



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**La Mecanización de la Explotación del Yeso como Propuesta para
Aumentar la Producción en la Cantera del Distrito de Mórrope**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Minas

AUTORES:

Br. De la Cruz Efus, Jesús Alexis (ORCID: 0000-0001-5347-6633)

Br. Ruiz Herrera, Hermis (ORCID: 0000-0002-5781-3729)

ASESOR:

Mg. Siccha Ruiz, Orlando Alex (ORCID: 0000-0002-0638-2391)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de Yacimientos Minerales

CHICLAYO – PERÚ

(2021)

Dedicatoria.

Dedico esta tesis a mis queridos padres y familia, por confiar en mí y brindarme el apoyo constante para realizarme como profesional y cumplir mis metas y objetivos trazados en esta vida.

Jesús Alexis

Esta tesis la dedico a mis amados padres por el apoyo incondicional que me han brindado para poder estudiar una carrera profesional, así mismo a mis hermanos por los consejos, apoyo y por estar conmigo en los buenos y malos momentos.

Hermis

Agradecimiento.

A Dios por guiarme e iluminarme en cada etapa de mi vida, un agradecimiento muy especial a mi familia por brindar confianza para seguir con mis estudios y lograr las metas trazadas y llegar a ser un profesional con éxito para poder enfrentar el futuro.

También un cordial agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo, en especial a la escuela profesional de Ingeniería de Minas y a todos los docentes, quienes transmitieron sus conocimientos gracias a su experiencia obtenida en el ámbito laboral.

Así mismo agradezco a mi asesor de tesis: Ing. Mg. Siccha Ruiz Orlando Alex; y a la especialista en metodología Mg. Aguinaga Vásquez Silvia Josefina, por el apoyo, paciencia, brindado en la elaboración de mi tesis, también a los diferentes ingenieros pertenecientes a la escuela de ingeniera de minas, por sus aportes e ideas, para el desarrollo y culminación del mismo.

Índice de contenidos.

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	11
3.2. Operacionales de Variables.....	11
3.3. Población (criterios de selección), muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS.....	59

Índice de tablas.

Tabla 1. Cuadro de unidades estratigráficas.....	18
Tabla 2. Coordenadas de ubicación del área de estudio	19
Tabla 3. Ubicación de las calicatas.....	20
Tabla 4. Potencia de los estratos.....	21
Tabla 5. Data obtenida de campo	25
Tabla 6. Análisis de la data de campo	25
Tabla 7. Producción de yeso día.....	25
Tabla 8. Análisis de costos de producción	26
Tabla 9. Análisis de costos por material.	26
Tabla 10. Reservas para la cantera de yeso.....	26
Tabla 11. Costos de mantenimiento para el CAT 950H.....	33
Tabla 12. Costos de operación para el CAT 950H.....	34
Tabla 13. Costos de operación hora CAT 950H	34
Tabla 14. Costos de mantenimiento CAT 420E	36
Tabla 15. Costos de operación de la retro-excavadora CAT 420E	37
Tabla 16. Costos hora de trabajo de la excavadora CAT 420E	37
Tabla 17. Costos de mantenimiento para el mini cargador CAT 272C,	39
Tabla 18. Costos de operación del mini cargador CAT 272C	40
Tabla 19. Costo hora de trabajo del mini cargador CAT 272C.....	40
Tabla 20. Cuadro de beneficios sociales	41
Tabla 21. Cuadro de costos administrativos y de personal.....	41
Tabla 22. Costos a producir una tonelada de yeso escenario 1	42
Tabla 23. Costos de producción del yeso con la excavadora CAT 420E.....	42
Tabla 24. Costo de producción del yeso con mini cargador CAT 272C.....	43
Tabla 25. Análisis de rentabilidad del proyecto y su vida útil con el CAT 950H...	43
Tabla 26. Rentabilidad y vida útil del proyecto con retro excavadora CAT 420E.	44
Tabla 27. Rentabilidad y vida útil al utilizar mini cargador 272C en las explotaciones del yeso.	45
Tabla 28. Resumen de rentabilidad del proyecto por escenario	46

Índice de figuras.

Figura. 1 Columna estratigráfica.....	22
Figura. 2. Modelo geológico para la arena	23
Figura. 3. Modelo geológico para el yeso	23

RESUMEN

La investigación tuvo como finalidad realizar un estudio sobre la mecanización de la explotación del yeso como propuesta para aumentar la producción en la Cantera del distrito de Mórrope. Se trabajó con una muestra de 11 calicatas, utilizando como tipo y diseño de investigación cuantitativo descriptivo propositivo. Para el recojo de información se utilizó métodos como: observación y análisis documental, instrumentos de guía de observación de campo y guía de análisis documental, Como resultado el área que contiene mineral es de 724.66 ha. con una reserva geológica de 2, 081,636.62 bm^3 de yeso. Los costos de explotación actuales son de 30 s/. Tm de yeso, el precio actual del yeso en el mercado es de 53.33 s/. Tm, para la mecanización se utilizó tres escenarios de evaluación técnico-económico; primer escenario: un cargador frontal CAT950H, segundo una retroexcavadora CAT 420E, tercer dos minis cargadores CAT272C, costos de producción son 6.03 s/. Tm, 7.66 s/. Tm y 14.85 s/. Tm respectivamente. Se seleccionó al CAT950H por sus bajos costos de producción generando una rentabilidad de s/. 125, 550,342.53 todo el proyecto. El trabajo permitió concluir que la mecanización de las explotaciones siempre genera menores costes de producción por ende mayores ingresos.

Palabras Claves: Mecanización, Producción, Cantera.

ABSTRACT

The purpose of the research was to carry out a study on the mechanization of the exploitation of gypsum as a proposal to increase production in the Quarry of the district of Mórrope. We worked with a sample of 11 pits, using a descriptive-purpose quantitative research type and design. For the collection of information, methods such as: observation and documentary analysis, field observation guide instruments and documentary analysis guide were used. As a result, the area containing mineral is 724.66 ha. with a geological reserve of 2,081,636.62 bm^3 of gypsum. Current operating costs are 30 s / Tm of gypsum, the current price of gypsum on the market is 53.33 s / Tm, for mechanization three technical-economic evaluation scenarios were used; First scenario: a CAT950H front loader, second a CAT 420E backhoe, third two CAT272C mini loaders, production costs are 6.03 s / Tm, 7.66 s / Tm and 14.85 s / Tm respectively. The CAT950H was selected for its low production costs, generating a profitability of s / 125, 550,342.53 the entire project. The work allowed to conclude that the mechanization of farms always generates lower production costs, therefore higher income.

Keywords: Mechanization, Production, Quarry.

I. INTRODUCCIÓN.

Al investigar sobre la **Realidad Problemática**, la industria minera cumple un rol importante en la humanidad. Hablar de industria minera no solo es referirse a los metales, también lo es los no metales, las rocas ornamentales en fin todos los recursos naturales que el hombre aprovecha para su supervivencia. Según el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (2018), especifica que Perú tiene potencial minero que ha sido explotado desde siglos que ha ido creciendo el día a día, garantizando a un país en vías de desarrollo (p.13). Para Ingemmet (2014), el Perú es un país minero desde tiempos ancestrales, tiene una posición competitiva en la minería mundial, tiene una descomunal riqueza polimetálica reconocida a nivel mundial (p.8).

La industria minera lo practican todos los países de innumerables formas de explotación y obtención del recurso mineral, a nivel internacional la comercialización y utilización del yeso genera una inmensa demanda por sus propiedades ópticas para la industria de la construcción y sus múltiples usos en el campo de la ingeniería y en obras de arte. La minería no metálica en este caso la minería de yeso actividad que lo practican los países desarrollados, países en vías de desarrollo y países bajos, la producción de yeso a nivel mundial en el año 2004 fue liderado por Estados Unidos con una producción de 18 000.00 millones de Tm de yeso seguido por Australia, Austria, Brasil, etc. La producción mundial para todo el año 2004 alcanzo a 106000.00 millones Tm de yeso (Beatriz y Torres.p.428).

Las actividades mineras del yeso en el país de México son localizadas principalmente en las provincias de la Baja California Sur, Nueva león, Coahuila, Morelos y San Luis Potosí, la producción de yeso es destinada principalmente a la fabricación de paneles para la industria de la construcción (Secretaría de Economía, 2013. p.7). Además, hace mención que la comercialización del yeso se realiza en un 84% en yeso natural y en un 16% en yeso fraguable.

Estudios demuestran la gran demanda de yeso que existe en el mercado, que la producción en las explotaciones mineras de yeso aun en su mayoría es artesanalmente, esto es producto del desconocimiento de la tecnología existente

para utilizar en las explotaciones mineras de yeso. El problema más frecuente en las explotaciones de yeso es la baja productividad por el hecho que se practica una actividad minera artesanal, y la ausencia de profesionales especializados en su campo. La mayoría de las explotaciones mineras de yeso invertir en maquinaria pesada, en un ingeniero y personal capacitado para tal fin lo ven como un gasto inalcanzable, pero esto a la larga de la durabilidad de la mina se vuelve más económico haciendo de una actividad viable de diferentes puntos de vista como: económicos, ambientales, de seguridad, etc.

La cantera del distrito de Mórrope dedicada a la explotación minera del yeso, dicha cantera aún se explota artesanalmente a pesar que en el mercado del yeso hay bastante demanda. Esto genera la baja producción en la cantera y como consecuencia la pérdida de clientes en el mercado, la comunidad de San Pedro del distrito de Mórrope generalmente vive de este recurso natural generando ingresos económicos a la población Morropana. El yeso es un recurso mineral rentable en el mercado por sus diferentes usos como: la industria de la construcción, obras de arte, etc., es por eso que existe una fuerte demanda en el mercado, para poder abastecer esto no se basta con la fuerza humana, es decir la mecanización en la explotación del yeso sería una solución a la baja productividad y poder complacer con la descomunal demanda existente.

La explotación actual del yeso en la cantera del distrito de Mórrope es explotada actualmente por los comuneros de San Pedro quienes son los directos beneficiarios, a la vez mencionar que la explotación lo hacen de manera artesanal, porque desconocen la parte técnica y la tecnología existente para realizar una explotación más económica y ambientalmente. La forma de explotación lo hacen con la ayuda de barretillas, cinceles y combas para poder fragmentar en bloques al mineral, esto genera continuamente un ambiente inseguro de trabajo para quienes están en turno de trabajo y poca producción por cada frente de trabajo.

Además, las operaciones de carguío lo hacen los trabajadores de turno, perdiendo tiempos en sus labores de extracción del yeso, los trozos del mineral son lo suficiente pesado para la fuerza humana que se encarga de cargar los camiones

que compran o llevan a la planta de procesamiento. La utilización de cargadores frontales o máquinas específicas para tal fin sería la solución a estos problemas de explotación que se practica en la cantera de yeso.

En cuanto a la Formulación del Problema, quedo determinada de ¿Cómo puede aumentar la producción del yeso en la cantera del distrito de Mórrope?

El trabajo de investigación se justifica tomando en cuenta criterios técnicos, económicos y sociales. Técnico, la investigación busca mecanizar las explotaciones de yeso utilizando maquinaria específica con fines de aumentar la producción y satisfacer al mercado, por ende, mejores ingresos a la comunidad. Económico, se busca capacitar a la población y dar a conocer la importancia que tiene la mecanización de las explotaciones en temas de aumentar la productividad y los ingresos a la población beneficiaria directamente del proyecto. Social, la investigación busca mejorar los ingresos económicos a la población de esta manera mejorar la calidad de vida de la población en su conjunto, orientarlo a un desarrollo sostenible de sus recursos.

En cuanto a los Objetivos del trabajo de investigación, como objetivo general se tiene Proponer la mecanización de la explotación para aumentar la producción de yeso en la cantera del distrito de Mórrope y como objetivos Específicos están: Analizar la geología regional y local del área de estudio Tablazo 6, Realizar un estudio de topografía para delimitar el área de estudio de la cantera de yeso del distrito de Mórrope, Realizar calicatas en el área de estudio y sus respectivos análisis en geología y mineralogía, Calcular las reservas existentes en la cantera de yeso del distrito de Mórrope y Realizar un estudio técnico económico y comparativo de la maquinaria a utilizar en las explotaciones, para seleccionar la maquinaria que genere menor costo de producción.

En el presente trabajo de investigación se plantea la siguiente Hipótesis, Si se propone la mecanización de la explotación del yeso, aumentará la producción en la cantera de Mórrope.

II. MARCO TEÓRICO

Entre los **Trabajos Previos** que respaldan la presente investigación, se encuentran a nivel internacional, nacional y local.

A nivel internacional figura el trabajo de investigación realizado en el país de España, por el autor Escavy (2013) en su tesis titulada “Estudio geomecánico de formaciones yesíferas de la España peninsular con potencial de explotación minera para aplicaciones industriales”, tiene como objetivo general desarrollar la metodología que lo ayude a priorizar las zonas de explotación de las rocas y minerales industriales con bajo valor unitario con ayuda de estudios geológicos y estudios de mercado. Como muestra principal, se tomará los yacimientos de yeso de España, definiendo zonas estratégicas donde se pueda instalar una planta procesadora de yeso, además teniendo en cuenta. Las reservas disponibles y que garanticen un ingreso económico adecuado.

A nivel nacional, está la investigación realizado en Huancavelica, por el autor Vargas (2017) en su tesis titulada “Incremento de la producción mediante la mecanización de tajos con equipos Mini jumbo en la CIA Minera Kolpa-U.O. Huachocolpa”. La investigación citada tiene como objetivo general aumentar la producción en la compañía minera CIA MINERA KOLPA, la cual el investigador se formula una pregunta ¿Cómo se podrá aumentar la producción mensual en la compañía minera Kolpa?. El investigador en su tesis concluye que a través de la mecanización se logra aumentar la producción, generando bajos costos en el precio unitario.

De igual manera el trabajo de investigación realizado en Cuzco, por los autores Boza y Loayza (2017) en su tesis titulada “Influencia de la variación de temperatura de cocción en las propiedades físicas y mecánicas del yeso proveniente de la cantera Orlando 2007 de acuerdo a la norma UNE-EN 13279-2”. La investigación citada tiene como objetivo general determinar en qué medida puede influenciar la temperatura de cocción en las propiedades físicas y mecánicas del yeso.

El trabajo de investigación realizado en el ámbito de la región de Lambayeque, por el autor Castro (2018) titulado “Cubicación de reservas de agregados para determinar la vida útil en la cantera la Viña Cayaltí – Chiclayo”, utilizando métodos clásicos para el cálculo de reservas, partiendo de los estudios topográficos y geológicos del área de estudio, los análisis de calicatas y modelados geológicos para determinar la cantidad de recurso de interés económico existente. El cálculo de reservas es de suma importancia en la viabilidad de los proyectos mineros, para que el inversionista pueda con mayor seguridad invertir su dinero.

Finalmente, **A nivel local**, En los trabajos previos a nivel local no se ha encontrado en ninguna fuente de información. Por lo que la investigación no cuenta con trabajos previos a nivel local.

Entre las **Teorías Relacionadas** al tema están:

Para la variable independiente (mecanización de las explotaciones), se encuentran las siguientes teorías.

En cuanto al **Método de explotación (método minero)**, Según Herrera (2006), es la técnica de extracción de un cuerpo mineralizado económicamente rentable. Para seleccionar el método de explotación de un determinado yacimiento mineral está basada principalmente en temas económicos como: costos, beneficio, flujo de caja, inversiones, etc.

Al definir los estudios de **Costos de producción** por la Comisión Chilena del Cobre (2015), menciona que Los costos de producción son necesarios de incurrir para el procesamiento del producto, ya sea de manera directa o indirecta, también se incluyen los costos incurridos por desgaste de los activos, como depreciaciones y amortizaciones. El costo mina responde a la siguiente formula:

$$\begin{aligned}
 \text{Costos Mina} \left[\frac{\text{USD}}{t} \right] &= \sum \text{Costos Operacion Unitaria} \\
 \text{Costos Mina} \left[\frac{\text{USD}}{t} \right] &= \text{Costos Rompimiento de Material} + \text{Costos Carguio} \\
 &+ \text{Costos Transporte}
 \end{aligned}$$

Para Herrera (2006), la **Tecnología minera** utiliza métodos desarrolladas vinculadas a las mejoras continuas de los procesos productivos. Para Codelco (2014), la actividad minera hace uso de tecnologías para minimizar los costos de producción y aumentar la producción, reduciendo los riesgos que están implicados en los equipos y personas.

El término **Depreciación de la maquinaria** es utilizado para referirse al valor que pierde una máquina en un periodo de tiempo, para Quijua (2017), la maquina operativa tiene la desventaja de devaluarse para ello se considera dos tipos de depreciación que son:

La **Depreciación anual** responde a la siguiente fórmula de cálculo.

$$DEPRECIACIÓN ANUAL = \frac{P - S}{N}$$

Donde:

P=es el valor inicial de una maquina

S=es el valor de salvamento de una maquina en países en desarrollo se considera el 10% del valor inicial

N= vida útil de la máquina.

La **Depreciación horaria** responde a la siguiente fórmula de cálculo.

$$DEPRECIACIÓN ANUAL = \frac{P - S}{H_a * N}$$

H_a= son las horas de trabajo anual de una máquina

Los **Costos de propiedad** responden a la siguiente fórmula de cálculo.

$$CP = DEPRECIACIÓN + IIS$$

Donde:

CP= costos de propiedad

IIS= intereses, impuestos y seguros, es calculado de la siguiente forma

$$IIS = IP * 16\%$$

$$IP = P * PITAD$$

$$PITAD = \frac{1}{2} \left(\frac{N * 1}{N} \right) * 100$$

IP=Inversión promedio

PITAD= porcentaje de inversión anual promedio.

Los Costos de operación según Gualan (2016, p.3), Los costos de operación incluyen lo siguiente: mano de obra (operador y ayudante), combustible, lubricantes, filtros, llantas, reparaciones. La suma de todos los costos mencionados anteriormente se refiere a los costos de operación.

Se considera el **Cargador frontal CAT 950H** de la marca CATERPILLAR y modelo 950H, como datos técnicos se encuentra la potencia en el volante de 146 kW, tiempo de ciclo hidráulico de 10 segundos, capacidad nominal de la cuchara es de 3.3 metros cúbicos, el ancho del cucharón es de 2927 milímetros. Otros datos técnicos en el manual de rendimiento de CATERPILLAR N°39.

La **maquinaria Retro excavadora CAT 420E** utilizada y citada en la investigación es de la marca CATERPILLAR y de modelo 420E, con datos técnico de Potencia bruta en el volante 78 hp y otros datos técnicos en el manual de CATERPILLAR N°39.

El **Mini cargador CAT 272C** empleado para la investigación es de la marca CATERPILLAR y modelo 272C, como datos técnicos se cuenta la potencia al volante es de 74 HP, tiempo de ciclo hidráulico es de 9.6, y otros datos técnicos relevante en el manual N° 39.

Para las teorías de la **variable dependiente** (Aumentar la producción de yeso), se encuentran las siguientes teorías.

El Mineral Yeso es muy abundante en la corteza terrestre con propiedades óptimas para la industria de la construcción. Para la Secretaria de Economía (2013), Las propiedades del yeso son de tonalidad blanco grisáceo y con brillo vítreo. Para los autores Suping y Jincal (2007), la Densidad lo define como el cociente de la masa sobre su volumen. La densidad teórica para el mineral yeso es de 2.32 Tn/m³. Una breve descripción de las propiedades del yeso, según el manual de mineralogía de

DANA, hace referencia a las propiedades físicas del yeso. Para Dana (1996), El yeso tiene como composición química el 32.6% de CaO, el 46.5% SO₃ y el 20.9% de agua (H₂O).

Según fuente: Estadística Minera de España en el 2011 realiza un estudio sobre la producción de yeso en España, teniendo como resultados que Andalucía era el mayor productor de yeso con un 62% a nivel nacional, seguido del 8% para la ciudad de Madrid, el 7% para la ciudad de La Mancha y Cataluña, el 4% para la ciudad Valenciana y la ciudad de Aragón, el 3% para La Rioja y el 1% para Navarra y Murcia (Estadística Minera de España, 2011).

El yeso un recurso natural que siempre está presente en la vida cotidiana de toda la humanidad desde hace mucho tiempo atrás, es uno de los minerales más antiguos utilizado por el hombre utilizado principalmente como materiales de revestimiento y adhesión. La industria minera para el país significa una fuente muy importante de ingresos tributarios al país (Impuestos a renta, impuesto general a ventas-IGV, etc.) y no tributarios (aporte voluntario, regalías, derecho de vigencia) (Larraín Vial SAB, 2012, p.33). A lo largo de la historia del país la minería ha contribuido innumerablemente en los ingresos económicos para el país (Benavides, 2012 p.10). La comercialización del yeso en el Perú es primordial en la industria de la construcción, pinturas, textiles, trabajos de artesanía, etc. Además, en el Perú se utiliza como estabilizador (yeso crudo) las áreas agrícolas que contienen sales, y para la elaboración del ácido sulfúrico. En el Perú los yacimientos de yeso generalmente se presentan en mantos horizontales de grandes extensiones, con potencia escasa. Los principales yacimientos de yeso se encuentran en la región de Lambayeque, Piura y La Libertad.

En cuanto la **producción** es el producto final de una gama de operaciones unitarias en minería, en si se refiere a un producto económicamente rentable o de beneficio económico para los inversionistas, mientras la producción sea alta y los costos bajos mejor será los ingresos.

Según Osinergmin (2017), el **Beneficio**, lo define como la etapa principal de las actividades mineras donde se procesa el mineral proveniente de los yacimientos minerales para obtener bienes de gran valor económico.

Los **ingresos** es un término utilizado para referirse al precio unitario por el monto total de ventas, es decir, una expresión monetaria sin importar los costos de producción de tal bien.

$$I = P_U * T_b$$

Donde:

P_U = precio unitario del bien.

T_b = cantidad total de un bien.

Entre el Término utilizado **Utilidad** se refiere a las ganancias que genera un bien o servicio, es decir, una expresión monetaria que representa las ganancias generadas por un bien o servicio.

$$U = P_U * T_b - C_U T_b$$

Donde:

C_U = costo unitario de un bien.

Para las **Teorías genéricas**, son las siguientes

Para Monroe y Wicander (2006). **La geología** está definida como una ciencia que se ocupa del estudio teórico práctico de las obras de ingeniería que se realizan en la corteza terrestre, en sus tres campos de aplicación de la roca que son: la roca como materiales de construcción, la roca como soporte de las estructuras y la roca como parte de las estructuras. Para Gonzales (2002), la geología se encarga del estudio de la composición y estructura interna y el campo superficial.

Para el autor Pantigoso (2014), la **Topografía** se considera como la ciencia dedicada a determinar la ubicación absoluta o relativa de puntos sobre la superficie terrestre, con la ayuda de instrumentos diseñados para tal fin, gracias a esta ciencia se puede representar virtualmente y grafica a una determinada área de estudio. Para Jiménez (2007), la topografía de puntos sobre la superficie se representa gráficamente en planos para su interpretación. Mientras que el autor Mendoza (2014), lo define como el campo de la ingeniería que establece la perspectiva relativa de los puntos mediante la obtención y procesamiento de datos físicos.

Reservas: Para Vázquez (2012), Las reservas son la concentración o acumulación de cierto recurso de interés económico, cierta concentración garantiza económicamente su explotación. Pero para Bustillo y López (1997), las reservas son “parte de un depósito mineral que puede ser extraído legal y económicamente” (p.25).

Recursos: Para Vázquez (2012), Los recursos son cualquier sustancia o materia con perspectiva económica, para una futura explotación minera con beneficios económicos.

Estadística: Para Estuardo (2012), La estadística es un campo de obtención de datos de una población definida para luego procesarlos para sacar conclusiones.

Actividad Minera: Según el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (2010), define como las actividades conducentes descubriendo indicios de mineralización con interés geológico y económico, las fases implican los trabajos de exploración (cateo y protección), explotación, procesamiento, comercialización y cierre. (p.15).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación.

La investigación es del tipo cuantitativo con el diseño descriptivo propositivo porque la investigación además de describir la situación actual de la explotación mineras de yeso en el distrito de Mórrope busca planear alternativas o soluciones a los problemas que existentes en las explotaciones de yeso.

3.2. Operacionales de Variables.

3.2.1. Variables

Mecanización de las explotaciones: La mecanización de las explotaciones yesíferas, es referirme a la aplicación de la tecnología actual a la producción del yeso, la presencia de maquinaria específica para realizar trabajos de arranque de material estéril como el material de interés económico, para realizar trabajos de carguío y acarreo, en si la mecanización es referirse a la utilización de maquinaria de cualquier índole para mejorar los procesos productivos.

Aumentar la producción del yeso: Aumentar la producción en las explotaciones mineras es el objetivo de los múltiples profesionales ligados a la producción especialmente los ingenieros de minas y personal del área de planeamiento y operaciones. Para cumplir con tal objetivo se emplea la tecnología actual como la utilización de maquinaria pesada en las operaciones de arranque, carguío y transporte.

3.3. Población (criterios de selección), muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población para la siguiente investigación es todas las concesiones pertenecientes a la cantera de yeso del distrito de Mórrope, las concesiones son denominadas como El Tablazo seguido de un número que los identifica.

3.3.2. Muestra y Muestreo.

La muestra para la siguiente investigación se tomó a la concesión minera El Tablazo 6, en dicha concesión minera ya hay grupos de campesinos explotando gran parte del mineral. Se tomó como muestreo gran parte del yacimiento a explotar para los fines de aumentar la productividad.

Criterios de inclusión

- Cantera con ausencia de estudios geológicos
- Cantera con ausencia de cálculo de reserva
- Cantera con ausencia de maquinaria en sus etapas productivas

Criterios de exclusión

- A todas las canteras que cuentan con estudios geológicos
- Todas las canteras que cuentan con un cálculo de reservas.
- Aquellas canteras que ya son mecanizadas u labores mineras

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Técnicas de recolección de datos.

Observación.

La observación es una técnica importante de la investigación descriptiva, realizada en el lugar donde se está realizando los estudios, recolectando toda la información necesaria para posteriores análisis por parte del investigador (Díaz, 2011, p.5).

Análisis documental.

Trabajo por medio el cual permite un proceso intelectual para extraer una parte importante del documento para representarlo y facilitar el acceso a la documentación original. Analizar la parte importante del documento que pueda representar mejor ya sea un conjunto de palabras o símbolos que ayuden a entender mejor (ACIMED, 2004).

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.

a) Guía de observación de campo.

La guía de observación de campo se utilizó para recopilar toda la información sobre las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio, también para recopilar información sobre las estructuras geológicas, para su análisis correspondiente en trabajos de gabinete. La guía de observación de campo para la geología regional y local. Ver anexo N°1.

También se utilizó para recopilar toda información referente al relieve del terreno y las líneas de quiebre ejercidas por las explotaciones del yeso, para los trabajos de gabinete y realizar los análisis y planos correspondientes. La guía para el levantamiento topográfico del área de estudio. Ver anexos N°2.

De la misma manera, la guía de observación de campo se aplicó para las observaciones correspondientes en cada una de las calicatas que se realizaran en lugares estratégicos donde se pueda obtener la máxima información. La guía de observación de campo para las calicatas. Ver anexo N°3.

b) Guía de análisis documental.

La guía de análisis documental se utilizó para recopilar toda la información procedente de los objetivos anteriores, para que en trabajos de gabinete se analice y modele el sólido que represente las reservas de yeso existentes en el área de estudio. La guía de análisis documental para el cálculo de reservas. Ver anexo N°4

También se utilizó para recopilar toda la información presente de fuentes confiables sobre los datos técnicos y económicos de la maquinaria a utilizar en las explotaciones y en trabajos de gabinete poder analizar y tomar las decisiones más óptimas para la mecanización de la cantera.

3.5. Procedimientos.

1. Análisis de la geología regional y local del área de estudio: Guía de observación de campo (cuadro de unidades estratigráficas y estructuras geológicas).
2. Realización de estudio en topografía para delimitar el área de estudio de la cantera de yeso del distrito de Mórrope: Guía de observación de campo (cuadro de coordenadas y croquis).
3. Realización de calicatas en el área de estudio y sus respectivos análisis en geología y mineralogía: Realización de calicatas en el área de estudio y sus respectivos análisis en geología y mineralogía.
4. Cálculo de reservas existentes en la cantera de yeso del distrito de Mórrope: Guía de análisis documental (cuadro resumen).
5. Realización un estudio técnico económico y comparativo de la maquinaria a utilizar en las explotaciones, para seleccionar la maquinaria que genere menor costo de producción: Guía de análisis documental (cuadro de datos técnicos).

3.5.1. Descripción de procesos.

Analizar la geología regional y local del área de estudio. Primero se revisó el catastro minero para ubicar la concesión minera de la cantera de yeso, luego se buscaron toda la información existente en la página de Geocatmin. Descargar la data de geología en archivos Shapefiles, para analizarlos con la ayuda del software QGis para la elaboración del mapa de la geología regional para el área de estudio. Para la geología local se realizó estudios de campo detalladamente, después en trabajos de gabinete se analizó las observaciones de campo y la elaboración del mapa de la geología local.

Realizar estudios en topografía para delimitar el área de estudio de yeso del distrito de Mórrope. Se realizó una salida de campo para determinar los puntos estratégicos y estudios previos para el levantamiento topográfico. Con la ayuda de un GPS Garmin, se procedió a realizar el levantamiento topográfico del área de estudio detallando partes importantes y las zonas ya explotadas. Después trabajos de gabinete para hacer el análisis correspondiente y delimitar el área explotada y la que aún está en procesos de estudio y con la ayuda del AutoCAD Civil 3d (versión estudiante), se realizó los planos correspondientes.

Realizar calicatas en el área de estudio y sus respectivos análisis en geología y mineralogía. Se realizó una salida de campo para ubicar los puntos estratégicos para la ejecución de las calicatas, donde se obtuvo la mayor información de las calicatas realizadas en campo, se tomó nota y el muestreo para el análisis que se crea conveniente. En gabinete se analizó la potencia del manto de yeso en cada una de las calicatas, se elaboró la columna estratigráfica para cada una de las calicatas y por último se elaboró el informe final de los análisis procedentes de las calicatas.

Calcular las reservas existentes en la cantera de yeso del distrito de Mórrope.

Se analizó los resultados de los objetivos anteriores y luego se modeló en el software minero RecMin el sólido que represente a las reservas de yeso. Se calculó las reservas con la ayuda del software minero a través del algoritmo cálculo de volumen del sólido, el volumen del sólido representa la cantidad de reservas existentes, para este caso de estudio porque no se trabaja con leyes. Se calculó la densidad del yeso, para cálculos que se crea conveniente.

Realizar un estudio técnico económico y comparativo de la maquinaria a utilizar en las explotaciones, para seleccionar la maquinaria que genere menor costos de producción.

Se hizo la búsqueda de información sobre maquinaria específica para la explotación de yeso, luego se seleccionó la maquinaria que se ajuste a las necesidades y las explotaciones de yeso para la cantera del distrito de Mórrope. Se realizó estudios económicos de la maquinaria seleccionada para tomar decisiones de las máquinas que serán últimamente seleccionados para la mecanización de la explotación. Sin antes hacer un estudio de costos de producción de cada máquina. Se seleccionó la maquinaria que garantice bajos costos de producción y buenos beneficios económicos para la población beneficiaria.

3.6. Método de análisis de datos

Método analítico: La presente investigación utilizó el método para analizar de forma detallada la zona de interés económico, permitiendo encontrar múltiples factores que intervienen en una mecanización de la explotación minera del yeso.

Método sistémico: Se utilizó el siguiente método para establecer un orden jerárquico en el desarrollo de la investigación, permitiendo más estética y entendimiento de la información plasmada en la investigación.

3.7. Aspectos éticos.

Veracidad de la información. El presente proyecto de tesis está redactado con palabras propias del investigador, aclarar que se ha utilizado algunas citas para dar confiabilidad a la información redactada por el investigador y las definiciones plasmadas en las teorías, los mapas y planos presentes en la investigación han sido elaboradas e interpretadas por el investigador.

En cuanto al uso de software como: RecMin, QGis, Geocatmin, los cuales están disponibles en la web para el uso libre de los estudiantes y profesionales del rubro minero, en cuanto al software Autocad Civil 3d que es licenciado, pero Autodesk brinda la versión estudiante de uso libre siempre y cuando sea solo para ámbitos académicos.

Respecto a la autoría de los trabajos citados. A lo largo de la investigación contienen citas y referencias, para hacer más realce a la investigación, la cual se agradece a los ya antes citados que de una y otra manera ayudaron con la investigación.

Autorización del solicitante para la ejecución de la elaboración de esta investigación. La presente investigación se realizó con la autorización previa de los representantes de la Comunidad de San Pedro De Mórrope, quienes están a cargo de las explotaciones de yeso. Los mismos que están interesados por las propuestas de tecnologías actuales en las explotaciones de yeso.

Responsabilidad social y ambiental. Con buen perfil y ética profesional el investigador busca minimizar cualquier impacto negativo al ambiente consecuencia de la mecanización de las explotaciones mineras de yeso en el distrito de Mórrope.

IV. RESULTADOS.

4.1. Geología regional y local del área de estudio

Geología Regional. La geología regional para el área de estudio está conformada por las unidades estratigráficas formadas en la era Cenozoico en el sistema Cuaternario, estas unidades estratigráficas son los Depósitos Mixtos Lacustres (Qrm-la) y la unidad estratigráfica Tablazo-Talara (Qp-tt).

Tabla 1. Cuadro de unidades estratigráficas

ERA - TEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	ROCA INTRUSIVA
CENOZOICO	CUATERNARIO	Reciente	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Qrm-la</div> Depósitos Mixtos. Lacustre	
		Pleistoceno	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Qp-tt</div> Tablazo - Talara	

Fuente: Geocatmin.

Geología Local. En la geología local no hay muchas cosas que detallar porque es un terreno que no ha sufrido cambios, es decir, la geología local es similar a la geología regional solo con la diferencia que la geología local se puede detallar la columna estratigráfica presente en el área de estudio. Para los Depósitos Mixtos Lacustres (Qrm-la) y la formación Tablazo Talara (Qp-tt) ambas unidades estratigráficas tienen una capa de arena de color negro verdoso con un espesor promedio de 0.3 m y por debajo de esta se encuentra el mineral de interés económico para este caso el mineral Yeso con una potencia promedio de 0.31 m. Ver lámina N°2.

4.2. Topografía del área de estudio y sus delimitaciones.

Ubicación del área de estudio. El área de estudio (concesión minera Tablazo 6) está ubicado en el distrito de Olmos, provincia de Lambayeque y departamento de Lambayeque. Exactamente en las coordenadas que muestra la tabla N°4. El mapa de ubicación del área de estudio. Ver lámina N°3

Tabla 2. *Coordenadas de ubicación del área de estudio*

VERTICE	ESTE	NORTE
PI	572746	9300634
P2	572746	9301634
P3	569746	9301634
P4	569746	9302634
P5	568746	9302634
P6	568746	9304634
P7	570746	9304634
P8	570746	9303634
P9	571746	9303634
P10	571746	9302634
P11	573746	9302634
P12	573746	9300634

Fuente: Elaboración Propia

Levantamiento topográfico del área de estudio. El levantamiento topográfico se realizó con la ayuda del GPS ubicando los puntos estratégicos y las áreas ya explotadas para poder así dimensionar el área de estudio sobre todo la ubicación exacta de las áreas que aún no están explotadas por los comuneros de Mórrope.

Curvas de nivel. Las curvas de nivel para el área de estudio varían desde la cota 0.4 msnm para la cota de excavación, es decir, para el área ya explotada hasta la cota 1.3 msnm para el terreno natural. Las curvas de nivel están en intervalos de 0.1 metros para poder visualizar las áreas de explotación con las áreas de terreno natural. Ver lámina N°4

Delimitaciones del área de estudio. Para la concesión minera Tablazo 6 se considera dos áreas delimitadas, un área de excavación o área ya explotada y el área de terreno natural o área mineralizada. El área excavada tiene una dimensión de 2, 753,309.857 m² y el área de mineralizada ocupa un área de 7, 246,565.143 m² haciendo un total de 9, 999,875.00 m². Ver lámina N°4 en anexo N° 9.

Descripción general de la orografía del terreno natural. En cuanto a la orografía del terreno, es generalmente llano perteneciente a los desiertos de la parte Noroeste de la región de Lambayeque. En cuando a la flora existe pequeños helechos producto de las temporadas de lluvias y la fauna solo la presencia de insectos.

4.3. Ejecución de calicatas.

Ubicación de las calicatas. En la tabla N°5 muestra las coordenadas de cada una de las calicatas tomadas en campo para analizar la estratigrafía presente en el área de estudio, además conocer la potencia de la zona mineralizada de interés económico en este caso el mineral Yeso. Las calicatas ubicadas por encima de 1 msnm pertenecen al área mineralizada y las calicatas que están por debajo de 1 msnm son las calicatas que están dentro del área ya explotada.

Tabla 3. Ubicación de las calicatas

CALICATA	ESTE	NORTE	ELEVACION
CAL-1	569439	9303423	1 m
CAL-2	570788.94	9302503.13	1m
CAL-3	570201.7	9302030.45	0.4 m
CAL-4	573188.45	9302299.92	1.2 m
CAL-5	573137.93	9300774.61	1.1 m
CAL-6	572035.01	9302049.37	1 m
CAL-7	571388.41	9303442.68	1.1 m
CAL-8	570341.03	9303650.42	1.2 m
CAL-9	569254.59	9303644.41	1.2 m
CAL-10	570382.79	9304460.38	1.1 m
CAL-11	568881.23	9304487.88	1.1 m

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de las calicatas. Las calicatas realizadas en el área de estudio tienen en común los estratos, partiendo de los estratos formados por arena de color negro verdoso, seguido del mineral de interés económico (yeso), excepto la calicata tres (CAL-3) que tiene un estrato de arena - arcilla de color negro verdoso es por formar parte de las áreas ya extraídas. Los estratos de las demás calicatas son dos estratos que tienen potencias que varían en cada una de las calicatas como muestra la tabla N°6 cada calicata con sus respectivos estratos y sus potencias.

Tabla 4. *Potencia de los estratos*

CALICATA	ESTRATOS	POTENCIA (m)
CAL-1	Arena - Arcilla	0.3
	Arena - Arcilla	0.33
CAL-2	Arena - Arcilla	0.27
	Arena - Arcilla	0.3
CAL-3	Arena - Arcilla	0.5
CAL-4	Arena - Arcilla	0.21
	Arena - Arcilla	0.3
CAL-5	Arena - Arcilla	0.26
	Arena - Arcilla	0.29
CAL-6	Arena - Arcilla	0.29
	Arena - Arcilla	0.31
CAL-7	Arena - Arcilla	0.28
	Arena - Arcilla	0.33
CAL-8	Arena - Arcilla	0.26
	Arena - Arcilla	0.28
CAL-9	Arena - Arcilla	0.27
	Arena - Arcilla	0.29
CAL-10	Arena - Arcilla	0.29

	Arena - Arcilla	0.31
CAL-11	Arena - Arcilla	0.27
	Arena - Arcilla	0.29

Fuente: Elaboración Propia.

Columna estratigráfica. La columna estratigráfica para el área de estudio solo consta de dos tipos de estratos, un estrato de potencia promedio de 0.27 m de material arena con granulometría fina y el segundo estrato formado por el mineral de interés económico (yeso) con potencia promedio de 0.30 metros. Como se muestra en la figura N° 1 la columna estratigráfica para la calicata CAL-1.

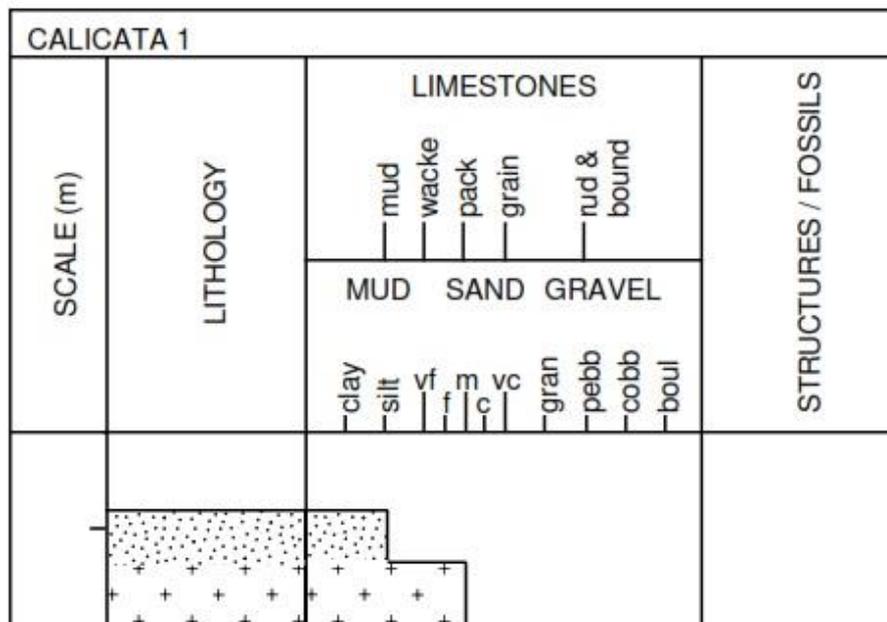


Figura. 1 Columna estratigráfica

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Cálculo de reservas de la cantera de yeso de Mórrope concesión minera tablazo 06.

Modelo geológico. El modelo geológico para el área de estudio que representa la litología de las formaciones rocosas y mineralizadas son: los estratos de arena-arcilla con potencia promedio de 0.27 metros; en el modelo geológico está representado de color gris, y la zona mineralizada de potencia promedio de 0.30 metros; en el modelo geológico está representado de color anaranjado pálido. Ver imagen N°2 y N°3. Ver lámina N° 5



Figura. 2. Modelo geológico para la arena

Fuente: Elaboración Propia.

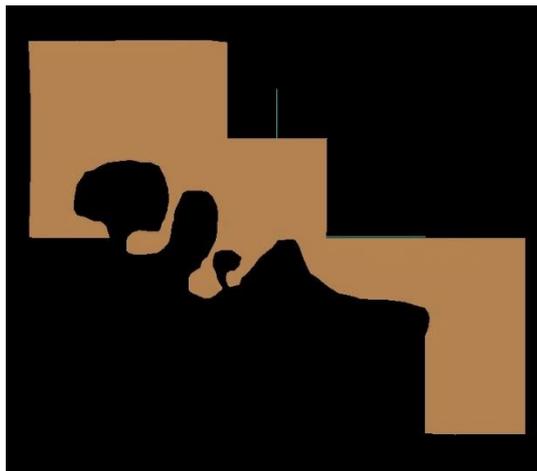


Figura. 3. Modelo geológico para el yeso

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de reservas geológicas. El cálculo de recursos para este caso de estudio viene a ser el volumen del sólido que representa el modelo geológico, también se calculó la cantidad de material estéril que está por encima de la zona de interés económico, porque, formará parte de los materiales a mover en el proceso de explotación, por ende, genera incrementos de los costos de explotación. A continuación, el cálculo correspondiente para cada estrato.

Material estéril

$$V_e = \frac{(A_1 + A_2)d_1}{2} + \frac{(A_2 + A_3)d_2}{2} + \frac{(A_n + A_{n+1})d_n}{2}$$

$$V_e = \frac{(450.7884 + 4507884) * 50}{2} + \dots + \frac{(50.27 + 1.57) * 8.88}{2}$$

$$V_e = 1,455,815.65 \text{ } bm^3$$

La cantidad de material estéril que se tiene que mover para recuperar todo el mineral de interés es de 1,455,815.65 bm^3 . Ver en anexos N° el reporte del cálculo.

Material mineralizado (yeso)

$$V_y = \frac{(A_1 + A_2)d_1}{2} + \frac{(A_2 + A_3)d_2}{2} + \frac{(A_n + A_{n+1})d_n}{2}$$

$$V_y = \frac{(600.74 + 600.74) * 50}{2} + \dots + \frac{(431.99 + 51.99) * 8.88}{2}$$

$$V_y = 2,081,636.62 \text{ } bm^3$$

La cantidad del recurso de interés económico es de 2,081,636.62 bm^3 de los cuales se realizará un análisis económico para determinar si la cantidad del recurso es lo suficiente para pasar a ser reserva. Ver anexos N° el reporte del cálculo.

Costos de explotación. El cálculo de costos de producción se basa en la situación actual de la explotación de la cantera de yeso, para la mecanización se hará otro análisis más detallado y con los requerimientos necesarios para la mecanización de la cantera. La cantera explota de manera artesanal formado por grupos de trabajo cada uno de 6 integrantes. De los cuales uno se encarga de remover el estéril y los 5 restantes a la producción del yeso.

En la tabla N°7 presenta los datos obtenidos en campo para los análisis correspondientes de los costos de producción.

Tabla 5. Data obtenida de campo

DATA CAMPO		
Tn viaje	Precio viaje	costos obrero
15	800	450

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°8 se presenta el análisis de los datos de campo las cuales se puede concluir que le precio de venta por tonelada métrica de yeso es de 53.33 soles y el costo de los obreros es del 56%. Estos datos son de importancia para hacer los análisis de costos por tonelada de material.

Tabla 6. Análisis de la data de campo

ANALISIS DE DATA CAMPO	
Precio s/. Tm	% costo obrero
53.33	56%

Fuente: Elaboración Propia

Los análisis de producción de yeso se presentan en la tabla N° las cuales se obtienen a partir de los datos de campo la producción por semana es de 60 Tn cada cuadrilla, los días trabajados son de 5 días por semana, de esto se deduce la producción diaria de 12 Tn de yeso por cuadrilla.

Tabla 7. Producción de yeso día

Análisis de producción de yeso en Tm.		
Producción semana (Tm)	Días de trabajo semana	Producción diaria (Tm)
60	5	12

Fuente: Elaboración Propia

El costo de producción de una tonelada de yeso en cantera es de s/. 30 por tonelada de yeso. Ver tabla N°10 el análisis de costos de producción.

Tabla 8. Análisis de costos de producción

Análisis de costos de producción			
Número de obreros diario	Producción por cada obrero	Salario de cada obrero	Costo s/.Tm
6	2	60	30

Fuente: Elaboración Propia.

El costo por material presente en cantera es de s/. 5 por tonelada de estéril y s/. 25 por tonelada de yeso. Ver tabla N°11 el análisis de costos por material.

Tabla 9. Análisis de costos por material.

Análisis de costos por material			
Tipo de material	Número de trabajadores día	Incidencia %	Costo por material
Estéril	1	16.7	5.0
Mineral (Yeso)	5	83.3	25.0
Total	6	100.0	30.0

Fuente: Elaboración Propia

Precio de venta en el mercado. Para el precio de venta del mineral de interés económico (yeso) es de 53.33 nuevos soles por tonelada métrica de yeso, este precio representa el precio de venta en su estado natural. La cantera comercializa de la manera ya mencionada por el hecho de no contar con una planta de procesamiento para poder venderlo en material fino.

Cálculo de reservas mineras. El cálculo de reservas para el área de estudio, basado con la producción actual de la cantera sin la mecanización, tiene una rentabilidad de S/125, 550,342.53 ver tabla N° 12.

Tabla 10. Reservas para la cantera de yeso

Tipo de material	Volumen	Costos	Precio	Egresos	Ingresos	Utilidad
Yeso	2081636.62	S/25.00	S/53.33	S/52,040,915.50	S/111,013,680.94	S/125,550,342.53
Estéril	1455815.65	S/5.00	S/0.00	S/7,279,078.25	S/0.00	

Fuente: Elaboración Propia

4.5. Estudio técnico-económico de la maquinaria a utilizar en la mecanización de las operaciones.

4.5.1. Selección de la maquinaria.

La selección de la maquinaria para la mecanización se realizó de acuerdo a las condiciones del terreno y las propiedades físicas de la zona mineralizada (yeso), a simple vista queda descartado la utilización de maquinaria de orugas porque este sistema de rodado deteriora el yeso por el hecho que las fuerzas de presión que ejerce las orugas son superiores a la resistencia de tracción del mineral. A continuación de realizar un estudio técnico y económico de la maquinaria de sistema de rodado neumático.

A. Análisis técnico.

Escenario 1.

Cargador frontal CAT 950H

Longitud de balde. La longitud del balde del cargador CAT 950H es de 2927 mm, convirtiendo en metros sería una longitud de 2.927 m de ancho de cuchara.

Longitud de fractura del yeso. El yeso al ser penetrado por debajo de la potencia y ejercido esfuerzo con el cucharón del cargador este se fractura y lo hace es una longitud promedio de 1.5 metro perpendicular al ancho del cucharón, y el ancho de Fracturamiento se consideró igual al ancho de la cuchara más medio metro por ambos costados del cucharón, no necesariamente y fractura al ancho de la cuchara, generalmente en dimensiones mayores, para ser más precios en el cálculo se consideró el ancho de la cuchara.

Tiempo de ciclo. Como dato técnico del cargador frontal el tiempo de ciclo hidráulico es de 10 segundos, y los datos observados de campo sería el tiempo de retiro del bloque del yeso lo hace en 1 minuto, el tiempo de fragmentar el yeso en bloques más pequeños lo hace en 1 minuto y se consideró 1 minuto más de tiempo por demoras u otros trabajos particulares. El tiempo de ciclo sería la suma de todos los tiempos en consideración.

$$T_C = T_H + T_R + T_F + T_O$$

$$T_C = 10s + 60s + 60s + 60s$$

$$T_C = 190 s$$

$$T_C = 3.16min$$

Numero de ciclos hora. Los números de ciclos hora sería el cociente de 60 minutos que equivale a una hora entre el tiempo de ciclo del cargador frontal CAT 950H

$$N_c = \frac{60 min}{T_C}$$

$$N_c = \frac{60 min}{3.16 min}$$

$$N_c = 18.9$$

$$N_c \approx 18$$

Tn por ciclo. La producción del yeso en Tm por cada ciclo del cargador será.

$$P_c = L_v * L_f * P * \rho_y$$

$$P_c = 3.927m * 1.5m * 0.3m * 2.32Tm/m^3$$

$$P_c = 4.09 Tm$$

Producción hora. La producción hora sería el resultado de multiplicar el número de ciclos hora y la producción por ciclo del cargador frontal CAT 950H.

$$P_h = P_c * N_c$$

$$P_h = 4.09 Tm * 18$$

$$P_h = 73.79 Tm/h$$

Para producir 92.5 Tm de yeso hora se tiene que mover 73.79 tonelada de estéril.

$$R_e = L_v * L_f * P_e * \rho_e * N_c$$

$$R_e = 3.927 * 1.5 * 0.27 * 1.58 * 18$$

$$R_e = 43.23 Tm$$

Escenario 2

Retro-excavadora CAT 420E

Longitud de balde. La longitud del balde de la retro-excavadora es de 0.6 metros, se considera la pluma para la explotación del yeso por el motivo que la pala de la retro-excavadora no tiene dientes para poder penetrar con mayor facilidad por debajo de la potencia del yeso. Para la investigación y considera la pluma para trabajos de extracción del yeso.

Longitud de fractura del yeso. La longitud que se fractura el yeso al ser penetrada por una máquina del tipo retro-excavadora es de 1.5 m y el ancho lo hace en promedio de 1.5 m, dato que se utilizó en el cálculo de la producción.

Tiempo de ciclo. Para el tiempo de ciclo se consideró el siguiente intervalo de tiempo: tiempo en bajar la pluma por debajo de la potencia del yeso lo hace en 3s, el tiempo para penetrar y fracturar el yeso es de 30s, el tiempo para levantar la pluma es de 3s, el tiempo para trasladar el yeso a su alrededor 2.5s el tiempo para fragmentar el yeso en bloques más pequeños 1 min, se considera otros tiempos de demora de 1s por ciclo. El tiempo de ciclo sería.

$$T_c = 3s + 30s + 3s + 2.5s + 60s + 1s$$

$$T_c = 99.5s$$

$$T_c = 1.65 \text{ min}$$

Numero de ciclos hora

$$N_c = \frac{60 \text{ min}}{T_c}$$

$$N_c = \frac{60 \text{ min}}{1.65 \text{ min}}$$

$$N_c = 36.36$$

$$N_c \approx 36$$

Tn por ciclo

$$P_c = L_v * L_f * P * \rho_y$$

$$P_c = 1.5m * 1.5m * 0.3m * \frac{2.32Tm}{m^3} \quad P_c = 1.56 Tm$$

Producción hora

$$P_h = P_c * N_c$$

$$P_h = 1.56Tm * 36$$

$$P_h = 56.16Tm$$

Para producir las 56.16 Tm de yeso y tiene que mover 34.55 Tm de estéril

$$R_e = L_v * L_f * P_e * \rho_e * N_c$$

$$R_e = 1.5m * 1.5m * 0.27m * 1.58Tm/m^3 * 36$$

$$R_e = 34.55 Tm$$

Escenario 3

Mini cargador 272 C.

Para el análisis de este escenario se consideró el minicargador 272C, pero se requiere dos unidades, una unidad para hacer los trabajos de arranque del yeso y la otra máquina para hacer o trabajos de fragmentar el yeso a bloque más pequeños utilizando un martillo rompedor de rocas.

Longitud del cucharón. El ancho del cucharón del minicargador modelo 272C es de 1730 mm, en metro sería de 1.730 metros.

Longitud de fractura del yeso.

La fractura del yeso al ser penetrado por la cuchara y ejercida presión es de aproximadamente 1.5 m perpendicular al ancho del cucharón y el ancho de fractura del yeso se consideró el ancho del cucharón más medio metro a ambos costados.

Tiempo de ciclo.

El tiempo de ciclo para el minicargador sería el tiempo hidráulico de la maquina sumado los tiempos de retiro del yeso, el trabajo de fracturamiento del yeso a bloques más pequeños y encarga la otra unidad que trabajará adaptado un martillo rompedor de roca.

$$T_C = T_H + T_R + T_O$$

$$T_C = 9.6s + 90s + 60s$$

$$T_C = 159.6 s \quad T_C = 2.66min$$

Numero de ciclo hora.

$$N_c = \frac{60min}{T_c}$$

$$N_c = \frac{60min}{2.66min}$$

$$N_c = 22.5$$

$$N_c \approx 22$$

Producción por ciclo.

$$P_c = L_v * L_f * P * \rho_y$$

$$P_c = 2.730m * 1.5m * 0.3m * 2.32Tm/m^3$$

$$P_c = 2.85 Tm$$

Producción hora

$$P_h = N_c * P_c$$

$$P_h = 22 * 2.85Tm$$

$$P_h = 64.28Tm$$

Remoción de estéril. Para producir 41.1 Tm de yeso que tiene que remover de estéril

$$R_e = L_v * L_f * P_e * \rho_e * N_c$$

$$R_e = 2.730m * 1.5m * 0.27m * 1.58Tm/m^3 * 22$$

$$R_e = 38.43 Tm$$

B. Análisis económico (costos hora máquina)

Para el análisis de los costos de producción se ha considerado dos tipos de costos que son: costos mina (para este caso es igual a los costos de la maquinaria) y los costó administrativos y mano de obra.

❖ Costos de maquinaria

Escenario 1.

Para el escenario 1 cuenta con el cargador frontal CAT 950H, la cual en el mercado existe a precios promedio de 150,000.00 dólares de segunda de 1500 hora promedio de uso. Motivo por el cual se consideró comprar un cargador de segunda para este escenario de análisis de costos. La vida útil es de 6 años trabajando 2000 hora años.

Cálculo de la depreciación horaria.

Marca y modelo de la máquina=CAT 950H

Precio inicial (IT)= \$ 150,000.00

Precio inicial en S/. 505,500.00

Tiempo de uso = 1.5 años

Vida útil = 6 años.

Salvamento=20%

$$DEPRECIACIÓN = \frac{P - S}{N}$$

$$DEPRECIACIÓN = \frac{505,500.00 - 505,500.00 * 20\%}{6}$$

$$DEPRECIACIÓN = 67400 \frac{s/}{Año} * \frac{1 año}{2000h}$$

$$DEPRECIACIÓN = s/33.70h$$

Cálculo de la inversión promedio.

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

$$IP = \frac{505,500.00(6 + 1)}{2 * 6}$$

$$IP = S/294,875.00$$

Cálculo de intereses.

$$I = \frac{IP * \%tasa\ anual}{N^{\circ}\ horas\ anuales}$$
$$I = \frac{294,875.00 * 15.46\%}{2000}$$
$$I = s/.22.79h$$

Cálculo de impuestos seguros y garaje.

Seguros =2.5%

Impuestos = 2.0%

Almacenaje = 1.0%

$$ISG = \frac{IP * (\sum\ de\ tasas\ anuales)}{N^{\circ}\ de\ horas\ anuales}$$
$$ISG = \frac{294,875.00 * (5.5\%)}{2000}$$
$$ISG = s/8.11h$$

Cálculo de cotos de mantenimiento.

En la tabla N° 13 se presenta los costos de mantenimiento de una máquina para mantenerlo operativo. El costo de mantenimiento es considerado el 80% del precio de adquisición de la máquina, de los cuales el 25% costos de mano de obra y el 75 para los costos de repuestos. Efectuando estos análisis los costos seria de s/ 33.70 hora.

Tabla 11. Costos de mantenimiento para el CAT 950H

Costos de mantenimiento	
Trabajo normal	80%
Porcentaje de mano de obra	25%
Porcentaje en repuestos	75%
Costos de mantenimiento	S/404,400.00
cotos de mano de obra	S/8.43
cotos de repuestos	S/25.28
TOTAL	S/33.70

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de costos de operación.

El costo de operación se puede observar en la tabla N° 14, todos los requerimientos para que una máquina este en correcto funcionamiento.

Tabla 12. Costos de operación para el CAT 950H

Costos de operación			
Insumos	Cantidad	Precio unitario	Costo hora
Consumo de petróleo	6	S/12.50	S/75.14
Aceite de motor	0.038	S/38.20	S/1.45
Aceite de transmisión	0.027	S/33.96	S/0.92
Aceite Tfa, Red	0.034	S/33.96	S/1.15
Aceite dirección	0.015	S/30.12	S/0.45
Grasa	0.22	S/4.67	S/1.03
Refrigerante	0.002	S/35.01	S/0.07
Filtros	20%		S/16.01
Neumáticos	4	S/2,664.00	S/5.33
Vida útil de los neumáticos	2000	TOTAL	S/101.41

Fuente: Elaboración Propia

Costos totales por hora.

Sumado todos los costos se puede observar que el CAT 950H tiene un costo de 199.72 soles la hora de trabajo.

Tabla 13. Costos de operación hora CAT 950H

Descripción de costo	s/h
Depreciación	S/33.70
Intereses	S/22.79
Impuestos, seguros y garaje	S/8.11
Costos de mantenimiento	S/33.70
Costos de operación	S/101.41
Total D	S/199.72

Fuente: Elaboración Propia

Escenario 2.

Para el escenario 2 se consideró comprar una retro excavadora de marca y modelo CAT 420E, en el mercado se encuentra a precios aproximados de 130,000.00 dólares de segunda, las horas de uso son aproximadamente de 1300 horas, según el manual técnico de la máquina tiene una vida útil de 6 años trabajando 2000 hora año.

Cálculo de la depreciación horaria.

Marca y modelo de la máquina=CAT 420E

Precio inicial (IT)= \$ 130,000.00

Precio inicial en S/. 438,100.00

Tiempo de uso = 1.5 años

Vida útil = 6 años.

Salvamento=20%

$$DEPRECIACIÓN = \frac{P - S}{N}$$

$$DEPRECIACIÓN = \frac{438,100.00 - 438.100.00 * 20\%}{6}$$

$$DEPRECIACIÓN = 58413.33 \frac{s/}{Año} * \frac{1 año}{2000h}$$

$$DEPRECIACIÓN = s/29.210h$$

Cálculo de la inversión promedio.

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

$$IP = \frac{438100.00(6 + 1)}{2 * 6}$$

$$IP = S/255,558.00$$

Cálculo de intereses.

$$I = \frac{IP * \%tasa\ anual}{N^{\circ}\ horas\ anuales}$$
$$I = \frac{255,558.00 * 15.46\%}{2000}$$
$$I = s/.19.75h$$

Cálculo de impuestos seguros y garaje.

Seguros = 2.5%

Impuestos = 2.0%

Almacenaje = 1.0%

$$ISG = \frac{IP * (\sum\ de\ tasas\ anuales)}{N^{\circ}\ de\ horas\ anuales}$$
$$ISG = \frac{255,558.33 * (5.5\%)}{2000}$$
$$ISG = s/7.03h$$

Cálculo de cotos de mantenimiento.

Los costos de mantenimiento para la retro-excavadora lo corresponde al 80% de la inversión inicial de la máquina, de la cuales el 25% es para los costos de mano de obra y el 75% para los costos de repuestos. Ver tabla N°16.

Tabla 14. Costos de mantenimiento CAT 420E

Costos de mantenimiento	
Trabajo normal	80%
Porcentaje de mano de obra	25%
Porcentaje en repuestos	75%
Costos de mantenimiento	S/350,480.00
Costos de mano de obra	S/7.30
Costos de repuestos	S/21.91
TOTAL	S/29.21

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de costos de operación.

La tabla N° 17 presenta los costos de operación para la retro excavadora CAT420E que es de 99.69 nuevos soles la hora de operación de la máquina.

Tabla 15. Costos de operación de la retro - excavadora CAT 420E

Costos de operación			
Insumos	Cantidad	Precio unitario	Costo hora
Consumo de petróleo	6	S/12.50	S/75.00
Aceite de motor	0.038	S/38.20	S/1.45
Aceite de transmisión	0.027	S/33.96	S/0.92
Aceite Tfa, Red	0.034	S/33.96	S/1.15
Aceite dirección	0.015	S/30.12	S/0.45
Grasa	0.22	S/4.67	S/1.03
Refrigerante	0.002	S/35.01	S/0.07
Filtros	20%		S/16.01
Neumáticos	4	S/1,800.00	S/3.60
Vida útil de los neumáticos	2000	TOTAL	S/99.69

Fuente: Elaboración Propia.

Costos totales por hora.

Los costos para operar una hora de retro excavadora CAT 420E es de 184.88 nuevos soles. Ver la tabla N° 18.

Tabla 16. Costos hora de trabajo de la excavadora CAT 420E

Descripción de costo	s/h
Depreciación	S/29.21
Intereses	S/19.75
Impuestos, seguros y garaje	S/7.03
Costos de mantenimiento	S/29.21
Costos de operación	S/99.69
Total	S/184.88

Fuente: Elaboración Propia.

Escenario 3

Para el escenario 3 se consideró comprar dos mini cargadores para hacer los trabajos de arranque y Fracturamiento del yeso en bloques más pequeños, la marca y el modelo de lo minis cargadores es CAT 272C de segunda, en el mercado se encuentra a precios promedios de 20,000.00 dólares de 500 horas de uso. La vida útil se consideró 5 años trabajando 2000 hora año.

Cálculo de la depreciación horaria.

Marca y modelo de la máquina=CAT 272C

Precio inicial (IT)= \$ 20,000.00

Precio inicial en S/. 67,400.00

Tiempo de uso = 1 años

Vida útil = 5 años.

Salvamento=20%

$$DEPRECIACIÓN = \frac{P - S}{N}$$

$$DEPRECIACIÓN = \frac{67,400.00 - 67,400.00 * 20\%}{6}$$

$$DEPRECIACIÓN = 8986.66 \frac{s/}{Año} * \frac{1 año}{2000h}$$

$$DEPRECIACIÓN = s/4.49h$$

Cálculo de la inversión promedio.

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

$$IP = \frac{67,400.00(6 + 1)}{2 * 6}$$

$$IP = S/39,316.67$$

Cálculo de intereses.

$$I = \frac{IP * \%tasa\ anual}{N^{\circ}\ horas\ anuales}$$
$$I = \frac{39,316.67 * 15.46\%}{2000}$$
$$I = s/.3.04h$$

Cálculo de impuestos seguros y garaje.

Seguros =2.5%
Impuestos = 2.0%
Almacenaje = 1.0%

$$ISG = \frac{IP * (\sum\ de\ tasas\ anuales)}{N^{\circ}\ de\ horas\ anuales}$$
$$ISG = \frac{39,316.67 * (5.5\%)}{2000}$$
$$ISG = s/1.08h$$

Cálculo de cotos de mantenimiento.

La tabla N° 19 presenta lo costos de mantenimiento para el minicargador CAT 272C son de 4.49 soles la hora. El 80% del precio inicial de la máquina le corresponde al costo de mantenimiento de donde el 25% es para la mano de obra y el 75% e para repuesto.

Tabla 17. Costos de mantenimiento para el minicargador CAT 272C,

Costos de mantenimiento	
Trabajo normal	80%
Porcentaje de mano de obra	25%
Porcentaje en repuestos	75%
Costos de mantenimiento	S/53,920.00
Cotos de mano de obra	S/1.12
Cotos de repuestos	S/3.37
TOTAL	S/4.49

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de costos de operación.

Los costos de operación para el minicargador CAT 272C es de 97.69 soles la hora, ver tabla N°20

Tabla 18. Costos de operación del minicargador CAT 272C

Costos de operación			
Insumos	Cantidad	Precio unitario	Costo hora
Consumo de petróleo	6	12.50	S/75.00
Aceite de motor	0.038	38.2	S/1.45
Aceite de transmisión	0.027	33.96	S/0.92
Aceite Tfa, Red	0.034	33.96	S/1.15
Aceite dirección	0.015	30.12	S/0.45
Grasa	0.22	4.67	S/1.03
Refrigerante	0.002	35.01	S/0.07
Filtros	20%		S/16.01
Neumáticos	4	800	S/1.60
Vida útil de los neumáticos	2000	TOTAL	S/97.69

Fuente: Elaboración Propia

Costos totales por hora.

Tabla 19. Costo hora de trabajo del minicargador CAT 272C

Descripción de costo	s/h
Depreciación	S/4.49
Intereses	S/3.04
Impuestos, seguros y garaje	S/1.08
Costos de mantenimiento	S/4.49
Costos de operación	S/97.69
Total	S/221.59

Fuente: Elaboración Propia.

❖ Costos administrativos y mano de obra.

Los costos administrativos y de mano de obra son el mismo para los tres escenarios estudiados, solo con el aumento de un operador para el escenario 3 por el motivo que se utiliza dos minicargadores.

Tabla 20. Cuadro de beneficios sociales

Beneficios sociales	Trabajador (días)	Leyes		Total
		Es salud	s.c.t.r.	
		9%	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 totales		0.672233333		
Leyes y beneficios sociales (%)		67.22333333		

Fuente: Elaboración Propia.

Los trabajadores necesarios para trabajar en las operaciones mineras son las que se presenta en la tabla N° 23. La cual describe detalladamente lo costos hora de cada personal.

Tabla 21. Cuadro de costos administrativos y de personal

PUESTO DE TRABAJO	VACANTES	JORNAL DIARIO	SUELDO MENSUAL	%LyB S.	MONTO	COSTO HORA
Ingeniero de Mina	1		3000	67.22	5016.7	20.9
Asistente del ingeniero	1		1500	67.22	2508.4	10.5
Operador de maquinaria pesada	1		1500	67.22	2508.4	10.5
Encargado de seguridad	1		1300	67.22	2173.9	9.1
Vigilante	2	50		67.22	167.2	20.9
Obreros	5	50		67.22	418.1	52.3
Cocinero	2	50		67.22	167.2	20.9
Presidente	1	60		67.22	100.3	12.5
Vicepresidente	1	60		67.22	100.3	12.5
Secretario	1	60		67.22	100.3	12.5
Encargado de asuntos mineros	1	60		67.22	100.3	12.5
Encargado de asuntos sociales	1	60		67.22	100.3	12.5
Vocal	1	60		67.22	100.3	12.5
Fiscal	1	60		67.22	100.3	12.5
Encargado de asuntos agropecuarios	1	60		67.22	100.3	12.5
TOTAL					245.3	
Para el escenario 3						
Operador de maquinaria pesada	1		1500	67.22	2508.4	10.5
Total					255.7	

Fuente: Elaboración Propia.

C. Maquinaria ideal (costos unitarios)

La máquina que genera menor costos de producción es el CAT 950H con un costo de producción de yeso de 6.03 nuevos soles el Tm de yeso. Seguido por la retro excavadora CAT 420E que su costo es de 7.66 nuevos soles la tonelada de yeso y por último el minicargador tiene un costo de producción 14.85 soles la tonelada de yeso. Hasta el momento la máquina que será utilizado para la mecanización de las explotaciones de yeso es el cargador Frontal CAT 950H.

Escenario 1

Tabla 22. Costos a producir una tonelada de yeso escenario 1

CARGADOR FRONTAL 950H	s/h
Costos mina	S/199.72
Costos Administrativos y personal	S/245.26
Total	S/444.98
Producción hora	73.79
Cotos por Tm de yeso	S/6.03

Fuente: Elaboración Propia

Escenario 2

Tabla 23. Costos de producción del yeso con la excavadora CAT 420E

RETROEXCAVADORA 420E	s/h
Costos mina	S/184.88
Costos Administrativos y personal	S/245.26
Total	S/430.14
Producción hora	56.16
Cotos por Tm de yeso	S/7.66

Fuente: Elaboración Propia

Escenario 3

Tabla 24. Costo de producción del yeso con minicargador CAT 272C

RETROEXCAVADORA 420E	s/h
Costos mina	S/221.59
Costos Administrativos y personal	S/255.71
Total	S/477.30
Producción hora	64.28
Cotos por Tm de yeso	S/14.85

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2. Análisis económico de la cantera.

Escenario 1

La reserva de yeso para el área de explotación es de 2, 081,636.62 bm^3 , multiplicado por su densidad, entonces se tendrá como reserva 4, 829,396.96 toneladas métricas de yeso. La producción anual utilizando el cargador frontal CAT 950H es de 170,012.16 tonelada métrica al año, con esta producción la vida de la cantera será de 28 años de vida útil. Las utilidades anuales de la cantera al utilizar el cargador frontal CAT 950H será de S/7, 573,293.30 descontando todos los costos de explotar el yeso y los costos de remoción del estéril. La rentabilidad de todo el proyecto minero es de S/215, 714,036.01

Tabla 25. Análisis de rentabilidad del proyecto y su vida útil con el CAT 950H

Reservas de Yeso		
bm3	densidad del yeso	Tm yeso
2,081,636.62	2.32	4,829,396.96
producción Tm yeso		
diaria	Mensual	anual
590.32	14,167.68	170,012.16
Vida útil		
número de años		28
ingresos		
precio del yeso (Tm)		53.33
diaria	Mensual	anual
S/31,481.77	S/755,562.37	S/9,066,748.49
egresos		
costos mineral y estéril		6.03
mineral		
diaria	Mensual	anual

S/3,559.83	S/85,435.90	S/1,025,230.80
Estéril		
diaria	mensual	anual
S/2,085.53	S/39,018.70	S/468,224.39
utilidades		
diaria	Mensual	anual
S/25,836.40	S/631,107.78	S/7,573,293.30
rentabilidad del proyecto		
S/215,128,374.72		

Fuente: Elaboración Propia

Escenario 2

La reserva de yeso para el área de explotación es de 2, 081,636.62 bm^3 , multiplicado por su densidad, entonces se tendrá como reserva 4, 829,396.96 toneladas métricas de yeso. La producción anual utilizando la retro excavadora CAT 420E es de 129,392.64 tonelada métrica al año, con esta producción la vida de la cantera será de 37 años de vida útil. Las utilidades anuales de la cantera al utilizar la retro excavadora eran de S/5, 299,757.69 descontando todos los costos de explotar el yeso y los costos de remoción del estéril. La rentabilidad de todo el proyecto será de S/197, 805,946.89.

Tabla 26. Rentabilidad y vida útil del proyecto con retro excavadora CAT 420E

Reservas de Yeso		
bm3	densidad del yeso	Tm yeso
2,081,636.62	2.32	4,829,396.96
producción Tm yeso		
diaria	Mensual	anual
449.28	10,782.72	129,392.64
Vida útil		
número de años		37
ingresos		
precio del yeso (Tm)		53.33
diaria	Mensual	anual
S/23,960.10	S/575,042.46	S/6,900,509.49
egresos		
costos mineral y estéril		7.66
Mineral		
diaria	Mensual	anual
S/3,441.15	S/82,587.57	S/991,050.83
Estéril		
diaria	Mensual	anual

S/2,117.02	S/50,808.41	S/609,700.97
Utilidades		
diaria	mensual	Anual
S/18,401.94	S/441,646.47	S/5,299,757.69
rentabilidad del proyecto		
S/197,805,946.89		

Fuente: Elaboración Propia

Escenario 3

La reserva de yeso para el área de explotación es de 2, 081,636.62 bm^3 , multiplicado por su densidad, entonces se tendrá como reserva 4, 829,396.96 toneladas métricas de yeso. La producción anual utilizando el minicargador CAT 272C es de 148,101.12 tonelada métrica al año, con esta producción la vida de la cantera será de 33 años de vida útil. Las utilidades anuales de la cantera al utilizar el minicargador CAT 272C será de S/4, 383,915.86 descontando todos los costos de explotar el yeso y los costos de remoción del estéril. La rentabilidad de todo el proyecto al utilizar minicargador CAT 272C es de S/142, 954,151.51.

Tabla 27. Rentabilidad y vida útil al utilizar minicargador 272C en las explotaciones del yeso.

Reservas de Yeso		
bm3	densidad del yeso	Tm yeso
2,081,636.62	2.32	4,829,396.96
producción Tm yeso		
diaria	mensual	Anual
514.24	12,341.76	148,101.12
Vida útil		
número de años		33
Ingresos		
precio del yeso (Tm)		53.33
diaria	mensual	Anual
S/27,424.42	S/658,186.06	S/7,898,232.73
Egresos		
costos mineral y estéril		14.85
Mineral		
diaria	mensual	anual
S/7,636.80	S/183,283.26	S/2,199,399.16
Estéril		
diaria	mensual	anual
S/4,565.69	S/109,576.48	S/1,314,917.70
Utilidades		

diaria	mensual	anual
S/15,221.93	S/365,326.32	S/4,383,915.86
rentabilidad del proyecto		
S/142,954,151.51		

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3. Veredicto

Para el proyecto la máquina que será seleccionada para trabajar en el área de extracción del yeso será el cargador frontal CAT 950H por general los costos y por ende una rentabilidad mayor que de los demás escenarios de análisis.

Tabla 28. Resumen de rentabilidad del proyecto por escenario

Maquina	Cargador Frontal	Retro excavadora	Mini Cargador
Escenario	1	2	3
Modelo	CAT 950H	CAT 420E	CAT 272C
Rentabilidad	S/215,128,374.72	S/197,805,946.89	S/142,954,151.51

Fuente: Elaboración Propia.

4.5.4. Van y Tir.

Para el cálculo del VAN y TIR se tiene una inversión inicial de S/ 505,500.00 anuales con una tasa de interés del 15% anual. Se evalúa para el CAT 950H, el mismo que será utilizado en la mecanización de la explotación del yeso. Se puede observar que el proyecto es muy rentable con tasas de retorno de la inversión de 7573%.

Tabla 29. Tabla de Van y Tir.

Inversión Inicial	S/505,500.00
Tasa de Interés Anual	15%
CAT 950H	
Inversión año 0	-S/100,000.00
Ingreso año 1	S/7,573,293.00
Ingreso año 2	S/7,573,293.00
Ingreso año 3	S/7,573,293.00
Ingreso año 4	S/7,573,293.00
Ingreso año 5	S/7,573,293.00
Ingreso año 6	S/7,573,293.00
Ingreso año 7	S/7,573,293.00
VAN	S/27,311,371.87
TIR	7573%

Fuente: Elaboración Propia.

V. DISCUSIÓN

Los resultados confirman la hipótesis planteada, que si se propone la mecanización de la explotación de yeso entonces aumentará la producción en la cantera de Mórrope, en vista que los escenarios evaluados para la mecanización resulta que el cargador CAT 950H aumenta considerablemente la producción disminuyendo los costos actuales de 30 soles por tonelada de yeso a costos de 6.03 soles por tonelada métrica de yeso, en vista que los demás escenarios también bajan los costos se considera que la mecanización de las explotaciones de una y otra manera genera menores costos de producción.

La producción aumenta al utilizar la fuerza mecánica de las máquinas por el hecho de que un individuo no produce igual que una maquina específica para tal fin. Esto concuerda con lo mencionado por el autor que la producción aumenta con la mecanización de las explotaciones mineras (Vargas, 2017).

En cuanto a la geología regional y local en proyectos mineros de inversión es importante detallar y estudiar las unidades estratigráficas como las formaciones rocas estratos, datos estructurales, mineralización, etc., la geología está involucrada en toda la trayectoria de la vida de la mina. Concuerda con el aporte y definiciones de la geología y su aplicación proyectos mineros descrita por el autor Castro (2018) que para determinar la cubicación de reservas de la cantera es necesario realizar estudios topográficos y geológicos en el área de estudio con el fin de proyectar los recursos existentes por medio de modelos geológicos. El autor para obtener la información necesaria de la geología del material aplico el método de calicatas con la finalidad de extraer muestras del subsuelo de la zona de influencia, logrando estimar los recursos por medio de modelos geológicos.

En cuanto al cálculo de reservas se utilizó método clásico de secciones, para estimar las reservas existentes en el área de estudio y garantizar futuras inversiones, como los estudios de la mecanización de las explotaciones, dicha evaluación de recursos permite aplicar nuevas tecnologías en la operación minera

para una mejor producción del material. Se respalda lo mencionado por el autor VASQUEZ (2012), que, en canteras de materiales aluviales, lo ideal es realizar calicatas para su caracterización de la estratigrafía y determinar la potencia de los estratos de interés económico, para luego modelar con softwares especializados su respectiva cubicación de reservas.

Es importante realizar estudios de topografía a detalle sobre todo cuando de cálculo de reservas se trata, para que los cálculos de áreas y volúmenes sean exactos con márgenes de error mínimos. Para ello se utiliza instrumentos aplicados para determinar la ubicación de los puntos de estudio representado por gráficos para luego ser procesados los datos obtenidos por medio de software. Se respalda la idea del autor (Escavy, 2013). Es relevante la utilización de los planos topográficos en la preparación de proyectos mineros, la que permite el procesamiento de la información y la elaboración de planos en la zona de estudio.

En mención a la mecanización de las explotaciones se considera como una fuente importante en la industria de la minería, por general influye mucho en el aumento de la producción disminuyendo los costos unitarios y satisfaciendo el mercado. Se respalda los estudios realizados por Vargas (2017). Sobre la mecanización como fuente importante para disminuir los costos mina y aumentar la producción por medio de la mecanización utilizando equipos de mayor avance tecnológico. De esta manera sabiendo que al aumentar la producción y mecanizar las explotaciones de yeso se tiene que sacar una variedad de productos en el proceso de cocción, para que sea más factible la mecanización de las explotaciones, es decir, mientras más productos derivados del yeso se obtenga, aumenta la posibilidad de mejores beneficios.

Los resultados comprueban el objetivo planteado mecanizar el proceso de explotación de reservas de yeso obteniendo un aumento de producción, llevado a cabo por la aplicación de maquinarias específicas para trabajos de arranque, carguío y acarreo. La mecanización se puede referir a la utilización de nuevas tecnologías para mejorar los procesos de producción. Se respalda el autor Herrera (2006) que aplicar la tecnología minera en los procesos de producción obtiene

beneficios de reducir los costos operacionales vinculado a las mejoras continuas de los procesos productivos.

Para la mecanización de las explotaciones de los recursos mineros de bajo valor económico en el mercado, debe tener lo suficiente reservas para garantizar el retorno de la inversión y un beneficio por encima de los intereses que le puede pagar un banco o caja a los inversionistas. En la cantera de Mórrope hay reservas como para garantizar la mecanización de las explotaciones y el retorno del dinero en tiempos cortos. Por lo general el cálculo de reservas es de suma importancia para la toma de decisiones. Esto concuerda con el ejemplo de la Minería CODELCO denominado innovación tecnológica, que la propuesta de mecanización es factible porque genera rentabilidad, valiéndose de tecnologías desarrolladas que sirve para optimizar los procesos productivos e incrementar la producción del material.

Para el cálculo de reservas existentes se utilizó el modelo geológico en el área de estudio que representa la litología de las formaciones rocosas y mineralizadas que son: los estratos de arena- arcilla con potencia promedio de 0.27 metros; en el modelo geológico está representado de color gris, y la zona mineralizada de potencia promedio de 0.30 metros; en el modelo geológico está representado de color anaranjado pálido. Ver imagen N°2 y N°3. Ver lámina N° 5. Se basa en confirmación del autor Vásquez (2012), al determinar las reservas en un área de estudio se debe tener en cuenta la litología o estratigrafía del material, extrayendo muestras que de forma experimental obtenga resultados favorables para una exploración extensa.

Para llevar a cabo la exploración se aplica nuevas herramientas como software geológico para poder estimar el cálculo de reservas del material in situ y el valor económico que podría generar todo proyecto minero.

Actualmente en la cantera de la Comunidad Campesina San Pedro de Mórrope se realiza la extracción del material de forma artesanal, para ello se planteó la propuesta de mecanización para mejorar la explotación del yeso, proponiendo utilizar un método semi-mecanizado como un cargador frontal para el arranque del

material y el transporte será por volquetes de esta forma aumentará su producción. Se está de acuerdo con el autor Herrera (2006), que al implementar tecnologías en canteras no metálicas genera una mayor producción como también ingresos siempre y cuando la inversión sea mutua, es decir que todo ingreso se relacione a un estudio que sea rentable para su inversión.

VI. CONCLUSIONES.

1. Los estudios de geología aportan en gran parte a identificar los recursos de interés económico, en la concesión minera Tablazo 6 se identificó la presencia de las unidades estratigráficas de Tablazo-Talara Qp-tt y los Dep. Mixtos. Lacustres Qrm-la, que contienen en su interior al recurso de interés económico (yeso) con potencia de mineralización de aproximadamente a 0.30 metros por encima de la mineralización se encuentra una capa de arena de espesor promedio a 0.27 metros.
2. Los estudio topográficos son de suma importancia en los estudios de proyectos mineros de inversión, ayudando en las delimitaciones con áreas no acta para proyectos mineros, la concesión minera Tablazo 6 e a delimitado específicamente dos áreas, una área que forma parte de las áreas con mineralización de 724.66 ha y otra área que forma parte de las áreas ya extraídas producto de las actividades mineras echas en el lugar esta son de 275.33 ha, haciendo un área total de 999.99 ha que lo corresponde a la concesión minera.
3. Los estudios de calicatas aportan a las investigaciones de carácter minero en la determinación de los recursos de interés económico, como también sus respectivos espesores de estratos presentes en determinadas áreas, en el Tablazo 6 se ejecutaron 11 calicatas con fines de promediar la potencia de los estratos y analizar la mineralización existente en el lugar, las 11 calicatas tienen estratos comunes, una capa de arena de espesor promedio de 0.27m y por debajo la capa de interés económico (yeso) con espesor promedio de 0.30 metros.
4. Las reservas geológicas en la concesión minera Tablazo 6 son de 2, 081,636.62 bm^3 de yeso, garantizado una reserva minera de interés económico para grandes inversionistas en tal rubro. Actualmente los costos de explotación son de 30 soles por tonelada métrica de yeso, costos que de una y otra manera son muy altos y esto influye mucho en la rentabilidad de la cantera. Con la misma

forma de explotación que viene practicado la comunidad la rentabilidad del proyecto será de s/. 125, 550,342.53 al terminar todas las reservas.

5. El proceso de mecanización de la cantera se concluye en utilizar un cargador frontal CAT 950H, escenario que genera mayor rentabilidad, siendo los costos de producción más bajos de los demás escenarios estudiados, generando una rentabilidad de 215, 128,374.72 nuevos soles, aumentando las ganancias a 163, 434,687.53 nuevos soles más si se siguen con la misma metodología de explotación.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la comunidad, actualizar la topografía mensualmente de las áreas ya explotadas y realizar los mapas correspondientes con fines de tener más orden en sus explotaciones y un mayor control de la producción.
2. Se sugiere a los inversionistas de la cantera de yeso realice estudios de calicatas más cercanas, con fines de determinar las áreas donde se encuentra el yeso de mayor calidad de misma forma cumplir con la calidad requerida en el mercado, manera de hacer más competencia con productores de la misma materia prima.
3. A los dirigentes de la cantera tomar, acciones en la mecanización de las explotaciones, porque como se dan las cosas la cantera está perdiendo mucho dinero por temas de los altos costos de producción. Con la mecanización está demostrado los bajos costos de producción y las mejoras económicas para sus trabajadores y empresarios de la cantera.

REFERENCIAS

1. ACIMED, Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso [en línea]. Marzo-abril 2004, [Fecha de consulta, 24 de junio del 2019]. Disponible en http://eprints.rclis.org/6015/1/An%C3%A1lisis_documental_indizaci%C3%B3n_y_resumen.pdf ISSN 1024-9435
2. BELL, F. Engineering Geology. 2^{da}ed. 2007. 594pp. ISBN-13: 978-0-7506-8077-6.
3. BENAVIDES, Roque. La Minería Responsable y sus Aportes al Desarrollo del Perú [en línea]. Octubre del 2012, [fecha de consulta, 23 de junio del 2019]. Disponible en http://www.mzweb.com.br/bvn/La_Mineria_Responsable_y_sus_Aportes_al_De_sarrollo_del_Peru_Por_Roque_Benavides_Ganoza.pdf
4. BOZA, Lucia y LOAYZA, Peter. Influencia de la variación de temperatura de cocción en las propiedades físicas y mecánicas del yeso proveniente de la cantera Orlando 2007 de acuerdo a la norma UNE-EN 13279-2. Tesis (Optar el título profesional de ingeniero civil). Perú: Universidad Andina del Cusco, 2017. Disponible en http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/1363/1/Peter_Lucia_Tesis_bac_hiller_2017.pdf
5. BUSTILLO, Manuel y LOPEZ, Carlos. Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Mineras. Madrid: Entorno Grafico, S.L. 1997. 706 pp.
6. Carpio, M. Torre, J. & Fuentes, J. (2017). Prospección de recursos de rocas y minerales industriales en la región Lambayeque. INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, 41, 275 p., 2 mapas.
7. CASAS, J, REPULLO, J.R, DONADO J. La encuesta como técnica de investigación [en línea]. 31 de agosto del 2003, [Fecha de consulta, 25 de junio del 2019]. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/82245762.pdf>
8. CATERPILLAR. Manual de Rendimiento Caterpillar, 39^{vo}ed. EE.UU. 2009. 1394pp.
9. CATERPILLAR. Caterpillar Performance Hanbook. 48^{vo}ed. U.S.A. 2018. 2442pp.

10. Chira, J., Ríos, C., Trelles, G. & Villareal, E. (2018). Estimación del potencial minero metálico del Perú y su contribución económica al Estado, acumulado al 2050. INGEMMET, 92pp.
11. Chira, J., Vargas, L., Castañeda, D., De La Cruz, C., Aguilar, P., Pascual, O. & Pérez, V. (2017)- Prospección geoquímica regional de las cuencas de la vertiente pacífica al norte del paralelo 8°00' sur. INGEMMET, Boletín, serie B: Geología Económica, 44, 200 p., 11 mapas.
12. CODELCO. Innovación y tecnología. 2014. Disponible en <https://scholarworks.iu.edu/dspace/bitstream/handle/2022/267/RP08.pdf;sequence=1>
13. Comisión Chilena del Cobre. Ministerio de Minería. 2015, Registro N°254920. Disponible en https://www.cochilco.cl/Listado%20Tematico/Informe_caracterizacion_de_los_costs.pdf
14. CORNELIS, Klein y CORNELIUS, Hurlbut. Manual de Mineralogía. 4^{ta}ed. Bogotá: Editorial Reverte S.A. 1997. 700pp. ISBN-84-291-4607-5
15. DIAZ, Lidia. La Observación. (Enero, 2011). Facultad de Psicología. Disponible en http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf
16. ESCAVY, José. Estudio geomecánico de formaciones yesíferas de la España peninsular con potencial de explotación minera para aplicaciones industriales. Tesis (Tesis Doctoral). España: Universidad Complutense de Madrid, 2013. Disponible en <http://oa.upm.es/439/1/06200503.pdf>
17. ESTUARDO, Aarón. Estadística y Probabilidades. Chile.2012.1893pp.
18. GATTINONI, Paola., MARIA, Enrico. Y SCESI, Laura. Engineering Geology for Underground Works. 2014. 312pp. ISBN: 978-94-007-7849-8
19. GONZÁLEZ, Luis. Ingeniería Geológica. 1°ed. Madrid: Pearson Prentice Hall. 2002.744pp. ISBN84-205-3104-9
20. GUALAN, Franklin. Determinación del costo horario (posesión y operación) de una motoniveladora NEW HOLLAND RG140.B de 140 HP de potencia. Tesis [Optar el Título de Ingeniero Civil]. Machala: Universidad Técnica de Machala, 2016. Disponible en

http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/8070/1/TCUAIC_2016_IC_CD0017.pdf

21. HERRERA, Juan. Introducción a los fundamentos de la tecnología minera. Universidad Politécnica de Madrid 2006, octubre. Disponible en http://oa.upm.es/10675/1/20111122_INTRODUCCION_A_LOS_FUNDAMENTOS_DE_LA_TECNOLOGIA_MINERA.pdf
22. HERRERA, Juan. Métodos de minería a cielo abierto. Universidad Politécnica de Madrid. 2006, octubre. Disponible en http://oa.upm.es/10675/1/20111122_METODOS_MINERIA_A_CIELO_ABIERTO.pdf
23. Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. Minería Peruana: Contribución al Desarrollo Económico y Social [en línea]. Enero 2010, [fecha de consulta, 12 de mayo del 2019]. Disponible en [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/4BCAB9BB73D86DB005257EF2007866EB/\\$FILE/MINERIA_PERUANA_CONTRIBUCION_DE_SAROLLO.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/4BCAB9BB73D86DB005257EF2007866EB/$FILE/MINERIA_PERUANA_CONTRIBUCION_DE_SAROLLO.pdf)
24. INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALUGICO. Boletín N° 55, Serie A: Carta Geológica Nacional [en línea]. Lima. 1995 [fecha de consulta: 23 de noviembre del 2019]. Disponible en: www.ingemmet.gob.pe
25. INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALUGICO. Atlas Catastral Minero y Geológico [en línea]. Lima. 2014 [fecha de consulta: 12 de setiembre del 2019]. Disponible en www.ingemmet.gob.pe
26. International Atomic Energy Agency (IAEA), Methods of exploitation of different types of uranium deposits [en línea]. September 2000, [fecha de consulta, 12 de mayo del 2019]. Disponible en https://wwwpub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1174_prn.pdf
ISSN 1011-4289
27. JIMENEZ, Gonzalo. Topografía Para Ingenieros Civiles. 2007.191pp.
28. Larraín Vial SAB. Minería en el Perú: realidad y perspectivas. Perú: Editorial El Comercio S.A. 2012. Disponible en https://www.larrainvial.com/comunicados/SitioPublico/multimedia/documentos/Mineria_en_el_Peru.pdf
ISBN: 978-612-46243-0-8

29. MCLEAN, A y GRIBBLE, C. Geology for Civil Engineers. 2^{da}ed. 1985. 348pp.
ISBN: 0-203-36215-
30. MENDOZA, Jorge. Topografía, Técnicas Modernas. Lima: Editora Grafica SEGRIN EIRL. 2014. 548 pp.
ISBN: 978-61200-0577-4
31. MONROE, James y WICANDER, Reed. The Changing Earth, exploring geology and evolution. 4^{ta}ed. 2006. 770p.
ISBN: 0-495-01020-0
32. OSINERGMIN. La Industria de la Minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país [en línea]. Febrero 2017, [fecha de consulta, 20 de junio del 2019]. Disponible en https://www.larrainvial.com/comunicados/SitioPublico/multimedia/documentos/Mineria_en_el_Peru.pdf
ISBN: 978-612-47350-1-1
33. PANTIGOSO, Henry. Topografía, Manual Práctico. Lima: Grupo Editor Megabyte S.A.C. 2014. 176 pp.
ISBN: 978-612-4179-40-2
34. PENP, Suping y ZHANG, Jincal. Engineering Geology for Underground Rocks. Berlin. 2007. 335pp.
ISBN: 978-3-540-73294-5
35. PONCE, María y TORRES, Martin, YESO. Disponible en <http://www.unsam.edu.ar/publicaciones/tapas/cyted/parte5.pdf>
36. QUIJHUA, Jenny. Costos de posesión y operación en la estructura del costo hora/máquina y determinación del precio en la empresa Sherman Mis Tres Tesoros S.A.C del distrito de Inambari del periodo 2016. Tesis [Optar al título de Contador Público]. Perú: Universidad Andina del Cusco, 2017. Disponible en http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/2056/1/Jenny_Tesis_bachiller_2017.pdf
37. READ, John, STACEY, Peter. Open Pit Slope Design. Australia, 2010, 511 pp.
ISBN 9780415874410
38. SECRETARÍA DE ECONOMÍA, Estudio de la Cadena Productiva del Yeso, México: Distrito Federal, 2013. Disponible en

https://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/cadena_productiva_yeso_0913.pdf

39. VARGAS, Jeancarlos. Incremento de la producción mediante la mecanización de tajos con equipo Minijumbo en la CIA. Minera Kolpa-U.O. Huachocolpa. Tesis (Optar el título profesional de ingeniero de minas). Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. Disponible en http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6575/Vargas_Ontiveros_Jeancarlo_Rosse.pdf?sequence=1&isAllowed=y
40. VAZQUEZ, Fernando. Manual de Yacimientos Minerales. 1°ed. Madrid: Imprime Graficas Arias Montano S.A. 2012.610pp. ISBN: 978-84-96140-41-7

ANEXOS

ANEXO. N° 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODO
¿Cómo puede aumentar la producción del yeso en la cantera del distrito de Mórrope?	Proponer la mecanización de la explotación para aumentar la producción de yeso en la cantera del distrito de Mórrope.	Si se propone la mecanización de la explotación del yeso, aumentará la producción en la cantera de Mórrope.	V. Independiente	Tipo cuantitativo con diseño descriptivo propositivo, diseño transaccional o transversal.
	OBJETIVO ESPECÍFICO		La mecanización	
	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar la geología regional y local del área de estudio Tablazo 6 - Realizar estudios de topografía para delimitar el área de estudio de la cantera de yeso del distrito de Mórrope - Realizar calicatas en el área de estudio y su respectivo análisis en geología y mineralogía. - Calcular las reservas existentes en la cantera de yeso del distrito de Mórrope. - Realizar un estudio técnico económico y comparativo de la maquinaria a utilizar en la explotación, para seleccionar la maquinaria que genere menor costo de producción. 		V. Dependiente	
Aumentar la producción de yeso				

ANEXO. N° 2

Cuadro de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
Mecanización de la explotación	Geología	Regional	Unidad estratigráfica	Tiempo geológico	Análisis documental	Guía de análisis documental
			Fallas	m		
			Datos estructurales	Adimensional		
		Local	Unidades estratigráficas	Tiempo geológico	Observación	
			Estratos	Adimensional		
			Potencia	m		
	Reservas	Probadas.	Costos	s/.	Observación	
			Ingresos			
			Utilidades			
		Probables	--	Tn		
		Posibles	--	Tn		
	Mecanización	Explotación	Costos	s/.	Análisis documental	Guía de análisis documental
			Ingresos			
Utilidades						

Elaboración propia

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
Aumentar la producción del yeso	Producción	Manual	Día	Tn	Observación	Guía de observación
			Mensual			
			Anual			
		Mecanizada	Día	Tn	Análisis documental	Guía de análisis documental
			Mensual			
			Anual			
	Factores económicos	Costos	Mina	s/.	Análisis documental	Guía de análisis documental
			Administrativos			
		Ingresos	Precio de venta	s/.		
		Beneficio	Ingresos	s/.		
			Egresos			

Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los docentes que suscriben los documentos son: ING. MBA. GONZALES TORRES, Jorge Omar con DNI: 43703713 de la especialidad de Planificación y Gestión de Proyectos Mineros, La ING. MG. MENA NEVADO, Carla Milagros con DNI: 42467125, Especialista en Geología y la MG. AGUINAGA VASQUEZ, Silvia Josefina con DNI: 16790469 de la especialidad de Investigación Educativa y Docencia Universitaria dan conformidad a los instrumentos de recolección de datos que a continuación se presentan y que fueron sometidos a una evaluación y validación , con la finalidad de que sean aplicados por los estudiantes responsables: DE LA CRUZ EFUS, Jesús Alexis y RUIZ HERRERA, Hermis en la investigación titulada: LA MECANIZACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN DEL YESO COMO PROPUESTA PARA AUMENTAR LA PRÓDUCCIÓN EN LA CANTERA DEL DISTRITO DE MÓRROPE.

Dejamos evidencia de lo evaluado firmando el presente documento para los fines que sean necesarios.

Chiclayo, 27 de septiembre de 2019

Atentamente,

ING. MBA. GONZALES
TORRES, Jorge Omar

DNI: 43703713

ING. MG. MENA NEVADO,
Carla Milagros

DNI: 42467125

MG. AGUINAGA
VASQUEZ, Silvia Josefina

DNI: 16790469

PERMISO DE AUTORIZACIÓN DE LA CANTERA PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.



COMUNIDAD CAMPESINA
"SAN PEDRO" - MÓRROPE

RECONOCIDA POR RESOLUCIÓN SUPREMA N° 14 DEL 05 DE MARZO DE 1951



Mórrope, 23 de Octubre del 2019

Señor:

Dr. Beder Martell Espinoza

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS DE LA
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Yo, JUAN JOSE ALAMO BANCES, identificado con DNI N° 17564539, en calidad de Jefe de área de Secretaria de Asuntos Mineros de de Asuntos Mineros de la Comunidad Campesina San Pedro de Mórrope, AUTORIZO al Sr. De la Cruz Efus Jesús Alexis y al Sr. Ruiz Herrera Hermis, estudiante del X ciclo de la especialidad de Ingeniería de Minas en la Universidad César Vallejo (filial Chiclayo) para que realice la recolección de información ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE que se encuentre relacionada con el trabajo de investigación titulado "La Mecanización de la Explotación del Yeso como Propuesta para Aumentar la Producción en la Cantera del Distrito de Mórrope" el mismo que viene desarrollando para la obtención de su título profesional en dicho centro de estudios.

Además dicha autorización comprende la divulgación y comunicación pública del citado trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la UCV.

Atentamente.

COMUNIDAD CAMPESINA
SAN PEDRO DE MORROPE

Juan José Alamo Bances
SECRETARIO DE ACTIVIDADES MINERAS

Nombre y Apellido:

DNI: 17564539

La Comunidad
Siempre Contigo...!!

ANEXO 3:
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
CHICLAYO 2019

GUÍA DE OBSERVACIÓN
“LA MECANIZACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN DEL YESO COMO PROPUESTA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA CANTERA DEL DISTRITO DE MÓRROPE-LAMBAYEQUE”

El siguiente formato tiene como finalidad, de recopilar toda la información sobre la geología del área de estudio principalmente las unidades estratigráficas. Como información entrante para el desarrollo de la investigación, también recopilar la información de las estructuras geológicas específicamente en el área de interés.

Nombre: Cuadro de descripción geológica del área de estudio.

Formato para: Describir las estructuras geológicas del área de estudio.

Geología regional		Geología local		Rocas y minerales industriales
Unidad estratigráfica	símbolo	Litología	Eventos geológicos	
Dep Mixtos. Lacustres	Qrm-la	Capa de arena (0.27m)	---	Yeso
Tablazo 6 -Talara	Qp-tt	Capa de mineral de yeso (0.30 m)	----	--

ANEXO N°5

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CHICLAYO 2019

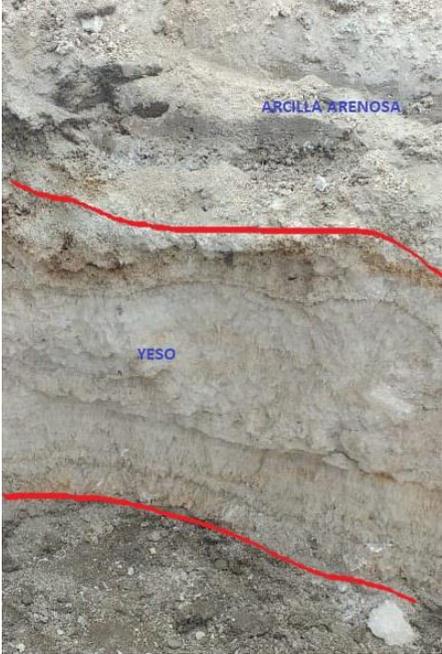
GUÍA DE OBSERVACIÓN

“LA MECANIZACIÓN DE LA EXPLOTACION DEL YESO COMO PROPUESTA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA CANTERA DEL DISTRITO DE MÓRROPE-LAMBAYEQUE”

El siguiente formato tiene como finalidad de recopilar toda la información sobre los estratos existentes en cada calicata sacada, además almacenar la información sobre la potencia del manto de yeso en cada una de ellas.

Nombre: Cuadro de descripción estratigráfico de las calicatas.

Formato para: Describir los estratos presentes en cada calicata.

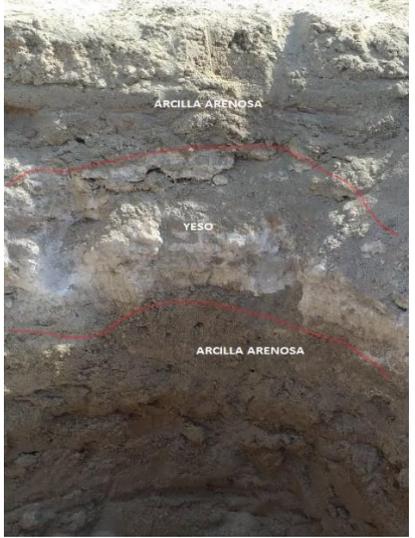
CALICATA	CAL-1	COORDENADAS		
FECHA:	12/10/2019	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
POR:		569439	9303423	1 m
ESTRATO	ESPESOR	GRANULOMETRÍA	FOTO	
Arena	0.3	finá		
Yeso	0.33	--		
Comentario				
Se observa la capa de arcilla arenosa de color verde oscuro por la putrefacción de la materia orgánica, la capa de yeso presenta cristales bien ordenados generalmente de color blanco leche con presencia de óxidos en su interior.				

CALICATA	CAL-2	COORDENADAS		
FECHA:	12/10/2019	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
POR:		570788.94	9302503.13	1 m
ESTRATO	ESPESOR	GRANULOMETRÍA	FOTO	
Arcilla arenosa	0.27	Fina		
Yeso	0.30	--		
Comentario				
<p>La capa arcilla arenosa presenta materia orgánica, de color verde claro y con arbustos en la parte superficial. La capa de yeso presenta cristales bien formados de color blanco lechoso y colores intrusos de naranja producto de oxidación del mineral.</p>				

CALICATA	CAL-3	COORDENADAS		
FECHA:	12/10/2019	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
POR:		570201.7	9302030.45	0.4 m
ESTRATO	ESPESOR	GRANULOMETRÍA	FOTO	
Arena	0.5	Fina		
Comentarios				
<p>La presente calicata se realizó en la parte extraída de la cantera con la finalidad de observar la estratigrafía inferior a la capa del yeso, la capa inferior a la capa del yeso es de material arcilla arenosa de color verde oscuro.</p>				

CALICATA	CAL-4	COORDENADAS		
FECHA:	12/10/2019	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
POR:		573188.45	9302299.92	1.2 m
ESTRATO	ESPESOR	GRANULOMETRÍA	FOTO	
Arena	0.21	Fina		
Yeso	0.30			
Comentario				
<p>La capa de arcilla con arena es de color verde pálido. La capa de yeso con cristales más compactos de color generalmente blanco lechoso presentando en su interior colores anaranjado pálido. La capa de arcilla con arena que está por debajo del yeso es de color marrón.</p>				

CALICATA	CAL-5	COORDENADAS		
FECHA:	12/10/2019	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
POR:		573137.93	9300774.61	1.1 m
ESTRATO	ESPESOR	GRANULOMETRÍA	FOTO	
Arena	0.26			
Yeso	0.29			
Comentario				
<p>La capa de arcilla con arena es de color verde pálido. La capa de yeso con cristales más compactos de color generalmente blanco lechoso presentando en su interior colores anaranjado pálido. La capa de arcilla con arena que está por debajo del yeso es de color marrón.</p>				

CALICATA	CAL-6	COORDENADAS		
FECHA:	12/10/2019	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
POR:		572035.01	9302049.37	1 m
ESTRATO	ESPESOR	GRANULOMETRÍA	FOTO	
Arena	0.29	Fina		
Yeso	0.31			
Comentario				
<p>Los estratos de arcilla arenosa de color verde claro, presencia de materia orgánica. La mineralización de yeso es irregular los cristales de yeso tienen diferentes direcciones y cristales pequeños de color blanco lechoso.</p>				

CALICATA	CAL-7	COORDENADAS		
FECHA:	12/10/2019	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
POR:		571388.41	9303442.68	1.1 m
ESTRATO	ESPESOR	GRANULOMETRÍA	FOTO	
Arena	0.28	Fina		
Yeso	0.33			
Comentario				
<p>La capa de arcilla con arena es de color verde pálido. La capa de yeso con cristales más compactos de color generalmente blanco lechoso presentando en su interior colores anaranjado pálido. La capa de arcilla con arena que está por debajo del yeso es de color marrón.</p>				
CALICATA	CAL-8	COORDENADAS		
FECHA:	12/10/2019	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
POR:		570341.03	9303650.42	1.2 m
ESTRATO	ESPESOR	GRANULOMETRÍA	FOTO	
Arcilla arenosa	0.26	Fina		
Yeso	0.28			
Comentario				
<p>La capa de arcilla con arena de color verde oscuro por la putrefacción de la materia orgánica y acumulaciones de agua proveniente de las lluvias. La capa de yeso más compacto no presenta alteraciones.</p>				

CALICATA	CAL-9	COORDENADAS		
FECHA:	12/10/2019	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
POR:		569254.59	9303644.41	1.2 m
ESTRATO	ESPESOR	GRANULOMETRÍA	FOTO	
Arena	0.27	Fina		
Yeso	0.29			
Comentario				
<p>La capa de arcilla con arena de color blanco oscuro material movido. La capa de yeso presenta alteraciones en algunas partes cambio de color de blanco a rojizo.</p>				

CALICATA	CAL-10	COORDENADAS		
FECHA:	12/10/2019	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
POR:		570382.79	9304460.38	1.1 m
ESTRATO	ESPESOR	GRANULOMETRÍA	FOTO	
Arena	0.29	Fina		
Yeso	0.31			
Comentario				
<p>La capa de yeso tiene una formación perfecta sus cristales bien ordenados presenta alteración muy baja.</p>				

CALICATA		COORDENADAS		
FECHA:	12/10/2019	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
POR:		568881.23	9304487.88	1.1 m
ESTRATO	ESPESOR	GRANULOMETRÍA	FOTO	
Arena	0.27	Fina		
Yeso	0.29			
Comentario				
<p>La capa de arcilla con arena de color verde oscuro contiene materia orgánica. Yeso bien compacto cristales mal direccionados. No presenta alteración química</p>				

ANEXO N°6

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO CHICLAYO 2019

GUÍA DE ANALISIS DOCUMENTAL

“LA MECANIZACIÓN DE LA EXPLOTACION DEL YESO COMO PROPUESTA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA CANTERA DEL DISTRITO DE MÓRROPE-LAMBAYEQUE”

El siguiente formato tiene como finalidad de recopilar toda la información procedente de los resultados de los objetivos anteriores para realizar el cálculo de reservas.

Nombre: Cuadro de resultados de datos y su reporte topográfico.

POR:			
FECHA:	20/10/2019		
CALICATA	LITOLOGÍA	REPORTE TOPOGRÁFICO	
CAL-1	Arena y Yeso	AREA EXPLOTADA	AREA SIN EXPLOTAR
CAL-2	Arena y Yeso	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL-CHICLAYO: FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS LA MECANIZACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN DEL YESO COMO PROPUESTA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA CANTERA DEL DISTRITO DE MORROPE-LAMBAYEQUE. PLANO TOPOGRAFICO POR: Br. DE LA CRUZ EFUS Jesus Alexis SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM</p>	
CAL-3	Arena y Yeso		
CAL-4	Arena y Yeso		
CAL-5	Arena y Yeso		
CAL-6	Arena y Yeso		
CAL-7	Arena y Yeso		
CAL-8	Arena y Yeso		
CAL-9	Arena y Yeso		
CAL-10	Arena y Yeso		
CAL-11	Arena y Yeso		

ANEXO N°7

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CHICLAYO 2019

GUÍA DE ANALISIS DOCUMENTAL

“LA MECANIZACIÓN DE LA EXPLOTACION DEL YESO COMO PROPUESTA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA CANTERA DEL DISTRITO DE MÓRROPE-LAMBAYEQUE”

El siguiente formato tiene como finalidad de recopilar toda la información posible sobre la maquinaria a utilizar en la extracción, carguío y transporte del mineral.

Nombre: guía de análisis documental.

Formato para: detallar las fichas técnicas y económicas de la maquinaria utilizada en la mecanización de las explotaciones de yeso.

Maquinaria	Actividad				Criterios económicos		Criterios técnicos	
	Arranque	Desbroce	Carguío	Transporte	Máquina	Descripción	Maquinaria	Descripción
CAT-950H	OK	OK	OK	---	150,000.00	Semi nueva	Manual de CATERPILLAR	
CAT-420E	OK	OK	OK	---	130,000.00	Semi nueva	Manual de CATERPILLAR	
CAT-272C	OK	OK	OK	---	20,000.00	Semi nueva	Manual de CATERPILLAR	



ANEXO 8**REPORTE DEL CÁLCULO DE VOLÚMENES**

CÁLCULO DE VOLUMEN PARA EL YESO				
SECCIÓN	ÁREA	PASO	VOL. PARCIAL	VOL. TOTAL
1	600.74			
2	600.74	50	30037	30037
3	600.74	50	30037	60074
4	600.74	50	30037	90111
5	600.74	50	30037	120148
6	600.74	50	30037	150185
7	600.74	50	30037	180222
8	500.74	50	27537	207759
9	560.74	50	26537	234296
10	570.74	50	28287	262583
11	580.74	50	28787	291370
12	490.74	50	26787	318157
13	600.74	50	27287	345444
14	670.74	50	31787	377231
15	600.74	50	31787	409018
16	600.74	50	30037	439055
17	500.74	50	27537	466592
18	600.74	50	27537	494129
19	600.74	50	30037	524166
20	500.74	50	27537	551703
21	600.74	50	27537	579240
22	600.74	50	30037	609277
23	600.74	50	30037	639314
24	600.74	50	30037	669351
25	600.74	50	30037	699388
26	600.74	50	30037	729425
27	600.74	50	30037	759462
28	600.74	50	30037	789499
29	600.74	50	30037	819536
30	600.74	50	30037	849573
31	600.74	50	30037	879610
32	600.74	50	30037	909647
33	600.74	50	30037	939684
34	600.74	50	30037	969721
35	600.74	50	30037	999758

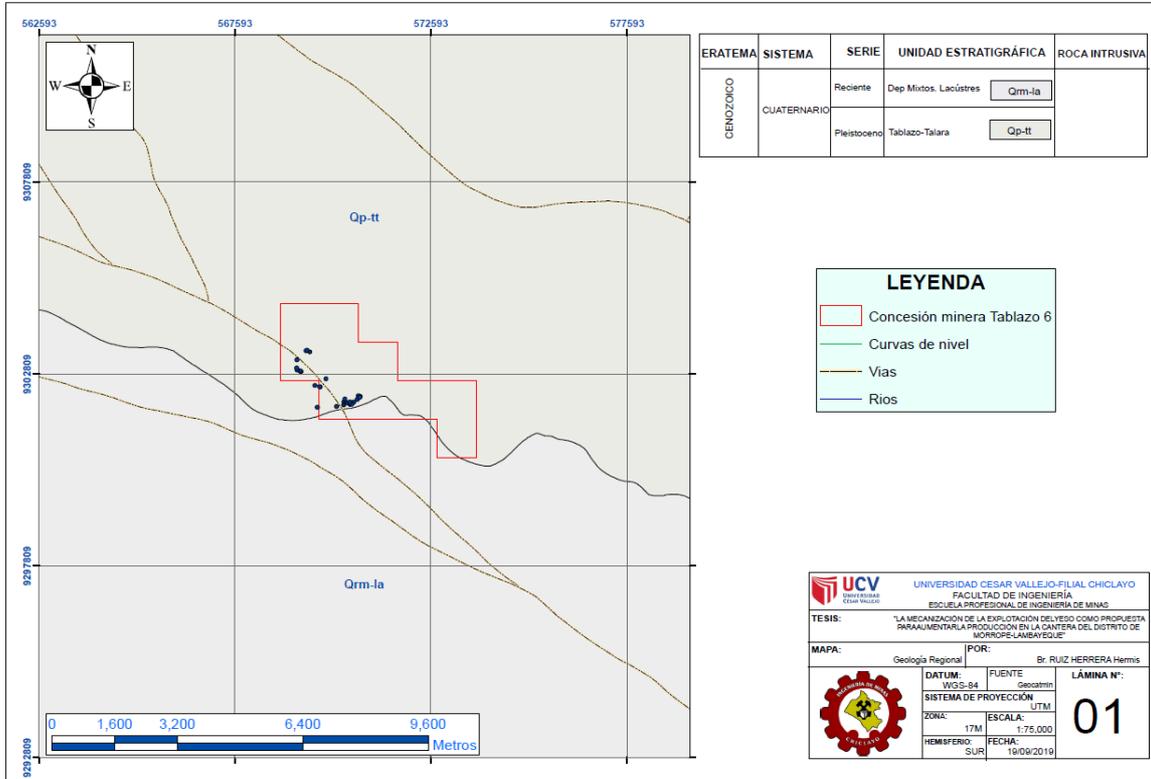
36	600.74	50	30037	1029795
37	600.74	50	30037	1059832
38	600.74	50	30037	1089869
39	600.74	50	30037	1119906
40	600.74	50	30037	1149943
41	600.74	50	30037	1179980
42	600.74	50	30037	1210017
43	600.74	50	30037	1240054
44	600.74	50	30037	1270091
45	59.42	50	16504	1286595
46	118.83	50	4456.25	1291051.25
47	118.83	50	5941.5	1296992.75
48	93.68	50	5312.75	1302305.5
49	68.52	50	4055	1306360.5
50	226.44	50	7374	1313734.5
51	284.62	50	12776.5	1326511
52	342.8	50	15685.5	1342196.5
53	312	50	16370	1358566.5
54	308.48	50	15512	1374078.5
55	385.96	50	17361	1391439.5
56	463.44	50	21235	1412674.5
57	192.5	50	16398.5	1429073
58	192.5	50	9625	1438698
59	192.5	50	9625	1448323
60	192.5	50	9625	1457948
61	192.5	50	9625	1467573
62	192.5	50	9625	1477198
63	192.5	50	9625	1486823
64	192.5	50	9625	1496448
65	192.5	50	9625	1506073
66	192.5	50	9625	1515698
67	192.5	50	9625	1525323
68	190.15	50	9566.25	1534889.25
69	187.8	50	9448.75	1544338
70	188.36	50	9404	1553742
71	188.91	50	9431.75	1563173.75
72	188.91	50	9445.5	1572619.25
73	188.91	50	9445.5	1582064.75
74	197.17	50	9652	1591716.75
75	205.43	50	10065	1601781.75
76	207.56	50	10324.75	1612106.5
77	207.56	50	10378	1622484.5
78	207.56	50	10378	1632862.5
79	207.56	50	10378	1643240.5

80	207.56	50	10378	1653618.5
81	207.56	50	10378	1663996.5
82	207.56	50	10378	1674374.5
83	207.56	50	10378	1684752.5
84	207.56	50	10378	1695130.5
85	203.68	50	10281	1705411.5
86	199.8	50	10087	1715498.5
87	500	50	17495	1732993.5
88	504.07	50	25101.75	1758095.25
89	550.7	50	26369.25	1784464.5
90	792.77	50	33586.75	1818051.25
91	500.5	50	32331.75	1850383
92	447.27	50	23694.25	1874077.25
93	494.03	50	23532.5	1897609.75
94	481.91	50	24398.5	1922008.25
95	469.79	50	23792.5	1945800.75
96	410.89	50	22017	1967817.75
97	454.99	50	21647	1989464.75
98	452.99	50	22699.5	2012164.25
99	461.99	50	22874.5	2035038.75
100	441.99	50	22599.5	2057638.25
101	431.99	50	21849.5	2079487.75
102	51.99	8.88	2148.8712	2081636.62

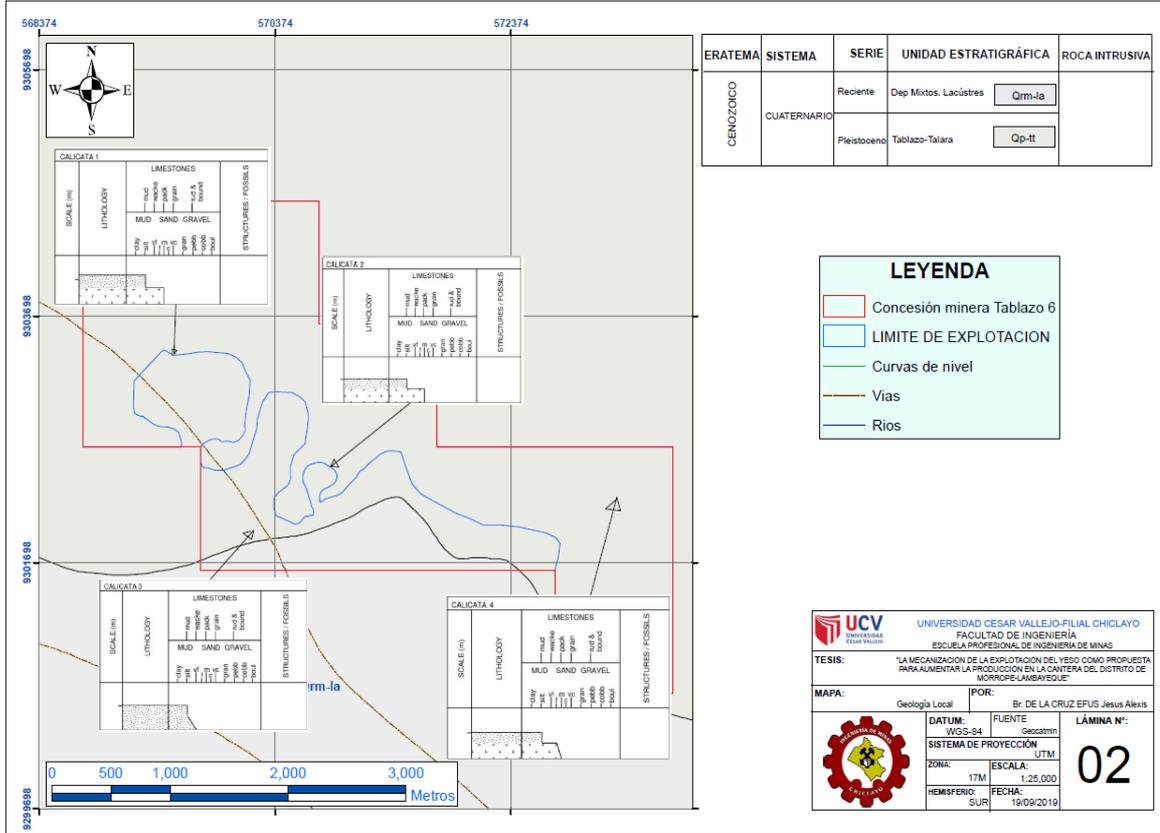
ANEXO 9

MAPAS Y PLANOS

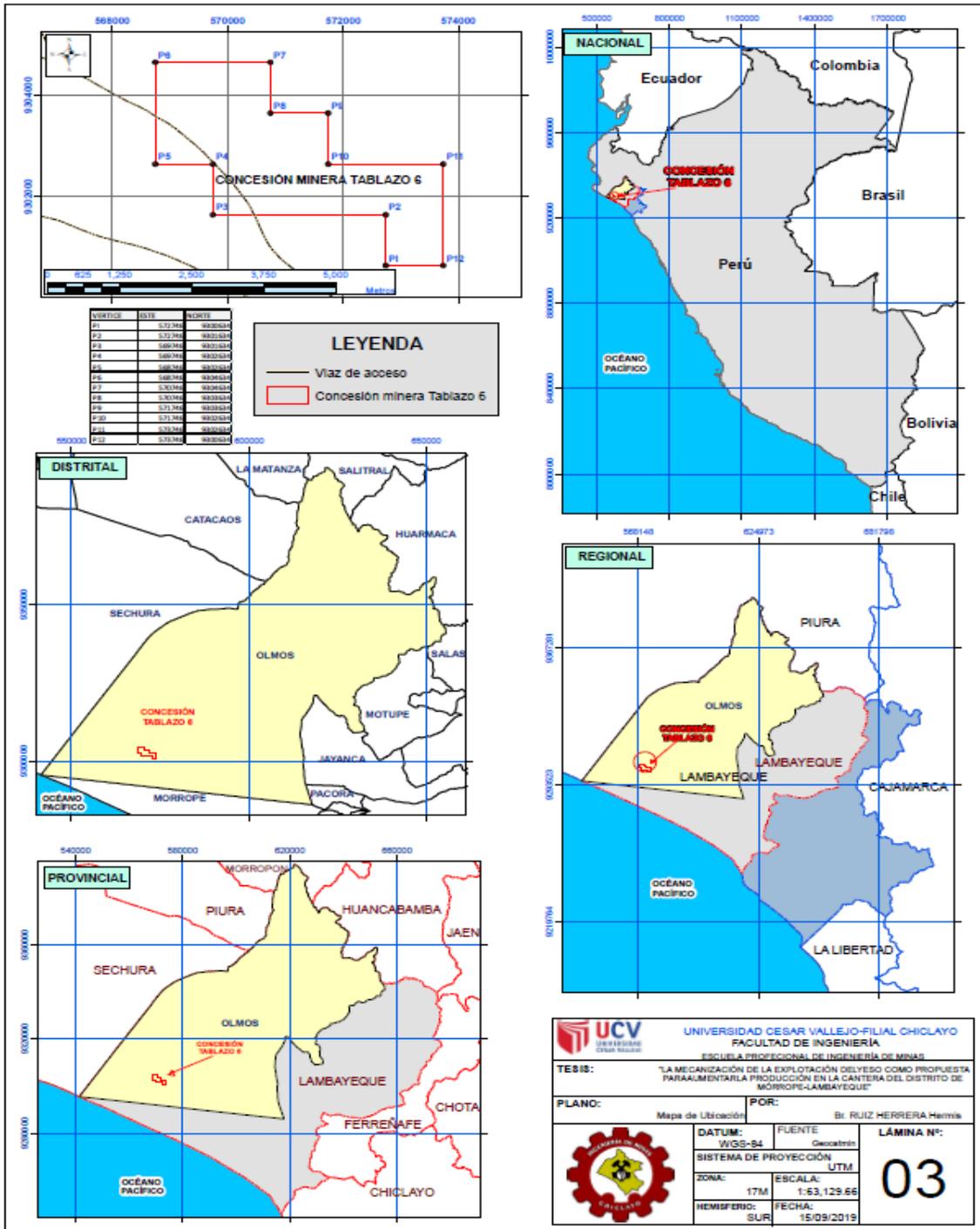
Geología Regional



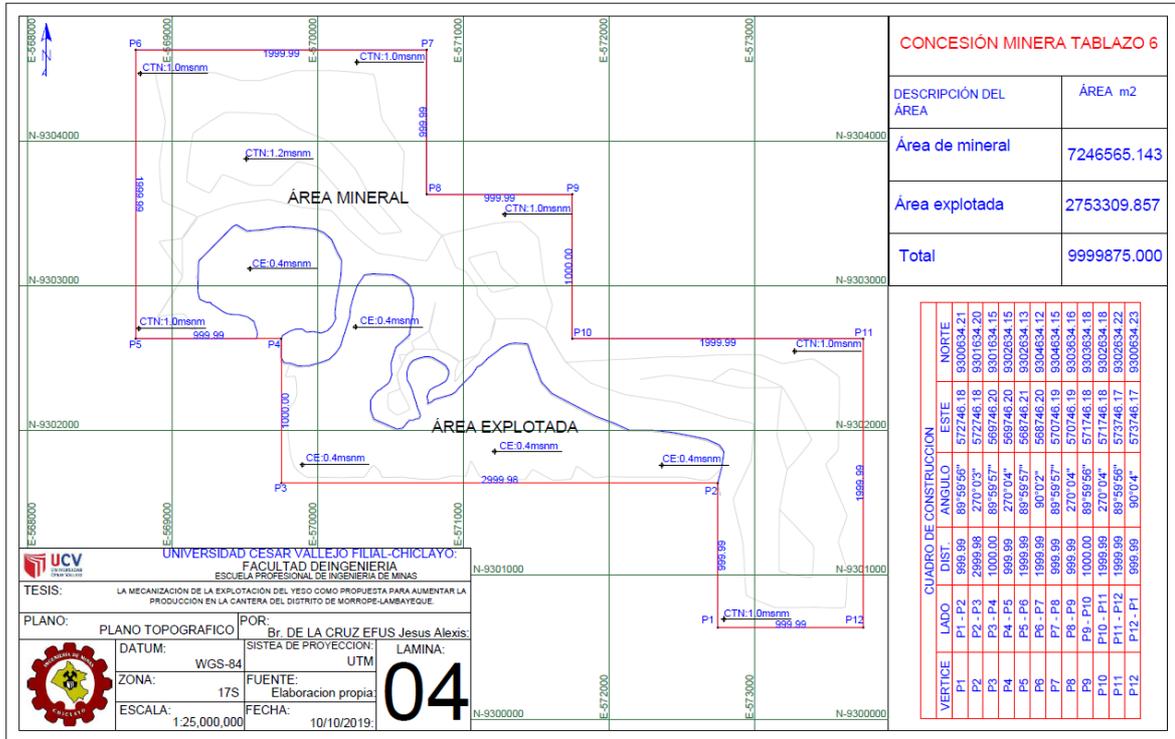
Geología Local



Plano De Ubicación



Plano De Mórrope.



CONCESIÓN MINERA TABLAZO 6

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	ÁREA m2
Área de mineral	7246565.143
Área explotada	2753309.857
Total	9999875.000

CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	999.99	89°58'56"	572746.18	9300634.21
P2	P2 - P3	2999.98	270°03"	572746.18	9301634.20
P3	P3 - P4	1000.00	89°58'57"	569746.20	9301634.15
P4	P4 - P5	999.99	270°04"	569746.20	9302634.15
P5	P5 - P6	1999.99	89°58'57"	568746.21	9302634.13
P6	P6 - P7	1999.99	90°02"	568746.20	9304634.12
P7	P7 - P8	999.99	89°58'57"	570746.19	9304634.15
P8	P8 - P9	999.99	270°04"	570746.19	9303634.16
P9	P9 - P10	1000.00	89°58'56"	571746.18	9303634.18
P10	P10 - P11	1999.99	270°04"	571746.18	9302634.18
P11	P11 - P12	1999.99	89°58'56"	573746.17	9302634.22
P12	P12 - P1	999.99	90°04"	573746.17	9300634.23


UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL CHICLAYO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS
 TESIS: LA MECANIZACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN DEL YESO COMO PROPUESTA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA CANTERA DEL DISTRITO DE MORROPE-LAMBAYEQUE.
 PLANO: PLANO TOPOGRAFICO
 POR: Br. DE LA CRUZ EFUS Jesus Alexis
 DATUM: WGS-84
 SISTEMA DE PROYECCION: UTM
 ZONA: 17S
 FUENTE: Elaboracion propia
 ESCALA: 1:25,000,000
 FECHA: 10/10/2019

LAMINA:
04

ANEXO 10

FOTOGRAFIAS.

Elaboración De Calicatas



Potencia del yeso



Explotación del yeso



Comercialización del yeso.





Vista de la potencia del yeso.





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**La Mecanización de la Explotación del Yeso como Propuesta para
Aumentar la Producción en la Cantera del Distrito de Mórrope**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Minas

AUTORES:

Br. De la Cruz Efus, Jesús Alexis (ORCID: 0000-0001-5347-6633)

Br. Ruiz Herrera, Hermis (ORCID: 0000-0002-5781-3729)

ASESOR:

Mg. Siccha Ruiz, Orlando Alex (ORCID: 0000-0002-0638-2391)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de Yacimientos Minerales

CHICLAYO – PERÚ

(2021)

RESUMEN

La investigación tuvo como finalidad realizar un estudio sobre la mecanización de la explotación del yeso como propuesta para aumentar la producción en la Cantera del distrito de Mórrope. Se trabajó con una muestra de 11 calicatas, utilizando como tipo y diseño de investigación cuantitativo descriptivo propositivo. Para el recojo de información se utilizó métodos como: observación y análisis documental, instrumentos de guía de observación de campo y guía de análisis documental, Como resultado el área que contiene mineral es de 724.66 ha. con una reserva geológica de 2, 081,636.62 bm^3 de yeso. Los costos de explotación actuales son de 30 s/. Tm de yeso, el precio actual del yeso en el mercado es de 53.33 s/. Tm, para la mecanización se utilizó tres escenarios de evaluación técnico-económico; primer escenario: un cargador frontal CAT950H, segundo una retroexcavadora CAT 420E, tercer dos minis cargadores CAT272C, costos de producción son 6.03 s/. Tm, 7.66 s/. Tm y 14.85 s/. Tm respectivamente. Se seleccionó al CAT950H por sus bajos costos de producción generando una rentabilidad de s/. 125, 550,342.53 todo el proyecto. El trabajo permitió concluir que la mecanización de las explotaciones siempre genera menores costes de producción por ende mayores ingresos.

Palabras Claves: Mecanización, Producción, Cantera.

ABSTRACT

The purpose of the research was to carry out a study on the mechanization of the exploitation of gypsum as a proposal to increase production in the Quarry of the district of Mórrope. We worked with a sample of 11 pits, using a descriptive-purpose quantitative research type and design. For the collection of information, methods such as: observation and documentary analysis, field observation guide instruments and documentary analysis guide were used. As a result, the area containing mineral is 724.66 ha. with a geological reserve of 2,081,636.62 bm^3 of gypsum. Current operating costs are 30 s / Tm of gypsum, the current price of gypsum on the market is 53.33 s / Tm, for mechanization three technical-economic evaluation scenarios were used; First scenario: a CAT950H front loader, second a CAT 420E backhoe, third two CAT272C mini loaders, production costs are 6.03 s / Tm, 7.66 s / Tm and 14.85 s / Tm respectively. The CAT950H was selected for its low production costs, generating a profitability of s / 125, 550,342.53 the entire project. The work allowed to conclude that the mechanization of farms always generates lower production costs, therefore higher income.

Keywords: Mechanization, Production, Quarry.

I. INTRODUCCIÓN.

Al investigar sobre la **Realidad Problemática**, la industria minera cumple un rol importante en la humanidad. Hablar de industria minera no solo es referirse a los metales, también lo es los no metales, las rocas ornamentales en fin todos los recursos naturales que el hombre aprovecha para su supervivencia. Según el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (2018), especifica que Perú tiene potencial minero que ha sido explotado desde siglos que ha ido creciendo el día a día, garantizando a un país en vías de desarrollo (p.13). Para Ingemmet (2014), el Perú es un país minero desde tiempos ancestrales, tiene una posición competitiva en la minería mundial, tiene una descomunal riqueza polimetálica reconocida a nivel mundial (p.8).

La industria minera lo practican todos los países de innumerables formas de explotación y obtención del recurso mineral, a nivel internacional la comercialización y utilización del yeso genera una inmensa demanda por sus propiedades ópticas para la industria de la construcción y sus múltiples usos en el campo de la ingeniería y en obras de arte. La minería no metálica en este caso la minería de yeso actividad que lo practican los países desarrollados, países en vías de desarrollo y países bajos, la producción de yeso a nivel mundial en el año 2004 fue liderado por Estados Unidos con una producción de 18 000.00 millones de Tm de yeso seguido por Australia, Austria, Brasil, etc. La producción mundial para todo el año 2004 alcanzo a 106000.00 millones Tm de yeso (Beatriz y Torres.p.428).

Las actividades mineras del yeso en el país de México son localizadas principalmente en las provincias de la Baja California Sur, Nueva león, Coahuila, Morelos y San Luis Potosí, la producción de yeso es destinada principalmente a la fabricación de paneles para la industria de la construcción (Secretaría de Economía, 2013. p.7). Además, hace mención que la comercialización del yeso se realiza en un 84% en yeso natural y en un 16% en yeso fraguable.

Estudios demuestran la gran demanda de yeso que existe en el mercado, que la producción en las explotaciones mineras de yeso aun en su mayoría es artesanalmente, esto es producto del desconocimiento de la tecnología existente

para utilizar en las explotaciones mineras de yeso. El problema más frecuente en las explotaciones de yeso es la baja productividad por el hecho que se practica una actividad minera artesanal, y la ausencia de profesionales especializados en su campo. La mayoría de las explotaciones mineras de yeso invertir en maquinaria pesada, en un ingeniero y personal capacitado para tal fin lo ven como un gasto inalcanzable, pero esto a la larga de la durabilidad de la mina se vuelve más económico haciendo de una actividad viable de diferentes puntos de vista como: económicos, ambientales, de seguridad, etc.

La cantera del distrito de Mórrope dedicada a la explotación minera del yeso, dicha cantera aún se explota artesanalmente a pesar que en el mercado del yeso hay bastante demanda. Esto genera la baja producción en la cantera y como consecuencia la pérdida de clientes en el mercado, la comunidad de San Pedro del distrito de Mórrope generalmente vive de este recurso natural generando ingresos económicos a la población Morropana. El yeso es un recurso mineral rentable en el mercado por sus diferentes usos como: la industria de la construcción, obras de arte, etc., es por eso que existe una fuerte demanda en el mercado, para poder abastecer esto no se basta con la fuerza humana, es decir la mecanización en la explotación del yeso sería una solución a la baja productividad y poder complacer con la descomunal demanda existente.

La explotación actual del yeso en la cantera del distrito de Mórrope es explotada actualmente por los comuneros de San Pedro quienes son los directos beneficiarios, a la vez mencionar que la explotación lo hacen de manera artesanal, porque desconocen la parte técnica y la tecnología existente para realizar una explotación más económica y ambientalmente. La forma de explotación lo hacen con la ayuda de barretillas, cinceles y combas para poder fragmentar en bloques al mineral, esto genera continuamente un ambiente inseguro de trabajo para quienes están en turno de trabajo y poca producción por cada frente de trabajo.

Además, las operaciones de carguío lo hacen los trabajadores de turno, perdiendo tiempos en sus labores de extracción del yeso, los trozos del mineral son lo suficiente pesado para la fuerza humana que se encarga de cargar los camiones

que compran o llevan a la planta de procesamiento. La utilización de cargadores frontales o máquinas específicas para tal fin sería la solución a estos problemas de explotación que se practica en la cantera de yeso.

En cuanto a la Formulación del Problema, quedo determinada de ¿Cómo puede aumentar la producción del yeso en la cantera del distrito de Mórrope?

El trabajo de investigación se justifica tomando en cuenta criterios técnicos, económicos y sociales. Técnico, la investigación busca mecanizar las explotaciones de yeso utilizando maquinaria específica con fines de aumentar la producción y satisfacer al mercado, por ende, mejores ingresos a la comunidad. Económico, se busca capacitar a la población y dar a conocer la importancia que tiene la mecanización de las explotaciones en temas de aumentar la productividad y los ingresos a la población beneficiaria directamente del proyecto. Social, la investigación busca mejorar los ingresos económicos a la población de esta manera mejorar la calidad de vida de la población en su conjunto, orientarlo a un desarrollo sostenible de sus recursos.

En cuanto a los Objetivos del trabajo de investigación, como objetivo general se tiene Proponer la mecanización de la explotación para aumentar la producción de yeso en la cantera del distrito de Mórrope y como objetivos Específicos están: Analizar la geología regional y local del área de estudio Tablazo 6, Realizar un estudio de topografía para delimitar el área de estudio de la cantera de yeso del distrito de Mórrope, Realizar calicatas en el área de estudio y sus respectivos análisis en geología y mineralogía, Calcular las reservas existentes en la cantera de yeso del distrito de Mórrope y Realizar un estudio técnico económico y comparativo de la maquinaria a utilizar en las explotaciones, para seleccionar la maquinaria que genere menor costo de producción.

En el presente trabajo de investigación se plantea la siguiente Hipótesis, Si se propone la mecanización de la explotación del yeso, aumentará la producción en la cantera de Mórrope.

II. MARCO TEÓRICO

Entre los **Trabajos Previos** que respaldan la presente investigación, se encuentran a nivel internacional, nacional y local.

A nivel internacional figura el trabajo de investigación realizado en el país de España, por el autor Escavy (2013) en su tesis titulada “Estudio geomecánico de formaciones yesíferas de la España peninsular con potencial de explotación minera para aplicaciones industriales”, tiene como objetivo general desarrollar la metodología que lo ayude a priorizar las zonas de explotación de las rocas y minerales industriales con bajo valor unitario con ayuda de estudios geológicos y estudios de mercado. Como muestra principal, se tomará los yacimientos de yeso de España, definiendo zonas estratégicas donde se pueda instalar una planta procesadora de yeso, además teniendo en cuenta. Las reservas disponibles y que garanticen un ingreso económico adecuado.

A nivel nacional, está la investigación realizado en Huancavelica, por el autor Vargas (2017) en su tesis titulada “Incremento de la producción mediante la mecanización de tajos con equipos Mini jumbo en la CIA Minera Kolpa-U.O. Huachocolpa”. La investigación citada tiene como objetivo general aumentar la producción en la compañía minera CIA MINERA KOLPA, la cual el investigador se formula una pregunta ¿Cómo se podrá aumentar la producción mensual en la compañía minera Kolpa?. El investigador en su tesis concluye que a través de la mecanización se logra aumentar la producción, generando bajos costos en el precio unitario.

De igual manera el trabajo de investigación realizado en Cuzco, por los autores Boza y Loayza (2017) en su tesis titulada “Influencia de la variación de temperatura de cocción en las propiedades físicas y mecánicas del yeso proveniente de la cantera Orlando 2007 de acuerdo a la norma UNE-EN 13279-2”. La investigación citada tiene como objetivo general determinar en qué medida puede influenciar la temperatura de cocción en las propiedades físicas y mecánicas del yeso.

El trabajo de investigación realizado en el ámbito de la región de Lambayeque, por el autor Castro (2018) titulado “Cubicación de reservas de agregados para determinar la vida útil en la cantera la Viña Cayaltí – Chiclayo”, utilizando métodos clásicos para el cálculo de reservas, partiendo de los estudios topográficos y geológicos del área de estudio, los análisis de calicatas y modelados geológicos para determinar la cantidad de recurso de interés económico existente. El cálculo de reservas es de suma importancia en la viabilidad de los proyectos mineros, para que el inversionista pueda con mayor seguridad invertir su dinero.

Finalmente, **A nivel local**, En los trabajos previos a nivel local no se ha encontrado en ninguna fuente de información. Por lo que la investigación no cuenta con trabajos previos a nivel local.

Entre las **Teorías Relacionadas** al tema están:

Para la variable independiente (mecanización de las explotaciones), se encuentran las siguientes teorías.

En cuanto al **Método de explotación (método minero)**, Según Herrera (2006), es la técnica de extracción de un cuerpo mineralizado económicamente rentable. Para seleccionar el método de explotación de un determinado yacimiento mineral está basada principalmente en temas económicos como: costos, beneficio, flujo de caja, inversiones, etc.

Al definir los estudios de **Costos de producción** por la Comisión Chilena del Cobre (2015), menciona que Los costos de producción son necesarios de incurrir para el procesamiento del producto, ya sea de manera directa o indirecta, también se incluyen los costos incurridos por desgaste de los activos, como depreciaciones y amortizaciones. El costo mina responde a la siguiente formula:

$$\begin{aligned}
 \text{Costos Mina} \left[\frac{USD}{t} \right] &= \sum \text{Costos Operacion Unitaria} \\
 \text{Costos Mina} \left[\frac{USD}{t} \right] &= \text{Costos Rompimiento de Material} + \text{Costos Carguio} \\
 &+ \text{Costos Transporte}
 \end{aligned}$$

Para Herrera (2006), la **Tecnología minera** utiliza métodos desarrolladas vinculadas a las mejoras continuas de los procesos productivos. Para Codelco (2014), la actividad minera hace uso de tecnologías para minimizar los costos de producción y aumentar la producción, reduciendo los riesgos que están implicados en los equipos y personas.

El término **Depreciación de la maquinaria** es utilizado para referirse al valor que pierde una máquina en un periodo de tiempo, para Quijua (2017), la maquina operativa tiene la desventaja de devaluarse para ello se considera dos tipos de depreciación que son:

La **Depreciación anual** responde a la siguiente fórmula de cálculo.

$$DEPRECIACIÓN ANUAL = \frac{P - S}{N}$$

Donde:

P=es el valor inicial de una maquina

S=es el valor de salvamento de una maquina en países en desarrollo se considera el 10% del valor inicial

N= vida útil de la máquina.

La **Depreciación horaria** responde a la siguiente fórmula de cálculo.

$$DEPRECIACIÓN ANUAL = \frac{P - S}{H_a * N}$$

H_a= son las horas de trabajo anual de una máquina

Los **Costos de propiedad** responden a la siguiente fórmula de cálculo.

$$CP = DEPRECIACIÓN + IIS$$

Donde:

CP= costos de propiedad

IIS= intereses, impuestos y seguros, es calculado de la siguiente forma

$$IIS = IP * 16\%$$

$$IP = P * PITAD$$

$$PITAD = \frac{1}{2} \left(\frac{N * 1}{N} \right) * 100$$

IP=Inversión promedio

PITAD= porcentaje de inversión anual promedio.

Los Costos de operación según Gualan (2016, p.3), Los costos de operación incluyen lo siguiente: mano de obra (operador y ayudante), combustible, lubricantes, filtros, llantas, reparaciones. La suma de todos los costos mencionados anteriormente se refiere a los costos de operación.

Se considera el **Cargador frontal CAT 950H** de la marca CATERPILLAR y modelo 950H, como datos técnicos se encuentra la potencia en el volante de 146 kW, tiempo de ciclo hidráulico de 10 segundos, capacidad nominal de la cuchara es de 3.3 metros cúbicos, el ancho del cucharón es de 2927 milímetros. Otros datos técnicos en el manual de rendimiento de CATERPILLAR N°39.

La **maquinaria Retro excavadora CAT 420E** utilizada y citada en la investigación es de la marca CATERPILLAR y de modelo 420E, con datos técnico de Potencia bruta en el volante 78 hp y otros datos técnicos en el manual de CATERPILLAR N°39.

El **Mini cargador CAT 272C** empleado para la investigación es de la marca CATERPILLAR y modelo 272C, como datos técnicos se cuenta la potencia al volante es de 74 HP, tiempo de ciclo hidráulico es de 9.6, y otros datos técnicos relevante en el manual N° 39.

Para las teorías de la **variable dependiente** (Aumentar la producción de yeso), se encuentran las siguientes teorías.

El Mineral Yeso es muy abundante en la corteza terrestre con propiedades óptimas para la industria de la construcción. Para la Secretaria de Economía (2013), Las propiedades del yeso son de tonalidad blanco grisáceo y con brillo vítreo. Para los autores Suping y Jincal (2007), la Densidad lo define como el cociente de la masa sobre su volumen. La densidad teórica para el mineral yeso es de 2.32 Tn/m³. Una breve descripción de las propiedades del yeso, según el manual de mineralogía de

DANA, hace referencia a las propiedades físicas del yeso. Para Dana (1996), El yeso tiene como composición química el 32.6% de CaO, el 46.5% SO₃ y el 20.9% de agua (H₂O).

Según fuente: Estadística Minera de España en el 2011 realiza un estudio sobre la producción de yeso en España, teniendo como resultados que Andalucía era el mayor productor de yeso con un 62% a nivel nacional, seguido del 8% para la ciudad de Madrid, el 7% para la ciudad de La Mancha y Cataluña, el 4% para la ciudad Valenciana y la ciudad de Aragón, el 3% para La Rioja y el 1% para Navarra y Murcia (Estadística Minera de España, 2011).

El yeso un recurso natural que siempre está presente en la vida cotidiana de toda la humanidad desde hace mucho tiempo atrás, es uno de los minerales más antiguos utilizado por el hombre utilizado principalmente como materiales de revestimiento y adhesión. La industria minera para el país significa una fuente muy importante de ingresos tributarios al país (Impuestos a renta, impuesto general a ventas-IGV, etc.) y no tributarios (aporte voluntario, regalías, derecho de vigencia) (Larraín Vial SAB, 2012, p.33). A lo largo de la historia del país la minería ha contribuido innumerablemente en los ingresos económicos para el país (Benavides, 2012 p.10). La comercialización del yeso en el Perú es primordial en la industria de la construcción, pinturas, textiles, trabajos de artesanía, etc. Además, en el Perú se utiliza como estabilizador (yeso crudo) las áreas agrícolas que contienen sales, y para la elaboración del ácido sulfúrico. En el Perú los yacimientos de yeso generalmente se presentan en mantos horizontales de grandes extensiones, con potencia escasa. Los principales yacimientos de yeso se encuentran en la región de Lambayeque, Piura y La Libertad.

En cuanto la **producción** es el producto final de una gama de operaciones unitarias en minería, en si se refiere a un producto económicamente rentable o de beneficio económico para los inversionistas, mientras la producción sea alta y los costos bajos mejor será los ingresos.

Según Osinergmin (2017), el **Beneficio**, lo define como la etapa principal de las actividades mineras donde se procesa el mineral proveniente de los yacimientos minerales para obtener bienes de gran valor económico.

Los **ingresos** es un término utilizado para referirse al precio unitario por el monto total de ventas, es decir, una expresión monetaria sin importar los costos de producción de tal bien.

$$I = P_U * T_b$$

Donde:

P_U = precio unitario del bien.

T_b = cantidad total de un bien.

Entre el Término utilizado **Utilidad** se refiere a las ganancias que genera un bien o servicio, es decir, una expresión monetaria que representa las ganancias generadas por un bien o servicio.

$$U = P_U * T_b - C_U T_b$$

Donde:

C_U = costo unitario de un bien.

Para las **Teorías genéricas**, son las siguientes

Para Monroe y Wicander (2006). **La geología** está definida como una ciencia que se ocupa del estudio teórico práctico de las obras de ingeniería que se realizan en la corteza terrestre, en sus tres campos de aplicación de la roca que son: la roca como materiales de construcción, la roca como soporte de las estructuras y la roca como parte de las estructuras. Para Gonzales (2002), la geología se encarga del estudio de la composición y estructura interna y el campo superficial.

Para el autor Pantigoso (2014), la **Topografía** se considera como la ciencia dedicada a determinar la ubicación absoluta o relativa de puntos sobre la superficie terrestre, con la ayuda de instrumentos diseñados para tal fin, gracias a esta ciencia se puede representar virtualmente y grafica a una determinada área de estudio. Para Jiménez (2007), la topografía de puntos sobre la superficie se representa gráficamente en planos para su interpretación. Mientras que el autor Mendoza (2014), lo define como el campo de la ingeniería que establece la perspectiva relativa de los puntos mediante la obtención y procesamiento de datos físicos.

Reservas: Para Vázquez (2012), Las reservas son la concentración o acumulación de cierto recurso de interés económico, cierta concentración garantiza económicamente su explotación. Pero para Bustillo y López (1997), las reservas son “parte de un depósito mineral que puede ser extraído legal y económicamente” (p.25).

Recursos: Para Vázquez (2012), Los recursos son cualquier sustancia o materia con perspectiva económica, para una futura explotación minera con beneficios económicos.

Estadística: Para Estuardo (2012), La estadística es un campo de obtención de datos de una población definida para luego procesarlos para sacar conclusiones.

Actividad Minera: Según el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (2010), define como las actividades conducentes descubriendo indicios de mineralización con interés geológico y económico, las fases implican los trabajos de exploración (cateo y protección), explotación, procesamiento, comercialización y cierre. (p.15).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación.

La investigación es del tipo cuantitativo con el diseño descriptivo propositivo porque la investigación además de describir la situación actual de la explotación mineras de yeso en el distrito de Mórrope busca planear alternativas o soluciones a los problemas que existentes en las explotaciones de yeso.

3.2. Operacionales de Variables.

3.2.1. Variables

Mecanización de las explotaciones: La mecanización de las explotaciones yesíferas, es referirme a la aplicación de la tecnología actual a la producción del yeso, la presencia de maquinaria específica para realizar trabajos de arranque de material estéril como el material de interés económico, para realizar trabajos de carguío y acarreo, en si la mecanización es referirse a la utilización de maquinaria de cualquier índole para mejorar los procesos productivos.

Aumentar la producción del yeso: Aumentar la producción en las explotaciones mineras es el objetivo de los múltiples profesionales ligados a la producción especialmente los ingenieros de minas y personal del área de planeamiento y operaciones. Para cumplir con tal objetivo se emplea la tecnología actual como la utilización de maquinaria pesada en las operaciones de arranque, carguío y transporte.

3.3. Población (criterios de selección), muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población para la siguiente investigación es todas las concesiones pertenecientes a la cantera de yeso del distrito de Mórrope, las concesiones son denominadas como El Tablazo seguido de un número que los identifica.

3.3.2. Muestra y Muestreo.

La muestra para la siguiente investigación se tomó a la concesión minera El Tablazo 6, en dicha concesión minera ya hay grupos de campesinos explotando gran parte del mineral. Se tomó como muestreo gran parte del yacimiento a explotar para los fines de aumentar la productividad.

Criterios de inclusión

- Cantera con ausencia de estudios geológicos
- Cantera con ausencia de cálculo de reserva
- Cantera con ausencia de maquinaria en sus etapas productivas

Criterios de exclusión

- A todas las canteras que cuentan con estudios geológicos
- Todas las canteras que cuentan con un cálculo de reservas.
- Aquellas canteras que ya son mecanizadas u labores mineras

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Técnicas de recolección de datos.

Observación.

La observación es una técnica importante de la investigación descriptiva, realizada en el lugar donde se está realizando los estudios, recolectando toda la información necesaria para posteriores análisis por parte del investigador (Díaz, 2011, p.5).

Análisis documental.

Trabajo por medio el cual permite un proceso intelectual para extraer una parte importante del documento para representarlo y facilitar el acceso a la documentación original. Analizar la parte importante del documento que pueda representar mejor ya sea un conjunto de palabras o símbolos que ayuden a entender mejor (ACIMED, 2004).

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.

a) Guía de observación de campo.

La guía de observación de campo se utilizó para recopilar toda la información sobre las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio, también para recopilar información sobre las estructuras geológicas, para su análisis correspondiente en trabajos de gabinete. La guía de observación de campo para la geología regional y local. Ver anexo N°1.

También se utilizó para recopilar toda información referente al relieve del terreno y las líneas de quiebre ejercidas por las explotaciones del yeso, para los trabajos de gabinete y realizar los análisis y planos correspondientes. La guía para el levantamiento topográfico del área de estudio. Ver anexos N°2.

De la misma manera, la guía de observación de campo se aplicó para las observaciones correspondientes en cada una de las calicatas que se realizaran en lugares estratégicos donde se pueda obtener la máxima información. La guía de observación de campo para las calicatas. Ver anexo N°3.

b) Guía de análisis documental.

La guía de análisis documental se utilizó para recopilar toda la información procedente de los objetivos anteriores, para que en trabajos de gabinete se analice y modele el sólido que represente las reservas de yeso existentes en el área de estudio. La guía de análisis documental para el cálculo de reservas. Ver anexo N°4

También se utilizó para recopilar toda la información presente de fuentes confiables sobre los datos técnicos y económicos de la maquinaria a utilizar en las explotaciones y en trabajos de gabinete poder analizar y tomar las decisiones más óptimas para la mecanización de la cantera.

3.5. Procedimientos.

1. Análisis de la geología regional y local del área de estudio: Guía de observación de campo (cuadro de unidades estratigráficas y estructuras geológicas).
2. Realización de estudio en topografía para delimitar el área de estudio de la cantera de yeso del distrito de Mórrope: Guía de observación de campo (cuadro de coordenadas y croquis).
3. Realización de calicatas en el área de estudio y sus respectivos análisis en geología y mineralogía: Realización de calicatas en el área de estudio y sus respectivos análisis en geología y mineralogía.
4. Cálculo de reservas existentes en la cantera de yeso del distrito de Mórrope: Guía de análisis documental (cuadro resumen).
5. Realización un estudio técnico económico y comparativo de la maquinaria a utilizar en las explotaciones, para seleccionar la maquinaria que genere menor costo de producción: Guía de análisis documental (cuadro de datos técnicos).

3.5.1. Descripción de procesos.

Analizar la geología regional y local del área de estudio. Primero se revisó el catastro minero para ubicar la concesión minera de la cantera de yeso, luego se buscaron toda la información existente en la página de Geocatmin. Descargar la data de geología en archivos Shapefiles, para analizarlos con la ayuda del software QGis para la elaboración del mapa de la geología regional para el área de estudio. Para la geología local se realizó estudios de campo detalladamente, después en trabajos de gabinete se analizó las observaciones de campo y la elaboración del mapa de la geología local.

Realizar estudios en topografía para delimitar el área de estudio de yeso del distrito de Mórrope. Se realizó una salida de campo para determinar los puntos estratégicos y estudios previos para el levantamiento topográfico. Con la ayuda de un GPS Garmin, se procedió a realizar el levantamiento topográfico del área de estudio detallando partes importantes y las zonas ya explotadas. Después trabajos de gabinete para hacer el análisis correspondiente y delimitar el área explotada y la que aún está en procesos de estudio y con la ayuda del AutoCAD Civil 3d (versión estudiante), se realizó los planos correspondientes.

Realizar calicatas en el área de estudio y sus respectivos análisis en geología y mineralogía. Se realizó una salida de campo para ubicar los puntos estratégicos para la ejecución de las calicatas, donde se obtuvo la mayor información de las calicatas realizadas en campo, se tomó nota y el muestreo para el análisis que se crea conveniente. En gabinete se analizó la potencia del manto de yeso en cada una de las calicatas, se elaboró la columna estratigráfica para cada una de las calicatas y por último se elaboró el informe final de los análisis procedentes de las calicatas.

Calcular las reservas existentes en la cantera de yeso del distrito de Mórrope.

Se analizó los resultados de los objetivos anteriores y luego se modeló en el software minero RecMin el sólido que represente a las reservas de yeso. Se calculó las reservas con la ayuda del software minero a través del algoritmo cálculo de volumen del sólido, el volumen del sólido representa la cantidad de reservas existentes, para este caso de estudio porque no se trabaja con leyes. Se calculó la densidad del yeso, para cálculos que se crea conveniente.

Realizar un estudio técnico económico y comparativo de la maquinaria a utilizar en las explotaciones, para seleccionar la maquinaria que genere menor costos de producción.

Se hizo la búsqueda de información sobre maquinaria específica para la explotación de yeso, luego se seleccionó la maquinaria que se ajuste a las necesidades y las explotaciones de yeso para la cantera del distrito de Mórrope. Se realizó estudios económicos de la maquinaria seleccionada para tomar decisiones de las máquinas que serán últimamente seleccionados para la mecanización de la explotación. Sin antes hacer un estudio de costos de producción de cada máquina. Se seleccionó la maquinaria que garantice bajos costos de producción y buenos beneficios económicos para la población beneficiaria.

3.6. Método de análisis de datos

Método analítico: La presente investigación utilizó el método para analizar de forma detallada la zona de interés económico, permitiendo encontrar múltiples factores que intervienen en una mecanización de la explotación minera del yeso.

Método sistémico: Se utilizó el siguiente método para establecer un orden jerárquico en el desarrollo de la investigación, permitiendo más estética y entendimiento de la información plasmada en la investigación.

3.7. Aspectos éticos.

Veracidad de la información. El presente proyecto de tesis está redactado con palabras propias del investigador, aclarar que se ha utilizado algunas citas para dar confiabilidad a la información redactada por el investigador y las definiciones plasmadas en las teorías, los mapas y planos presentes en la investigación han sido elaboradas e interpretadas por el investigador.

En cuanto al uso de software como: RecMin, QGis, Geocatmin, los cuales están disponibles en la web para el uso libre de los estudiantes y profesionales del rubro minero, en cuanto al software Autocad Civil 3d que es licenciado, pero Autodesk brinda la versión estudiante de uso libre siempre y cuando sea solo para ámbitos académicos.

Respecto a la autoría de los trabajos citados. A lo largo de la investigación contienen citas y referencias, para hacer más realce a la investigación, la cual se agradece a los ya antes citados que de una y otra manera ayudaron con la investigación.

Autorización del solicitante para la ejecución de la elaboración de esta investigación. La presente investigación se realizó con la autorización previa de los representantes de la Comunidad de San Pedro De Mórrope, quienes están a cargo de las explotaciones de yeso. Los mismos que están interesados por las propuestas de tecnologías actuales en las explotaciones de yeso.

Responsabilidad social y ambiental. Con buen perfil y ética profesional el investigador busca minimizar cualquier impacto negativo al ambiente consecuencia de la mecanización de las explotaciones mineras de yeso en el distrito de Mórrope.

IV. RESULTADOS.

4.1. Geología regional y local del área de estudio

Geología Regional. La geología regional para el área de estudio está conformada por las unidades estratigráficas formadas en la era Cenozoico en el sistema Cuaternario, estas unidades estratigráficas son los Depósitos Mixtos Lacustres (Qrm-la) y la unidad estratigráfica Tablazo-Talara (Qp-tt).

Tabla 1. Cuadro de unidades estratigráficas

ERA - TEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	ROCA INTRUSIVA
CENOZOICO	CUATERNARIO	Reciente	Depósitos Mixtos. Lacustre Qrm-la	
		Pleistoceno	Tablazo - Talara Qp-tt	

Fuente: Geocatmin.

Geología Local. En la geología local no hay muchas cosas que detallar porque es un terreno que no ha sufrido cambios, es decir, la geología local es similar a la geología regional solo con la diferencia que la geología local se puede detallar la columna estratigráfica presente en el área de estudio. Para los Depósitos Mixtos Lacustres (Qrm-la) y la formación Tablazo Talara (Qp-tt) ambas unidades estratigráficas tienen una capa de arena de color negro verdoso con un espesor promedio de 0.3 m y por debajo de esta se encuentra el mineral de interés económico para este caso el mineral Yeso con una potencia promedio de 0.31 m. Ver lámina N°2.

4.2. Topografía del área de estudio y sus delimitaciones.

Ubicación del área de estudio. El área de estudio (concesión minera Tablazo 6) está ubicado en el distrito de Olmos, provincia de Lambayeque y departamento de Lambayeque. Exactamente en las coordenadas que muestra la tabla N°4. El mapa de ubicación del área de estudio. Ver lámina N°3

Tabla 2. *Coordenadas de ubicación del área de estudio*

VERTICE	ESTE	NORTE
PI	572746	9300634
P2	572746	9301634
P3	569746	9301634
P4	569746	9302634
P5	568746	9302634
P6	568746	9304634
P7	570746	9304634
P8	570746	9303634
P9	571746	9303634
P10	571746	9302634
P11	573746	9302634
P12	573746	9300634

Fuente: Elaboración Propia

Levantamiento topográfico del área de estudio. El levantamiento topográfico se realizó con la ayuda del GPS ubicando los puntos estratégicos y las áreas ya explotadas para poder así dimensionar el área de estudio sobre todo la ubicación exacta de las áreas que aún no están explotadas por los comuneros de Mórrope.

Curvas de nivel. Las curvas de nivel para el área de estudio varían desde la cota 0.4 msnm para la cota de excavación, es decir, para el área ya explotada hasta la cota 1.3 msnm para el terreno natural. Las curvas de nivel están en intervalos de 0.1 metros para poder visualizar las áreas de explotación con las áreas de terreno natural. Ver lámina N°4

Delimitaciones del área de estudio. Para la concesión minera Tablazo 6 se considera dos áreas delimitadas, un área de excavación o área ya explotada y el área de terreno natural o área mineralizada. El área excavada tiene una dimensión de 2, 753,309.857 m² y el área de mineralizada ocupa un área de 7, 246,565.143 m² haciendo un total de 9, 999,875.00 m². Ver lámina N°4 en anexo N° 9.

Descripción general de la orografía del terreno natural. En cuanto a la orografía del terreno, es generalmente llano perteneciente a los desiertos de la parte Noroeste de la región de Lambayeque. En cuando a la flora existe pequeños helechos producto de las temporadas de lluvias y la fauna solo la presencia de insectos.

4.3. Ejecución de calicatas.

Ubicación de las calicatas. En la tabla N°5 muestra las coordenadas de cada una de las calicatas tomadas en campo para analizar la estratigrafía presente en el área de estudio, además conocer la potencia de la zona mineralizada de interés económico en este caso el mineral Yeso. Las calicatas ubicadas por encima de 1 msnm pertenecen al área mineralizada y las calicatas que están por debajo de 1 msnm son las calicatas que están dentro del área ya explotada.

Tabla 3. Ubicación de las calicatas

CALICATA	ESTE	NORTE	ELEVACION
CAL-1	569439	9303423	1 m
CAL-2	570788.94	9302503.13	1m
CAL-3	570201.7	9302030.45	0.4 m
CAL-4	573188.45	9302299.92	1.2 m
CAL-5	573137.93	9300774.61	1.1 m
CAL-6	572035.01	9302049.37	1 m
CAL-7	571388.41	9303442.68	1.1 m
CAL-8	570341.03	9303650.42	1.2 m
CAL-9	569254.59	9303644.41	1.2 m
CAL-10	570382.79	9304460.38	1.1 m
CAL-11	568881.23	9304487.88	1.1 m

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de las calicatas. Las calicatas realizadas en el área de estudio tienen en común los estratos, partiendo de los estratos formados por arena de color negro verdoso, seguido del mineral de interés económico (yeso), excepto la calicata tres (CAL-3) que tiene un estrato de arena - arcilla de color negro verdoso es por formar parte de las áreas ya extraídas. Los estratos de las demás calicatas son dos estratos que tienen potencias que varían en cada una de las calicatas como muestra la tabla N°6 cada calicata con sus respectivos estratos y sus potencias.

Tabla 4. *Potencia de los estratos*

CALICATA	ESTRATOS	POTENCIA (m)
CAL-1	Arena - Arcilla	0.3
	Arena - Arcilla	0.33
CAL-2	Arena - Arcilla	0.27
	Arena - Arcilla	0.3
CAL-3	Arena - Arcilla	0.5
CAL-4	Arena - Arcilla	0.21
	Arena - Arcilla	0.3
CAL-5	Arena - Arcilla	0.26
	Arena - Arcilla	0.29
CAL-6	Arena - Arcilla	0.29
	Arena - Arcilla	0.31
CAL-7	Arena - Arcilla	0.28
	Arena - Arcilla	0.33
CAL-8	Arena - Arcilla	0.26
	Arena - Arcilla	0.28
CAL-9	Arena - Arcilla	0.27
	Arena - Arcilla	0.29
CAL-10	Arena - Arcilla	0.29

	Arena - Arcilla	0.31
CAL-11	Arena - Arcilla	0.27
	Arena - Arcilla	0.29

Fuente: Elaboración Propia.

Columna estratigráfica. La columna estratigráfica para el área de estudio solo consta de dos tipos de estratos, un estrato de potencia promedio de 0.27 m de material arena con granulometría fina y el segundo estrato formado por el mineral de interés económico (yeso) con potencia promedio de 0.30 metros. Como se muestra en la figura N° 1 la columna estratigráfica para la calicata CAL-1.

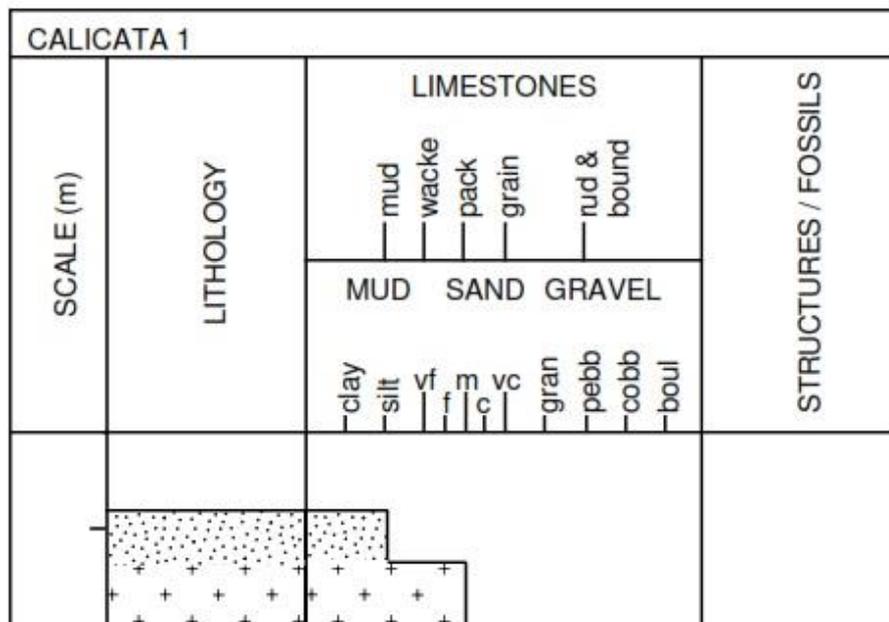


Figura. 1 Columna estratigráfica

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Cálculo de reservas de la cantera de yeso de Mórrope concesión minera tablazo 06.

Modelo geológico. El modelo geológico para el área de estudio que representa la litología de las formaciones rocosas y mineralizadas son: los estratos de arena-arcilla con potencia promedio de 0.27 metros; en el modelo geológico está representado de color gris, y la zona mineralizada de potencia promedio de 0.30 metros; en el modelo geológico está representado de color anaranjado pálido. Ver imagen N°2 y N°3. Ver lámina N° 5



Figura. 2. Modelo geológico para la arena

Fuente: Elaboración Propia.

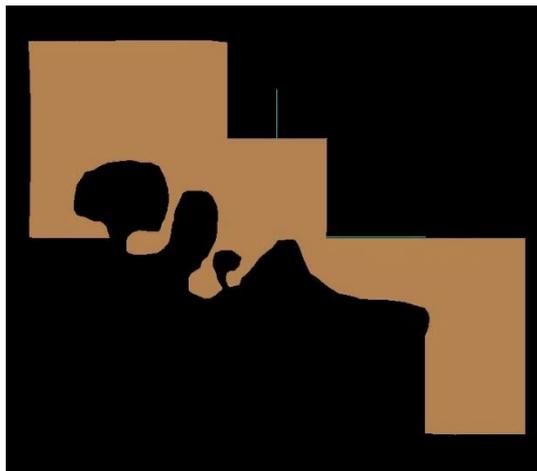


Figura. 3. Modelo geológico para el yeso

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de reservas geológicas. El cálculo de recursos para este caso de estudio viene a ser el volumen del sólido que representa el modelo geológico, también se calculó la cantidad de material estéril que está por encima de la zona de interés económico, porque, formará parte de los materiales a mover en el proceso de explotación, por ende, genera incrementos de los costos de explotación. A continuación, el cálculo correspondiente para cada estrato.

Material estéril

$$V_e = \frac{(A_1 + A_2)d_1}{2} + \frac{(A_2 + A_3)d_2}{2} + \frac{(A_n + A_{n+1})d_n}{2}$$

$$V_e = \frac{(450.7884 + 4507884) * 50}{2} + \dots + \frac{(50.27 + 1.57) * 8.88}{2}$$

$$V_e = 1,455,815.65 \text{ } bm^3$$

La cantidad de material estéril que se tiene que mover para recuperar todo el mineral de interés es de 1, 455,815.65 bm^3 . Ver en anexos N° el reporte del cálculo.

Material mineralizado (yeso)

$$V_y = \frac{(A_1 + A_2)d_1}{2} + \frac{(A_2 + A_3)d_2}{2} + \frac{(A_n + A_{n+1})d_n}{2}$$

$$V_y = \frac{(600.74 + 600.74) * 50}{2} + \dots + \frac{(431.99 + 51.99) * 8.88}{2}$$

$$V_y = 2,081,636.62 \text{ } bm^3$$

La cantidad del recurso de interés económico es de 2, 081,636.62 bm^3 de los cuales se realizará un análisis económico para determinar si la cantidad del recurso es lo suficiente para pasar a ser reserva. Ver anexos N° el reporte del cálculo.

Costos de explotación. El cálculo de costos de producción se basa en la situación actual de la explotación de la cantera de yeso, para la mecanización se hará otro análisis más detallado y con los requerimientos necesarios para la mecanización de la cantera. La cantera explota de manera artesanal formado por grupos de trabajo cada uno de 6 integrantes. De los cuales uno se encarga de remover el estéril y los 5 restantes a la producción del yeso.

En la tabla N°7 presenta los datos obtenidos en campo para los análisis correspondientes de los costos de producción.

Tabla 5. Data obtenida de campo

DATA CAMPO		
Tn viaje	Precio viaje	costos obrero
15	800	450

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°8 se presenta el análisis de los datos de campo las cuales se puede concluir que le precio de venta por tonelada métrica de yeso es de 53.33 soles y el costo de los obreros es del 56%. Estos datos son de importancia para hacer los análisis de costos por tonelada de material.

Tabla 6. Análisis de la data de campo

ANALISIS DE DATA CAMPO	
Precio s/. Tm	% costo obrero
53.33	56%

Fuente: Elaboración Propia

Los análisis de producción de yeso se presentan en la tabla N° las cuales se obtienen a partir de los datos de campo la producción por semana es de 60 Tn cada cuadrilla, los días trabajados son de 5 días por semana, de esto se deduce la producción diaria de 12 Tn de yeso por cuadrilla.

Tabla 7. Producción de yeso día

Análisis de producción de yeso en Tm.		
Producción semana (Tm)	Días de trabajo semana	Producción diaria (Tm)
60	5	12

Fuente: Elaboración Propia

El costo de producción de una tonelada de yeso en cantera es de s/. 30 por tonelada de yeso. Ver tabla N°10 el análisis de costos de producción.

Tabla 8. Análisis de costos de producción

Análisis de costos de producción			
Número de obreros diario	Producción por cada obrero	Salario de cada obrero	Costo s/.Tm
6	2	60	30

Fuente: Elaboración Propia.

El costo por material presente en cantera es de s/. 5 por tonelada de estéril y s/. 25 por tonelada de yeso. Ver tabla N°11 el análisis de costos por material.

Tabla 9. Análisis de costos por material.

Análisis de costos por material			
Tipo de material	Número de trabajadores día	Incidencia %	Costo por material
Estéril	1	16.7	5.0
Mineral (Yeso)	5	83.3	25.0
Total	6	100.0	30.0

Fuente: Elaboración Propia

Precio de venta en el mercado. Para el precio de venta del mineral de interés económico (yeso) es de 53.33 nuevos soles por tonelada métrica de yeso, este precio representa el precio de venta en su estado natural. La cantera comercializa de la manera ya mencionada por el hecho de no contar con una planta de procesamiento para poder venderlo en material fino.

Cálculo de reservas mineras. El cálculo de reservas para el área de estudio, basado con la producción actual de la cantera sin la mecanización, tiene una rentabilidad de S/125, 550,342.53 ver tabla N° 12.

Tabla 10. Reservas para la cantera de yeso

Tipo de material	Volumen	Costos	Precio	Egresos	Ingresos	Utilidad
Yeso	2081636.62	S/25.00	S/53.33	S/52,040,915.50	S/111,013,680.94	S/125,550,342.53
Estéril	1455815.65	S/5.00	S/0.00	S/7,279,078.25	S/0.00	

Fuente: Elaboración Propia

4.5. Estudio técnico-económico de la maquinaria a utilizar en la mecanización de las operaciones.

4.5.1. Selección de la maquinaria.

La selección de la maquinaria para la mecanización se realizó de acuerdo a las condiciones del terreno y las propiedades físicas de la zona mineralizada (yeso), a simple vista queda descartado la utilización de maquinaria de orugas porque este sistema de rodado deteriora el yeso por el hecho que las fuerzas de presión que ejerce las orugas son superiores a la resistencia de tracción del mineral. A continuación de realizar un estudio técnico y económico de la maquinaria de sistema de rodado neumático.

A. Análisis técnico.

Escenario 1.

Cargador frontal CAT 950H

Longitud de balde. La longitud del balde del cargador CAT 950H es de 2927 mm, convirtiendo en metros sería una longitud de 2.927 m de ancho de cuchara.

Longitud de fractura del yeso. El yeso al ser penetrado por debajo de la potencia y ejercido esfuerzo con el cucharón del cargador este se fractura y lo hace es una longitud promedio de 1.5 metro perpendicular al ancho del cucharón, y el ancho de Fracturamiento se consideró igual al ancho de la cuchara más medio metro por ambos costados del cucharón, no necesariamente y fractura al ancho de la cuchara, generalmente en dimensiones mayores, para ser más precisos en el cálculo se consideró el ancho de la cuchara.

Tiempo de ciclo. Como dato técnico del cargador frontal el tiempo de ciclo hidráulico es de 10 segundos, y los datos observados de campo sería el tiempo de retiro del bloque del yeso lo hace en 1 minuto, el tiempo de fragmentar el yeso en bloques más pequeños lo hace en 1 minuto y se consideró 1 minuto más de tiempo por demoras u otros trabajos particulares. El tiempo de ciclo sería la suma de todos los tiempos en consideración.

$$T_C = T_H + T_R + T_F + T_O$$

$$T_C = 10s + 60s + 60s + 60s$$

$$T_C = 190 s$$

$$T_C = 3.16min$$

Numero de ciclos hora. Los números de ciclos hora sería el cociente de 60 minutos que equivale a una hora entre el tiempo de ciclo del cargador frontal CAT 950H

$$N_c = \frac{60 min}{T_C}$$

$$N_c = \frac{60 min}{3.16 min}$$

$$N_c = 18.9$$

$$N_c \approx 18$$

Tn por ciclo. La producción del yeso en Tm por cada ciclo del cargador será.

$$P_c = L_v * L_f * P * \rho_y$$

$$P_c = 3.927m * 1.5m * 0.3m * 2.32Tm/m^3$$

$$P_c = 4.09 Tm$$

Producción hora. La producción hora sería el resultado de multiplicar el número de ciclos hora y la producción por ciclo del cargador frontal CAT 950H.

$$P_h = P_c * N_c$$

$$P_h = 4.09 Tm * 18$$

$$P_h = 73.79 Tm/h$$

Para producir 92.5 Tm de yeso hora se tiene que mover 73.79 tonelada de estéril.

$$R_e = L_v * L_f * P_e * \rho_e * N_c$$

$$R_e = 3.927 * 1.5 * 0.27 * 1.58 * 18$$

$$R_e = 43.23 Tm$$

Escenario 2

Retro-excavadora CAT 420E

Longitud de balde. La longitud del balde de la retro-excavadora es de 0.6 metros, se considera la pluma para la explotación del yeso por el motivo que la pala de la retro-excavadora no tiene dientes para poder penetrar con mayor facilidad por debajo de la potencia del yeso. Para la investigación y considera la pluma para trabajos de extracción del yeso.

Longitud de fractura del yeso. La longitud que se fractura el yeso al ser penetrada por una máquina del tipo retro-excavadora es de 1.5 m y el ancho lo hace en promedio de 1.5 m, dato que se utilizó en el cálculo de la producción.

Tiempo de ciclo. Para el tiempo de ciclo se consideró el siguiente intervalo de tiempo: tiempo en bajar la pluma por debajo de la potencia del yeso lo hace en 3s, el tiempo para penetrar y fracturar el yeso es de 30s, el tiempo para levantar la pluma es de 3s, el tiempo para trasladar el yeso a su alrededor 2.5s el tiempo para fragmentar el yeso en bloques más pequeños 1 min, se considera otros tiempos de demora de 1s por ciclo. El tiempo de ciclo sería.

$$T_c = 3s + 30s + 3s + 2.5s + 60s + 1s$$

$$T_c = 99.5s$$

$$T_c = 1.65 \text{ min}$$

Numero de ciclos hora

$$N_c = \frac{60 \text{ min}}{T_c}$$

$$N_c = \frac{60 \text{ min}}{1.65 \text{ min}}$$

$$N_c = 36.36$$

$$N_c \approx 36$$

Tn por ciclo

$$P_c = L_v * L_f * P * \rho_y$$

$$P_c = 1.5m * 1.5m * 0.3m * \frac{2.32Tm}{m^3} \quad P_c = 1.56 Tm$$

Producción hora

$$P_h = P_c * N_c$$

$$P_h = 1.56Tm * 36$$

$$P_h = 56.16Tm$$

Para producir las 56.16 Tm de yeso y tiene que mover 34.55 Tm de estéril

$$R_e = L_v * L_f * P_e * \rho_e * N_c$$

$$R_e = 1.5m * 1.5m * 0.27m * 1.58Tm/m^3 * 36$$

$$R_e = 34.55 Tm$$

Escenario 3

Mini cargador 272 C.

Para el análisis de este escenario se consideró el minicargador 272C, pero se requiere dos unidades, una unidad para hacer los trabajos de arranque del yeso y la otra máquina para hacer o trabajos de fragmentar el yeso a bloque más pequeños utilizando un martillo rompedor de rocas.

Longitud del cucharón. El ancho del cucharón del minicargador modelo 272C es de 1730 mm, en metro sería de 1.730 metros.

Longitud de fractura del yeso.

La fractura del yeso al ser penetrado por la cuchara y ejercida presión es de aproximadamente 1.5 m perpendicular al ancho del cucharón y el ancho de fractura del yeso se consideró el ancho del cucharón más medio metro a ambos costados.

Tiempo de ciclo.

El tiempo de ciclo para el minicargador sería el tiempo hidráulico de la maquina sumado los tiempos de retiro del yeso, el trabajo de fracturamiento del yeso a bloques más pequeños y encarga la otra unidad que trabajará adaptado un martillo rompedor de roca.

$$T_C = T_H + T_R + T_O$$

$$T_C = 9.6s + 90s + 60s$$

$$T_C = 159.6 s \quad T_C = 2.66min$$

Numero de ciclo hora.

$$N_c = \frac{60min}{T_c}$$
$$N_c = \frac{60min}{2.66min}$$
$$N_c = 22.5$$
$$N_c \approx 22$$

Producción por ciclo.

$$P_c = L_v * L_f * P * \rho_y$$
$$P_c = 2.730m * 1.5m * 0.3m * 2.32Tm/m^3$$
$$P_c = 2.85 Tm$$

Producción hora

$$P_h = N_c * P_c$$
$$P_h = 22 * 2.85Tm$$
$$P_h = 64.28Tm$$

Remoción de estéril. Para producir 41.1 Tm de yeso que tiene que remover de estéril

$$R_e = L_v * L_f * P_e * \rho_e * N_c$$
$$R_e = 2.730m * 1.5m * 0.27m * 1.58Tm/m^3 * 22$$
$$R_e = 38.43 Tm$$

B. Análisis económico (costos hora máquina)

Para el análisis de los costos de producción se ha considerado dos tipos de costos que son: costos mina (para este caso es igual a los costos de la maquinaria) y los costó administrativos y mano de obra.

❖ Costos de maquinaria

Escenario 1.

Para el escenario 1 cuenta con el cargador frontal CAT 950H, la cual en el mercado existe a precios promedio de 150,000.00 dólares de segunda de 1500 hora promedio de uso. Motivo por el cual se consideró comprar un cargador de segunda para este escenario de análisis de costos. La vida útil es de 6 años trabajando 2000 hora años.

Cálculo de la depreciación horaria.

Marca y modelo de la máquina=CAT 950H

Precio inicial (IT)= \$ 150,000.00

Precio inicial en S/. 505,500.00

Tiempo de uso = 1.5 años

Vida útil = 6 años.

Salvamento=20%

$$DEPRECIACIÓN = \frac{P - S}{N}$$

$$DEPRECIACIÓN = \frac{505,500.00 - 505,500.00 * 20\%}{6}$$

$$DEPRECIACIÓN = 67400 \frac{s/}{Año} * \frac{1 año}{2000h}$$

$$DEPRECIACIÓN = s/33.70h$$

Cálculo de la inversión promedio.

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

$$IP = \frac{505,500.00(6 + 1)}{2 * 6}$$

$$IP = S/294,875.00$$

Cálculo de intereses.

$$I = \frac{IP * \%tasa\ anual}{N^{\circ}\ horas\ anuales}$$
$$I = \frac{294,875.00 * 15.46\%}{2000}$$
$$I = s/.22.79h$$

Cálculo de impuestos seguros y garaje.

Seguros =2.5%

Impuestos = 2.0%

Almacenaje = 1.0%

$$ISG = \frac{IP * (\sum\ de\ tasas\ anuales)}{N^{\circ}\ de\ horas\ anuales}$$
$$ISG = \frac{294,875.00 * (5.5\%)}{2000}$$
$$ISG = s/8.11h$$

Cálculo de cotos de mantenimiento.

En la tabla N° 13 se presenta los costos de mantenimiento de una máquina para mantenerlo operativo. El costo de mantenimiento es considerado el 80% del precio de adquisición de la máquina, de los cuales el 25% costos de mano de obra y el 75 para los costos de repuestos. Efectuando estos análisis los costos seria de s/ 33.70 hora.

Tabla 11. Costos de mantenimiento para el CAT 950H

Costos de mantenimiento	
Trabajo normal	80%
Porcentaje de mano de obra	25%
Porcentaje en repuestos	75%
Costos de mantenimiento	S/404,400.00
cotos de mano de obra	S/8.43
cotos de repuestos	S/25.28
TOTAL	S/33.70

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de costos de operación.

El costo de operación se puede observar en la tabla N° 14, todos los requerimientos para que una máquina este en correcto funcionamiento.

Tabla 12. Costos de operación para el CAT 950H

Costos de operación			
Insumos	Cantidad	Precio unitario	Costo hora
Consumo de petróleo	6	S/12.50	S/75.14
Aceite de motor	0.038	S/38.20	S/1.45
Aceite de transmisión	0.027	S/33.96	S/0.92
Aceite Tfa, Red	0.034	S/33.96	S/1.15
Aceite dirección	0.015	S/30.12	S/0.45
Grasa	0.22	S/4.67	S/1.03
Refrigerante	0.002	S/35.01	S/0.07
Filtros	20%		S/16.01
Neumáticos	4	S/2,664.00	S/5.33
Vida útil de los neumáticos	2000	TOTAL	S/101.41

Fuente: Elaboración Propia

Costos totales por hora.

Sumado todos los costos se puede observar que el CAT 950H tiene un costo de 199.72 soles la hora de trabajo.

Tabla 13. Costos de operación hora CAT 950H

Descripción de costo	s/h
Depreciación	S/33.70
Intereses	S/22.79
Impuestos, seguros y garaje	S/8.11
Costos de mantenimiento	S/33.70
Costos de operación	S/101.41
Total D	S/199.72

Fuente: Elaboración Propia

Escenario 2.

Para el escenario 2 se consideró comprar una retro excavadora de marca y modelo CAT 420E, en el mercado se encuentra a precios aproximados de 130,000.00 dólares de segunda, las horas de uso son aproximadamente de 1300 horas, según el manual técnico de la máquina tiene una vida útil de 6 años trabajando 2000 hora año.

Cálculo de la depreciación horaria.

Marca y modelo de la máquina=CAT 420E

Precio inicial (IT)= \$ 130,000.00

Precio inicial en S/. 438,100.00

Tiempo de uso = 1.5 años

Vida útil = 6 años.

Salvamento=20%

$$DEPRECIACIÓN = \frac{P - S}{N}$$

$$DEPRECIACIÓN = \frac{438,100.00 - 438.100.00 * 20\%}{6}$$

$$DEPRECIACIÓN = 58413.33 \frac{s/}{Año} * \frac{1 año}{2000h}$$

$$DEPRECIACIÓN = s/29.210h$$

Cálculo de la inversión promedio.

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

$$IP = \frac{438100.00(6 + 1)}{2 * 6}$$

$$IP = S/255,558.00$$

Cálculo de intereses.

$$I = \frac{IP * \%tasa\ anual}{N^\circ\ horas\ anuales}$$
$$I = \frac{255,558.00 * 15.46\%}{2000}$$
$$I = s/.19.75h$$

Cálculo de impuestos seguros y garaje.

Seguros = 2.5%

Impuestos = 2.0%

Almacenaje = 1.0%

$$ISG = \frac{IP * (\sum\ de\ tasas\ anuales)}{N^\circ\ de\ horas\ anuales}$$
$$ISG = \frac{255,558.33 * (5.5\%)}{2000}$$
$$ISG = s/7.03h$$

Cálculo de cotos de mantenimiento.

Los costos de mantenimiento para la retro-excavadora lo corresponde al 80% de la inversión inicial de la máquina, de la cuales el 25% es para los costos de mano de obra y el 75% para los costos de repuestos. Ver tabla N°16.

Tabla 14. Costos de mantenimiento CAT 420E

Costos de mantenimiento	
Trabajo normal	80%
Porcentaje de mano de obra	25%
Porcentaje en repuestos	75%
Costos de mantenimiento	S/350,480.00
Costos de mano de obra	S/7.30
Costos de repuestos	S/21.91
TOTAL	S/29.21

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de costos de operación.

La tabla N° 17 presenta los costos de operación para la retro excavadora CAT420E que es de 99.69 nuevos soles la hora de operación de la máquina.

Tabla 15. Costos de operación de la retro - excavadora CAT 420E

Costos de operación			
Insumos	Cantidad	Precio unitario	Costo hora
Consumo de petróleo	6	S/12.50	S/75.00
Aceite de motor	0.038	S/38.20	S/1.45
Aceite de transmisión	0.027	S/33.96	S/0.92
Aceite Tfa, Red	0.034	S/33.96	S/1.15
Aceite dirección	0.015	S/30.12	S/0.45
Grasa	0.22	S/4.67	S/1.03
Refrigerante	0.002	S/35.01	S/0.07
Filtros	20%		S/16.01
Neumáticos	4	S/1,800.00	S/3.60
Vida útil de los neumáticos	2000	TOTAL	S/99.69

Fuente: Elaboración Propia.

Costos totales por hora.

Los costos para operar una hora de retro excavadora CAT 420E es de 184.88 nuevos soles. Ver la tabla N° 18.

Tabla 16. Costos hora de trabajo de la excavadora CAT 420E

Descripción de costo	s/h
Depreciación	S/29.21
Intereses	S/19.75
Impuestos, seguros y garaje	S/7.03
Costos de mantenimiento	S/29.21
Costos de operación	S/99.69
Total	S/184.88

Fuente: Elaboración Propia.

Escenario 3

Para el escenario 3 se consideró comprar dos mini cargadores para hacer los trabajos de arranque y Fracturamiento del yeso en bloques más pequeños, la marca y el modelo de lo minis cargadores es CAT 272C de segunda, en el mercado se encuentra a precios promedios de 20,000.00 dólares de 500 horas de uso. La vida útil se consideró 5 años trabajando 2000 hora año.

Cálculo de la depreciación horaria.

Marca y modelo de la máquina=CAT 272C

Precio inicial (IT)= \$ 20,000.00

Precio inicial en S/. 67,400.00

Tiempo de uso = 1 años

Vida útil = 5 años.

Salvamento=20%

$$DEPRECIACIÓN = \frac{P - S}{N}$$

$$DEPRECIACIÓN = \frac{67,400.00 - 67,400.00 * 20\%}{6}$$

$$DEPRECIACIÓN = 8986.66 \frac{s/}{Año} * \frac{1 año}{2000h}$$

$$DEPRECIACIÓN = s/4.49h$$

Cálculo de la inversión promedio.

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

$$IP = \frac{67,400.00(6 + 1)}{2 * 6}$$

$$IP = S/39,316.67$$

Cálculo de intereses.

$$I = \frac{IP * \%tasa\ anual}{N^\circ\ horas\ anuales}$$
$$I = \frac{39,316.67 * 15.46\%}{2000}$$
$$I = s/.3.04h$$

Cálculo de impuestos seguros y garaje.

Seguros =2.5%
Impuestos = 2.0%
Almacenaje = 1.0%

$$ISG = \frac{IP * (\sum\ de\ tasas\ anuales)}{N^\circ\ de\ horas\ anuales}$$
$$ISG = \frac{39,316.67 * (5.5\%)}{2000}$$
$$ISG = s/1.08h$$

Cálculo de cotos de mantenimiento.

La tabla N° 19 presenta lo costos de mantenimiento para el minicargador CAT 272C son de 4.49 soles la hora. El 80% del precio inicial de la máquina le corresponde al costo de mantenimiento de donde el 25% es para la mano de obra y el 75% e para repuesto.

Tabla 17. Costos de mantenimiento para el minicargador CAT 272C,

Costos de mantenimiento	
Trabajo normal	80%
Porcentaje de mano de obra	25%
Porcentaje en repuestos	75%
Costos de mantenimiento	S/53,920.00
Cotos de mano de obra	S/1.12
Cotos de repuestos	S/3.37
TOTAL	S/4.49

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de costos de operación.

Los costos de operación para el minicargador CAT 272C es de 97.69 soles la hora, ver tabla N°20

Tabla 18. Costos de operación del minicargador CAT 272C

Costos de operación			
Insumos	Cantidad	Precio unitario	Costo hora
Consumo de petróleo	6	12.50	S/75.00
Aceite de motor	0.038	38.2	S/1.45
Aceite de transmisión	0.027	33.96	S/0.92
Aceite Tfa, Red	0.034	33.96	S/1.15
Aceite dirección	0.015	30.12	S/0.45
Grasa	0.22	4.67	S/1.03
Refrigerante	0.002	35.01	S/0.07
Filtros	20%		S/16.01
Neumáticos	4	800	S/1.60
Vida útil de los neumáticos	2000	TOTAL	S/97.69

Fuente: Elaboración Propia

Costos totales por hora.

Tabla 19. Costo hora de trabajo del minicargador CAT 272C

Descripción de costo	s/h
Depreciación	S/4.49
Intereses	S/3.04
Impuestos, seguros y garaje	S/1.08
Costos de mantenimiento	S/4.49
Costos de operación	S/97.69
Total	S/221.59

Fuente: Elaboración Propia.

❖ Costos administrativos y mano de obra.

Los costos administrativos y de mano de obra son el mismo para los tres escenarios estudiados, solo con el aumento de un operador para el escenario 3 por el motivo que se utiliza dos minicargadores.

Tabla 20. Cuadro de beneficios sociales

Beneficios sociales	Trabajador (días)	Leyes		Total
		Es salud	s.c.t.r.	
		9%	1.50%	
Días trabajados	300	27	4.5	331.5
Feriatos	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 totales		0.672233333		
Leyes y beneficios sociales (%)		67.22333333		

Fuente: Elaboración Propia.

Los trabajadores necesarios para trabajar en las operaciones mineras son las que se presenta en la tabla N° 23. La cual describe detalladamente lo costos hora de cada personal.

Tabla 21. Cuadro de costos administrativos y de personal

PUESTO DE TRABAJO	VACANTES	JORNAL DIARIO	SUELDO MENSUAL	%LyB S.	MONTO	COSTO HORA
Ingeniero de Mina	1		3000	67.22	5016.7	20.9
Asistente del ingeniero	1		1500	67.22	2508.4	10.5
Operador de maquinaria pesada	1		1500	67.22	2508.4	10.5
Encargado de seguridad	1		1300	67.22	2173.9	9.1
Vigilante	2	50		67.22	167.2	20.9
Obreros	5	50		67.22	418.1	52.3
Cocinero	2	50		67.22	167.2	20.9
Presidente	1	60		67.22	100.3	12.5
Vicepresidente	1	60		67.22	100.3	12.5
Secretario	1	60		67.22	100.3	12.5
Encargado de asuntos mineros	1	60		67.22	100.3	12.5
Encargado de asuntos sociales	1	60		67.22	100.3	12.5
Vocal	1	60		67.22	100.3	12.5
Fiscal	1	60		67.22	100.3	12.5
Encargado de asuntos agropecuarios	1	60		67.22	100.3	12.5
TOTAL	245.3					
Para el escenario 3						
Operador de maquinaria pesada	1		1500	67.22	2508.4	10.5
Total	255.7					

Fuente: Elaboración Propia.

C. Maquinaria ideal (costos unitarios)

La máquina que genera menor costos de producción es el CAT 950H con un costo de producción de yeso de 6.03 nuevos soles el Tm de yeso. Seguido por la retro excavadora CAT 420E que su costo es de 7.66 nuevos soles la tonelada de yeso y por último el minicargador tiene un costo de producción 14.85 soles la tonelada de yeso. Hasta el momento la máquina que será utilizado para la mecanización de las explotaciones de yeso es el cargador Frontal CAT 950H.

Escenario 1

Tabla 22. Costos a producir una tonelada de yeso escenario 1

CARGADOR FRONTAL 950H	s/h
Costos mina	S/199.72
Costos Administrativos y personal	S/245.26
Total	S/444.98
Producción hora	73.79
Cotos por Tm de yeso	S/6.03

Fuente: Elaboración Propia

Escenario 2

Tabla 23. Costos de producción del yeso con la excavadora CAT 420E

RETROEXCAVADORA 420E	s/h
Costos mina	S/184.88
Costos Administrativos y personal	S/245.26
Total	S/430.14
Producción hora	56.16
Cotos por Tm de yeso	S/7.66

Fuente: Elaboración Propia

Escenario 3

Tabla 24. Costo de producción del yeso con minicargador CAT 272C

RETROEXCAVADORA 420E	s/h
Costos mina	S/221.59
Costos Administrativos y personal	S/255.71
Total	S/477.30
Producción hora	64.28
Cotos por Tm de yeso	S/14.85

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2. Análisis económico de la cantera.

Escenario 1

La reserva de yeso para el área de explotación es de 2, 081,636.62 bm^3 , multiplicado por su densidad, entonces se tendrá como reserva 4, 829,396.96 toneladas métricas de yeso. La producción anual utilizando el cargador frontal CAT 950H es de 170,012.16 tonelada métrica al año, con esta producción la vida de la cantera será de 28 años de vida útil. Las utilidades anuales de la cantera al utilizar el cargador frontal CAT 950H será de S/7, 573,293.30 descontando todos los costos de explotar el yeso y los costos de remoción del estéril. La rentabilidad de todo el proyecto minero es de S/215, 714,036.01

Tabla 25. Análisis de rentabilidad del proyecto y su vida útil con el CAT 950H

Reservas de Yeso		
bm3	densidad del yeso	Tm yeso
2,081,636.62	2.32	4,829,396.96
producción Tm yeso		
diaria	Mensual	anual
590.32	14,167.68	170,012.16
Vida útil		
número de años		28
ingresos		
precio del yeso (Tm)		53.33
diaria	Mensual	anual
S/31,481.77	S/755,562.37	S/9,066,748.49
egresos		
costos mineral y estéril		6.03
mineral		
diaria	Mensual	anual

S/3,559.83	S/85,435.90	S/1,025,230.80
Estéril		
diaria	mensual	anual
S/2,085.53	S/39,018.70	S/468,224.39
utilidades		
diaria	Mensual	anual
S/25,836.40	S/631,107.78	S/7,573,293.30
rentabilidad del proyecto		
S/215,128,374.72		

Fuente: Elaboración Propia

Escenario 2

La reserva de yeso para el área de explotación es de 2, 081,636.62 bm³, multiplicado por su densidad, entonces se tendrá como reserva 4, 829,396.96 toneladas métricas de yeso. La producción anual utilizando la retro excavadora CAT 420E es de 129,392.64 tonelada métrica al año, con esta producción la vida de la cantera será de 37 años de vida útil. Las utilidades anuales de la cantera al utilizar la retro excavadora eran de S/5, 299,757.69 descontando todos los costos de explotar el yeso y los costos de remoción del estéril. La rentabilidad de todo el proyecto será de S/197, 805,946.89.

Tabla 26. Rentabilidad y vida útil del proyecto con retro excavadora CAT 420E

Reservas de Yeso		
bm3	densidad del yeso	Tm yeso
2,081,636.62	2.32	4,829,396.96
producción Tm yeso		
diaria	Mensual	anual
449.28	10,782.72	129,392.64
Vida útil		
número de años		37
ingresos		
precio del yeso (Tm)		53.33
diaria	Mensual	anual
S/23,960.10	S/575,042.46	S/6,900,509.49
egresos		
costos mineral y estéril		7.66
Mineral		
diaria	Mensual	anual
S/3,441.15	S/82,587.57	S/991,050.83
Estéril		
diaria	Mensual	anual

S/2,117.02	S/50,808.41	S/609,700.97
Utilidades		
diaria	mensual	Anual
S/18,401.94	S/441,646.47	S/5,299,757.69
rentabilidad del proyecto		
S/197,805,946.89		

Fuente: Elaboración Propia

Escenario 3

La reserva de yeso para el área de explotación es de 2, 081,636.62 bm³, multiplicado por su densidad, entonces se tendrá como reserva 4, 829,396.96 toneladas métricas de yeso. La producción anual utilizando el minicargador CAT 272C es de 148,101.12 tonelada métrica al año, con esta producción la vida de la cantera será de 33 años de vida útil. Las utilidades anuales de la cantera al utilizar el minicargador CAT 272C será de S/4, 383,915.86 descontando todos los costos de explotar el yeso y los costos de remoción del estéril. La rentabilidad de todo el proyecto al utilizar minicargador CAT 272C es de S/142, 954,151.51.

Tabla 27. Rentabilidad y vida útil al utilizar minicargador 272C en las explotaciones del yeso.

Reservas de Yeso		
bm3	densidad del yeso	Tm yeso
2,081,636.62	2.32	4,829,396.96
producción Tm yeso		
diaria	mensual	Anual
514.24	12,341.76	148,101.12
Vida útil		
número de años		33
Ingresos		
precio del yeso (Tm)		53.33
diaria	mensual	Anual
S/27,424.42	S/658,186.06	S/7,898,232.73
Egresos		
costos mineral y estéril		14.85
Mineral		
diaria	mensual	anual
S/7,636.80	S/183,283.26	S/2,199,399.16
Estéril		
diaria	mensual	anual
S/4,565.69	S/109,576.48	S/1,314,917.70
Utilidades		

diaria	mensual	anual
S/15,221.93	S/365,326.32	S/4,383,915.86
rentabilidad del proyecto		
S/142,954,151.51		

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3. Veredicto

Para el proyecto la máquina que será aleccionada para trabajar en el área de extracción del yeso será el cargador frontal CAT 950H por general los costos y por ende una rentabilidad mayor que de los demás escenarios de análisis.

Tabla 28. Resumen de rentabilidad del proyecto por escenario

Maquina	Cargador Frontal	Retro excavadora	Mini Cargador
Escenario	1	2	3
Modelo	CAT 950H	CAT 420E	CAT 272C
Rentabilidad	S/215,128,374.72	S/197,805,946.89	S/142,954,151.51

Fuente: Elaboración Propia.

4.5.4. Van y Tir.

Para el cálculo del VAN y TIR se tiene una inversión inicial de S/ 505,500.00 anuales con una tasa de interés del 15% anual. Se evalúa para el CAT 950H, el mismo que será utilizado en la mecanización de la explotación del yeso. Se puede observar que el proyecto es muy rentable con tasas de retorno de la inversión de 7573%.

Tabla 29. Tabla de Van y Tir.

Inversión Inicial	S/505,500.00
Tasa de Interés Anual	15%
CAT 950H	
Inversión año 0	-S/100,000.00
Ingreso año 1	S/7,573,293.00
Ingreso año 2	S/7,573,293.00
Ingreso año 3	S/7,573,293.00
Ingreso año 4	S/7,573,293.00
Ingreso año 5	S/7,573,293.00
Ingreso año 6	S/7,573,293.00
Ingreso año 7	S/7,573,293.00
VAN	S/27,311,371.87
TIR	7573%

Fuente: Elaboración Propia.

V. DISCUSIÓN

Los resultados confirman la hipótesis planteada, que si se propone la mecanización de la explotación de yeso entonces aumentará la producción en la cantera de Mórrope, en vista que los escenarios evaluados para la mecanización resulta que el cargador CAT 950H aumenta considerablemente la producción disminuyendo los costos actuales de 30 soles por tonelada de yeso a costos de 6.03 soles por tonelada métrica de yeso, en vista que los demás escenarios también bajan los costos se considera que la mecanización de las explotaciones de una y otra manera genera menores costos de producción.

La producción aumenta al utilizar la fuerza mecánica de las máquinas por el hecho de que un individuo no produce igual que una máquina específica para tal fin. Esto concuerda con lo mencionado por el autor que la producción aumenta con la mecanización de las explotaciones mineras (Vargas, 2017).

En cuanto a la geología regional y local en proyectos mineros de inversión es importante detallar y estudiar las unidades estratigráficas como las formaciones rocas estratos, datos estructurales, mineralización, etc., la geología está involucrada en toda la trayectoria de la vida de la mina. Concuerda con el aporte y definiciones de la geología y su aplicación proyectos mineros descrita por el autor Castro (2018) que para determinar la ubicación de reservas de la cantera es necesario realizar estudios topográficos y geológicos en el área de estudio con el fin de proyectar los recursos existentes por medio de modelos geológicos. El autor para obtener la información necesaria de la geología del material aplico el método de calicatas con la finalidad de extraer muestras del subsuelo de la zona de influencia, logrando estimar los recursos por medio de modelos geológicos.

En cuanto al cálculo de reservas se utilizó método clásico de secciones, para estimar las reservas existentes en el área de estudio y garantizar futuras inversiones, como los estudios de la mecanización de las explotaciones, dicha evaluación de recursos permite aplicar nuevas tecnologías en la operación minera

para una mejor producción del material. Se respalda lo mencionado por el autor VASQUEZ (2012), que, en canteras de materiales aluviales, lo ideal es realizar calicatas para su caracterización de la estratigrafía y determinar la potencia de los estratos de interés económico, para luego modelar con softwares especializados su respectiva cubicación de reservas.

Es importante realizar estudios de topografía a detalle sobre todo cuando de cálculo de reservas se trata, para que los cálculos de áreas y volúmenes sean exactos con márgenes de error mínimos. Para ello se utiliza instrumentos aplicados para determinar la ubicación de los puntos de estudio representado por gráficos para luego ser procesados los datos obtenidos por medio de software. Se respalda la idea del autor (Escavy, 2013). Es relevante la utilización de los planos topográficos en la preparación de proyectos mineros, la que permite el procesamiento de la información y la elaboración de planos en la zona de estudio.

En mención a la mecanización de las explotaciones se considera como una fuente importante en la industria de la minería, por general influye mucho en el aumento de la producción disminuyendo los costó unitarios y satisfaciendo el mercado. Se respalda los estudios realizados por Vargas (2017). Sobre la mecanización como fuente importante para disminuir los costos mina y aumentar la producción por medio de la mecanización utilizando equipos de mayor avance tecnológico. De esta manera sabiendo que al aumentar la producción y mecanizar las explotaciones de yeso se tiene que sacar una variedad de productos en el proceso de cocción, para que sea más factible la mecanización de las explotaciones, es decir, mientras más productos derivados del yeso se obtenga, aumenta la posibilidad de mejores beneficios.

Los resultados comprueban el objetivo planteado mecanizar el proceso de explotación de reservas de yeso obteniendo un aumento de producción, llevado a cabo por la aplicación de maquinarias específicas para trabajos de arranque, carguío y acarreo. La mecanización se puede referir a la utilización de nuevas tecnologías para mejorar los procesos de producción. Se respalda el autor Herrera (2006) que aplicar la tecnología minera en los procesos de producción obtiene

beneficios de reducir los costos operacionales vinculado a las mejoras continuas de los procesos productivos.

Para la mecanización de las explotaciones de los recursos mineros de bajo valor económico en el mercado, debe tener lo suficiente reservas para garantizar el retorno de la inversión y un beneficio por encima de los intereses que le puede pagar un banco o caja a los inversionistas. En la cantera de Mórrope hay reservas como para garantizar la mecanización de las explotaciones y el retorno del dinero en tiempos cortos. Por lo general el cálculo de reservas es de suma importancia para la toma de decisiones. Esto concuerda con el ejemplo de la Minería CODELCO denominado innovación tecnológica, que la propuesta de mecanización es factible porque genera rentabilidad, valiéndose de tecnologías desarrolladas que sirve para optimizar los procesos productivos e incrementar la producción del material.

Para el cálculo de reservas existentes se utilizó el modelo geológico en el área de estudio que representa la litología de las formaciones rocosas y mineralizadas que son: los estratos de arena- arcilla con potencia promedio de 0.27 metros; en el modelo geológico está representado de color gris, y la zona mineralizada de potencia promedio de 0.30 metros; en el modelo geológico está representado de color anaranjado pálido. Ver imagen N°2 y N°3. Ver lámina N° 5. Se basa en confirmación del autor Vásquez (2012), al determinar las reservas en un área de estudio se debe tener en cuenta la litología o estratigrafía del material, extrayendo muestras que de forma experimental obtenga resultados favorables para una exploración extensa.

Para llevar a cabo la exploración se aplica nuevas herramientas como software geológico para poder estimar el cálculo de reservas del material in situ y el valor económico que podría generar todo proyecto minero.

Actualmente en la cantera de la Comunidad Campesina San Pedro de Mórrope se realiza la extracción del material de forma artesanal, para ello se planteó la propuesta de mecanización para mejorar la explotación del yeso, proponiendo utilizar un método semi-mecanizado como un cargador frontal para el arranque del material y el transporte será por volquetes de esta forma aumentará su producción. Se está de acuerdo con el autor Herrera (2006), que al implementar tecnologías en canteras no metálicas genera una mayor producción como también ingresos siempre y cuando la inversión sea mutua, es decir que todo ingreso se relacione a un estudio que sea rentable para su inversión.

VI. CONCLUSIONES.

1. Los estudios de geología aportan en gran parte a identificar los recursos de interés económico, en la concesión minera Tablazo 6 se identificó la presencia de las unidades estratigráficas de Tablazo-Talara Qp-tt y los Dep. Mixtos. Lacustres Qrm-la, que contienen en su interior al recurso de interés económico (yeso) con potencia de mineralización de aproximadamente a 0.30 metros por encima de la mineralización se encuentra una capa de arena de espesor promedio a 0.27 metros.
2. Los estudio topográficos son de suma importancia en los estudios de proyectos mineros de inversión, ayudando en las delimitaciones con áreas no acta para proyectos mineros, la concesión minera Tablazo 6 e a delimitado específicamente dos áreas, una área que forma parte de las áreas con mineralización de 724.66 ha y otra área que forma parte de las áreas ya extraídas producto de las actividades mineras echas en el lugar esta son de 275.33 ha, haciendo un área total de 999.99 ha que lo corresponde a la concesión minera.
3. Los estudios de calicatas aportan a las investigaciones de carácter minero en la determinación de los recursos de interés económico, como también sus respectivos espesores de estratos presentes en determinadas áreas, en el Tablazo 6 se ejecutaron 11 calicatas con fines de promediar la potencia de los estratos y analizar la mineralización existente en el lugar, las 11 calicatas tienen estratos comunes, una capa de arena de espesor promedio de 0.27m y por debajo la capa de interés económico (yeso) con espesor promedio de 0.30 metros.
4. Las reservas geológicas en la concesión minera Tablazo 6 son de 2, 081,636.62 bm³ de yeso, garantizado una reserva minera de interés económico para grandes inversionistas en tal rubro. Actualmente los costos de explotación son de 30 soles por tonelada métrica de yeso, costos que de una y otra manera son muy altos y esto influye mucho en la rentabilidad de la cantera. Con la misma

forma de explotación que viene practicado la comunidad la rentabilidad del proyecto será de s/. 125, 550,342.53 al terminar todas las reservas.

5. El proceso de mecanización de la cantera se concluye en utilizar un cargador frontal CAT 950H, escenario que genera mayor rentabilidad, siendo los costos de producción más bajos de los demás escenarios estudiados, generando una rentabilidad de 215, 128,374.72 nuevos soles, aumentando las ganancias a 163, 434,687.53 nuevos soles más si se siguen con la misma metodología de explotación.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la comunidad, actualizar la topografía mensualmente de las áreas ya explotadas y realizar los mapas correspondientes con fines de tener más orden en sus explotaciones y un mayor control de la producción.
2. Se sugiere a los inversionistas de la cantera de yeso realice estudios de calicatas más cercanas, con fines de determinar las áreas donde se encuentra el yeso de mayor calidad de misma forma cumplir con la calidad requerida en el mercado, manera de hacer más competencia con productores de la misma materia prima.
3. A los dirigentes de la cantera tomar, acciones en la mecanización de las explotaciones, porque como se dan las cosas la cantera está perdiendo mucho dinero por temas de los altos costos de producción. Con la mecanización está demostrado los bajos costos de producción y las mejoras económicas para sus trabajadores y empresarios de la cantera.