

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“ESTUDIO TÉCNICO – ECONÓMICO PARA LA
EXPLOTACIÓN MINERA DEL CAOLÍN EN LA
CONCESIÓN TERESITA UNO 2010, CAJAMARCA
2022”.

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autores:

Anilzo Palma Chacon

Robert Luciano Valdivia Gonzales

Asesor:

Ing. Ronald Smith Mayta Rodas

<https://orcid.org/0000-0001-8826-8463>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Danyer Stewart Girón Palomino	30675947
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Gladys Sandi Licapa Redolfo	41379556
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Victor Eduardo Alvarez Leon	18034429
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

ESTUDIO TÉCNICO – ECONÓMICO PARA LA EXPLOTACIÓN MINERA DEL CAOLÍN EN LA CONCESIÓN TERESITA UNO 2010, CAJAMARCA 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	2%
3	docplayer.es Fuente de Internet	2%
4	issuu.com Fuente de Internet	2%
5	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	vsip.info Fuente de Internet	1%
7	www.scielo.org.bo Fuente de Internet	1%
8	scielo.sld.cu Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

A aquellas personas que brindan su tiempo a tratar de hacerme cada vez mejor, que con su paciencia e interminables consejos logran forjarme con una mejor visión de la vida, se lo concedo a mis amados padres Percy Palma Bustamante y Cleosbinda Chacón Chávez.

Anilzo Palma.

A mi madre Esther Gonzales Intor por haberme brindado incondicionalmente su apoyo, sus consejos, valores y motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, más que nada por su amor. A mi padre Luciano Valdivia Soto por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y su amor.

Robert Valdivia.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser guía en la vida que es hermosa, y una de las principales características de esta hermosura es que la podemos compartir y disfrutar con quienes amamos, podemos ayudar y guiar a muchas personas si ellas lo permiten, pero también podemos ser ayudados y guiados durante nuestra vida.

Anilzo Palma.

A Dios por permitirme llegar hasta este punto y haberme brindado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita protección y amor.

Robert Valdivia.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	29
CAPÍTULO III: RESULTADOS	34
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	50
DISCUSIÓN	50
CONCLUSIONES	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 <i>COORDENADAS DE VÉRTICES DE LA CONCESIÓN</i>	22
TABLA 2 <i>COORDENADAS DE LA DELIMITACIÓN DE ÁREA PARA ESTIMACIÓN DE RESERVAS</i>	35
TABLA 3 <i>ESTIMACIÓN DE RESERVAS</i>	36
TABLA 4 <i>VIDA ÚTIL DEL YACIMIENTO</i>	37
TABLA 5 <i>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LAS MUESTRAS DE RECOLECCIÓN</i>	38
TABLA 6 <i>INVERSIÓN INICIAL</i>	41
TABLA 7 <i>ALQUILER DE MAQUINARIA</i>	42
TABLA 8 <i>HERRAMIENTAS</i>	42
TABLA 9 <i>INVERSIÓN TOTAL</i>	43
TABLA 10 <i>COSTOS POR MANO DE OBRA DIRECTA</i>	43
TABLA 11 <i>COSTOS POR MANO DE OBRA INDIRECTA</i>	44
TABLA 12 <i>COSTOS POR MAQUINARIA Y EQUIPOS</i>	44
TABLA 13 <i>EGRESOS TOTALES ANUALES</i>	45
TABLA 14 <i>FLUJO DE CAJA</i>	47

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 <i>UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO</i>	22
FIGURA 2 <i>DELIMITACIÓN DE LA CONCESIÓN</i>	23
FIGURA 3 <i>VÍAS DE ACCESO</i>	24
FIGURA 4 <i>MAPA DE LA GEOLOGÍA LOCAL EN EL ARCGIS</i>	25
FIGURA 5 <i>MAPA TOPOGRÁFICO</i>	27
FIGURA 6 <i>DELIMITACIÓN DE ÁREA PARA ESTIMACIÓN DE RESERVAS</i>	34
FIGURA 7 <i>CÁLCULO DE FACTOR DE SEGURIDAD CON SLIDE 5.0</i>	39
FIGURA 8 <i>MÉTODO DE EXPLOTACIÓN POR BANCO ÚNICO</i>	41

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la factibilidad del estudio técnico – económico de la explotación del yacimiento de caolín en la Concesión Minera Teresita Uno 2010, en el centro poblado la Shilla, distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca. La investigación fue de tipo no experimental, descriptivo y comprendió estudios de la estimación del volumen de las reservas de caolín del yacimiento por método clásicos, las características topográficas y de accesibilidad para aplicar el método de explotación a tajo abierto, cálculo de costos de operación y cálculo de VAN y TIR para la evaluación económica según las características del yacimiento. Con los estudios realizados el volumen de las reservas de caolín del yacimiento es de aproximadamente 44 501.94 TMS, además se determinó que el método de explotación de la cantera es superficial y sistema de banco único aplicando corte y desprendimiento, finalmente el costo de operación es de 57.5 soles/ton, el cual requiere una inversión total de S/. 164 322.57, con estos el VAN = S/3 300 959.98 y TIR = 297%, concluyéndose que es factible y rentable la explotación del yacimiento de caolín en la concesión minera Teresita Uno 2010.

PALABRAS CLAVES: Estudio técnico económico, caolín, VAN, TIR

ABSTRACT

The objective of the research work was to determine the feasibility of the technical-economic study of the exploitation of the kaolin deposit in the Teresita Uno 2010 Mining Concession, in the town of La Shilla, district of Baños del Inca, province and department of Cajamarca. The research was non-experimental, descriptive and included studies of the estimation of the volume of kaolin reserves of the deposit by classical method, topographic and accessibility characteristics to apply the open pit mining method, calculation of operating costs and calculation of NPV and IRR for economic evaluation according to the characteristics of the deposit. With the studies carried out the volume of kaolin reserves of the deposit is approximately 44 501.94 TMS, it was also determined that the method of exploitation of the quarry is superficial and single bank system applying cutting and loosening, finally the operating cost is 57. 5 soles/ton, which requires a total investment of S/. 164 322.57, with these the NPV = S/3 300 959.98 and IRR = 297%, concluding that it is feasible and profitable the exploitation of the kaolin deposit in the mining concession Teresita Uno 2010.

PALABRAS CLAVES: Technical and economic study, kaolin, NPV, IRR

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Según la revista World Min Statistics (2011), a nivel internacional Estados Unidos es el primer país productor de caolín a nivel mundial, con el 25% de la oferta mundial en el año 2009, procedente el 90% del estado de Georgia, y el resto de Carolina del Sur, Alabama, etc.

Así mismo Condoy (2005), en su trabajo de investigación realizado en la Universidad de Loja ubicada en Ecuador, nos menciona que: El proyecto aplicado al yacimiento de no metálicos (caolines) ha resultado rentable partiendo de una eficiente exploración, la misma que nos da una cuantificación de reservas explotables de muy buenas perspectivas.

En el Perú la explotación no metálica produce ingresos económicos característicos, sin embargo, por la falta de asesoramiento, de experiencia y en muchos casos también por falta de personal en el manejo o utilización del método de extracción, se pierde dinero que es de suma utilidad para la mejora económica individual y de la misma zona donde se encuentra el recurso mineral; en la presente investigación la concesión va a explotarse y por ello es necesario un estudio de viabilidad.

Por esto, una de las fases más importantes que se debe tener en cuenta antes de comenzar cualquier proyecto, es realizar un estudio de viabilidad, con la intención de evaluar si su puesta en marcha es factible o no. Sin embargo, la eficacia del estudio dependerá de si se han tenido en cuenta todos los elementos que intervienen en el proceso y que pueden suponer un grave riesgo para el éxito de este. En lo que refiere

a la elección del método de explotación del yacimiento, reside principalmente en una decisión económica como: Costos, beneficios, inversiones, flujos de caja, etc.

Por otro lado, en Cajamarca el requerimiento de materiales de construcción ha hecho que la demanda de estos, se incremente, por lo que con lleva a los pobladores a la explotación de caolín de forma poco técnica, con escasa recuperación económica para la fabricación de ladrillo artesanal, en los lugares poseedores de este material en su superficie, como es el caso de Bambamarca.

Salazar y Alarcón (2016), sostiene que, en la última década, la demanda de caolín para cerámicos y la construcción ha tenido un crecimiento sostenido. Esto implica la necesidad de abrir nuevas fuentes de abastecimiento para satisfacer la demanda. Un sector prometedor desde el punto de vista de los materiales no metálicos es el distrito de Llacanora en Cajamarca.

Por otro lado, la evaluación económica se realiza con la finalidad de definir si se debe invertir el capital en un proyecto o utilizarlo en forma diferente. Para ello es necesario medir el valor del proyecto en función a los beneficios que genera y los costos que requiere (Esan, 2016).

En este trabajo se hará un estudio técnico para la explotación minera de del caolín, proponiendo un método de explotación para la Concesión Minera Teresita Uno 2010, además, se realiza la evaluación de su viabilidad económica con el fin de determinar su rentabilidad.

Lo que nos planteamos es la siguiente pregunta de investigación:
¿Cuán factible es el estudio técnico – económico para la explotación minera del caolín en la concesión Teresita Uno, Cajamarca 2023?

Para responder esta pregunta, el objetivo general de la investigación

es: Determinar la factibilidad del estudio técnico – económico para la explotación minera del caolín en la Concesión Teresita Uno 2010, en el centro poblado la Shilla, distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca, 2022. Los objetivos específicos son: Estimar el volumen de las reservas de caolín del yacimiento y sus características químicas, determinar las características topográficas y de accesibilidad para aplicar el método de explotación, determinar los costos de operación, y, por último, analizar el VAN y el TIR para la evaluación económica de la explotación minera del caolín.

El trabajo de investigación no tiene hipótesis porque es un diseño de tipo no experimental, descriptivo. Ya que según Hernandez, Fernandez, y Baptista (2001), la investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos, y describirlos como haremos en el presente trabajo de investigación.

Para comprender mejor esta investigación, los antecedentes que se consultaron fueron a nivel internacional, nacional y local, que guarden relación con el estudio técnico – económico de la explotación de yacimiento de caolín, y se darán a conocer de forma objetiva.

A nivel internacional

Ortega (2012) en su tesis “Diseño para la explotación de la cantera de arcilla, barrio Cera- Cantón Loja” – Universidad Técnica Particular de Loja, tuvo como

objetivo realizar el diseño de explotación del yacimiento de arcilla del barrio Cera y calcular las reservas para su explotación. Su metodología para cumplir con sus objetivos propuestos, fue dividido en dos fases: trabajo de oficina y de campo, arribó a la conclusión que el cálculo de reservas se determinaron los métodos de media aritmética y el de secciones o perfiles. Se considerarán como válidos a los valores del método de secciones debido a que en la media aritmética se utilizó una profundidad media de 2.24m, y en el diseño de explotación permite profundizarse en valores inferiores al señalado. El depósito de arcilla cuenta con 6.155,72 TM de reservas probadas y 13.53,61 TM probables.

Gaibor (2016) en su tesis denominada “Diseño de explotación de caolín existente en el área de Sinabamba, ubicada en la parroquia la Asunción, Cantón San José de Chimbo, provincia de Bolívar” por la Universidad Central Del Ecuador, tuvo por objetivo determinar los parámetros minero-técnicos (geométricos) del método de explotación seleccionado. Se realizó mediante ensayos de las muestras tomadas del terreno para obtener el peso específico, peso volumétrico, esponjamiento, granulometría, así mismo, para la resistencia del mineral se ejecutó ensayos de resistencia a la compresión, resistencia al cizallamiento, cohesión y ángulo de fricción interna. Por lo cual se analizó que, los bancos del diseño de explotación tienen 5 m de altura y su ángulo de talud en trabajo es de 60°, mientras que para los bancos en receso se utilizará un talud de 55°; y el borde final de la cantera (borde de liquidación), tendrá un ángulo de 40° y una vida útil de explotación de 4 años.

A nivel nacional

Condori (2016), en su tesis titulada “Diseño de explotación de cantera para agregados, distrito de Huayucachi” se plantea como problema general ¿Cómo diseñar

la explotación para extraer agregados para el concreto del río Mantaro, desde el punto de vista económico y ambiental en el distrito de Huayucachi, justificándose que su investigación estará basada en la aplicación, seguimiento de una serie de cálculos que nos permitirán realizar el diseño de la cantera para agregados con la finalidad de proponer un procedimiento de extracción racional, su industrialización y comercialización. Alcanzando como conclusiones que el método de explotación es a cielo abierto y con un sistema totalmente discontinuo que permite la extracción y el procesamiento adecuado según las exigencias del mercado, este método y sistema permite la instalación de una planta chancadora primaria y secundaria con un rendimiento de producción de 280 toneladas por hora para la obtención de los agregados para el concreto. Al mismo tiempo, con el diseño realizado se ha calculado que la reserva explotable neta es de 309,694.95 m³ con una vida útil de 10 años, un consumo anual de 30,969.50 m³ con un volumen máximo de extracción hasta 32,582.15 m³/año dentro del área de explotación, el material extraído es repuesto por el río Mantaro en 18 días. El 64% es comercializado en Huayucachi y Huancán, el 29% se vende en la ciudad de Huancayo, y un 7% representa a los rechazos. El proyecto es viable económica y financieramente con un VAN de S/. 193,055.73 y un TIR del 13%.

A nivel local

Salazar y Alarcón (2016) en su estudio denominado “Evaluación económica para explotación de arcillas tipo Caolinita en la concesión minera Rumicucho, centro poblado Huayrapongo, distrito de Llacanora, provincia y departamento de Cajamarca, 2016”, el problema principal que abordan es si, es factible la evaluación de arcillas para la explotación de arcillas tipo caolinita en la concesión minera no metálica Rumicucho, teniendo como limitaciones la falta de frentes de trabajo

(taludes) y falta de ensayos mecánicos, el tipo de diseño de investigación de dicho estudio es no experimental, transversal, descriptivo. La estimación de reservas se realizó por el método de triangulación, dando un tonelaje de 194970.98 TM de caolín con una ley media 81.76 %. Se determinó que los minerales presentes en las muestras de caolinita, los más representativos fueron cuarzo (3 a 15.32%), illita (18 a 23%), montmorillonita (4 a 6%), caolinita (70 a 91.25%), hematita (14%) y escasas cantidades de calcita (0.12%). La evaluación mediante el flujo de caja, la explotación de caolín estima un tiempo de vida de 20 años aproximadamente y un Pay Back de 1 año 6 meses, por lo tanto, el proyecto es viable.

A continuación, se muestra las bases teóricas con respecto a las variables de la presente investigación:

Viabilidad técnica “es la condición que hace posible el funcionamiento del proyecto de explotación, atendiendo a las características tecnológicas y a las leyes de la naturaleza involucradas” (Enciclopedia Universal,2012).

Para Perez y Merino (2015), se conoce como arcilla al material que surge a partir de la agregación de silicatos de aluminio derivados del proceso de descomposición de distintos minerales. Estos silicatos están hidratados y, sus colores como arcillas verdes, blancas, roja dependerán de las impurezas que contengan.

Los ambientes geológicos en los que se encuentran las arcillas se pueden dividir en dos categorías: Superficial y subacuática.

Hernández (2017). “Desde el punto de vista económico las arcillas son un grupo de minerales industriales con diferentes características mineralógicas y genéticas que se utilizan para diferentes usos”.

El caolín, es un silicato de aluminio hidratado ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) blanca muy

pura usada principalmente en la fabricación de porcelana, ladrillo, alfarería, etc. El término caolín es utilizado en la industria para nombrar tanto a una roca como a un mineral. Como roca, el término se refiere a su composición predominantemente de caolinita y/o de uno o más minerales del grupo del caolín. Como mineral, el término se utiliza para nombrar al grupo de minerales caolinita, diquita, nacrita y halloysita (Murray, 2007).

La estructura básica del mineral de caolín comprende a los politipos minerales: Caolinita (triclínico), Diquita (monoclínico), Nacrita (monoclínico), Halloysita (monoclínico).

El caolín a lo largo del tiempo ha sido valorado debido a sus propiedades, algunas de las cuales son blancura, brillo terroso mate, propiedad higroscópica (absorbe humedad), resistencia a agentes químicos, aislante eléctrico, inodoro, resistente a altas temperaturas, no tóxico, no abrasivo, refractario, moldeable, de rápida dispersión, alta adherencia, baja viscosidad a alto porcentaje de sólidos en solución.

Según Murray (2007), “El caolín que se utiliza industrialmente presenta ciertas características por lo que debe respetar ciertas constantes físicas como son”, que debe de tener un peso específico de 2.62, debe de tener un índice de refracción de 1.57, debe de tener una dureza de 2-2.5 en la escala de Mohs, debe de tener una temperatura de fusión de 1600-1750°C, debe de tener un número de abrasión Eilehner de 4-10, debe de tener un brillo seco a 457 nm (%) de 75-93 y debe de pertenecer al sistema cristalino triclínico.

Como se muestra el material caolín se presenta casi en representación pura o con diversas mezclas de diferentes minerales arcillosos, teniendo así diferentes

características y propiedades para su uso industrial.

En lo referente a la explotación del caolín, la gran mayoría de los depósitos se explotan por métodos convencionales a cielo abierto (Coordinación general de minería, 2014, p. 14), por las características del yacimiento y economía de costos.

Por canteras, el método de explotación aplicado suele ser el de banqueo, con uno o varios niveles, situándose un gran número de canteras a media ladera. El primero, donde se desea conseguir un todo fragmentado competente para alimentar a las plantas de tratamiento y obtener un producto destinado a la fabricación de productos industriales, etc. Este tipo de explotaciones se dan en canteras donde la extracción no es cuidadosa y los bancos se hacen a grandes alturas. El segundo, dedicado a la explotación cuidadosa de grandes bloques cúbicos, que posteriormente se cortan y elaboran. Estas explotaciones se distinguen por el gran número de bancos que se destapan para arrancar los bloques y la maquinaria adecuada con la que se obtienen planos de corte limpios (Herrera, 2006, p. 10).

Gaibor (2016), nos indica que los bancos del diseño de explotación de una cantera tienen 5 m de altura y su ángulo de talud en trabajo es de 60° , mientras que para los bancos en receso se utilizará un talud de 55° ; y el borde final de la cantera (borde de liquidación), tendrá un ángulo de 40° .

Para el desarrollo de mina de arcilla Asoguyabal en el sector 1 del área, se implementará el método de explotación por Bancos Múltiples Ascendentes, este método presenta mejor adaptabilidad en sus ventajas cuanto al terreno del sector de interés. (Fuentes y Bohórquez, 2016).

El Factor de Seguridad es una medida determinista de la relación entre las fuerzas de resistencia (capacidad) y las fuerzas impulsoras (demanda) del sistema en

su entorno considerado. El Factor de seguridad es el criterio más básico de diseño aceptado en la ingeniería. En geomecánica saltó a la fama a mediados del siglo 20, cuando la ingeniería geotécnica se desarrolló como una disciplina de ingeniería independiente en 1940. (Read y Stacey, 2009). El Factor de Seguridad es aplicado por los Ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza de que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña.

Con respecto a la viabilidad económica, es determinado por la diferencia entre el costo y beneficio de este. El análisis económico irá dirigido a todo lo referente a inversiones fijas ingresos-egresos y las utilidades, todos estos cálculos nos llevarán a determinar la rentabilidad del proyecto al punto de equilibrio, la producción crítica anual y la ley crítica. Uno de los objetivos más importantes a lograr es la rentabilidad, sin dejar de reconocer que existen otros relevantes como crecer, agregar valor a la entidad y demás. Sin rentabilidad no es posible la permanencia de la empresa a mediano y largo plazos. Para que esta exista, los ingresos tienen que ser mayores que los egresos, o sea, es preciso que los ingresos por ventas sean superiores a los costos (Aguilera, 2017).

Las inversiones constituyen el capital necesario para poner en marcha la empresa, generalmente están relacionadas con gastos en activos tangibles e intangibles, que pueden formar parte de los activos no corrientes y los activos corrientes. Los activos no corrientes incluyen todos los bienes adquiridos como parte de la inversión para realizar operaciones permanentes, bien sean activos tangibles, como maquinaria o vehículos, o activos intangibles, como licencias y patentes. Los activos materiales o materias primas que se utilizan para la venta, el consumo o el procesamiento del producto y, por lo tanto, solo permanecen en la empresa durante un breve período de tiempo, se consideran activos corrientes (Ionos, 2019).

En la inversión inicial, los estudios de investigación que se realizaron anteriormente por los mismos propietarios de los predios con ayuda de empresas privadas para determinar la calidad de minerales metálicos se observó que se podía hacer la recuperación de los minerales no-metálicos, así como otros estudios geológicos, el terreno de la concesión tiene la suficiente superficie para poder realizar la construcción de las diferentes obras civiles, encaminadas a las diferentes fases de exploración y explotación de dicho mineral. Cabe resaltar que la extracción y producción de minerales están estrechamente relacionadas con la inversión en exploración ejecutada en los años previos a la operación (Osinermin, 2017, p. 88).

Según Instituto Nacional de Aprendizaje (2018), la maquinaria y equipo, vienen a ser los activos que tiene una empresa para su uso en la producción o abastecimiento de bienes y servicios, para alquilarlos a terceros o para propósitos administrativos, y se esperan usar durante más de un período económico.

Fernandes (2018), menciona que en los egresos por mano de obra directa, la mano de obra directa es aquella que toca el producto o interviene directamente en el servicio que la compañía factura, es decir, se vincula directamente con el giro principal de la empresa. En los egresos por mano de obra indirecta, está conformada por el personal administrativo del proyecto. El total, de salarios con beneficios de Ley, son los conjuntos de beneficios o ventajas que obtiene el trabajador, constituida por dinero.

Respecto a los costos de operación, son los gastos asociados con la operación de una empresa en el día a día. Los gastos incluyen todos los costos para operar, pero en general se pueden dividir en dos categorías principales: Mantenimiento y administración (Miranda, 2019).

Los ingresos totales son los que se obtendrán de acuerdo a la planificación de la producción anual y la venta del mineral.

Por otro lado, las reservas, es el volumen o cantidad de material de una determinada área o sector que cumple con las características para su extracción, su cálculo se basa en estudios preliminares como exploración, topografía, estudio de suelos, características del material, etc. (Bernaldo, 2016 p.46).

La Tasa Interna de Retorno (TIR), es la tasa de interés o rentabilidad que se puede generar a partir de una inversión. Esto es, el porcentaje de ganancia o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que se han retirado del proyecto (Sevilla, 2014). El Valor Actual Neto (VAN), es un criterio de inversión, el cual consiste en actualizar los ingresos y egresos de un proyecto para conocer cuánto va a ser la ganancia o pérdida con dicha inversión. El flujo de caja, es un informe financiero que presenta un detalle de los flujos de ingresos y egresos de dinero que tiene una empresa en un período dado, para Santa Cruz (2017) el VAN resume en un solo número toda una situación futura, recoge toda una estimación de varios años y si el resultado es que sí se conseguirá el valor requerido pero habrá que esperar, entonces vale la pena hacer la inversión.

Los aspectos generales de la concesión son: Razón Social: Titular de la concesión minera Teresita Uno, con R.U.C.: 108775529, inscrita por el representante legal Segundo Alberto Romero Llanos, con D.N.I.: 08775529, dirección Legal: Profesor Jorge Muelle N° 169 Urb. Torres de Limatambo. Con teléfono: 976034875 y concesión: TERESITA UNO 2010.

La ubicación geográfica del depósito minero de caolín en la concesión Teresita Uno 2010, se encuentra ubicado en el distrito de Baños del Inca a una distancia de 6

km con dirección al este de la ciudad de Cajamarca. Se encuentra a 2 680 metros sobre el nivel del mar (INDECI, 2005, p. 30). El lugar se caracteriza porque tienen un origen geológico volcánico y su temperatura promedio es de 35 grados centígrados.

Figura 1

Ubicación geográfica de la zona de estudio



Fuente: Google earth, 2022.

El lugar donde se realizará el estudio políticamente se encuentra ubicado en el distrito de Baños del inca, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca.

Tabla 1

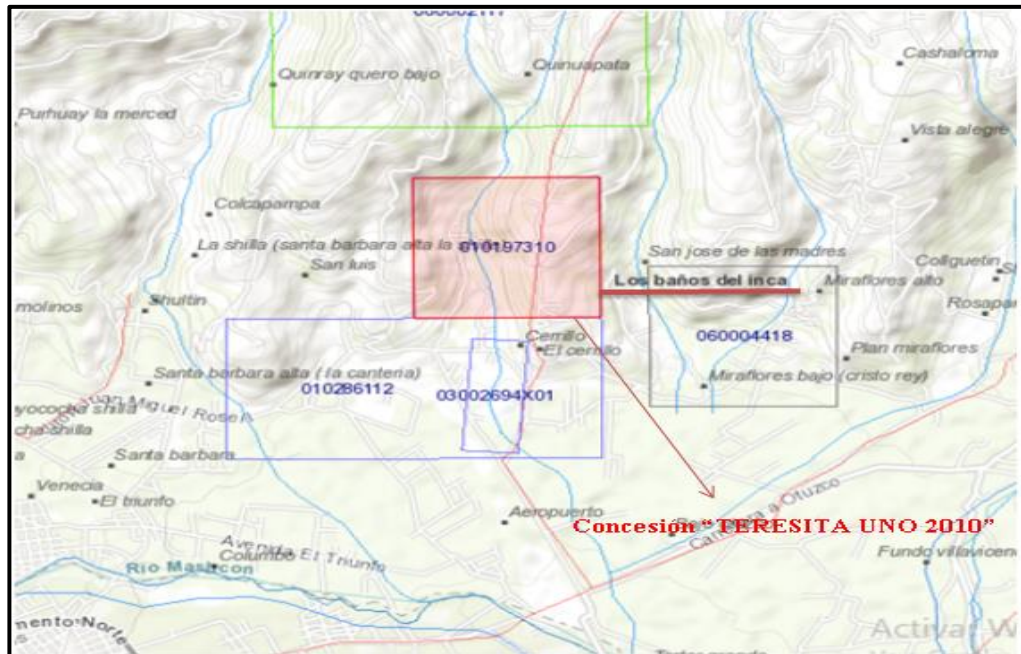
Coordenadas de vértices de la concesión

Vértice	Coordenadas UTM (WGS-84)	
	NORTE	ESTE
01	9213000.00	778000.00
02	9212000.00	778000.00
03	9212000.00	777000.00
04	9213000.00	777000.00

Nota: Datos de la investigación, 2022

Figura 2

Delimitación de la concesión



Fuente: Geocatmin, 2022.

Para las vías de acceso al área del proyecto, si nos encontramos en la ciudad de Cajamarca tenemos dos accesos para llegar al lugar donde se realizará el análisis correspondiente, el primero por Santa Bárbara donde la trayectoria es de aproximadamente 8 km y el segundo acceso es por la carretera a Otuzco, pero debemos de hacer un desvío en el cruce de carretera para Shultin, debemos de caminar aproximadamente 4 km paralelo a la pista de aterrizaje del aeropuerto internacional Armando Revoredo.

Figura 3

Vías de acceso



Fuente: Google maps, 2022.

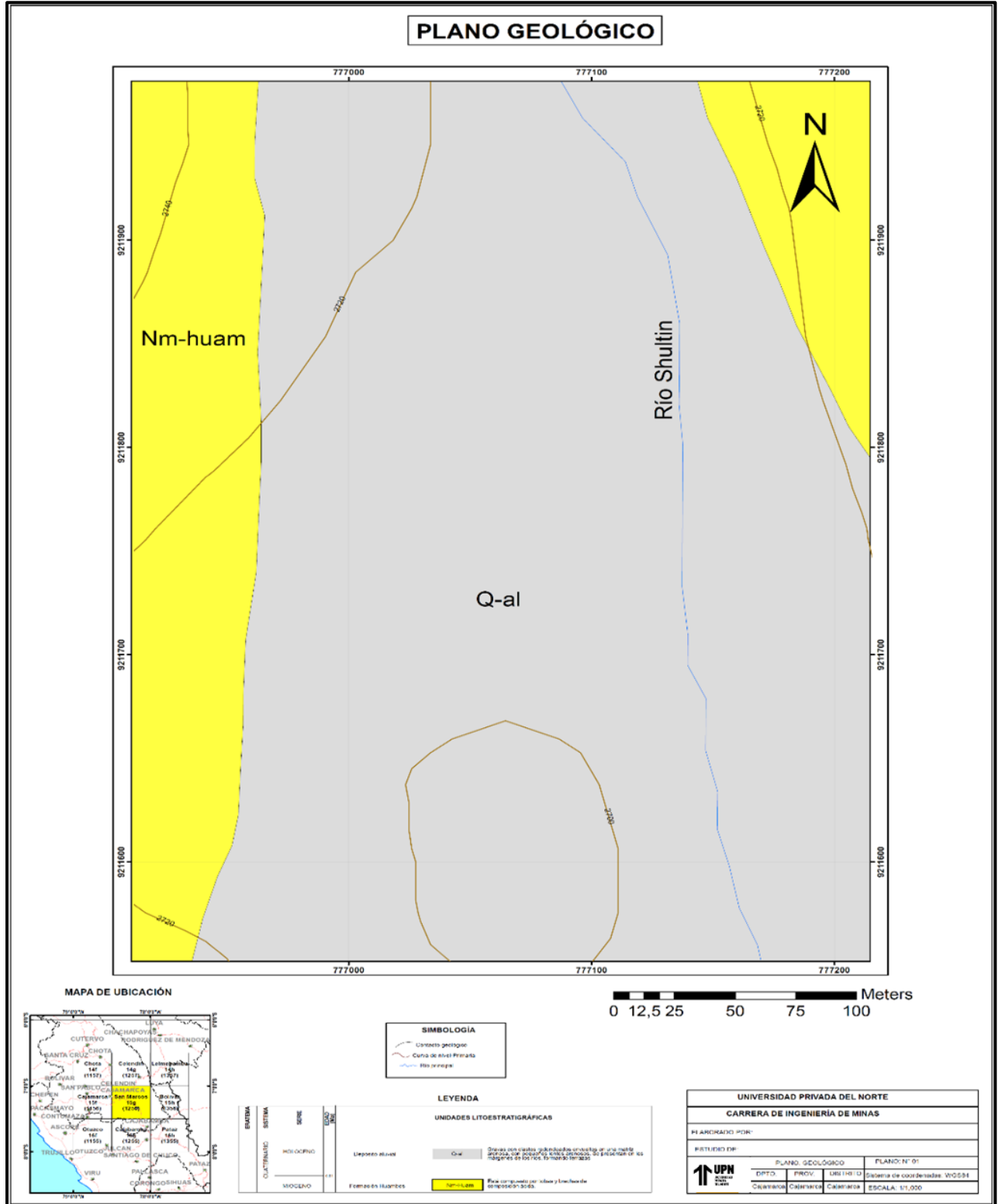
Para la geología local tomamos un punto de referencia que debe estar dentro de la delimitación del proyecto y con ayuda de ArcGIS, examinar la geología de la zona donde pudimos determinar que este lugar pertenece a la era cenozoico, se inició aproximadamente hace unos 66 millones de años y se extiende hasta la actualidad.

Este proceso también tuvo influencia del período Neógeno, que abarca unos 23 millones de años, en lo cual muchas otras formas se mantuvieron relativamente estables donde tuvieron lugar algunos movimientos continentales.

El tipo de roca que podemos encontrar es volcánica, teniendo por litología tobas, aglomerados y brechas, según su hidrogeología podemos encontrar un acuífero fisurado volcánico.

Figura 4

Mapa de la geología local en el ArcGIS



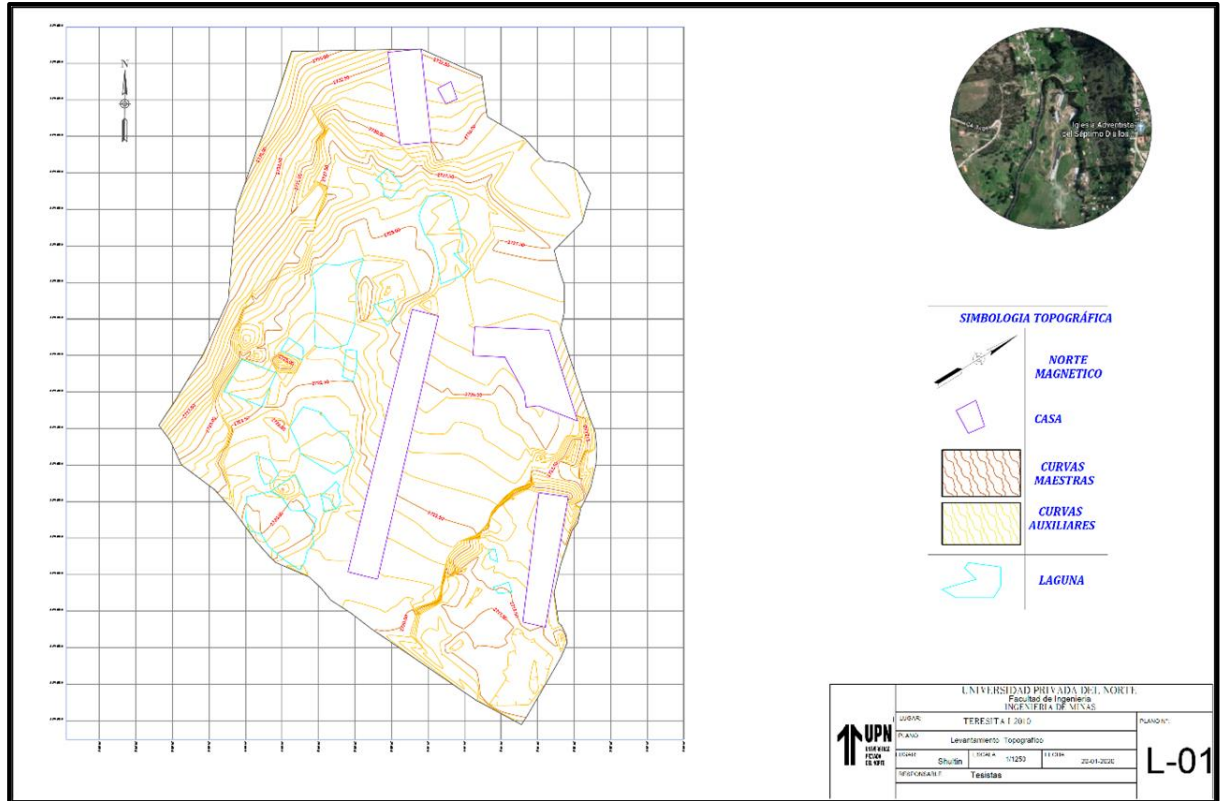
Nota: Datos de la investigación, 2022.

Con respecto a la geología estructural, regionalmente todo parece mostrar que los movimientos tectónicos, en algunos sectores han sido más violentos que en otros. De tal manera que las ondulaciones suaves de algunos niveles estratigráficos pasan a formar estructuras principales. Por consiguiente, en la región de Cajamarca se encuentran evidencias de varias fases de deformación, estas corresponden a los movimientos del ciclo andino. Estas etapas de anomalía se encuentran evidenciadas por pliegues, fallas, discordancias y demás estructuras adicionales, que se han materializado en diversas zonas de deformación, tales como fajas o provincias estructurales (Cruzado, 2011, p. 47).

Por otra parte, con el levantamiento topográfico realizado de la zona de estudio se realizó el mapa topográfico, donde aprecia que la superficie es poco accidentada, con presencia de algunos pozos de agua naturales. El trabajo de gabinete se realizó con AutoCad Civil 3D para el procesamiento de datos de campo del levantamiento topográfico.

Figura 5

Mapa topográfico



Nota: Datos de la investigación, 2022.

Por lo cual, en este trabajo se hará un estudio técnico para la explotación minera de del caolín, proponiendo un método de explotación para la Concesión Minera Teresita Uno 2010, además, se realiza la evaluación de su viabilidad económica con el fin de determinar su rentabilidad. En ese sentido, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿es factible la explotación minera del caolín en la concesión Teresita Uno, Cajamarca 2022, a partir del estudio técnico económico? Para responder esta pregunta, se planteó como objetivo general: determinar la factibilidad del estudio técnico – económico para la explotación minera del caolín en la Concesión Teresita Uno 2010, en el centro poblado la Shilla, distrito de Baños del

Inca, provincia y departamento de Cajamarca, 2022; objetivos específicos: estimar el volumen de las reservas de caolín del yacimiento y sus características químicas, determinar las características topográficas y de accesibilidad para aplicar el método de explotación, determinar los costos de operación, y, por último, analizar el VAN y el TIR para la evaluación económica de la explotación minera del caolín.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Hernández, et al (2014), definen que la investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es la investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos, y describirlos como haremos en el presente trabajo de investigación, el cuál es de tipo no experimental, descriptivo, por lo que describiremos las características geológicas del depósito minero del caolín sin manipular las variables también se evaluará la factibilidad económica según los costos de inversión y de retorno. Es, además, de tipo transversal porque el proyecto se desarrollará en un tiempo determinado (12 meses). Por último, es de tipo prospectivo porque los resultados obtenidos se aplicarán a futuro en la concesión

La población es el caolín presente en la concesión minera TERESITA UNO 2010, Baños del Inca, Cajamarca 2022.

La muestra la constituyen el caolín presente en las dos labores de trabajo de la concesión minera TERESITA UNO 2010, Baños del Inca, Cajamarca 2022.

Las técnicas utilizadas fueron la observación directa y el análisis documental. Los instrumentos de análisis utilizados para la recopilación de datos del presente trabajo de investigación van a partir de un estudio y trabajo en campo en el que se realiza el levantamiento topográfico, toma de muestras de los frentes de trabajo de modo directo.

Con la observación directa se identificó la zona de estudio del depósito minero del caolín.

Con el análisis documental y bibliográfico, se recopiló información de: Tesis, artículos científicos, informes, revistas, papers, páginas web, etc., que tienen relación con

nuestro tema de investigación.

En el trabajo de campo, se cuenta con el permiso correspondiente del propietario de la concesión, para la recolección de muestras y el levantamiento topográfico, siendo esta una fase primordial para el desarrollo de la investigación.

En el trabajo de gabinete, teniendo la información primaria como son las muestras in situ y el levantamiento topográfico se realiza los cálculos y modelos necesarios para alcanzar los objetivos y responder a la pregunta de investigación.

Los instrumentos para la recolección y análisis de datos de la investigación son las fichas siguientes:

Instrumento N° 1: Ficha de coordenadas de la delimitación de área para estimación de reservas.

Instrumento N° 2: Ficha de estimación de reservas.

Instrumento N° 3: Ficha de vida útil del yacimiento.

Instrumento N° 4: Ficha de características químicas de las muestras de recolección.

Instrumento N° 5: Ficha de inversión inicial.

Instrumento N° 6: Ficha de alquiler de maquinaria.

Instrumento N° 7: Ficha de herramientas.

Instrumento N° 8: Ficha de inversión total.

Instrumento N° 9: Ficha de costos por mano de obra directa.

Instrumento N° 10: Ficha de costos por mano de obra indirecta.

Instrumento N° 11: Ficha de costos por maquinaria y equipos.

Instrumento N° 12: Ficha de egresos totales anuales.

Instrumento N° 13: Ficha de flujo de caja.

Los equipos que se utilizaron para poder tener los datos y evidencia de la recolección de las muestras fueron: Cámara digital, brújula Brunton, para la toma de muestras, GPS, para la ubicación satelital de los puntos de muestreo, picota de geólogo, para facilitar la toma de muestras, wincha, estación total y equipo complementario para levantamiento topográfico, Excel, ArcGIS, Slide, Dips, RockLab y AutoCad, para el análisis de información.

Con respecto al procedimiento para el desarrollo de esta investigación, se ha considerado cinco etapas fundamentales, que están dadas por un proceso continuo donde cada uno es base para la siguiente.

Para la búsqueda y recolección de información, se buscó información de carácter similar al tema de investigación, utilizando base de datos de RENATI, Google Académico, Repositorios institucionales, Dialnet, Scielo, y Redalyc. Cuando se obtuvo toda la información necesaria, se hizo un filtro para elegir las referencias y fuentes que mejor guardan relación con el tema de investigación. Adicionalmente se realizó una revisión en el INGEMMET, Google Earth, todo con el fin de identificar las formaciones geológicas, imágenes satelitales, entre otros que fueron usados a modo de base para la etapa posterior que es el trabajo de campo.

Para el trabajo de campo se solicitó permiso al dueño, para realizar visitas a las instalaciones de la Concesión Minera TERESITA UNO 2010. Se dividió en dos partes principales, en la primera, la ubicación, delimitación y reconocimiento fisiográfico de la zona, en donde se hizo el levantamiento topográfico. La segunda etapa consistió en la recolección de muestras con la finalidad de obtener una eficiente interpretación geológico-estructural de la zona a estudiar, conocer la resistencia geomecánica del macizo

y para su posible estabilidad, para la posterior elaboración del cálculo de reservas.

Con respecto al trabajo de gabinete consiste en utilizar la data obtenida en campo, se realizó la elaboración del mapa topográfico, y además la ubicación de los puntos de muestreo; también se realizó la elaboración del mapa geológico de la zona donde se hizo la descripción del comportamiento geomecánico del macizo rocoso- las estructuras tectónicas existentes, la litología, el drenaje, la colocación de cada punto con las coordenadas geográficas (UTM); el cálculo de las reservas se realizó con método clásico, teniendo en cuenta el área a explotar, profundidad y peso específico del Caolín.

En el análisis de datos, los datos obtenidos en campo son analizados con ayuda de herramientas como: Excel, ArcGIS y AutoCad.

Se realizó en primer lugar el mapa topográfico con ayuda de AutoCad Civil 3D. Luego se estimó las reservas del yacimiento, calculando el volumen para luego hallar el tonelaje de acuerdo a la densidad del material.

Una vez estimada las reservas se define el método de explotación adecuado para el yacimiento. Y finalmente se realiza el análisis de costos, cálculo de VAN Y TIR para la posterior evaluación económica.

Respecto a los aspectos éticos, en la presente investigación se trabaja de acuerdo a los protocolos que han sido brindados por la Universidad Privada del Norte. Elaborándose con el propósito de alcanzar una mejora para la sociedad, además de contribuir con información de suma importancia en la actualidad con respecto a este tema.

Las citas para la elaboración de este proyecto están de acuerdo a las normas APA sugeridas por la universidad.

Con el proyecto no se afecta ni costumbres ni tradiciones y mucho menos se vulnera los derechos humanos, debido a que el estudio se realiza netamente en los frentes de

trabajo. No viéndose afectados la flora ni la fauna dentro de la zona de estudio. Tampoco se verá afectado el procedimiento ni el trabajo de la mina.

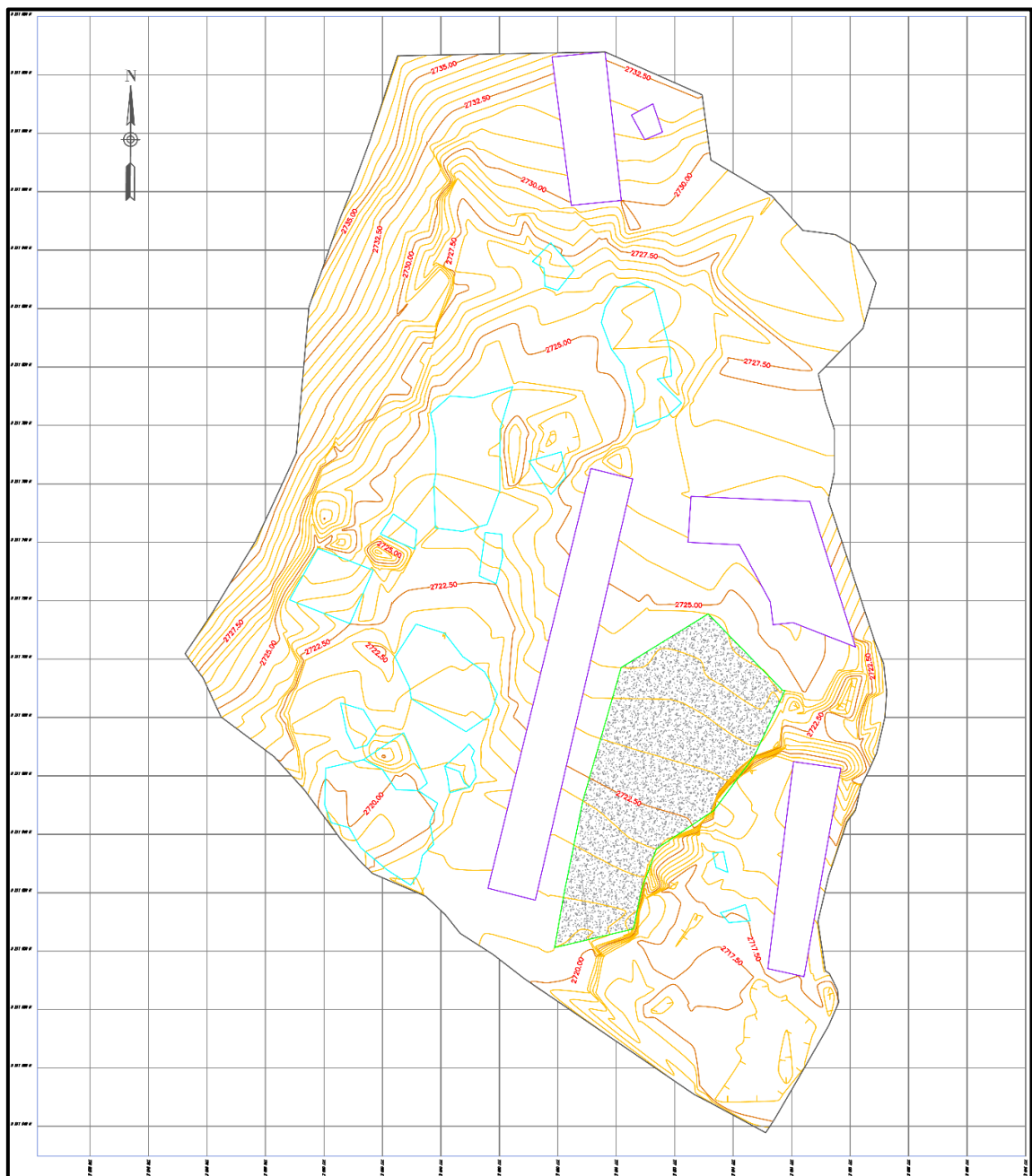
El dueño de la explotación otorgó el permiso necesario para realizar el estudio de investigación.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Estimamos el volumen de las reservas de caolín del yacimiento y sus características químicas, también determinamos las características topográficas y de accesibilidad para aplicar el método de explotación.

Figura 6

Delimitación de área para estimación de reservas



Nota: Datos de la investigación, 2022.

Tabla 2
Coordenadas de la delimitación de área para estimación de reservas

Este	Norte	Elevación
777078.921	9211601.18	2720.5
777105.912	9211607.62	2720.5
777108.637	9211621.21	2720.5
777113.74	9211634.99	2720.5
777133.399	9211648.19	2720.5
777147.222	9211666.84	2720.5
777157.676	9211689.19	2720.5
777156.888	9211689.3	2720.5
777131.385	9211715.43	2720.5
777101.677	9211697.05	2720.5
777088.538	9211651.41	2720.5
777081.903	9211618.4	2720.5
777078.921	9211601.18	2720.5
777088.538	9211651.41	2720.5
777081.903	9211618.4	2720.5
777078.921	9211601.18	2720.5

Nota: Datos de la investigación, 2022.

Realizando el cálculo de reservas nos da un aproximado de 44501.93619 Toneladas métricas secas (TMS), Con esta cantidad de reservas la vida útil será de 13 años, esto dependerá del ritmo de producción.

Para el cálculo de reservas se hizo uso de la metodología clásica:

$$T = A \times P \times PE$$

Donde:

T: Tonelaje proyectado.

A: Área de operaciones.

P: Profundidad aplicada.

PE: Peso específico del Caolín.

Además, se consideró la capa de vegetación de 5 % de la profundidad.

Tabla 3

Estimación de reservas

Área	=	4343.627	m ²
Altura	=	4.14	m
Volumen	=	18016.97821	m ³
Densidad (Caolín)	=	2.6	Kg/m ³
Reservas Probables	=	46844.14335	Tn
Vegetación	=	2342.207168	Tn
Reservas Probadas	=	44501.93619	Tn

Nota: Datos de la investigación, 2022.

Tabla 4
vida útil del yacimiento

VOLUMEN TOTAL DE CAOLÍN (m3)	18016.97821	m ³
RITMO DE EXPLOTACIÓN (Ton/día)	15	Tn/dí a
VIDA ÚTIL DE YACIMIENTO (días)	3124.9	días
VIDA ÚTIL DE YACIMIENTO (meses) - (20 días/mes)	156.245	mese s
VIDA ÚTIL DE YACIMIENTO (años)	13	años

Nota: Datos de la investigación, 2022.

Tabla 5
características químicas de las muestras de recolección

Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4
	Roca semicompacta de coloración gris,	Roca semicompacta de coloración gris blanquecina, presenta varias laminaciones	Roca semicompacta de coloración gris blanquecina, presenta varias laminaciones	Roca semicompacta de coloración gris blanquecina, presenta varias laminaciones
Características de la muestra	coloración gris, presenta varias laminaciones	gris blanquecina, presenta varias laminaciones	gris blanquecina, presenta varias laminaciones	gris blanquecina, presenta varias laminaciones
Composición química de los caolines en estudio	Óxido de Silicio (SiO ₂) 26.4%	Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃) 32.6%	Óxido férrico (Fe ₂ O ₃) 18.7%	Óxido de Silicio (SiO ₂) 20.8%
	Pérdida al fuego 19.4%	Quartz (SiO ₂) 20.9%	Illite (Al, Mg, Fe) ₂ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂ 19%	Pérdida al fuego 16.8%
Porcentajes de minerales de acuerdo a su espectro	Kaolinite Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₅ 60.1%	Quartz (SiO ₂) 22.6%	Illite (Al, Mg, Fe) ₂ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂ 22.8%	Quartz (SiO ₂) 20.8%

Nota: Datos de la investigación, 2022.

En la tabla 5 se muestran los resultados de laboratorio para las características químicas de las 4 muestras de recolección. De la cual en la M-1 se puede observar que la colinita llega a un 60.1% en comparación con las otras 3 muestras, la M-1 es la más sobresaliente. También se puede observar que la M-4 presenta menor porcentaje de óxido de silicio con 20.8%, el cual es una desventaja para la calidad de los caolines por su

aspereza. Así mismo la M-4 tiene mayor porcentaje de illita (23.7%), y la M-2 es la que tiene menor porcentaje de pérdida al fuego (14.6%).

Para el cálculo del factor de seguridad se consideró los siguientes datos:

Referente a las características del diseño:

Talud de material único, homogéneo.

Ninguna presión de agua, seco.

Búsqueda de superficie de desplazamiento circular.

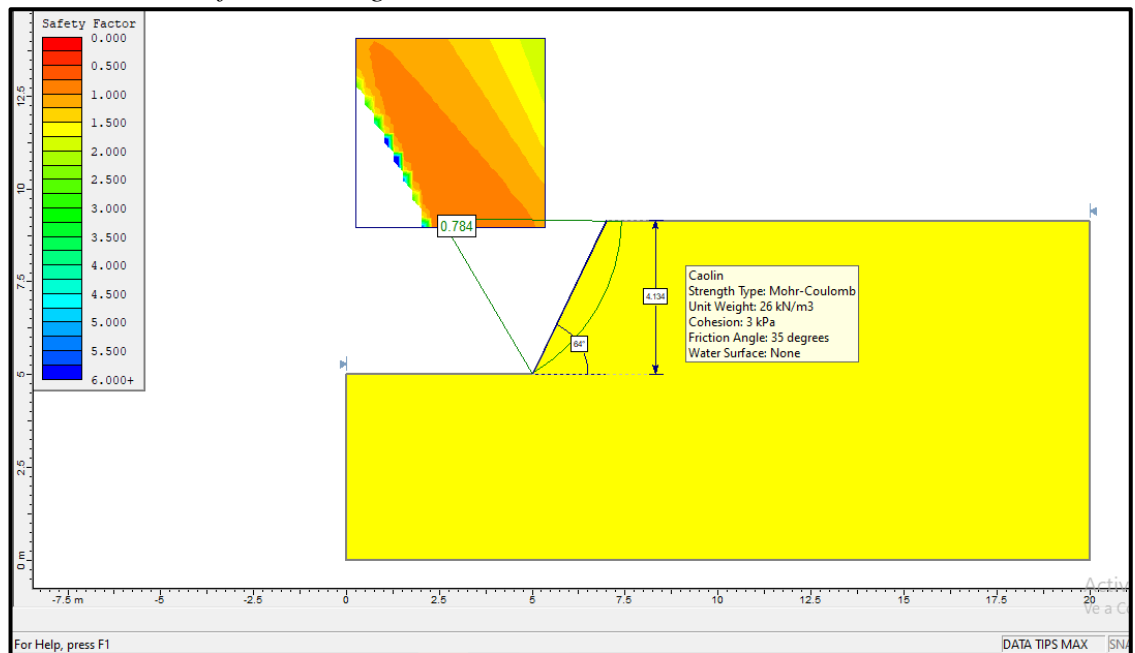
Peso volumétrico: 26 kN/m³

Cohesión: 3 KN/m²

Ángulo de fricción: 35°

Figura 7

Cálculo de factor de seguridad con Slide 5.0



Nota: Datos de la investigación, 2022.

Según la figura 7, el F.S. calculado es de 0.784, es decir nuestro F.S. aproximado es igual a 1. El factor de seguridad F.S. constituye un elemento de referencia para evaluar la estabilidad de un talud. Este factor puede entenderse como la relación entre la

resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla, La relación entre el valor del FS y la estabilidad del talud es: $F.S. < 1$ es talud inestable; el talud ante estas condiciones puede sufrir deslizamientos o roturas. Para $F.S. = 1$ es condición límite de estabilidad asociada a una inminente rotura. Si, $FS > 1$, se considera talud estable; cuanto mayor sea el factor de seguridad, menor será la posibilidad de que el talud sufra rotura cuando es sometido a condiciones críticas (Mucuta, Cartaya, y Watson, 2020).

Por la tanto en nuestra investigación como el F.S. es igual a 1, se encuentra en una condición límite de estabilidad.

Para el diseño de explotación, se busca definir un método que nos de las siguientes

ventajas: Una mayor aceptación del proyecto por parte del entorno socio – económico, como consecuencia de un mejor control medioambiental del proyecto y un mucho menor impacto visual. Posibilidad de proyectar la pista general de transporte en una posición no inamovible. en mucho tiempo. Realizar un transporte horizontal del material. Disminuir el coste de sistemas de drenaje y bombeo.

Figura 8

Método de explotación por banco único



Nota: Datos de la investigación, 2022.

El método de explotación de la cantera es superficial, tajo a cielo abierto y sistema de banco único. El sistema a emplear es de corte y desprendimiento. Las ventajas de este método son, mayor rendimiento en carguío y transporte de material. Además, se tiene mayor control de personas que interfieren directamente en la cantera.

Según nuestro tercer objetivo se determinaron los costos de operación, como se muestra a continuación

Para determinar el cálculo de costos de operación y rendimiento económico, se describe la inversión inicial en la siguiente tabla:

Tabla 6

Inversión inicial

Descripción	Total
Estudios de exploración	300
Construcción y limpieza de vías	1200
Desarrollo proyecto	500
Total (S/.)	2000

Nota: Datos de la investigación,2022.

Con respecto a la maquinaria y equipos, para los gastos en maquinaria se tomarán en cuenta el gasto de adquisición de una mini excavadora y un volquete de 2 m³, por tratarse de un yacimiento pequeño resulta mejor el uso de maquinaria pequeña.

Tabla 7
Alquiler de maquinaria

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR (S/)
Mini excavadora	1	85523.18
Volquete 2m ³	1	75260.39
TOTAL (S/.)		160783.57

Nota: Datos de la investigación,2022.

Tabla 8
Herramientas

DESCRIPCION	CANT.	VALOR /UNIT.	VALOR TOTAL
Barretas	4	33	132
Palanas	4	25	100
Picos	4	25	100
Carretillas	3	129	387
Guantes	6	8	48
Mascarillas	6	2	12
Overoles	4	80	320
Cascos	4	35	140
Zapatos	4	75	300
TOTAL (S/.)			1539

Nota: Datos de la investigación,2022.

Tabla 9
Inversión total

Inversión	Total (S/.)
Inversión inicial	2000
Herramientas	1539
Maquinaria	160783.57
TOTAL (S/.)	164322.57

Nota: Datos de la investigación,2022.

Para los egresos debido a mano de obra directa. Conocemos que la mano de obra directa la constituyen personal técnico y obreros que participan directamente en la explotación.

Tabla 10
Costos por mano de obra directa

Mano de obra	Cant	(S/día)	(S/mes)	(S/año)
Chofer	1	50	1000	12000
Operario	1	60	1200	14400
Peones	2	60	1200	14400
Capataz	1	60	1200	14400
Total		230	4600	55200

Nota: Datos de la investigación,2022.

Los egresos debido a mano de obra indirecta, están conformados por el personal administrativo del proyecto.

Tabla 11
Costos por mano de obra indirecta

Mano de obra	Cant	(S/día)	(S/mes)	(S/año)
Gerente General	1	100	2000	24000
Administrador	1	75	1500	18000
Secretaria	1	60	1200	14400
Total		235	4700	56400

Nota: Datos de la investigación,2022.

Referente a los egresos por maquinaria y equipo, para este punto se debe tener en cuenta que los egresos por maquinaria han sido considerados en la inversión inicial por cuanto la maquinaria utilizada será comprada y su precio será calculado tomando en cuenta el mantenimiento, operadores, combustibles y lubricantes.

Tabla 12
Costos por maquinaria y equipos

Descripción	Cp	I	Co	Total(S/.)
Volquete	12543.4	3512.15	17282.32	33337.87
Mini excavadora	14253.86	3991.08	33625	51869.94
Total				85207.81

Nota: Datos de la investigación,2022.

Tabla 13
Egresos totales anuales

	Egresos	Total(S/.)
Egresos mano de obra directa		55200
Egresos mano de obra indirecta		56400
Egresos por maquinaria y equipo		85207.81
Total		196807.81

Nota: Datos de la investigación, 2022.

Los ingresos totales que se obtendrá de acuerdo a la planificación de la producción anual y la venta del mineral, serán aproximadamente de:

$$\mathbf{Int = Ret * P}$$

$$Int = 44501.93616 * 200$$

$$Int = 8900387.23 \text{ soles}$$

Donde:

Ret = Reservas explotables totales.

P = Precio de 1 Tn de mineral sin tratamiento es de 200 soles /ton.

Para los Ingresos anuales. (Ian)

$$\mathbf{Ian = Int / Tv}$$

$$Ian = 8900387.23 / 13$$

$$Ian = 684645.172 \text{ soles/año}$$

Donde:

Int = Ingresos totales de mineral.

Tv = Tiempo de vida del yacimiento.

Utilidad Bruta. (Ub)

$$Ub = \text{Ingresos anuales} - \text{Egresos Anuales}$$

$$Ub = 684645.172 - 196807.81$$

$$Ub = 487837.362 \text{ soles/año}$$

Utilidad Neta. (Un)

$$Un = \text{Utilidad bruta} - \text{Patentes de conservación}$$

$$Un = 487837.362 - 1026.28$$

$$Un = 486811.082 \text{ soles/año}$$

Inv. Anual = Inversión Total / Tiempo para pagar la inversión para (Tiempo vida de yacimiento)

$$\text{Inv. Anual} = 164322.57 / 13$$

$$\text{Inv. Anual} = 12640.1977 \text{ soles/año}$$

Rentabilidad (R)

$$R = (Un * 100) / \text{Inv. Anual}$$

$$R = 486811.082 * 100 / 12640.1977$$

$$R = 3851.2933 \%$$

Costos de explotación. (Ce)

$$Ce = \text{Egreso anual} / \text{Producción anual}$$

$$Ce = 196807.81 / 3423.23$$

$$Ce = 57.5 \text{ soles/ton}$$

Finalmente se analizaron el VAN y el TIR para la evaluación económica de la

explotación minera del caolín.

Se procedió al cálculo de Valor actual neto y Tasa interna de retorno.

Tabla 14

Flujo de caja

Años	Descripción			Flujo de caja
	Inver. In.	Ingresos	Egresos	
0	-164322.57	0	-196807.81	-361130.38
1		684645.172	-196807.81	487837.362
2		684645.172	-196807.81	487837.362
3		684645.172	-196807.81	487837.362
4		684645.172	-196807.81	487837.362
5		684645.172	-196807.81	487837.362
6		684645.172	-196807.81	487837.362
7		684645.172	-196807.81	487837.362
8		684645.172	-196807.81	487837.362
9		684645.172	-196807.81	487837.362
10		684645.172	-196807.81	487837.362
11		684645.172	-196807.81	487837.362
12		684645.172	-196807.81	487837.362
13		684645.172	-196807.81	487837.362

Nota: Datos de la investigación, 2022.

Para el cálculo de VAN, mediante la sumatoria de los valores actualizados, a una tasa conveniente para el inversionista del flujo neto de fondos, en este caso se tomará una tasa de interés del 10%, que se calculó teniendo en cuenta un conjunto de principios, métodos, procedimientos y normas técnicas que certifica la calidad de los proyectos de

inversión, o tomando en cuenta un préstamo a largo plazo del monto de la inversión.

Tenemos la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j}$$

$$VAN = S/3 300 959.98$$

Donde:

$$I_0 = \text{Inversión inicial} = 164322.57$$

$$i = 10\%$$

$FN = 487837.362$, este flujo de caja va a ser igual para los 13 años, tal como indica la tabla 14, antes descrita.

Para el cálculo de TIR, vamos a encontrar el rendimiento de la inversión determinado en base a sus flujos netos, es la tasa de ganancia anual que solicita ganar el inversionista para llevar a cabo el proyecto. Se halla igualando la fórmula del VAN a cero.

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

$$TIR = 297\%$$

$$\text{Donde } i = \text{Inversión} = 164322.57$$

$$Fn = \text{Flujo de caja en el período } n$$

$$n = \text{Número de períodos} = 13$$

El cual se calculó restando la inversión y considerando los flujos de caja descritos en la tabla 14, desde el año 1 hasta el año 13.

Los resultados de la investigación se resumen a continuación:

Objetivos	Resultados obtenidos
Cálculo de volumen de reservas	Se calcula las reservas de aproximadamente 44501.93619 toneladas métricas secas (TMS), por lo cual la vida óptima será de aproximadamente 13 años, la misma que dependerá del ritmo de producción.
Método de explotación	El método de explotación de la cantera es superficial, tajo a cielo abierto y sistema de banco único. El sistema a emplear es de corte y desprendimiento.
Cálculo de rendimiento económico	Calculando la inversión, los egresos e ingresos se pudo calcular también la rentabilidad o rendimiento económico $R = 3851.2933 \%$
Cálculo de VAN	$VAN = S/3\ 300\ 959.98$
Cálculo de TIR	$TIR = 297\%$

Nota: Datos de la investigación, 2022.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

El objetivo del estudio fue determinar la factibilidad técnica – económica para la explotación minera del caolín en la Concesión Teresita Uno 2010, en el centro poblado la Shilla, distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca, 2022. Como se puede apreciar en la tabla 15, el yacimiento minero del caolín, tiene una vida útil aproximadamente de 13 años y la cantidad de reservas calculadas ascienden a 44 501.94 TMS. Según, el rango de vida debe ser proporcional a las toneladas. Las empresas buscan que el rango de vida media de un yacimiento sea mínimo de 10 años, con lo que está cumpliendo esta concesión minera, debido a la fluctuación en el mercado de los minerales, la cual siempre varía. Según el tiempo de vida es 13 años, nuestro proyecto es viable y económicamente rentable, pues la rentabilidad o rendimiento económico es de 3851.2933 %, con un VAN de S/3 300 959.98 y un TIR de 297%.

Para la estimación del volumen de las reservas de caolín del yacimiento, si nuestros resultados se comparan con la investigación de Condoy (2005), que el proyecto aplicado al yacimiento de no-metálicos (caolines) ha resultado rentable partiendo de una eficiente exploración, la misma que nos da una cuantificación de reservas explotables de muy buenas perspectivas en sus resultados de su investigación, así mismo, en nuestra investigación podemos apreciar, que se obtuvo reservas explotables con una vida útil de la mina que sobrepasa los diez años, resultándonos rentable la explotación de yacimientos de caolín.

También se puede evidenciar en Ortega (2012) en su estudio: “Diseño para la explotación de la cantera de arcilla, barrio Cera- Cantón Loja” – Universidad Técnica Particular de Loja, uno de sus objetivos fue, calcular las reservas para su explotación,

determinando así que el depósito de arcilla cuenta con 6 155,72 TM de reservas probadas y 1353,61 TM probables. Así mismo nuestros resultados son comparados con el estudio de Salazar y Alarcón (2016), denominado “Evaluación económica para explotación de arcillas tipo caolinita en la concesión minera Rumicucho, centro poblado Huayrapongo, distrito de Llacanora, provincia y departamento de Cajamarca, 2016”, en el que indican que la estimación de reservas se realizó por el método de triangulación, dando un tonelaje de 194970.98 TM de caolín. Comparándolo con nuestra investigación en la que obtuvimos aproximadamente 44501.93 TMS, es decir la cuarta parte del tonelaje calculado en esa área del distrito de Llacanora.

Respecto a la determinación de las características químicas del caolín, en la tesis de Salazar y Alarcón (2016), se determinó que, de los minerales presentes en las muestras de caolín, la muestra N° 5 es la más representativa, al tener de caolinita 91.25%. Al hacer una comparación de dicho porcentaje con nuestra investigación, la muestra que tiene mayor porcentaje de caolinita (60.1%) es la muestra N°1. A pesar que nuestro porcentaje es menor, nos indica Torres, et al. (2011) en su artículo titulado “Análisis comparativo de caolines de diferentes fuentes para la producción de metacaolín”, que los caolines con contenidos en caolinita al 50% tratados térmicamente, dan origen a metacaolín de muy buena calidad, por tanto, es posible la producción de este a nivel nacional en diferentes grados de pureza para ser utilizado en la elaboración de morteros y concretos con buenas prestaciones. Es decir, de acuerdo a lo hallado en nuestra investigación, resultará beneficioso para fines de la construcción, la calidad de esta arcilla, ya que para nuestras 4 muestras el porcentaje de caolinita es mayor al 50%.

Torres, et al. (2011) al comparar las características químicas de los caolines presentadas en sus 5 muestras con las de un caolín (45,73% SiO₂, 37,36% Al₂O₃, 0,79% Fe₂O₃, 13,91% de pérdida al fuego) cuyo porcentaje de pureza es del 97% en caolinita,

observaron una composición bastante similar para sus muestras 1 y 3, por lo que su análisis se llevó a cabo solamente para los caolines 1, 3 y 5, debido a que esas tres muestras resultaron ser las de mayor proporción en caolinita y en consecuencia las únicas que reportaron una transformación a metacaolín luego de su tratamiento térmico. En nuestro caso la muestra 4 tiene 20.8% SiO_2 , la muestra 2 tiene 36.4% Al_2O_3 , la muestra 2 tiene 12.9% Fe_2O_3 , por último, la muestra 2 tiene 14.6% de pérdida al fuego, para comprender mejor el metacaolín (MK), es un aluminosilicatos de carácter amorfo y alta reactividad, que mezclado con cal o cemento actúa como puzolana y les concede a los morteros y concretos excelentes propiedades cuando se adiciona al cemento, tal como una resistencia a la compresión superior y excelentes propiedades de durabilidad. Así mismo, su color blanco lo hace muy interesante para aplicaciones arquitectónicas.

Luego de determinar las características topográficas y de accesibilidad, según la forma del yacimiento, su inclinación, el método de explotación de la cantera es superficial, tajo abierto, utilizando un banco único, empleando corte y desprendimiento; de igual manera, Ortega (2012), en su trabajo de investigación menciona que, de acuerdo a las características del depósito, situación geográfica del terreno y a las obras civiles emplazadas en el sector se determinó que el sistema de explotación idóneo para éste depósito es el método de cantera (bancos descendentes).

Así también Avila y Tobo (2014), nos comentan que la elección del método de explotación a aplicar depende de las características geológicas, geomecánicas y físicas del yacimiento, como los requerimientos en productividad y equipos disponibles, por ello han seleccionado un método que garantice la explotación segura, racional y económicamente rentable del proyecto, por lo tanto el sistema que emplearan es un banqueo descendente, con secuencia de explotación sugerida mediante algoritmos de Lerchs – Grossmann, donde la programación dinámica, es otra de las técnicas de la

investigación de operaciones que ofrece grandes ventajas en la solución de múltiples problemas, del mundo industrial moderno.

Con respecto a los costos de operación, Gil (2014) nos indica en su proyecto de investigación titulado “Explotación y comercialización de minerales no metálicos proyecto minero caolín” que la inversión para este proyecto sería de US\$ 10 093 417.58, esto debido a que esta considerando entre sus gastos, el requerimiento de inversión a los costos de inversión fja, activos intangibles, capital de trabajo, los imprevistos (10% inversión fija), y al estudio de impacto ambiental. A lo cual comparandola con la inversión que se necesitaria en la concesión Teresita Uno 2010, que es de S/ 164 322.57, notamos que es menor y asequible, por la diferencia entre ambos proyectos.

Por otra lado, Salazar y Alarcón (2016) en su investigación, nos indican que tendrán una inversión inicial de S/ 300 000, y concluyen que con la evaluación mediante CASH FLOW obtienen un tiempo de vida de 20.31 años de explotación de arcillas de tipo caolinitas, de igual manera, en nuestro trabajo de investigación en este yacimiento de caolín, al analizar el VAN y el TIR para la evaluación económica de la explotación minera del caolín, calculamos un VAN = S/3 300 959.98 y TIR = 297% obteniendo una vida útil de 13 años.

Gil (2014) nos comenta que con una inversión de US\$ 10 093 417.58, obtuvo los siguientes indicadores económicos para el proyecto en 5 años, VAN = US\$ 2 754 253,08, TIR = 46,47 %, B/C =1,84, y un período de recuperación económica = 2,34 años. Por lo que concluye que económica y financieramente ese proyecto es rentable, al igual que en nuestro trabajo de investigación ya que los resultados obtenidos han sido positivos y satisfactorios, para este estudio técnico económico para la explotación minera del caolín.

Según Ramirez (2022), nos ilustra que si el VAN > 0, cuando el valor obtenido es

mayor a cero (0) se asume que el proyecto será rentable y que la TIR es el porcentaje de beneficio o pérdida que se puede obtener de una inversión

Las limitaciones encontradas fueron:

Carencia de antecedentes sobre investigaciones referentes a como se debe explotar yacimientos de caolín, y como se puede estimar el rendimiento económico de un yacimiento de caolín.

Falta de accesibilidad a la zona de trabajo para la recolección de muestras, en un comienzo debido a la pandemia.

Respecto a las implicancias de nuestro estudio, tenemos:

Con los resultados presentados, se concluye que el factor de seguridad influye directamente en la estabilidad de taludes, existen varios métodos para su cálculo, en la investigación se utilizó Slide 5.0, debido a que este es sencillo de aplicar y brinda resultados concisos y con ligero margen de error. Las condiciones de estabilidad indican que un factor de seguridad cercano a 1 garantiza una buena estabilidad.

La explotación del yacimiento de caolín permitirá una mejor formación de nuestros profesionales y la investigación podrá ser utilizada en nuevos emprendimientos mineros y el desarrollo y el fortalecimiento de las capacidades de investigación científica y tecnológica en el ámbito minero.

Se recomienda utilizar métodos geo estadísticos que involucren el conocimiento de software en minería, para hallar con mayor precisión la estimación de reservas presentes en el yacimiento. Asimismo, realizar otros estudios, para la caracterización química del caolín, tomando en cuenta una mayor cantidad de muestras para el análisis químico y de esa manera, tener mejor información de la calidad del caolín en el yacimiento de la concesión minera Teresita Uno 2010.

CONCLUSIONES

Se concluye que, el yacimiento tiene una vida útil aproximadamente de 13 años y la cantidad de reservas calculadas ascienden a 44 501.94 TMS. Según el tiempo de vida es 13 años, nuestro proyecto es viable y económicamente rentable, pues la rentabilidad o rendimiento económico es de 3851.2933 %, con un VAN de S/3 300 959.98 y un TIR de 297%.

Se estimó el volumen de las reservas de caolín del yacimiento, concluyéndose que estas tienen 44 501.94 TMS, empleando la metodología clásica. También se determinó las características químicas del caolín, concluyendo que, de las 4 muestras analizadas, la M-1 tiene mayor contenido de caolinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_5$) en un 60.1%, óxido de Silicio (SiO_2) 26.4%, óxido de Aluminio (Al_2O_3) 32.6%, óxido férrico (Fe_2O_3) 18.7%, pérdida al fuego 19.4%, cuarzo (SiO_2) 20.9%, illita ($\text{Al, Mg, Fe}_2\text{Si, Al}_4\text{O}_{10}(\text{OH})$) 19%.

Se determinó las características topográficas y de accesibilidad para aplicar el método de explotación, concluyendo que el ángulo de fricción es de 35° , con un F.S. calculado de 0.784, y el método de explotación seleccionado es a tajo abierto, utilizándose un solo banco. La accesibilidad es buena, utilizándose para el transporte de caolín, volquetes de 2m^3 de capacidad.

Se determinó los costos de operación y la rentabilidad económica del proyecto, concluyéndose que el costo de operación es 57.5 soles/ton. También se concluye que la inversión total es S/ 164 322.57, y al analizarse el VAN y el TIR para la evaluación económica de la explotación minera del caolín, el VAN es de S/3 300 959.98 y el TIR de 297%. Con estos resultados, se concluye que nuestro proyecto es viable y económicamente rentable.

REFERENCIAS

- Aguilera, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Scielo*, 11(2). 322-343. <https://acortar.link/Q8gBv6>
- Avila, C. A., & Tobo, R. A. (2014). *Diseño del método de explotación a cielo abierto para la mina el Diamante, dentro del contrato en virtud de aporte N°00904-15 en el Municipio de Tibasosa, vereda la Carrera departamento de Boyacá* [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia] Repositorio UPTC. <https://acortar.link/QIBODK>
- Condori, B. (2016). *Diseño de explotación de cantera para agregados, distrito de Huayucachi* [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Condoy, H. (2005). *Estimación de reservas y elección de la mejor alternativa en la explotación de caolín en la concesión minera los cruceros, del barrio Cola, Parroquia Guachanamá, Cantón Paltas provincia de Loja* [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital UNL. <https://acortar.link/xAAAR3>
- Coordinación General de Minería. (2014). *Desarrollo minero*. Perfil del mercado de Caolin. <https://acortar.link/6EFLge>
- Cruzado, G. (2011). *Estudio de geología*. Gobierno Regional de Cajamarca, Cajamarca. <https://acortar.link/pKnfbG>
- Enciclopedia Universal (2012). Viabilidad técnica. *Academic*.
- Esan (2016, 26 setiembre). *Evaluación económica y financiera de proyectos*. Conexión Esan. <https://acortar.link/OWvrWi>
- Fernandes, M. (2018, 4 de Junio). Cómo calcular el costo de mano de obra directa. *Cuida tu dinero*. <https://acortar.link/Xi0H1q>
- Fuentes, E., & Bohorquez, I. (2016). *Diseño del método de explotación para la mina de arcilla Asaguayabal*. <https://acortar.link/qCrC3L>
- Gaibor, D. O. (2016). *Diseño de explotación de Caolín existente en el área de Sinabamba, ubicada en la parroquia la Asunción, Cantón San José de Chimbo, provincia de Bolívar* [tesis de maestría, Universidad Central del Ecuador. Ecuador. <https://acortar.link/EvgAYk>
- Gil, F. (2014). *Explotación y comercialización de minerales no metálicos proyecto minero caolín*. Francisco Gil. <https://acortar.link/MoD5RD>

- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). Mc Graw Hill.
- Hernández, Y.I. (2017). *Caracterización mineralógica y geoquímica de caolines del área de Huayacocotla, Veracruz, (México) para uso industrial* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México] Repositorio Institucional UNAM. <https://acortar.link/SsVedA>
- Herrera, J. (2006). Métodos de Minería a Cielo Abierto. Universidad Politécnica de Madrid. *Departamento de Explotación de Recursos Minerales y Obras Subterráneas*. <https://doi.org/10.20868/UPM.book.10675>.
- INDECI. (2005). Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de los Baños del Inca. *Municipalidad Distrital de Baños del Inca*. <https://acortar.link/EmE89t>
- INGEMMET. (2001). Proyectos de inversión minera y prospectos en estudio. *Sector Energía y minas*. <https://acortar.link/yPlwhs>
- Instituto Nacional de Aprendizaje. (2018). Concepto de propiedad, planta y equipo. *inapidte*. <https://acortar.link/IIZa4s>
- Ionos. (2019, 12 de setiembre). Resumen del plan de inversión. *Startup Guide*. <https://acortar.link/IPVfjm>
- Miranda, J. (2019, 28 de Febrero). Costos de operación. *Prezi*. <https://acortar.link/hITqfm>
- Mucuta, H. V., Cartaya, M., y Watson, R. L. (2020). Evaluación de estabilidad en taludes del yacimiento Castellano mediante el cálculo del factor de seguridad. *SciELO*, 36(4). 441-450. <https://acortar.link/Rv9yTS>
- Ortega, P. V. (2012). *Diseño de la explotación para la cantera de arcilla, barrio Cera - cantón Loja* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja]. Repositorio Institucional UTPL. <https://acortar.link/3btRld>
- Perez, J., & Merino, M. (2015). *Arcilla - Qué es, definición y concepto*. Definición.pe. <https://definicion.de/arcilla/>
- Ramirez, P. (2022, 26 de septiembre). Van y TIR: Concepto, diferencias y cómo calcularlos. *economía 3*. <https://acortar.link/Es4sbG>
- Read, J. y Stacey (2009). *Guidelines for Open Pit Slope Design (1ra ed.)*. CSIRO Publishing.
- Salazar, F., & Alarcón, F. C. (2016). *Evaluación económica para explotación de arcillas tipo caolinita en la concesión minera Rumicucho, centro poblado Huayrapongo*,

distrito de Llacanora, provincia y departamento de Cajamarca, 2016 [tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN.
<https://acortar.link/RbRlzK>

Santa Cruz, E. (2017, 24 de enero). Fundamentos financieros: El valor actual neto (VAN).

Esan business/conexionessan. <https://acortar.link/8iLFUg>

Sevilla, A. (2014, 15 de julio). Tasa interna de retorno. *Economipedia*.

<https://acortar.link/8o6yd>

Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A. y Víctor Zurita (Editores) (2017). La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país. *Osinergmin*. <https://acortar.link/6qUIhl>

Torres, J., De Gutiérrez, R., Castelló, R., & Vizcayno, C. (2011). Análisis comparativo de caolines de diferentes fuentes para la producción de metacaolín. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 31(1). 35-43.

<https://acortar.link/KualIo>

World Min Statistics. (2011, 27 octubre). *Producción minera mundial de caolín*.

Panorama Minero. <https://acortar.link/0sy9hI>

ANEXOS

Anexo N° 1 Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Estudio técnico económico	El estudio técnico económico de un proyecto de inversión consiste en diseñar la función de producción óptima, que mejor utilice los recursos disponibles para obtener el producto deseado.	Sirve para definir si se debe invertir el capital en un proyecto. Para ello es necesario medir el valor del proyecto en función a los beneficios que genera y los costos que requiere.	Estudio Técnico Estudio Económico	Inversión total Costos Flujo de caja	Razon
Caolín	Es un silicato de aluminio hidratado (Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄) blanca muy pura usada principalmente en la fabricación de porcelana, ladrillo, alfarería, etc. El término caolín es utilizado en la industria para nombrar tanto a una roca como a un mineral	Es un silicato de aluminio hidratado, producto de la descomposición de rocas feldespáticas; su utilización principal en este trabajo es para fabricación de ladrillo.	Reserva	Vida Util	Razon

Anexo N° 2 Matriz de consistencia.

Problema de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Técnicas e instrumentos
<p>¿Es factible la explotación minera del caolín en la concesión Teresita Uno, Cajamarca 2022, a partir del estudio técnico económico?</p>	<p>General:</p> <p>Determinar la factibilidad del estudio técnico – económico para la explotación minera del caolín en la Concesión Teresita Uno 2010, Cajamarca 2022.</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimar el volumen y características químicas para la explotación minera del caolín en la Concesión Teresita Uno 2010, Cajamarca 2022. • Determinar las características topográficas y de accesibilidad para la aplicación del método de explotación minera del caolín en la Concesión Teresita Uno 2010, Cajamarca 2022. • Analizar la viabilidad económica mediante el VAN y TIR para la explotación minera del caolín en la Concesión Teresita Uno 2010, Cajamarca 2022. 	<p>H. General:</p> <p>Mediante el estudio técnico económico se debe hacer viable la explotación minera de caolín en la Concesión teresita Uno 2010, Cajamarca 2022.</p>	<p>V. Independiente:</p> <p>Caolín</p> <p>V. Dependiente:</p> <p>Estudio técnico económico</p>	<p>Propósito: Aplicada</p> <p>Enfoque:</p> <p>Cuantitativa</p> <p>Diseño:</p> <p>No Experimental</p> <p>Transversal Descriptivo</p> <p>Unidad de estudio:</p> <p><u>Población:</u></p> <p>Caolín presente en la concesión minera TERESITA UNO 2010, Cajamarca 2022.</p> <p><u>Muestra:</u></p> <p>Caolín presente en las dos labores de trabajo de la concesión minera TERESITA UNO 2010, Cajamarca 2022.</p>	<p>Técnicas:</p> <p>Observación</p> <p>Análisis documental</p> <p>Instrumento:</p> <p>Fichas de reportes</p> <p>Guía documental</p> <p>Análisis de datos:</p> <p>Excel, ArcGIS y AutoCad.</p>

Anexo N° 3 Análisis de espectros minerales

 NRO. MUESTRA ORIGINAL		ANÁLISIS DE ESPECTROS MINERALES CUADRÁNGULO		COORDENADAS	
				N	E
M - 1				9 211 670	777 156
SOLICITA	Palma Chacón Anilzo				
	Valdivia Gonzales, Robert Luciano				
TESIS	ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO DE CAOLÍN EN LA CONCESIÓN TERESITA UNO, 2010, CAJAMARCA 2022				
PROCEDENCIA	CP. La Shilla, distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			FOTOGRAFÍA		
ROCA SEMICOMPACTA DE COLORACIÓN GRIS, PRESENTA VARIAS LAMINACIONES					
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CAOLINES EN ESTUDIO					
NOMBRE		FÓRMULA		PORCENTAJE (%)	
Óxido de Silicio		SiO ₂		26.4	
Óxido de Aluminio		Al ₂ O ₃		32.6	
Óxido Férrico		Fe ₂ O ₃		18.7	
Pérdida al fuego				19.4	
PORCENTAJE DE MINERALES DE ACUERDO A SU ESPECTRO					
Quartz		SiO ₂		20.9	
Illite		Al,Mg,Fe)2Si,Al)4O ₁₀ (OH)		19	
Kaolinite		Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₅		60.1	
 Dr. Hugo Mosquera Estraper JEFE DE LABORATORIO CIP 27664					

Figura 1.

Reporte de ensayo de laboratorio para la M-1.

		ANÁLISIS DE ESPECTROS MINERALES		
		CUADRÁNGULO	COORDENADAS	
NRO. MUESTRA ORIGINAL			N	E
M - 2			9 211 649	777 156
SOLICITA	Palma Chacón Anilzo			
	Valdivia Gonzales, Robert Luciano			
TESIS	ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO DE CAOLÍN EN LA CONCESIÓN TERESITA UNO, 2010, CAJAMARCA 2022			
PROCEDENCIA	CP. La Shilla, distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca			
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA		FOTOGRAFÍA		
ROCA SEMICOMPACTA DE COLORACIÓN GRIS BLANQUECINA, PRESENTA VARIAS LAMINACIONES				
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CAOLINES EN ESTUDIO				
NOMBRE	FÓRMULA	PORCENTAJE (%)		
Óxido de Silicio	SiO ₂	28.6		
Óxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	36.4		
Óxido Férrico	Fe ₂ O ₃	12.9		
Pérdida al fuego		14.6		
PORCENTAJE DE MINERALES DE ACUERDO A SU ESPECTRO				
Quartz	SiO ₂	22.6		
Illite	Al,Mg,Fe)2Si,Al)4O10((OH)	22.8		
Kaolinite	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₅	54.6		
 Dr. Hugo Mosquera Estrada JEFE DE LABORATORIO CIP 27664				

Figura 2.

Reporte de ensayo de laboratorio para la M-2.

 NRO. MUESTRA ORIGINAL M - 3		ANÁLISIS DE ESPECTROS MINERALES	
		CUADRÁNGULO	COORDENADAS
			N
		9 211 653	777 151
SOLICITA	Palma Chacón Anilzo Valdivia Gonzales, Robert Luciano		
TESIS	ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO DE CAOLÍN EN LA CONCESIÓN TERESITA UNO, 2010, CAJAMARCA 2022		
PROCEDENCIA	CP. La Shilla, distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA		FOTOGRAFÍA	
ROCA SEMICOMPACTA DE COLORACIÓN GRIS BLANQUECINA, PRESENTA VARIAS LAMINACIONES			
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CAOLINES EN ESTUDIO			
NOMBRE	FÓRMULA	PORCENTAJE (%)	
Óxido de Silicio	SiO ₂	25.3	
Óxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	33.6	
Óxido Férrico	Fe ₂ O ₃	17.4	
Pérdida al fuego		15.6	
PORCENTAJE DE MINERALES DE ACUERDO A SU ESPECTRO			
Quartz	SiO ₂	25.3	
Illite	Al,Mg,Fe)2Si,Al)4O10(OH)	20.7	
Kaolinite	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₅	54	
 Dr. Hugo Mosquera Estrater JEFÉ DE LABORATORIO CIP 27664			

Figura 3.

Reporte de ensayo de laboratorio para la M-3.

		ANÁLISIS DE ESPECTROS MINERALES	
		COORDENADAS	
NRO. MUESTRA ORIGINAL		CUADRÁNGULO	
M - 4		N	E
		9 211 648	777 153
SOLICITA	Palma Chacón Anilzo Valdivia Gonzales, Robert Luciano		
TESIS	ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO DE CAOLÍN EN LA CONCESIÓN TERESITA UNO,2010, CAJAMARCA 2022		
PROCEDENCIA	CP. La Shilla, distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA		FOTOGRAFÍA	
ROCA SEMICOMPACTA DE COLORACIÓN GRIS BLANQUECINA, PRESENTA VARIAS LAMINACIONES			
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CAOLINES EN ESTUDIO			
NOMBRE	FÓRMULA	PORCENTAJE (%)	
Óxido de Silicio	SiO ₂	20.8	
Óxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	35.9	
Óxido Férrico	Fe ₂ O ₃	21.2	
Pérdida al fuego		16.8	
PORCENTAJE DE MINERALES DE ACUERDO A SU ESPECTRO			
Quartz	SiO ₂	20.8	
Illite	Al,Mg,Fe)2Si,Al)4O ₁₀ (OH)	23.7	
Kaolinite	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₅	55.5	
 Dr. Hugo Mosquera Estriver JEFE DE LABORATORIO CIP 27664			

Figura 4.

Reporte de ensayo de laboratorio para la M-4.

ANEXO N° 2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 2
Coordenadas de la delimitación de área para estimación de reservas.

Este	Norte	Elevación
777078.921	9211601.18	2720.5
777105.912	9211607.62	2720.5
777108.637	9211621.21	2720.5
777113.74	9211634.99	2720.5
777133.399	9211648.19	2720.5
777147.222	9211666.84	2720.5
777157.676	9211689.19	2720.5
777156.888	9211689.3	2720.5
777131.385	9211715.43	2720.5
777101.677	9211697.05	2720.5
777088.538	9211651.41	2720.5
777081.903	9211618.4	2720.5
777078.921	9211601.18	2720.5
777088.538	9211651.41	2720.5
777081.903	9211618.4	2720.5
777078.921	9211601.18	2720.5

Nota: Datos de la investigación, 2023.

Tabla 3
Estimación de reservas

Área	=	4343.627	m ²
Altura	=	4.14	m
Volumen	=	18016.97821	m ³
Densidad (Caolín)	=	2.6	Kg/m ³
Reservas Probables	=	46844.14335	Tn
Vegetación	=	2342.207168	Tn
Reservas Probadas	=	44501.93619	Tn

Nota: Datos de la investigación,2023.

Tabla 4
Vida útil del yacimiento.

VOLUMEN TOTAL DE CAOLÍN (m3)		18016.97821	m ³
RITMO DE EXPLOTACIÓN (Ton/día)		15	Tn/día
VIDA ÚTIL DE YACIMIENTO (días)		3124.9	días
VIDA ÚTIL DE YACIMIENTO (meses) - (20 días/mes)		156.245	meses
VIDA ÚTIL DE YACIMIENTO (años)		13	años

Nota: Datos de la investigación,2023.

Tabla 5
Características químicas de las muestras de recolección

Muestras	M-1	M-2	M-3	M-4	
		Roca	Roca	Roca	
	Roca	semicompacta	semicompacta	semicompacta	
	semicompacta	de coloración	de coloración	de coloración	
	de coloración	gris	gris	gris	
Características de la muestra	gris, presenta	blanquecina,	blanquecina,	blanquecina,	
	varias	presenta	presenta	presenta	
	laminaciones	varias	varias	varias	
		laminaciones	laminaciones	laminaciones	
Óxido de Silicio (SiO ₂)	26.4%	28.6%	25.3%	20.8%	
Composición química de los caolines en estudio	Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	32.6%	36.4%	33.6%	35.9%
	Óxido férrico (Fe ₂ O ₃)	18.7%	12.9%	17.4%	21.2%
	Pérdida al fuego	19.4%	14.6%	15.6%	16.8%
Porcentajes de minerales de acuerdo a su espectro	Quartz (SiO ₂)	20.9%	22.6%	25.3%	20.8%
	Illite (Al, Mg, Fe) ₂ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂	19%	22.8%	20.7%	23.7%
	Kaolinite Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₅	60.1%	54.6%	54%	55.5%

Nota: Datos de la investigación, 2023.

Tabla 6
Inversión inicial.

Descripción	Total
Estudios de exploración	300
Construcción y limpieza de vías	1200
Desarrollo proyecto	500
Total (S/.)	2000

Nota: Datos de la investigación,2023.

Tabla 7
Alquiler maquinaria.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR (S/)
Mini excavadora	1	85523.18
Volquete 2m ³	1	75260.39
TOTAL (S/.)		160783.57

Nota: Datos de la investigación,2022.

Tabla 8
Herramientas.

DESCRIPCION	CANT.	VALOR /UNIT.	VALOR TOTAL
Barretas	4	33	132
Palanas	4	25	100
Picos	4	25	100
Carretillas	3	129	387
Guantes	6	8	48
Mascarillas	6	2	12
Overoles	4	80	320
Cascos	4	35	140
Zapatos	4	75	300
TOTAL (S/.)			1539

Nota: Datos de la investigación,2022.

Tabla 9
Inversión total.

Inversión	Total (S/.)
Inversión inicial	2000
Herramientas	1539
Maquinaria	160783.57
TOTAL (S/.)	164322.57

Nota: Datos de la investigación,2022.

Tabla 10
Costos por mano de obra directa

Mano de obra	Cant	(S/día)	(S/mes)	(S/año)
Chofer	1	50	1000	12000
Operario	1	60	1200	14400
Peones	2	60	1200	14400
Capataz	1	60	1200	14400
Total		230	4600	55200

Nota: Datos de la investigación,2022.

Tabla 11
Costos por mano de obra indirecta

Mano de obra	Cant	(S/día)	(S/mes)	(S/año)
Gerente General	1	100	2000	24000
Administrador	1	75	1500	18000
Secretaria	1	60	1200	14400
Total		235	4700	56400

Nota: Datos de la investigación,2022.

Tabla 12
Costos por maquinaria y equipos.

Descripción	Cp	I	Co	Total(S/.)
Volquete	12543.4	3512.15	17282.32	33337.87
Mini excavadora	14253.86	3991.08	33625	51869.94
Total				85207.81

Nota: Datos de la investigación,2022.

Tabla 13
Egresos totales anuales.

	Egresos	Total(S/.)
Egresos mano de obra directa		55200
Egresos mano de obra indirecta		56400
Egresos por maquinaria y equipo		85207.81
Total		196807.81

Nota: Datos de la investigación,2022.

Tabla 14
Flujo de caja

Años	Descripción			Flujo de caja
	Inver. In.	Ingresos	Egresos	
0	-164322.57	0	-196807.81	-361130.38
1		684645.172	-196807.81	487837.362
2		684645.172	-196807.81	487837.362
3		684645.172	-196807.81	487837.362
4		684645.172	-196807.81	487837.362
5		684645.172	-196807.81	487837.362
6		684645.172	-196807.81	487837.362
7		684645.172	-196807.81	487837.362
8		684645.172	-196807.81	487837.362
9		684645.172	-196807.81	487837.362
10		684645.172	-196807.81	487837.362
11		684645.172	-196807.81	487837.362
12		684645.172	-196807.81	487837.362
13		684645.172	-196807.81	487837.362

Nota: Datos de la investigación, 2022.

ANEXO N° 3. FOTOS DE LA CONCESIÓN MINERA Y DE LOS INVESTIGADORES



Foto 1. Talud de explotación de Caolín.



Foto 2. Investigadores realizando el levantamiento topográfico.