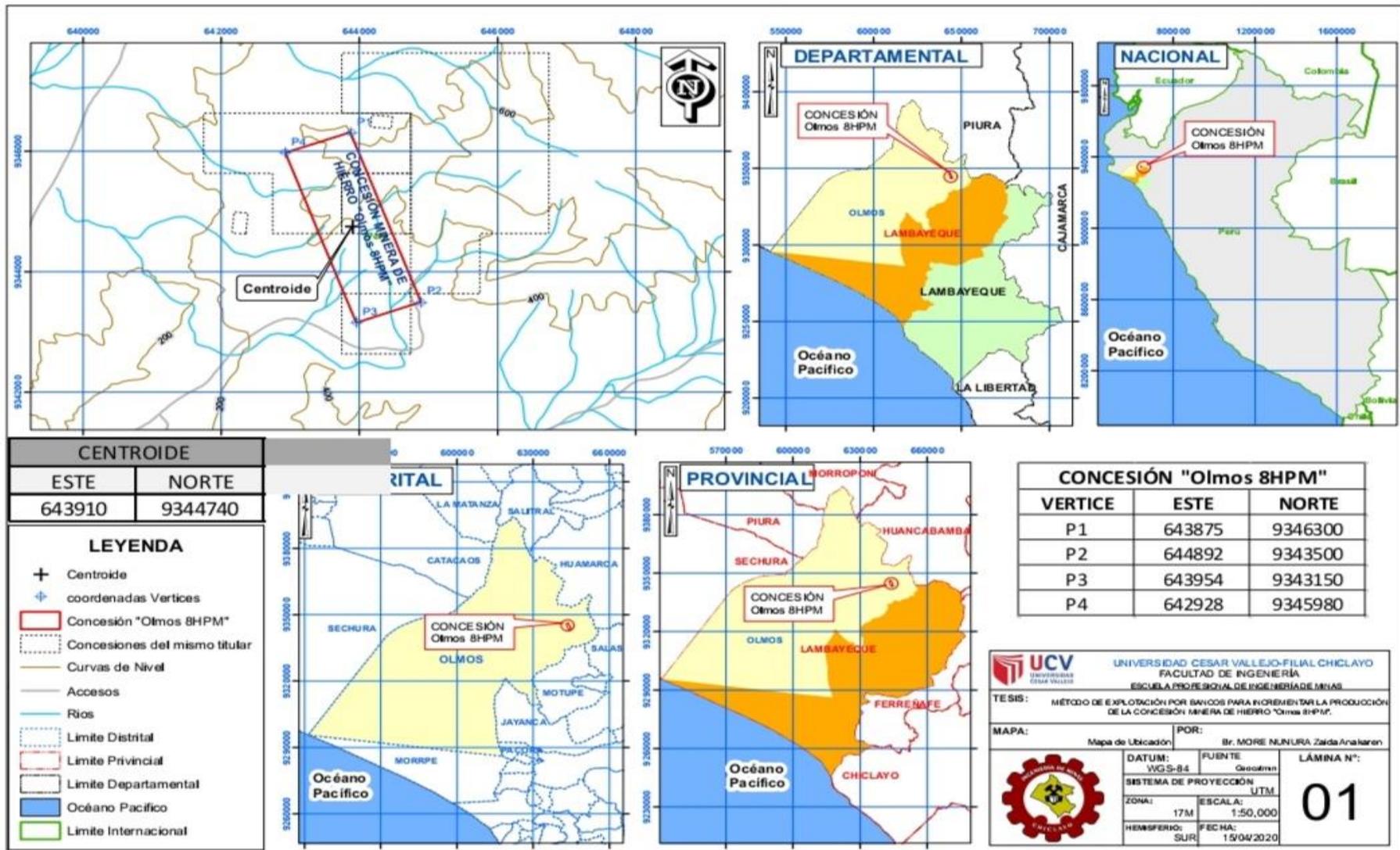
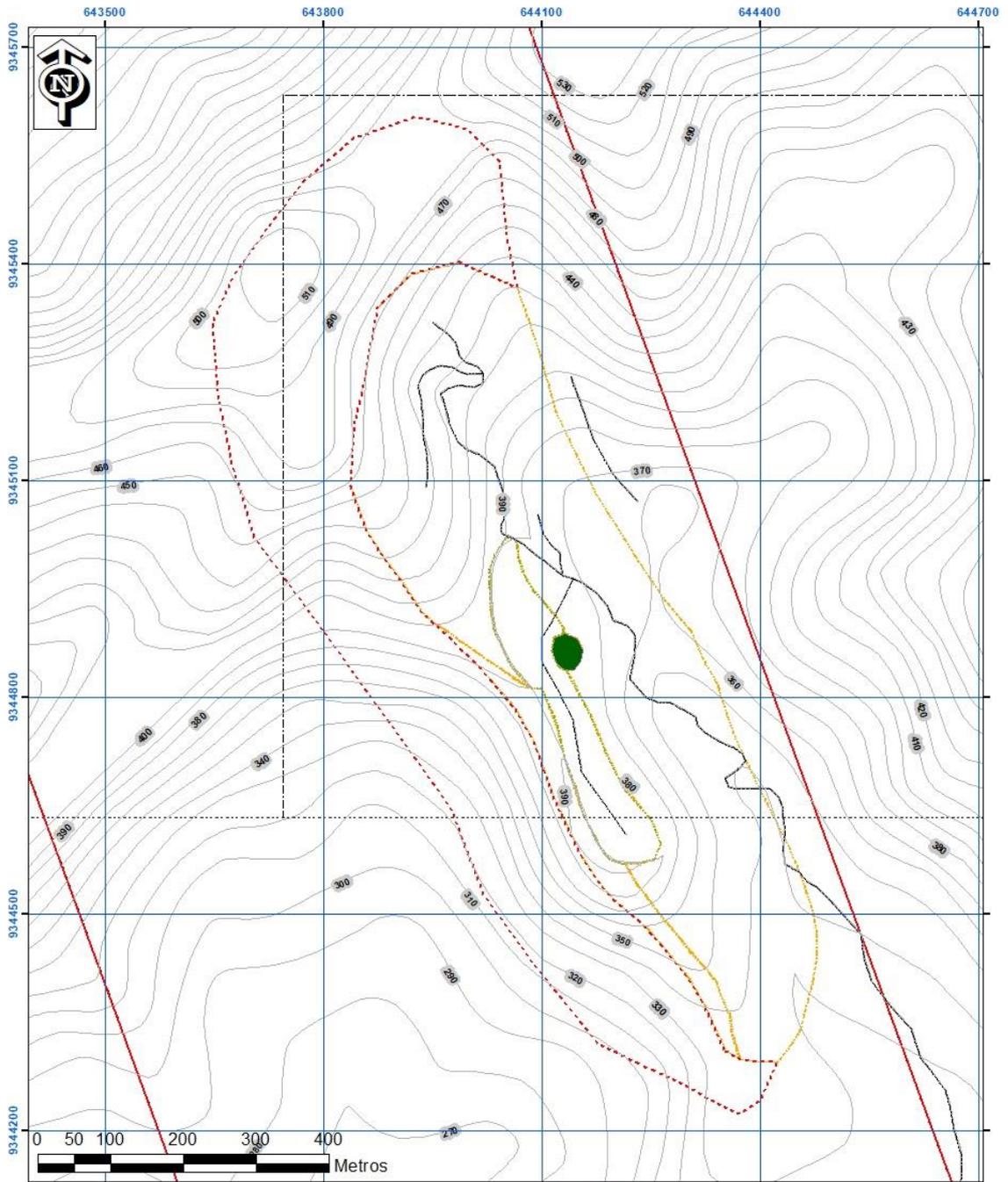


Figura 5: Vista 3d del mineral que será explotado.

Anexo N° 6. Mapas y planos.

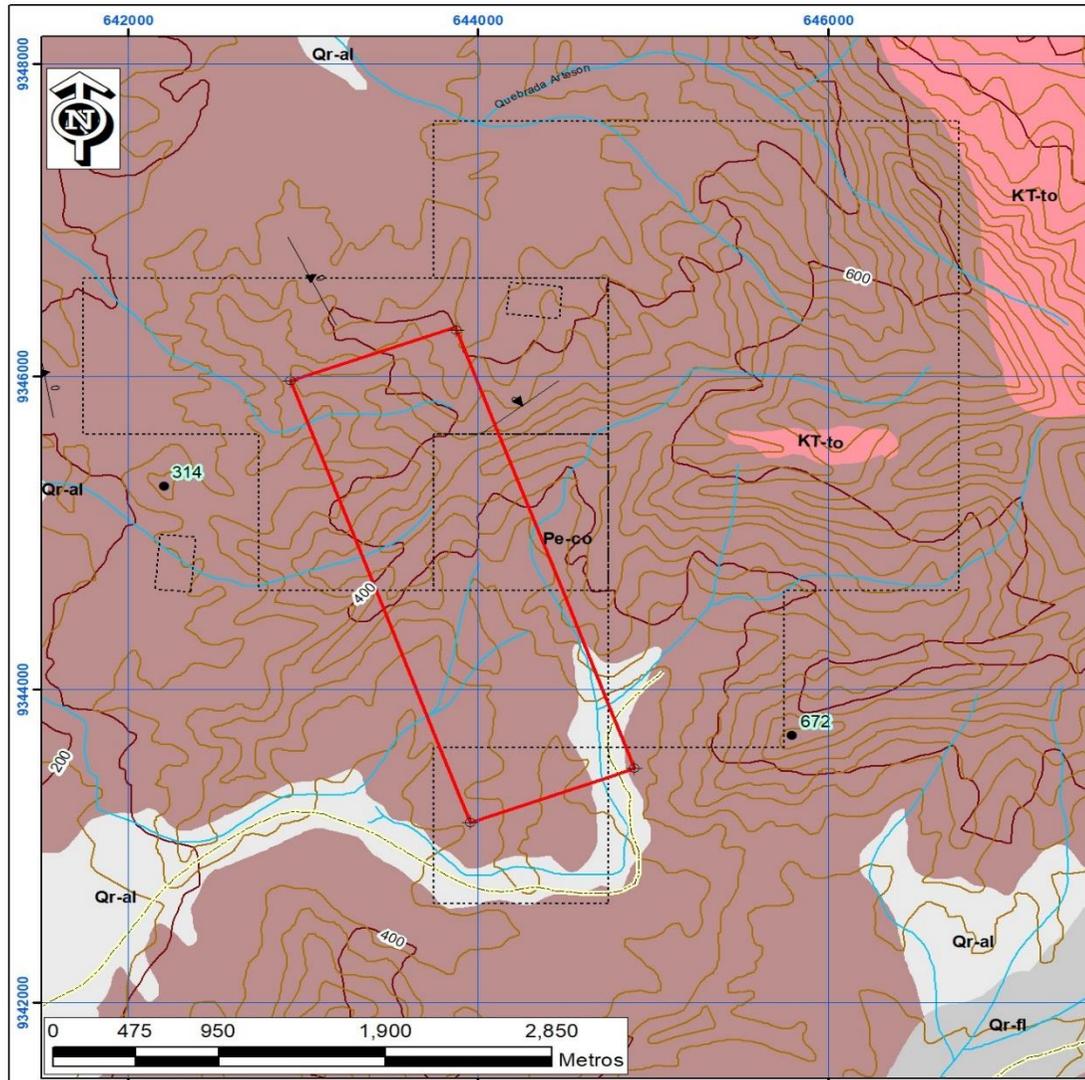




LEYENDA	
	Curvas de nivel
	ACCESOS
	Concesión "Olmos BHPM"
	Concesiones del mismo titular
	Vías
NOMBRE	
	ÁREA DE CHANCADO
	ÁREA DE EXPLORACIÓN
	ÁREA DE EXPLOTACIÓN
	ÁREA DE RECURSOS INFERIDOS

DIMENSIONAMIENTO DE ÁREAS DE ESTUDIO	
NOMBRE	Área_m2
Área de chancado	100.0
Área de explotación	33281.0
Área de exploración	90388.0
Áreas de recursos inferidos	67424.8
Total	191193.8

 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CHICLAYO	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-FILIAL CHICLAYO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS	
	TESIS: METODO DE EXPLOTACIÓN POR BANCOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA CONCESIÓN MINERA DE HIERRO "Olmos BHPM".	
MAPA: Plano topográfico	POR: Br. MORE NUNURA Zaida Anakaren	LÁMINA N°: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">02</div>
DATUM: WGS-84 SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM ZONA: 17M HEMISFERIO: SUR	FUENTE: Elaboración propia ESCALA: 1:5,000 FECHA: 25/04/2020	



ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	Reciente	Dep. Aluvial Reciente	Qr-al	<div style="background-color: #f08080; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> KT-to Tonalita
			Dep. Fluvial Reciente	Qr-fl	
	TERCIARIO	Inferior			
PRECAMBRIANO			Complejo Olmos	Pe-co	

LEYENDA

- Cotas
- Concesión "Olmos 8HPM"
- Concesiones del mismo titular
- Vias
- ▲ Buzamiento
- Drenajes
- Curvas Menores
- Curvas Mayores



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-FILIAL CHICLAYO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS: MÉTODO DE EXPLOTACIÓN POR BANCOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA CONCESIÓN MINERA DE HIERRO "Olmos 8HPM".

MAPA: Geología Regional

POR: Br. MORE NUNURA Zaida Anakaren



LÁMINA N°:

03

DATUM: WGS-84

SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM

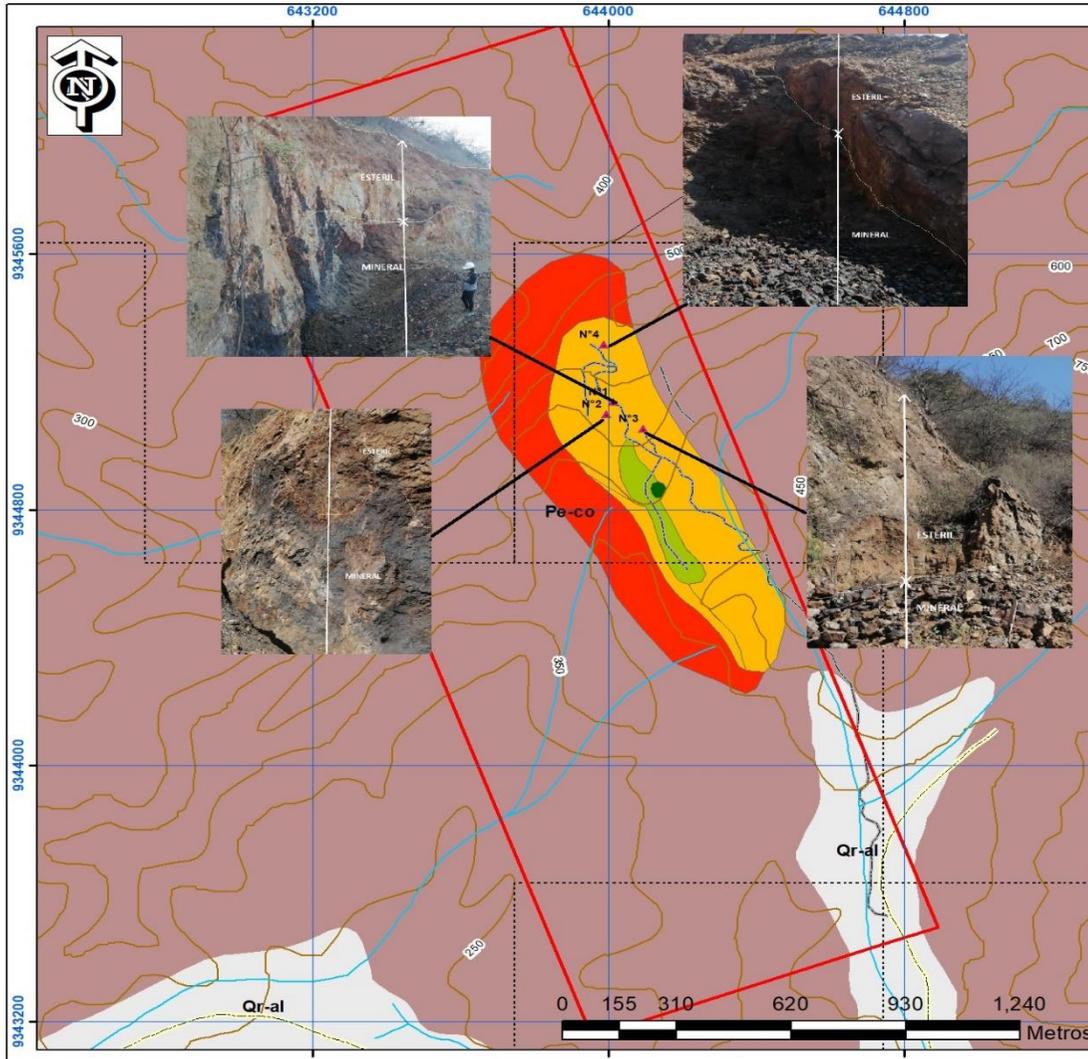
ZONA: 17M

HEMISFERIO: SUR

FUENTE: Geocatmin

ESCALA: 1:25,000

FECHA: 25/04/2020



ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO	ROCAS INSTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	Reciente	Dep. Aluvial Reciente	Qr-al	<div style="border: 1px solid black; background-color: #f08080; padding: 2px; display: inline-block;">KT-to</div> Tonallita
			Dep. Fluvial Reciente	Qr-fl	
PRECAMBRIANO	TERCIARIO	Inferior	Complejo Olmos	Pe-co	

CALICATAS			
NOMBRE	ESTE	NORTE	COTA
CALICATA N°1	644013	9345140	440
CALICATA N°2	643995	9345100	438
CALICATA N°3	644094	9345050	375
CALICATA N°4	643988	9345320	441

LEYENDA

- Calicatas
- ▲ Cotas
- ▭ Concesión Olmos 8HPM
- ▭ Concesiones del mismo titular
- Via principal
- Buzamiento
- Ríos
- Curvas nivel
- Acceso

NOMBRE

- ÁREA DE CHANCADO
- ÁREA DE EXPLORACIÓN
- ÁREA DE EXPLOTACIÓN
- ÁREA DE RECURSOS INFERIDOS



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-FILIAL CHICLAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-FILIAL CHICLAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS: MÉTODO DE EXPLOTACIÓN POR BANCOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA CONCESIÓN MINERA DE HIERRO "Olmos 8HPM".

MAPA: Geología Local **POR:** Br. MORE NUNURA Zaida Anakaren



DATUM: WGS_84 **FUENTE:** Elaboración propia

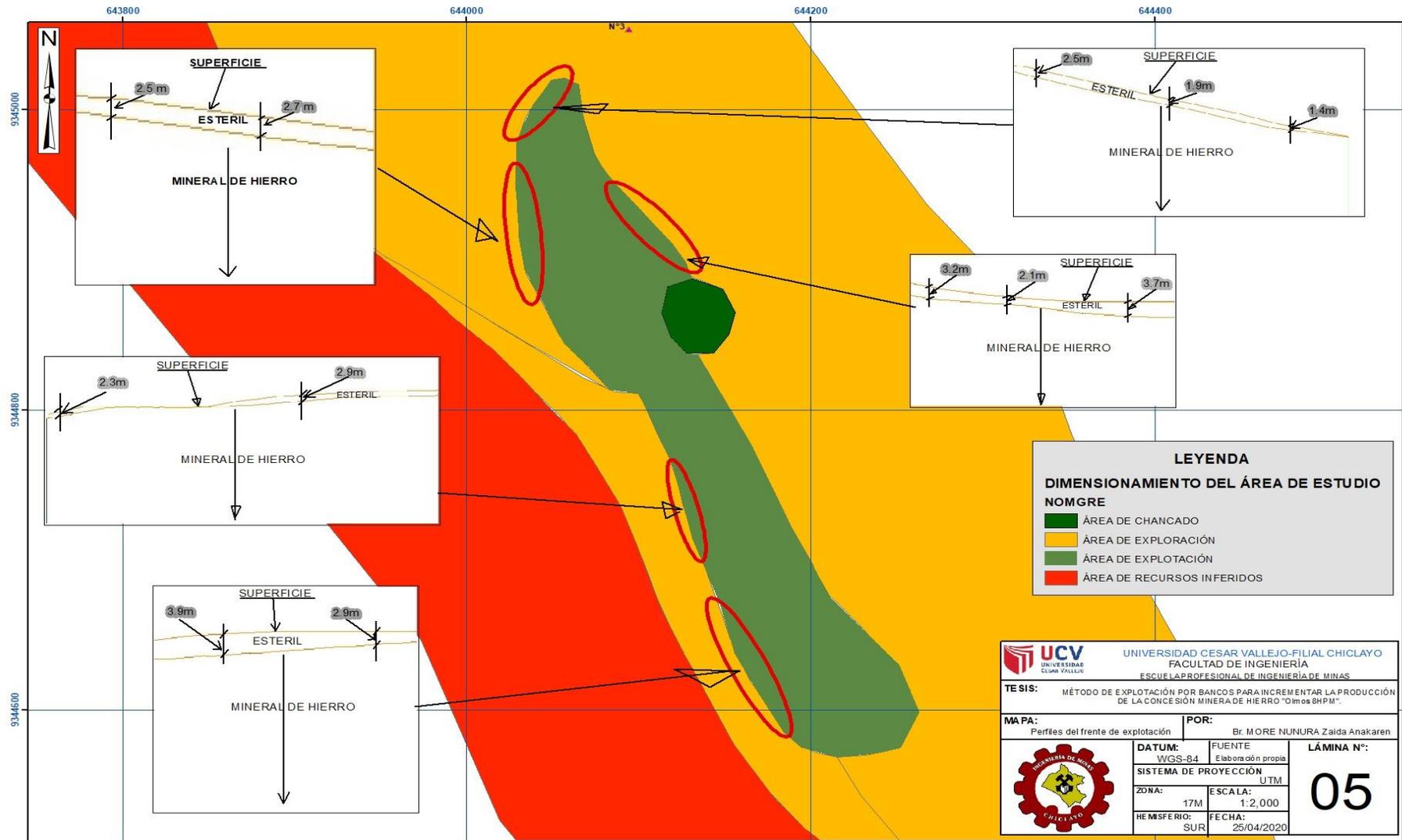
SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM

ZONA: 17M **ESCALA:** 1:12,000

HEMISFERIO: SUR **FECHA:** 25/04/2020

LÁMINA N°:

04



LEYENDA

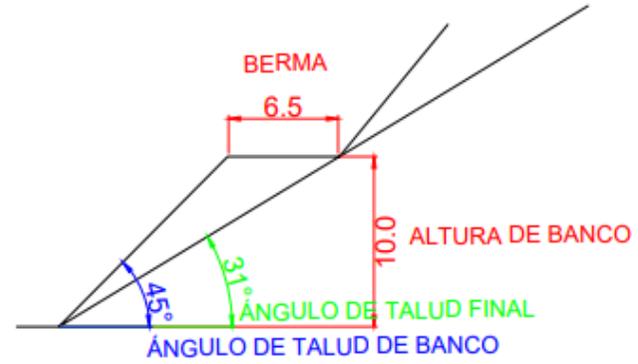
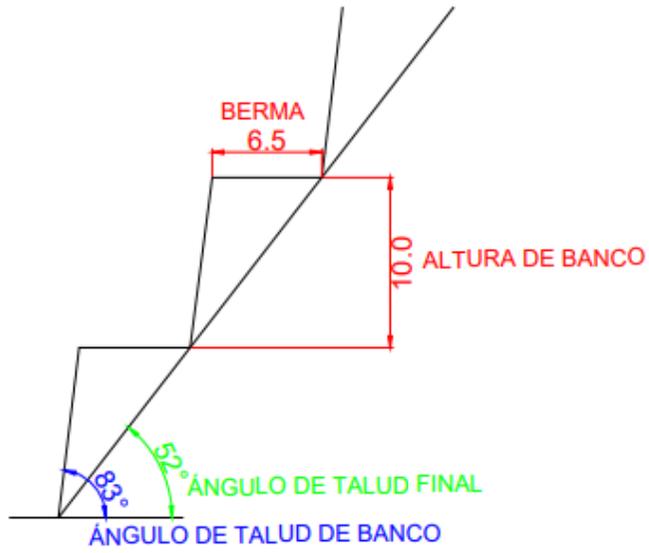
DIMENSIONAMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

NOMGRE

- ÁREA DE CHANCADO
- ÁREA DE EXPLORACIÓN
- ÁREA DE EXPLOTACIÓN
- ÁREA DE RECURSOS INFERIDOS

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-FILIAL CHICLAYO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS	
TE S I S: MÉTODO DE EXPLOTACIÓN POR BANCOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA CONCESIÓN MINERA DE HIERRO "Olimos 8HPM".	
MA PA: Perfiles del frente de explotación	POR: Br. MORE NUNURA Zaida Anakaren
DATUM: WGS-84 SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM ZONA: 17M HEMISFERIO: SUR	FUENTE: Elaboración propia ESCALA: 1:2,000 FECHA: 25/04/2020
LÁMINA N°: 05	

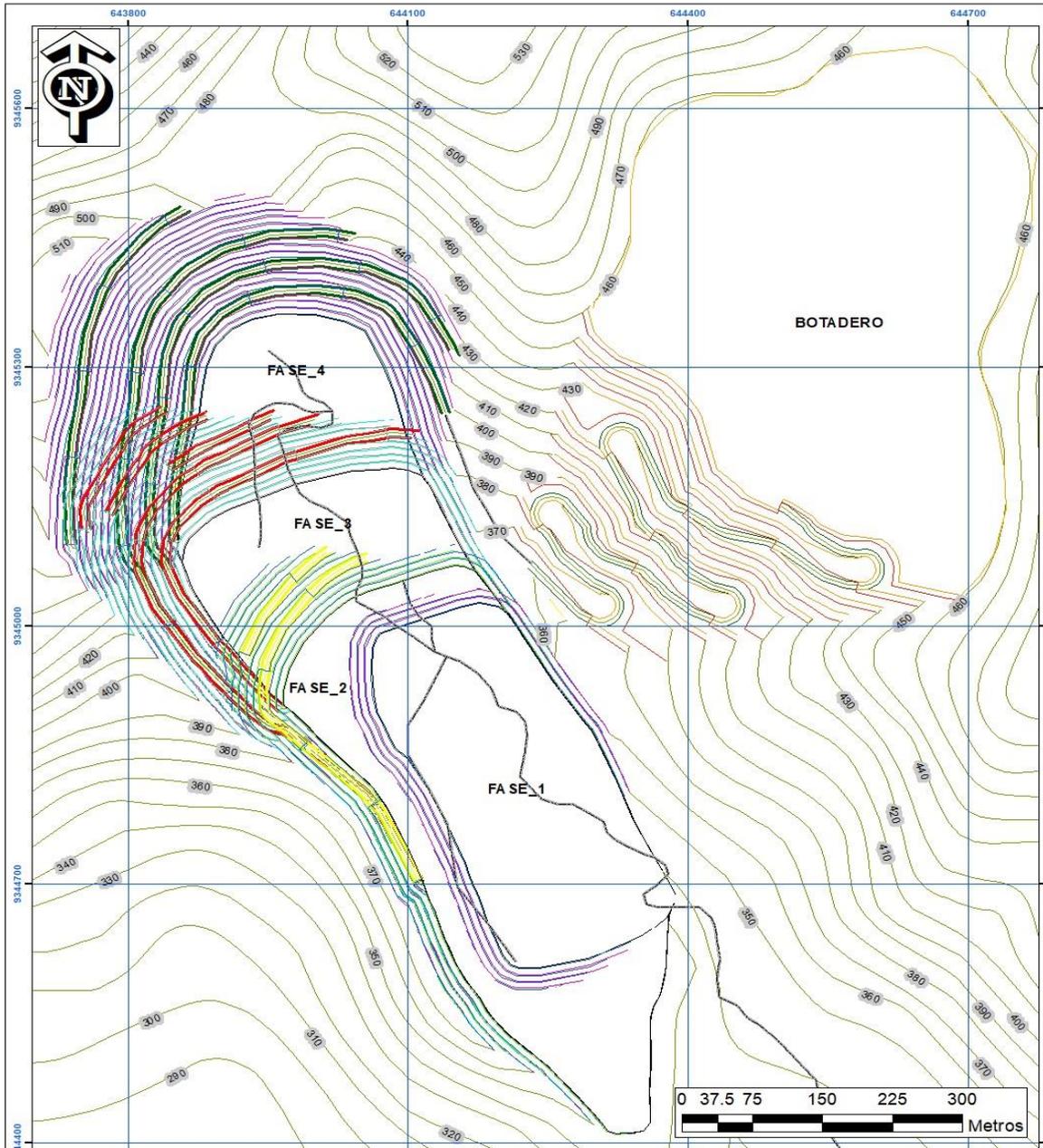
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Fase	ANÁLISIS DE RESERVAS POR FASE			
	Sistema de explotación actual		Sistema de explotación planificada	
	Mineral en TM	Estéril en Bm3	Mineral en TM	Estéril en Bm3
Fase_1	5,192,502.85	190,587.33	5,192,502.85	190,587.33
Fase_2	6,177,979.48	339,791.06	6,177,979.48	339,791.06
Fase_3	8,568,162.43	1,520,127.78	8,568,162.43	1,520,127.78
Fase_4	8,482,938.77	3,400,851.83	9,048,274.33	5,039,386.79
Total	28,421,584.53	5,451,358.00	28,981,919.08	7,089,892.96

Capacidad de botadero m3
7,167,267.40



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-FILIAL CHICLAYO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TE SIS: METODO DE EXPLOTACION POR BANDOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION DE LA CONCESION MINERA DE HIERRO "Olimos SHPM".

MAPA: Topografía final PO R: Br. MORE NUNURA Zaida Anakeren



DATUM: WGS-84 FUENTE: Elaboración propia
SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM
ZONA: 17M ESCALA: 1:4,000
HEMISFERIO: SUR FECHA: 15/06/2020

LÁMINA N°:
06

AUTORIZACIÓN YACIMIENTO DE HIERRO OLMOS 8 HPM

Yo, Wilber Carpio Benavente, identificado con DNI N° 44975900, Gerente General de la concesión minera de hierro Olmos 8 HPM, ubicado en el distrito de Olmos, provincia de Lambayeque y departamento de Lambayeque, autorizó la elaboración de tesis que lleva como título **“Método de explotación por bancos para incrementar la producción de la Concesión Minera de Hierro Olmos 8 HPM”**, con la finalidad de que la tesista More Nunura Zaida Anakaren, obtenga el título profesional de Ingeniera de Minas de la Universidad Cesar Vallejo en el presente año 2020.

Por lo cual, otorgó esta autorización para los fines correspondientes, asimismo me comprometo a colaborar con la información necesaria para la ayuda de la investigación de dicha concesión minera.



.....
Wilber Carpio Benavente
D.N.I. N° 449759007
.....
Cesar Vallejo, Lambayeque
Caserío Olmos, Lambayeque

WILBER CARPIO BENAVENTE

Gerente general del Yacimiento de Hierro Olmos 8HPM



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

Declaratoria de Autenticidad de los Asesores

Nosotros, CASTRO ZAVALETA LILIANA, GONZALES TORRES JORGE OMAR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE MINAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesores de Tesis titulada: "MÉTODO DE EXPLOTACIÓN POR BANCOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA CONCESIÓN MINERA DE HIERRO OLMOS 8 HPM", cuyo autor es MORE NUNURA ZAIDA ANAKAREN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 28 de Julio del 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CASTRO ZAVALETA LILIANA, GONZALES TORRES JORGE OMAR DNI: 43803365 ORCID: 0000-0002-1973-4245	Firmado electrónicamente por: CCASTROZAV el 28-07-2020 15:33:36
CASTRO ZAVALETA LILIANA, GONZALES TORRES JORGE OMAR DNI: 43703713 ORCID: 0000-0002-4870-2402	Firmado electrónicamente por: JOGONZALEST el 31-10-2022 17:13:39

Código documento Trilce: TRI - 0043777