



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Estimación de recursos para determinar la viabilidad del Proyecto Andalucita en la
concesión Armando, REFRACTARIOS PERUANOS S.A Paita - Piura

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera De Minas

AUTORA:

Br. Acosta Montenegro Ledimar Andrea (ORCID 0000-0003-0933-2573)

ASESOR:

Mg. Gonzales Torres Jorge Omar (ORCID 0000-0002-4870-2402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de yacimientos minerales

Chiclayo – Perú

2019

Dedicatoria

A DIOS

El presente trabajo de investigación es dedicado primordialmente a Dios por su infinito amor y darme la oportunidad de estar más cerca de mi meta.

A MI MADRE

A mi madre porque ella siempre estuvo a mi lado brindándome todo su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona. Por sus palabras, confianza y por brindarme el tiempo necesario para mi formación profesional.

A JOSÉ M. SERNAQUE CHUNA

Por todo su apoyo incondicional que me ha brindado durante la realización del trabajo de investigación.

A MIS PROFESORES

A mis profesores que se han tomado el tiempo para transmitirme sus conocimientos para lograr mis metas y así lograr lo que me proponga.

Agradecimiento

A LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO Que me dio la bienvenida y la oportunidad de recibir me en sus instalaciones y a la vez nos está formando para un futuro como ingenieros de minas.

*A LA EMPRESA ANDALUCITA S.A
Por su apoyo incondicional al brindarme los datos necesarios para la realización de mi investigación.*

**A LA MSc. SILVIA J. AGUINAGA
VÁSQUEZ**

Por guiarme en cada paso en realizar mi trabajo de investigación, por el apoyo, tiempo y sobre todo paciencia en todo este tiempo del ciclo académico.

**A JANET HUAMÁN VERA y RHONI DÍAZ
DÍAZ**

Por todo su valioso ayuda que me han brindado durante la realización del trabajo de investigación.

Página del jurado

1030



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

El Fedatario de la Universidad César Vallejo
DA FE: FILIAL CHICLAYO
Que es copia fiel del documento original
Chiclayo, **18 NOV 2019**

Dr. Roger A. Rodríguez Ravelo
FEDATARIO

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 08:00 horas del día 18 de noviembre de 20 19, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 034 - 20 19/UCV-CH, de fecha 15 de noviembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA", presentada por la: Bach ACOSTA MONTENEGRO LEDIMAR ANDREA con la finalidad de obtener el Título de Ingeniera de Minas, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- Presidente: Mg. Orlando Alex Siccha Ruiz
- Secretario: Mg. Javier Ángel Salazar Ipanaqué
- Vocal: Mg. Jorge Omar Gonzales Torres

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Por unanimidad.

Siendo las 09:00 horas del mismo día, se dió por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 18 de noviembre de 2019

Mg. Orlando Alex Siccha Ruiz
Presidente

Mg. Javier Ángel Salazar Ipanaqué
Secretario

Mg. Jorge Omar Gonzales Torres
Vocal

Declaratoria de autenticidad

Yo, Acosta Montenegro Ledimar Andrea con DNI N°74141447, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, autora de la Tesis la cual lleva como título “Estimación de recursos para determinar la viabilidad del proyecto Andalucita en la concesión Armando, REFRACTARIOS PERUANOS S.A Paita – Piura, declaro lo siguiente:

El contenido de esta tesis es original, es el resultado de trabajo diario, no ha sido imitado, se usaron ideas, formulaciones, márgenes, etc., propias del autor. Se ha empleado contenido importante el cual se ha extraído de libros e incluso de otros proyectos de tesis, los cuales han sido citados según los derechos del autor.

Considerando lo anterior soy responsable de que el hecho de no respetar los derechos de autor y el hacer copia, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que tomo cualquier responsabilidad que pudiese haber con respecto a esta tesis.

De tal modo, me hago responsable ante la Universidad o terceros, de cualquier anomalía que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado.

Chiclayo, de 05 de julio del 2019



FIRMA

DNI: 74141447

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Trabajos previos.....	6
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	12
1.4. Formulación del problema	26
1.5. Justificación del estudio.....	26
1.6. Hipótesis	27
1.7. Objetivos.....	27
II. MÉTODO.....	28
2.1. Tipo y diseño de investigación	28
2.2. Operacionalización de variables	28
2.3. Población y muestra.....	30
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	30
2.5. Procedimiento	32
2.6. Método de análisis de datos	34
2.7. Aspectos éticos.....	35
III. RESULTADOS	36
IV DISCUSIÓN.....	71
V CONCLUSIONES	73
VI RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS	76
ANEXOS	83
Acta de aprobación de originalidad de tesis	108

Reporte de Turnitin.....	109
Autorización de publicación de tesis en Repositorio Institucional UCV	110
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	111

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Estudio de viabilidad. Fuente: Zepeda (2015).</i>	21
<i>Tabla 2: Cuadro de operacionalización de variables.</i>	29
<i>Tabla 3: Geología regional.</i>	36
<i>Tabla 4: Geología local.</i>	37
<i>Tabla 5: Ubicación del área de estudio.</i>	38
<i>Tabla 6: Dimensionamiento del área de estudio.</i>	39
<i>Tabla 7: Coordenadas de ubicación de las calicatas.</i>	39
<i>Tabla 8: Resumen de los azimut y buzamiento de cada calicata.</i>	40
<i>Tabla 9: Resumen del análisis de muestras.</i>	40
<i>Tabla 10: Análisis litológico del área de estudio.</i>	41
<i>Tabla 11: Análisis litológico del área de estudio.</i>	41
<i>Tabla 12: Limites del modelo de bloques.</i>	43
<i>Tabla 13: Interpolación inversa a la distancia para el bloque (6/48/47).</i>	44
<i>Tabla 14: Clasificación de recursos medidos, indicados e inferidos.</i>	46
<i>Tabla 15: Cantidad de recursos.</i>	47
<i>Tabla 16: Atributos para el bloque.</i>	48
<i>Tabla 17: Resumen del cálculo.</i>	48
<i>Tabla 18: Cantidad de Andalucita.</i>	49
<i>Tabla 19: Costos mina.</i>	51
<i>Tabla 20: Costos mina.</i>	51
<i>Tabla 21: Costos planta.</i>	52
<i>Tabla 22: Costos administrativos.</i>	53
<i>Tabla 23: Datos Generales.</i>	54
<i>Tabla 24: Beneficio.</i>	54
<i>Tabla 25: Resumen de ley y beneficio.</i>	56
<i>Tabla 26: Ingreso Total.</i>	57
<i>Tabla 27: Egreso Total.</i>	58

<i>Tabla 28: Utilidades.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 29: Datos Generales.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 30: Beneficio.</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 31: Resumen de ley y beneficio.</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 32: Ingresos.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 33: Egresos.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 34: Utilidad.</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 35: Datos Generales.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 36: Beneficio.</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 37: Resumen de ley y beneficio.</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 38: Ingresos.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 39: Egresos.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 40: Utilidades.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 41: Resumen de rentabilidad.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 42: Reservas.</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 43: Análisis de retorno de la inversión.</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 44: Análisis de retorno de la inversión.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 45: Análisis de retorno de la inversión.</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 46: Escenario 1</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 47: Escenario 2</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 48: Escenario 3.</i>	<i>70</i>

Índice de figuras

<i>Figura 1: Columna estratigráfica de la calicata C-3°.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 2: Porcentaje de leyes de la calicata C-13.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 4: Elipsoide para la interpolación de inversa a la distancia</i>	<i>45</i>
<i>Figura 5: Modelo Geológico.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 6: Vista de clasificación de los recursos</i>	<i>46</i>
<i>Figura 7: Diagrama de barras.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 8: Diagrama de barras.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 9: Beneficio.....</i>	<i>55</i>

<i>Figura 10: Beneficio.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 11: Beneficio.....</i>	<i>63</i>

Índice de anexos

<i>Anexo 1: Matriz de consistencia.....</i>	<i>84</i>
<i>Anexo 2: Validación de los instrumentos</i>	<i>85</i>
<i>Anexo 3: Geología regional y local.....</i>	<i>86</i>
<i>Anexo 4: Levantamiento topográfico.</i>	<i>87</i>
<i>Anexo 5: Análisis de calicatas.....</i>	<i>90</i>
<i>anexo 6: estimación de recursos.</i>	<i>95</i>
<i>Anexo 7: Análisis de rentabilidad.</i>	<i>99</i>
<i>Anexo 8: Plano de la geología regional del área de estudio.</i>	<i>101</i>
<i>Anexo 9: Plano de la geología local del área de estudio.....</i>	<i>102</i>
<i>Anexo 10: Plano de ubicación del área de estudio.</i>	<i>103</i>
<i>Anexo 11: Plano topográfico del área de estudio.</i>	<i>104</i>
<i>Anexo 12: Referencias fotográficas.....</i>	<i>105</i>

RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo por finalidad realizar la estimación de los recursos para determinar la viabilidad del proyecto Andalucita en la concesión Armando, Refractarios Peruanos S.A Paita-Piura. La investigación surgió de la observación de un problema vinculado a que no cuentan con un análisis de viabilidad económica la cual plasme los costos de operación, de planta y administrativos como las ganancias que se adquirirán a futuro, para dicha investigación se buscó trabajar con una muestra que está constituida por la concesión minera llamada Armando, que tiene 1000m², utilizando como tipo de investigación cuantitativa. Asimismo, para el recojo de información se utilizaron métodos como es diseño no experimental descriptivo o transaccional y técnicas como la observación y entrevista junto a instrumentos empleados como estación total, además, se utilizó el programa Software RecMin. Toda esta metodología le da a este informe de investigación el respaldo, sustento y seriedad respectiva. Finalmente, se obtuvo como resultados que dicha concesión tiene como recursos medidos 7, 764,813.49 Tm con ley promedio de 10.91% de andalucita, en cuanto a ganancias los resultados son altos en los diferentes escenarios, el primer escenario con utilidad de \$111 145 231.51, el segundo escenario con utilidad de \$ 186 582 246.51 y el tercero es de \$262 019 261.51, con una tasa interna de 318%, 526% y 723% respectivamente, todos estos resultados se presentan por medio de tablas y gráficos enumeradas, cada una con sus respectivas análisis que contribuyen a comprobar la hipótesis que realizando una estimación de los recursos se determinará la viabilidad del proyecto Andalucita en la concesión, Refractarios Peruanos S.A Piura. Todo este trabajo permitió concluir que el proyecto de la concesión minera Armando es económicamente explotable, la concentración de Andalucita garantiza su explotación generando grandes utilidades para la empresa Refractarios Peruanos S.A.

Palabras clave: Ingresos, egresos, utilidades, rentabilidad, método de inversa a la distancia.

ABSTRACT

The purpose of this research report was to estimate the resources to determine the viability of the Andalucita project in the Armando concession, Refractarios Peruanos S.A Paita-Piura. The investigation arose from the observation of a problem linked to the fact that they do not have an economic feasibility analysis in which operating costs are calculated and the profits that will be acquired in the future, for this research we sought to work with a sample that is constituted for the mining concession called Armando, which has 1000m², using as a type of quantitative research. Likewise, for the collections of information, methods such as non-experimental, descriptive or transactional design were used, and techniques such as observation and interview with instruments used as total station, checklist in addition, the Software RecMin program was used. All this methodology gives this research report the support, sustenance and seriousness. Finally, it was obtained as a result that this concession has a volume of 3 143 648.90 m³ and an average law of 11.22% of Andalucita, and in terms of profits, the results are high in the different scenarios considered, in the first scenario the utility is \$ 111 145 231.51, in the second scenario the profit is \$ 186 582 246.51 and for the third is \$ 262 019 261.51, with an internal rate of 318%, 526% and 723% respectively, all these results are presented by means of tables and graphs, each with their respective analyzes that contribute to verify the hypothesis that making an estimate of resources determines the viability of the Andalucita project in the concession, Refractarios Peruanos SA Paita - Piura all this work allowed to conclude that the project of the Armando mining concession is economically exploitable, the Andalucita concentration guarantees its exploitation generating great profits for the company Refractarios Peruanos S.A.

Keywords: Income, expenses, utilities, profitability, method of inverse to distance.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La actividad minera viene ser uno de los sectores que representa la mayor fracción de la economía del territorio peruano, lo cual el país va creciendo poco a poco por los ingresos que la minería ofrece. Por lo tanto, para que dicho proyecto minero se ejecute, un factor clave es el valor del recurso para estimar si es que éste es económicamente rentable para llevar a cabo su explotación, siendo indispensable evaluar el recurso que se encuentra contenido en el yacimiento y poder determinar si la calidad y cantidad del mineral será de gran utilidad para que se inicie la operación del proyecto. Estas técnicas de análisis crearán el buen o mal soporte del proyecto minero, ya que se presentará problemas de inversión en los distintos escenarios presentes por la venta del mineral, Meres (2014) manifiesta:

Estudiar una cierta área con más detalle, invertir en la construcción o abandonar el proyecto. Aun cuando este trabajo es continuo, se debe tener presente que la duración de cada etapa estará siempre en relación entre su costo y el aporte de información que ella hará para la toma de decisión, además depende de cada proyecto y de la estrategia y metas de la empresa (p. 21).

MICHAEL (1999) indica que en todo proyecto minero es importante la organización acorde a un programa estratégico empresarial en las cuales estarán diseñadas en base a un orden de extracción del depósito, la cual estará en base al requerimiento del mercado para que sea rentable y no genere pérdidas económicas en los sobrecostos para las actividades mineras, también referido a cantidades probadas de su reserva de mineral y la composición de la calidad, son parámetros vitales para el diseño y la programación de la mina. En toda empresa minera antes que empiece su explotación, tiene que realizar una organización o proyección de lo que pueda o quiera en su operación, es decir, tener una meta u objetivo en sus funciones como empresa minera, para que así en los diferentes procesos de operaciones durante la vida útil de la mina, obtenga ganancias o utilidades y se pueda disminuir los costos, ya que si existe un aumento en costos no sería beneficioso para el proyecto minero. Para ello se hacen un análisis o estudios adecuados sobre el yacimiento que se explotará, como la geología, la Geotecnia que son las principales ciencias importantes en el rubro minero, para conocer el área a explotar.

La minería es muy significativo ya que esta actividad genera grandes ingresos para el país, es por ello que un análisis de viabilidad económica es importante para cualquier actividad minera, por que determinará si dicha empresa será explotable o no, y así evaluar su probabilidad al éxito antes de iniciar el proyecto minero, para que ello sea posible, se debe conocer si la empresa va a generar beneficios, es decir, puedan generar ingresos y ganancias para que el proyecto sea económicamente viable. Donde Molero (2016) expresa que, todo proyecto minero es rentable, siempre y cuando dicho yacimiento o depósito cuente con un alto contenido valioso de mineral. Para ello se necesitará de determinados estudios o análisis de geológicos y geotécnicos, ya que esta ciencia permite extraer la mayor parte del mineral de cabeza y analizar a través de laboratorios, otro punto es poder disminuir los costos tanto de operación, como de planta, los costos administrativos, de comercialización que se realiza en dicha empresa. Por otro lado, durante el ciclo de la vida del proyecto minero la estimación ayudará a determinar el porcentaje de precisión, y tener una información detallada sobre la ley, la cantidad como la calidad del mineral que se encuentra en dicho yacimiento. Para así poder conocer la potencialidad económica del proyecto antes de proceder con la inversión y evitar pérdidas financieras a futuro.

El enfoque de toda empresa desea llegar es que dicha actividad obtengan ganancias, para ello es preciso conocer que el recurso mineral que se encuentra en dicho yacimiento sea vendible y con suficiente valor para que así se pueda cubrir todos los gastos y así puedan generar ganancias para el propietario y los accionistas; y para determinar su calidad es importante realizar estudios físicos, mecánicos y químicos, esto debe ir de la mano con la implementación de un método de explotación adecuado y acorde con las características y geometría del yacimiento. Blanco (2013) indica que para la inversión de un proyecto minero se debe tener en cuenta las ventajas y desventajas de llevar a cabo dicha actividad, para ello se deben realizar diversos análisis y evaluaciones que determinen la viabilidad del proyecto; otro punto clave es determinar la viabilidad comercial, es decir, cuan provechoso sería ofrecer el producto que se explotará en el mercado internacional, la aceptabilidad que tendrá en su uso y consumo. El autor también indica que, para el desarrollo de una operación minera se debe efectuar un estudio técnico que determine la cantidad de equipos, maquinarias, personal técnico, obreros, etcétera que se va a utilizar y requerir así como del monto que se requiere para la inversión.

Todo negocio o empresa, como la minería consiste en satisfacer la demanda del mercado vendiéndola el producto obtenido por más dinero de lo que cuesta su producción, para que de esta manera se pueda obtener la utilidad o ganancia. Para ello se debe conocer tanto los costos como su rentabilidad de la empresa, ya que es un punto clave para una correcta gestión empresarial, para que el esfuerzo y tiempo que se invierte en el proyecto tenga los frutos esperados. Es por ello que, cuando se presente situaciones difíciles a las que tenemos que enfrentarnos, las decisiones que se tomen deben ser las correctas, para que no haya consecuencias económicas a futuro las cuales nos afecten y nos lleve a la cerrar dicha actividad minera. Los procesos de una actividad minera son los siguientes: el cateo, prospección, exploración, explotación, labor general, beneficio, comercialización y el transporte; de las cuales, las tres primeras actividades tienen como finalidad buscar áreas donde se evidencien indicios de mineralización, para luego determinar la cantidad de reservas que se presentan. Para Naranjo (2005) en todo proyecto minero primero se debe analizar la ubicación del yacimiento ya que estos varían según la zona y los fenómenos geológicos y el papel que desempeñará en el sistema económico, como también en la producción de cada país, para que de esa manera cubra todos los gastos e inversiones que se requerirá durante la vida útil de la mina.

Alva, Febrero, Guzmán y Pinedo (2014) indican que, la industria minera peruana representa una serie de peligros durante el inicio de la ejecución del proyecto, es por ello por lo que se debe enfatizar en la evaluación minuciosa del yacimiento para determinar el volumen y que, sobre todo, permita obtener las ganancias y los beneficios que se requiere; esto también dependerá del precio a los que se podrían vender a futuro. La estimación de los recursos es muy significativa para un proyecto minero, a través del cual se podrá determinar los porcentajes de leyes, las cuales deberán cubrir la inversión y obtener las ganancias durante su ejecución a corto, mediano o largo plazo. Yáñez (2018) en su tesis realizada en la cantera Pacatón, indicó que el problema principal que pudo evidenciar es que en dicha cantera no se habían estimado las reservas de material, no se había realizado un estudio de planificación en la cual se aborde las etapas, los procesos y los métodos que se iban a implementar para explotar el recurso de manera racional, técnica y económica, lo que ha origina que no se llegue a la producción que se requiere y a generar sobre costos debido a que las operaciones de efectúan de manera incorrecta.

Actualmente, la automatización de las minas representa el futuro de esta industria, es así que las empresas mineras buscan emplear estrategias de innovación, la cual apunta hacia los sistemas y la tecnología que permitan mejorar la productividad de su empresa, un factor clave es determinar los recursos conforme avancen las fases de explotación a partir de cálculos matemáticos y de la adopción de tecnologías (Software mineros) para ser aplicados en base al estudio de los recursos. Con esta innovación generaría nuevos proyectos a futuro que potencien la rentabilidad a los largo del tiempo, esta innovación está relacionada con la tecnología, donde en los últimos empresas privadas se han dedicado a desarrollar software inteligentes para que se puedan utilizar en todas las fases o etapas de la minería, con la finalidad de aumentar la productividad, disminuir los accidentes a los trabajadores, mejorar el mantenimiento de las máquinas y más. Con esto la minería evolucionará en los siguientes próximos años, lo que obliga a los profesionales que se dedican a este sector a desarrollar nuevas habilidades con los que puedan gestionar sistemas actuales y nuevos. Muñoz (2015) en la cual indica:

La minería evoluciona a medida que el ser humano la tecnifica, es por eso que las multinacionales invierten grandes cantidades de recursos y la interacción de diferentes disciplinas y ciencias se convierten en la fusión perfecta para obtener significativos resultados (p.10).

Para GARCÍA (2016) el avance tecnológico en cuanto a software en el rubro de la minería es considerablemente divulgado para que sea usada en las compañías de pequeña o mediana minería, logrando así optimizar un sistema de procedimientos en cuanto a las actividades desarrolladas provenientes desde la etapa de cateo y prospección hasta su comercialización y el tiempo de vida de la extracción del yacimiento desarrolladas en la planificación y elaboración de prototipos para procedimientos diseñados en metalurgia extractiva. Hoy en día la tecnología ha ido evolucionando con el paso del tiempo, en el caso de la minería existen software que esta considerablemente conocida y manejada por todas las personas que se dedican en este rubro que es la actividad minera, la cual no es la excepción. El software se ha ampliado rápidamente con el objetivo de que sea mejor, cada vez está más actualizado para dar mejorías en cada situación que se presente en dicha actividad minera, dando resultados en todas las etapas desde la extracción, procesamiento y hasta su comercialización del mineral, ya sea al exterior e interior del país.

La empresa Refractarios Peruanos S.A, se encuentra ubicada en el noroeste del Perú, en la provincia de Paita, departamento de Piura; es una empresa minera dedicada a la explotación y comercialización de minerales no metálicos, de la clase refractarios como la Andalucita, cuya fórmula química es Al_2SiO_5 que corresponde a un 63% de Al_2O_3 con un 26.8% de SiO_2 . Además, es propietaria de 13 concesionarios, de las cuales, actualmente se viene explotando la concesión minera Giovanna con una producción diaria de 3000 toneladas/día.

La investigación se centró en estimar los recursos de la concesión minera Armando perteneciente a la empresa minera Refractarios Peruanos S.A., que actualmente se encuentra en fase de exploración y que cuenta con una extensión de 1000 hectáreas; es por ello, que el principal objetivo es determinar los recursos minerales tanto en calidad como en cantidad para determinar la viabilidad del proyecto. La empresa minera busca incrementar su producción a 5000 toneladas/día para abastecer la demanda del mercado, pero no puede iniciar su fase de explotación sin antes haber estimado los recursos minerales contenido dentro de su perímetro, debido a que éste es un factor que determina la inversión que se requiere para iniciar las siguientes fases de operación y las ganancias que se obtendrán a mediano y largo plazo. A partir de los estudios geológicos, topográficos, estimación de recursos y de las características químicas que se apliquen en el estudio del yacimiento se podrá determinar el método de explotación a emplear, el tipo y la cantidad de maquinaria a emplear para el proceso de excavación carga y transporte, la cantidad de personal que se necesitará (técnicos, obreros, etcétera) y la planta de procesamiento, todos estos factores permiten estimar los ingresos y egresos que se obtendrán antes de llevarse a cabo dicha explotación.

Por ello, se propone la estimación de recursos para determinar la viabilidad del proyecto Andalucita en la concesión minera Armando debido a que la empresa minera no cuenta con un determinado análisis de viabilidad económica en el cual se plasme los costos de operación y las ganancias que se adquirirán a futuro, de tal manera que se vea reflejado los ingresos y egresos que se obtendrán de acuerdo con la estimación de recursos y determinar la factibilidad del proyecto. Todo proyecto minero es económicamente rentable si se cuenta con las suficientes reservas minerales que satisfaga la inversión, para lo cual es primordial un adecuado análisis geológico y el uso de tecnología y software mineros.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. A nivel internacional

El estudio de GARRIDO PALMA, Mauricio (2016) titulada “Evaluación de recursos en geometrías complejas aplicación con algoritmos de apilamiento” para obtener el título de Ingeniero Civil de Minas por la Universidad de Chile en la cual su objetivo del autor es la validación del algoritmo de apilamiento para dicha evaluación de recursos en geometrías complejas y así mostrara los excelentes resultados de categorización de la estimación clásica sin apilamiento. El autor tuvo en cuenta que dicha evaluación dependerá de las características geológicas, estructurales, geoquímicas que el yacimiento presenta; ya que cada yacimiento tiene diferentes propiedades y formaciones geológicas, se usó también una malla de 65m para la estimación de recursos medidos e inferidos. A la cual el autor concluyo que la ley, la cual utilizo el método de Kriging ordinario donde se estimó con el algoritmo convencional le salió un porcentaje de 1.50% de oro, con un tonelaje total de 7.91 y un tonelaje de fino de 118.6; mientras tanto por el algoritmo de aplanamiento le salió una ley de 1.54% de cobre, con el tonelaje de 9.23 y el fino de 142.7, llegando así un incremento del 20.4% con respecto al fino demostrado en dicha metodología convencional.

MUNCHER RICKETTS, Bruno (2016), titulada “Evaluación económica de la producción minera de una operación de mina de oro a cielo abierto en Perú, basada en el enfoque de análisis de ley de corte inverso” para obtener el título de Ingeniero de Minas por la Universidad del estado de Pensilvania, la cual su objetivo es determinación de la evaluación económica de la producción de una mina a tajo abierto. Y para ello las reservas es lo esencial para la determinación del tamaño y volumen del yacimiento. El autor tuvo en cuenta los costos fijos, de extracción, el procesamiento, los costos de capital; concluyendo que el material extraído en la planta de procesamiento será de 330 349 133.09 toneladas, en la cual representara unos 49% y el material de desecho será de 185 397 721.94 toneladas que sería unos 27% y mineral de almacenamiento seria unos 157 918 144.1 toneladas que será 23% de producción total de mina. La vida útil son 23 años, el valor del VAN son unos \$ 908 822 405.74 mientras tanto el valor de IRR será 53% y el valor de VPN será unos 40% para la operación de la mina, y con esos resultados dados por dicho autor se dio cuenta que la inversión del proyecto es satisfactoria para su explotación.

CHANDRA MOHARAJ, Manasa y WANGMO, Yeshi (2014) titulada “Modelo de un cuerpo mineral y comparación de diferentes técnicas de estimaciones de reservas” para obtener el grado de Ingeniero de Minas por el Instituto Nacional de Tecnología de Rourkela, la cual su objetivo del autor es la estimación de recursos indicado, los recursos medidos y recursos inferido y las técnicas disponibles de la empresa minera, lo que primero realizo fue un levantamiento topográfico para detallar los puntos de este, norte y elevación del área de estudio, y así tener con precisión la ubicación del yacimiento, para la estimación de recursos lo analizó por un modelo matemático llamado inversa a la distancia la cual es preciso, muy sencillo y se trabaja para todos los ámbitos del yacimiento, y otros modelos que necesitan aplicaciones informáticas, como el RecMin para detallar mejor las leyes de mayor concentración del yacimiento. Y es así que llego a la conclusión que los recursos indicados del yacimiento tienen un 525000 de volumen y de hierro unos 53.22, en los recursos medidos un total de 2125000 de volumen y de hierro son 58.12 y por último los recursos inferidos tienen un total de 9825000 de volumen y de hierro 62.78, considerando así dicho yacimiento con un gran contenido valioso, como también un gran volumen que será de provecho para su explotación, en la cual la vida útil sería de 26 años aproximadamente, que beneficiará al propietario de la mina.

En el trabajo de SALIA LUPPI, Ignacio (2012) titulada “Estimación de recursos en un yacimiento de fierro” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de Minas por la Universidad de Chile, donde su principal objetivo del autor es estimar de forma óptima los recursos de un yacimiento de fierro. En lo cual el autor desarrollo el método Kriging que es un interpolador espacial, sobre todo de máxima precisión para que así el error sea casi nulo y la varianza sea la mínima, donde los datos tomados en dicho yacimiento son de 8513 muestras a partir de la cual son 70 sondajes de fierro magnético que realizo el autor. Para en el caso de la estimación de los recursos le dio como resultado los siguientes datos: para los recursos medidos le dio un 43.58%, en cambio para los recursos indicados le dio como resultado un 27.60% y por último los recursos inferidos le dio un 28.82% de contenidos de fierro magnético. Donde también concluyó, que el recurso estimado es de 50 millones de tn de mineral y 100 millones de tn de fierro magnético para dicho yacimiento. Donde dicha mina se ve beneficiado para su debida extracción, ya que cuenta con gran porcentaje de recursos dicho yacimiento.

Se consultó la tesis de RIVERA ACUÑA, Alfonso (2011) titulada “Evaluación económica del proyecto minero San Antonio óxidos” para obtener el título de Ingeniero Civil Industrial por la Universidad de Chile donde nos indica que su principal objetivo es la estimación económica, a nivel de pre factibilidad, de la actividad minera de San Antonio Óxidos que pertenece a la División Salvador de Codelco. Donde el autor concluye que dicho yacimiento cuenta con 172, 740 Kt de reservas en lo que es cobre, y tiene una ley de 0.52% y la recuperación es de 62.5%, en las cuales estas serán extraídas durante 23 años, siempre y cuando vaya a un ritmo de 30 Kt por año, en cual dicha extracción se empezó desde el año 2015. Para toda esta operación se dio una inversión en donde se tuvo que ver los ingresos, costos de operación y la planta de procesamiento en dicho proyecto. En los cuales para la etapa o proceso de operación mina ha considerado el autor 3 opciones, que son las siguientes: la misma operación, el mantenimiento de los equipos o maquinaria y la comercialización del material. Dando así como resultado una inversión total de 401,6 MUS\$ de todos los procesos o etapas que tiene un proyecto minero.

1.2.2. A nivel nacional

También se consultó la tesis de CONDORI MAMANI, Juan (2018) titulada “Modelo de riesgos para la evaluación económica financiera de la explotación de la veta Huáscar nivel 220 – 2296 Mina Yanaquihua – Arequipa”, para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas por la Universidad de San Agustín de Arequipa, donde su principal objetivo del autor fue la evaluación técnica, económica y financiera de la explotación de la veta Huáscar de la mina Yanaquihua, donde considero también los riesgos congénitos al proyecto determinado así tanto la viabilidad como la rentabilidad de este. En cualquier empresa es necesario analizar la situación económica antes de establecer los recursos precisos para llevarlo a cabo. Por lo cual el autor concluyó que los indicadores económicos son los siguientes: en lo que viene ser, “sin cambios” tiene como tasa interna un 80.89%, en lo que tiene que ver “lo mejorado” dio como resultado un 82.54% y por último en lo “agresivo” tiene como efecto un 83.75% de tasa interna. En cambio, para los indicadores financieros del proyecto, en “sin cambios” con un financiamiento por parte de Caja Municipal de Arequipa un 50% de inversión y por último en lo que viene ser “agresivo” arrojó un total de 146,31%. Con un precio de mercado, para el caso del oro es de \$800 por onza troy, y es así donde lo vuelve rentable dicho proyecto para su explotación de la veta Huáscar.

En la tesis de MAZA IDROGO, Yesenia (2017) titulada “Estimación de reservas minerales de oro y plata en la veta Karina – Los pircos, Santa Cruz – Cajamarca” para obtener el título profesional de Ingeniero Geólogo por la Universidad Nacional de Cajamarca, donde el autor tiene por objetivo realizar el cálculo total de reservas, en las cuales se clasifican en: reservas probadas, en las reservas probables y así ponderar dichas reservas. La cual se basó en la geología para la formación y composición, también la delimitación del área; para los datos tuvo que realizar muestreos de los testigos en el yacimiento, con un total de 30 metros y donde obtuvo 150 muestras. El autor concluyó que el yacimiento tiene un total de 2720 toneladas tanto de oro como de plata, por lo tanto se aportará 220 toneladas por mes, más de lo que se había provisto, haciendo un total de 900 toneladas por mes. Las reservas probadas de este yacimiento son de 107 toneladas y una ley de corte de 17.25 gr/tn de oro. Para los costos, realizo datos como costos en mina, de mantenimiento de máquinas y equipos y el precio de dicho mineral en el mercado, en la cual obtuvo como resultado una ley de corte de 17,25 gramos por tonelada de oro.

CENTENO VELASQUEZ, Edward (2014) titulada “Optimización de la estimación de recursos y límite de explotación en el proyecto Michiquillay” para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas por la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna, el autor tiene por objetivo que logre una técnica paralela a los avances tecnológicos para así estimar de recursos y determine el límite de la explotación, en las diferentes actividades mineras que se realizan a tajo abierto. Donde vio los afloramientos de materiales intrusivos y sedimentarios; las formaciones de las rocas en el yacimiento, utilizó métodos geoestadísticos y un modelo de bloques para mejor apreciación, las cuales fueron de 25*25*15m, por lo tanto la base de datos fue de 138 sondajes verticales formando unos 43 390 metros, de los cuales 17 fueron horizontales y se formaron unos 1 902 metros y por último 2 fueron de la galería haciendo un total de 1 717 metros. Dando como resultado que los recursos medidos sean los siguientes: 644 202 094 toneladas con una ley de 0.67% de cobre, unos 631 117 406 toneladas con una ley de 0.63% y unos 616 626 750 tn de ley 6.65 de cobre; mientras que los recursos indicados dieron: 342 467 344 tn con una ley de 0.45% de cobre, también unos 308 243 344 toneladas de ley 0.449% y por último unos 272 503 781 tn con ley e 0.54% de cobre; y en recursos inferidos fueron: 770 639 438 tn con ley de 0.29%, unos 552 219 188 tn de ley 0.38% de cobre y también uno 359 357 156 toneladas de ley 0.51% de cobre.

Se consultó también la tesis de LEÓN OSCANDA, Gilmar (2006) titulada “Análisis de inversión y rentabilidad de un proyecto aurífero a nivel de estudio de factibilidad” para obtener el título de Ciencias con mención de Gestión Minera por la Universidad Nacional de Ingeniería donde su objetivo principal es analizar su inversión y rentabilidad del yacimiento en el nivel de estudio de factibilidad. Donde el autor tuvo que utilizar el modelo de bloques, para que haya una mayor apreciación de las zonas con mayor concentrado, las medidas de dicho bloque fueron de 10*10*6, la cual se tuvo que apoyar del software, con los datos que obtuvo al sacar las muestras de perforación cada 1.5m, 2m y 3m respectivamente. Para la interpolación se realizó por el método de kriging ordinario con una ley mayor o igual a 1.14 g/T para el caso del oro, en el caso de la plata se usó el método inverso a la distancia con una ley de 21 g/T; en la cual el autor concluyó que los recursos medidos tienen un alcance del 50%, con 4 compósitos y 2 taladros, en los recursos indicados con 70% de alcance, como también 3 de compósitos y un solo taladro; para los recursos inferidos tenemos unos 100% de alcance, con 2 de compósitos y un solo taladro. La cual se estima una producción de 13, 500 T/día de mineral con una inversión de \$34 millones, la cual es ejecutable en 2 años.

En el trabajo de RAMOS GARCÍA, Efrén (2005) titulada “Estudio de factibilidad del yacimiento aurífero Abigail-Estefanía” para obtener el título de Ingeniero de Minas por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, donde su objetivo del autor es obtener todos los datos necesarios para que así proponga el financiamiento para la ejecución del estudio de factibilidad del yacimiento Abigail-Estefanía, y a la vez sirva como ejemplo para el desarrollo de otras minas auríferas de pequeña envergadura. Para ello el autor tuvo que realizar un levantamiento topográfico para que así pueda precisar la ubicación de la mina, de los ríos, afloramientos mineralizados, carreteras, etcétera; como también tuvo que recurrir a la geología para que conozca a más detalle los eventos geológicos y las formaciones del área estudiada. La cual dicha mina cuenta con una cubicación de 11080 toneladas métricas de mineral probado con una ley de 10.4 gr/TM de oro. En el caso de costos de la actividad minera, en la cual utilizó el método del VAN y TIR para determinar dichos costos, donde concluye que la tasa interna de retorno (TIR) es de 25% y el valor neto presente (VAN) es del 20% con 529955.7 dólares y 525964.1 dólares con el 30%, la inversión de dicho proyecto minero y la cual el autor pudo calcular fue de 282016.00 dólares.

CARRANZA MORALES, Juan y PAREDES QUINTANA, Reynaldo (2018) titulada “Evaluación técnico – económico de los agregados producidos por las canteras de la provincia de Chiclayo para fines de obras viales” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Señor de Sipán, el autor tiene como objetivo la evaluación tanto económica y técnica de los agregados que se producen en las canteras de la provincia para fines de obras viales a nivel de afirmado, donde los autores realizaron primero la ubicación precisa de la cantera con la ayuda de una estación total, conocer su composición tanto física (como la forma y tamaño del agregado), como mecánica y química (porosidad, dureza, etc.) de estos agregados, realizando análisis como de granulometría, de los límites como líquido y plástico estos se realizan en laboratorio para obtener dichos datos. Donde llegaron así a la conclusión de que el costo unitario de la cantera es de S/. 20.00 por metro cúbico, donde el contenido de la humedad del material es de 5.07, con un presupuesto de S/. 47 795.48; este costo va variando con el aumento del material que está puesto en la cantera.

1.2.3. A nivel local

(RUIZ DIOSES, Yhonny Paul (2015) titulada “Aplicación libre de software en la estimación de recursos, también en la evaluación económica y técnica de reservas” para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas por la Universidad Nacional de Piura el autor tiene por objetivo indicar la viabilidad analizando ciertos datos como son sondajes, para así lograr un modelo geológico, para después un modelo numérico, para así permita medir y categorizar los resultados en recursos y reservas minerales, de cualquier yacimiento, utilizando el software RecMin y SGeMS. Para ello detallaron algunos conceptos como la ley de corte, ley crítica, como ciertos costos que se hacen en una empresa minera que ayudará para determinar la viabilidad económica de cierto yacimiento. En el caso de los métodos que usaron para hallar la estimación de recursos y reservas, fue el método inversa a la distancia a través de programas mineros, que en la actualidad son de gran ayuda. Llegando como conclusión que la estimación de bloques se puede usar el método inversa a la distancia introduciendo direcciones anisotropía en el programa RecMin, para la viabilidad el proyecto concluyó que la rentabilidad es de 39.80% de dicho proyecto, el precio está por debajo de lo real y para que el precio sea optimista la rentabilidad resulta ser muy atractiva para el propietario de la empresa.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Ciencias

Topografía

La topografía es una ciencia que se dedica a las medidas necesarias para así determinar los diferentes puntos que se sitúan, ya sea arriba, sobre o debajo de la superficie de la tierra, o también relacionar estos puntos con posiciones específicas, y así se pueda representar esta superficie en un plano topográfico. Para esto se utiliza diferentes ciencias como la física y matemática, ya sea por recolección de información o para determinar diferentes cálculos (Gallarday y Mayorga, 2017).

La topografía fue de suma importancia para determinar el área de estudio en la empresa minera Andaluca, para ello se utilizó una estación total a través del cual se realizó el levantamiento topográfico, donde se tuvo en cuenta los puntos donde ha realizado las calicatas para así delimitar el área de estudio.

Geología

La geología se encarga de estudiar el planeta, su composición, su contextura, los fenómenos que se han originado a lo largo de los siglos hasta en la actualidad, el origen de la vida en el universo y las diferentes constituciones de yacimiento en cuanto a sus estratificaciones, como de los elementos que lo contienen, los procesos geológico y la acción que han pasado en ella ya sea superficial y subterráneos, ya que así se averiguara su evolución en la historia (González, 2013).

Para analizar el área de estudio, tanto regional como local, ya que es muy importante la geología para conocer el origen, la composición y la formación a través del tiempo geológico de cada elemento que se encuentra en dicho lugar, en la cual a través del Geocatmin se analizó las unidades estratigráficas para el área de estudio y así clasificar las rocas según su litología y las eras según corresponda, asimismo saber el tipo de estrato que tiene dicho yacimiento.

Geotecnia

Es una ciencia que se dedica a la investigación, estudio y la debida solución de problemas que están relacionados con las diferentes propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles que surgen como resultado de la interacción entre la geología para prevenir los peligros geológicos. Dicho estudio se hace a través de sondajes, ensayos, calicatas, etc., esto dependerá de la profundidad del yacimiento (Vega, 2014).

En este caso, para determinar el tipo de material y las leyes de andalucita se elaboraron 47 calicatas por medio de una excavadora; esto sirvió para saber la formación geológica de dicha concesión minera, los porcentajes de leyes, la cantidad y calidad de la Andalucita; donde la profundidad dependerá al encontrarse esquisto que será el límite de la calicata.

Economía

La ciencia de la economía se encarga de estudiar los recursos, la generación de riqueza, la producción, la forma en que se va a distribuir y consumir los bienes y servicios para la satisfacción de las necesidades de las personas (Banco central de Uruguay, 2015).

La economía es de suma importancia en minería en cuanto a los costos que se necesitan para llevar a cabo un proyecto minero. Para la investigación, la economía fue aplicada para estimar la viabilidad económica del proyecto y estimar los costos de operación y los costos de planta, así como las ganancias a generarse a través de la explotación de los recursos.

1.3.2. Estimación de recursos

Un recurso minero es la concentración de materiales in situ con un específico beneficio económico. Donde a través de estimaciones se determinará las evidencias de la cantidad adecuada del mineral, ley, características geológicas, los cuales se han determinado a través de exploraciones, reconocimientos y muestreos para su adecuada explotación económica actual, es donde se analiza si el yacimiento es económicamente explotable (Golder Associates, 2009).

En la empresa minera Andalucita se determinó las toneladas métricas como el volumen de recursos inferido, indicado y medido que contiene en el yacimiento. Para determinar si este material es económicamente viable se tuvieron en cuenta cierto parámetros, tales como:

- Ubicación
- Cantidad (toneladas).
- Calidad (ley).
- Condiciones geológicas.
- Condiciones geotécnicas.
- Propiedades físicas, mecánicas y químicas.
- Propiedades tecnológicas.
- Valor en el marco.

Jacobs, (2016) expresa que las razones por las que todos los recursos geológicos no son rentables en la concesión minera Armando en el proyecto Andalucita pueden ser debido a los siguientes factores:

- Contenido de mineral bajo.
- Pocas toneladas de mineral.
- Costos muy altos de operación.
- Razones de seguridad.
- Restricciones ambientales.

Según Geoxnet (2016), los recursos se clasifican en medidos, indicados e inferidos., la diferencia entre cada una de ellas se explica a continuación:

- **Recurso mineral inferido:** Es aquella parte del yacimiento en la cual se puede determinar la ley, tonelaje y volumen del mineral, pero no es tan confiable de estimación.
- **Recurso mineral indicado:** Es aquella parte del recurso donde se puede determinar la ley, tonelaje, densidad, forma y volumen del mineral, con un nivel moderado de confianza de estimación.
- **Recurso mineral medido:** Es la parte del recurso donde se puede determinar la ley, tonelaje, forma, características físicas, densidad y el volumen del mineral, con un alto nivel de confianza y estimación.

A. Métodos para la estimación de los recursos mineros

Todas las técnicas para la estimación de recursos tienen un mismo fin: La evaluación de una zona donde existe mineral, ya sea en yacimientos geométricos de una dimensión más sencilla, pero siempre se conservará el volumen. Existen muchos métodos, pero pocos se utilizan normalmente. El grado de precisión depende en gran medida del nivel de exactitud con que se haya investigado el criadero, del cuidado con que se efectúen los cálculos, el método de explotación seleccionado que este sea el apropiado.

Según Estévez (2014) la selección del método de cálculo está muy influenciada por el método de investigación empleada y por el sistema de explotación que se tiene previsto utilizar. Los métodos de cubicación pueden dividirse en dos grandes categorías:

- **Métodos clásicos:** Media aritmética, bloques geológicos, método de inversa a la distancia, perfiles, polígonos, triángulos y el método de las isolíneas.
- **Métodos modernos:** Bloques, capas, sólido tridimensional y el método de geoestadísticos.

Método del inverso a la distancia

Es un método donde se le asigna mayor peso a las muestras más cercanas y menor peso a las muestras alejadas del bloque. Esto se conseguirá al ponderar las leyes por el inverso a la distancia al cuadrado, si la potencia es baja, la distancia elevada a esta potencia es cercana a 1, si es alta la distancia se hace más pequeña (Deleg, 2018, p.61).

La fórmula para la estimación es:

$$V^* = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^\alpha} Z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^\alpha}} \quad (\alpha > 0)$$

Dónde:

- $\alpha=1$; se tendrá el inverso de la distancia (ID).
- $\alpha=2$; se tendrá el inverso del cuadrado de la distancia (ID²).
- $Z_1=1.78$ (inverso a la distancia).
- $Z_2=2.06$ (inverso del cuadrado de la distancia).

Notas:

- Sencillo, posible de calcular.
- Se adecua mejor en estimaciones locales que globales.
- No trabaja bien cuando hay agrupaciones datos.
- Determina un desmedido peso del muestreo a pocas distancias del centro de gravedad.
En lo específico no está definido si $d_i=0$ (muestreo en el centroide de S).
- No toma en cuenta la representación ni la dimensión de S.

Según Alfaro (2014) nos afirma que para impedir situaciones de los conjuntos de resultados, donde se utiliza un resultado octogonal en la cual será: Dentro de cada octante (veces cuadrante) solo se considera la muestra más cercana al centroide.

B. Ley de mineral

La ley de mineral está determinada como el contenido de metal presente en un elemento, la cual esta expresado en diferentes formas (% , gr, onzas troy, etcétera); por ejemplo: Cobre, plomo, zinc y fierro se expresa en % y el oro y la plata se expresa en onzas troy (Henderson, 2013).

C. Ley de corte

Es una concentración por más pequeña que sea, la cual debe tener un material presente en la roca o mineral que se extrae de un yacimiento, lo cual permite o hace viable pagar los gastos desde su extracción hasta la comercialización. Cada yacimiento tiene su ley, la cual es un elemento que depende a su vez de otros factores, que puede no tener nada que ver con la naturaleza del yacimiento, como, por ejemplo: La proximidad o lejanía a vías de transporte o los avances tecnológicos en la extracción (Ruiz, 2015).

Para el cálculo de esta ley se considerará tanto de los costos de mina como de planta, ya que estos costos variarán durante el proceso de la vida útil de explotación. Ya que las características que presenta el yacimiento varían según el lugar y profundidad en que se encuentra el material de contenido valioso.

Los elementos que se va a presentar en el cut-off son:

- Costos de operación
- Costos de planta.
- Métodos de minado.
- Recuperaciones metalúrgicas.
- Cotización de metales.
- Características del yacimiento.

La fórmula para utilizarse en el desarrollo de la ley de corte es:

$$VME = M + (K_1 + K_2 + K_3)$$

Dónde:

- VME: Precio explotable, en \$/ton.
- M: El gasto global de extracción minera, esta se dará en \$/ton.
- K1: Gasto global de concentración, en \$/ton.
- K2: Un vasto de indemnización, en \$/ton.
- K3: Gastos fijos administrativos.

D. Relación estéril/mineral

Es la razón que existe entre la cantidad de mineral útil o material aprovechable que se puede alcanzar la cual es retirada de una mina ya sea a tajo abierto o subterráneo con respecto a la cantidad de mineral estéril. En la mina Andalucita la relación estéril/mineral se determinó a través de diferentes criterios, en la cual uno de estos fue la estabilidad y la seguridad, en la cual esta relación de estéril/mineral se encuentra en relación con el ángulo del talud. Herderson (2013) indica que otro de los criterios que determinará esta relación es el criterio económico, que permitirá establecer la razón límite económico, la cual está dada por la siguiente fórmula:

$$RDE = (A - B) / C$$

Dónde:

- A= Ingreso por tonelada de mineral.
- B= Costo de producción, en la cual estará incluidos todos los costos hasta el punto de venta, no incluye costo de stripping).
- C= Costo de stripping o despeje por tonelada de estéril.

Algunos de los valores razonables para la relación estéril/mineral son los siguientes:

- (2:1 o 3:1) = puede determinarse como valor razonable.
- (5:1 o 7:1) = puede determinarse como valor crítico, lo cual se evaluará el cierre del yacimiento o un cambio de un método de explotación.

E. Densidad del material

Esta es una propiedad que se localiza tanto en los sólidos como en los líquidos e incluso en los gases, donde la densidad viene estar dada por la medida del grado de compactación del material, y está dado por la cantidad de masa por unidad de volumen. La densidad estima la cantidad de unidades de materia que existe en un cuerpo con determinado volumen y la cual es medida en gramos o kilogramos, por lo que la densidad de dicha materia constituye cuantos gramos o kilogramos existe por unidad de volumen que otras materias. Por lo cual existen materias que tienen más átomos por unidad de volumen que otro, lo que hace que la densidad sea distinta entre sustancias, por ejemplo, los gases frecuentan asumir menos densidad que los líquidos, y estos son menores que los sólidos (Querelle, 2015).

Según Nihat (2006) la masa es una cierta cantidad de materia que forma un cuerpo, en la cual dependerá de la resistencia que el cuerpo opondrá a modificar su estado de reposo y la fuerza de atracción que se produce entre ese y otros cuerpos; mientras el volumen es el espacio en 3 dimensiones que ocupa un cuerpo. Donde la fórmula para la densidad es:

$$D= M/V$$

1.3.3. Andalucita

Castillo (2016) define la andalucita como:

Es un mineral silicato, del grupo de los nesosilicatos. Surge del enlace iónico de un tetraedro (conformado por un átomo de silicio con 4 átomos de oxígeno) con un metal, en este caso aluminio. Su fórmula química es Al_2SiO_5 . Se caracteriza por el intenso pleocroísmo, cambio de color según la posición del cristal. Aparece en colores rosa, violeta o rojo, otras veces castaño, verde e inclusive multicolor (p. 1).

Este es uno de los minerales polimorfos, cuya presencia en rocas ígneas denota un elevado contenido en aluminio del fundido, donde estos minerales se forman en ciertas condiciones de presión y temperaturas muy altas. Este mineral se encuentra mayormente en lutitas metamorfoseadas.

Propiedades de la andalucita:

Una de las principales propiedades de la andalucita es que pertenece a la clase de los refractarios, es decir, su gran capacidad de guardar sus propiedades como las mecánicas, químicas y térmicas así sea sometida a altas temperaturas. Para lo cual se utiliza en hornos, fábricas de metalurgia, en vasijas que recogen el mineral fundido, como también es usado en materiales de construcción, para lozas de alta eficacia y aislantes térmicos que se usan en construcción (Rocas, 2014).

Propiedades físicas:

- ❖ El color de la andalucita es variado como el castaño, rosa o violeta y también puede ser multicolor.
- ❖ En el caso de la raya es de color blanca.
- ❖ Fractura es irregular subconcoidea.
- ❖ En la dureza tenemos de 7.5
- ❖ En la tenacidad del mineral es quebradizo.
- ❖ Su densidad es de 2.47 Tm/m^3
- ❖ Gravedad específica: 3.16

En la forma:

Este mineral forma parte de las rocas metamórficas, en la cual no siempre se cristaliza de una manera visible, pero si lo hace este acoge signos de cristales prismáticos, la cual este mineral son redondeados y materiales granulados (Castillo, 2016).

En la coloración:

Este mineral presenta un color carnosos, en la cual cambia a gris cuando el material está sometido alteraciones externas. En la mayoría de los casos el color suele ser opaco, como también transparentes. (Castillo, 2016).

1.3.4. Viabilidad de un proyecto minero

Antes de que la mina Andalucita empiece a operar, esta deberá contemplar un informe de viabilidad, es decir, tener informes o investigaciones precisos para así poder tomar una decisión en función con la ejecución o no del proyecto que se efectuará. Estas investigaciones abarcan más que todo lo técnico, económico y comercial, donde se puede detectar cualquier obstáculo para perseguir los objetivos que se quieren alcanzar. Cada empresa tiene sus propios estudios, técnicas, presupuestos, la cual no impide que tengan las mismas metas que otras empresas mineras (Arteaga, 2015).

La mineralización está en función de diferentes factores, las cuales son:

- Factores geológicos.
- Factores ambientales.
- Factores legales.
- Factores políticos.
- Factores económicos.

Factores económicos: Es uno de los factores más importantes, ya que tiene la magnitud de formar ganancias, lo que hace ver si la empresa sea o no económicamente rentable. El precio de mineralización es una percepción económica que está concerniente a diferentes factores no solo en el ámbito del tonelaje y ley del yacimiento, sino también del precio, la recuperación en planta, transporte, etcétera (Ortiz, 2015).

Según Estévez (2014) Las fases de desarrollo de un proyecto minero son:

- **Fase de planificación:** Llamada también fase de pre-inversión o de estudio; esta fase ofrece las oportunidades para reducir los costos de capital y de operación, como también maximizar la operatividad y rentabilidad de la inversión. En esta fase encontramos 3 estudios que son los siguientes: Estudio conceptual la cual es una representación de una idea de proyecto en una amplia propuesta de inversión, estudio de previabilidad y el estudio de viabilidad.
- **Fase de implementación:** Conocida como fase de inversión, donde incluye el tiempo de desarrollo y la preparación de dicha mina, como el diseño y construcción, el arranque y pruebas de sistemas, así como también la planta de tratamiento para su procesamiento del mineral para así comenzar con la producción.

- **Fase de producción:** Esta fase contempla desde en que se alimenta a la planta con el mineral para su procesamiento con el objetivo de transformarlo en producto vendible, en la cual tiene como objetivo extraer el mineral, pero de una manera segura y eficaz ya sea en subterránea como a tajo abierto. En esta fase va la puesta en operación donde va su tratamiento hasta la obtención del producto final.

A. Estudios de viabilidad

Los estudios de viabilidad se enfocan desde una perspectiva técnica, económica y comercial para así poder decidir si invertir o no en dicho proyecto. Para optimizar todos los elementos que sean críticos para la empresa minera Andaluca, se utilizan ciertos procedimientos y técnicas para llevar a cabo dichos objetivos para el beneficio del proyecto. En dichos estudios se detallan los procesos de optimización y soluciones escogidas, estos estudios son un medio para la facilidad de decidir en la inversión del proyecto. Si en el supuesto caso que dicho proyecto no sea viable en todas estas variantes, se concluirá que dicho estudio será la NO viabilidad del proyecto. Mientras más se avance con el proyecto, y, por lo tanto, más decisiones se tomen durante la etapa de diseño, menor será la oportunidad de influir sobre los costos. Por ello es importante estimar los costos de producción en las etapas previas y determinar si el volumen de material contenido en el yacimiento cubrirá los gastos por personal, maquinaria, etcétera y ganancias económicas (Arteaga, 2015).

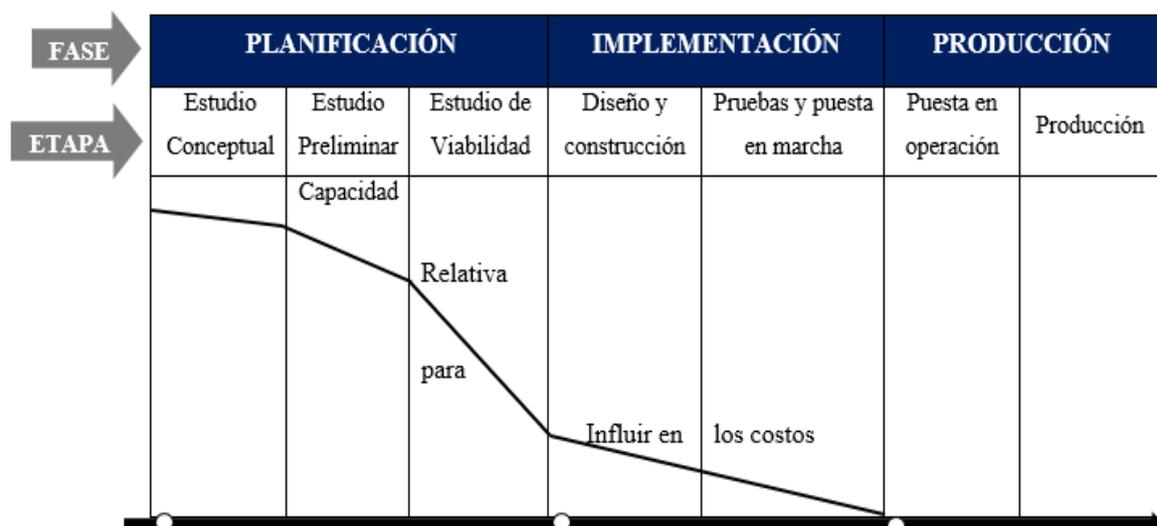


Tabla 1: Estudio de viabilidad. Fuente: Zepeda (2015).

B. Costos de operación

Huaypar y Medina (2015) indica que los costos de operación en la mayor parte de los proyectos mineros, es un tema complejo debido a su variabilidad y diversos factores como: Localización geográfica, la geología del yacimiento, condiciones ambientales, el modelo y la cantidad de equipos que se utiliza, el personal involucrado en el proyecto, etc. Estos costos de operación son aquellos que se genera en forma continua durante su ciclo de vida, en la cual se puede dividir en tres categorías:

- **Costos directos:**

Esta categoría son costos primarios de esta operación, que es básicamente el personal (todas las personas encargas en la operación de la mina como: mantenimiento, supervisores, etc.), los materiales que se necesitan (repuestos, para el tratamiento o materias primas), la preparación y desarrollo de la mina.

- **Costos indirectos:**

Son los gastos que se realizan independientemente, lo cual puede variar con los gastos de la producción. Los primordiales elementos son el personal, los seguros, la publicidad, los intereses, impuestos, rehabilitación de terrenos, gastos de oficina y servicios.

- **Costos generales:**

Estos pueden o no ser estimados como costos de operaciones, ya que estos pertenecen a un nivel del ciclo completo de producción como son de administración y comercialización del mineral.

C. Ingresos

En todo proyecto que se inicie, estará dado por unos ingresos que se originan por las ventas de los recursos o servicios que se originen y por los gastos que se realizan, como también del uso y consumo del recurso, para que así se mantenga el proyecto minero en marcha.

Chingay, (2014) expresa que mientras más se analice y se tome métodos para que así se pueda conocer con precisión los ingresos y gastos, ya no se tendría muchos riesgos al iniciar un proyecto minero. En un proyecto minero, los parámetros a tomar en cuenta para elaborar parte del modelo de flujos económicos son los siguientes:

- **Ingresos por ventas:** Constituido por los productos principales, productos o subproductos y servicios.

$$I = \left(\frac{\text{Precio Venta}_{Tm}}{1000 \text{ Kg}} \right) * Kg_{Tm-mineral}$$

- **Gastos:** Constituido por los costes de capital o inversiones, costes operativos y los costes de financiación.

$$Cm = \frac{\text{Inversión Mina}}{\text{Producción Mensual}}$$

$$Cp = \frac{\text{Inversión Planta}}{\text{Producción Mensual}}$$

$$Ca = \frac{\text{Inversión administrativos}}{\text{Producción Mensual}}$$

$$Ct = (Cm + Cp + Ca) * Kg_{mineral}$$

Mediante el estudio de la rentabilidad del proyecto de la concesión minera Armando y las diferentes variaciones o ingresos, los costos de operación, administrativos, los de planta y la inversión que se hará para la ejecución de la actividad, se pudieron saber si el proyecto es rentable o no para el inversionista.

D. Utilidades

Según Consultores (2016) indica que las utilidades es el importe del producto que se ha vendido, en la cual ya se ha descontado los costos de los materiales que se han requerido para dicha operación y la depreciación, y los pagos efectuados al personal, como son los sueldos, los intereses y contrataciones. La utilidad es una ganancia, en la cual es obtenida por la empresa en el transcurso de las operaciones o etapas del proceso del mineral. Esta ganancia es la principal meta de una empresa, donde su objetivo es reducir los costos que esta producirá y vender el mineral al mayor precio posible.

$$U = I - Ct$$

E. Valor actual neto (VAN)

Para un proyecto es muy importante estudiar una factible rentabilidad del yacimiento y también si es o no viable, para ello existen el VAN como el TIR que son dos criterios de estudios financieros, que dan la posibilidad de evaluar la rentabilidad que nos puede obtener las diversas inversiones de un proyecto. Estos dos criterios permiten determinar la mejor alternativa desde un mejor punto de vista económico.

Según Cabrera (2013) nos expresa que el valor actual neto de un proyecto significa a una suma de dinero, la cual es la diferencia entre los ingresos brutos menos las inversiones y los costos que se darán para que un proyecto empiece su explotación. Esta fórmula demostrará cuanto vendrá nuestro dinero en un futuro, esto se produce gracias a la conocida inflación, este valor tendrá que ser mayor a cero, lo cual significa que recuperaremos la inversión.

$$VAN = Inversión + \frac{1^{\circ} Ingreso}{(1 + Tasa\ de\ Interés)^1} + \frac{2^{\circ} Ingreso}{(1 + Tasa\ de\ Interés)^2} + \dots$$

El valor actual neto es muy importante para conocer si dicho proyecto es rentable o no para su explotación, siempre y cuando un monto de dinero aumenta o disminuya, debido a una determinada inflación. Si el resultado obtenido del valor actual neto es positivo, significa que estaremos obteniendo dinero, y mientras si el resultado es negativo, significaría que estaríamos perdiendo dicho dinero. Y así sabremos si un proyecto es rentable o no para su debida explotación.

F. Tasa interna de retorno (TIR)

Según Cabrera (2013) la tasa interna de retorno, también llamada TIR viene ser una tasa de interés, para calcular es necesario contra previamente con el VAN ya que lo que esta fórmula intenta es llevar al VAN a un valor de “cero”.

$$TIR = Inversión + \frac{1^{\circ} Ingreso}{(1 + VAN)^1} + \frac{2^{\circ} Ingreso}{(1 + VAN)^2} + \dots$$

Puede que el valor actual neto sea positivo, pero el interés del proyecto es menor que el préstamo que usted le pidió al banco y no llegaría a devolver el dinero. Por eso el TIR nos indica la tasa de interés que se nos devuelve por el dinero que estamos poniendo en el proyecto o inversión. Si el TIR es alto, estamos ante un proyecto rentable, y si es bajo pues tendría que invertir su dinero en otro lugar.

G. Estudio del mercado

Este estudio tiene como meta determinar los precios de venta del mineral, tanto en el interior como exterior del país. Los diversos factores de los precios de venta a corto plazo estaban en función de la demanda y la oferta ante un servicio o producto, y la de largo plazo, en función de los costes de explotación, para lo cual tiene por objetivo tener una característica clara del producto que va a introducir en el mercado, como los precios y comercialización de este. Para el caso de Andalucita en el primer escenario sería de una venta de \$200.00, en el segundo escenario de \$300.00 y tercer escenario \$400.00.

1.3.4. Marco legal

Normativa legal

- Texto único ordenado de la ley general de minería aprobado por el Decreto supremo N°014-92-EM, Lima, 02/06/92.
- Ley N° 26615. Ley del Catastro Minero Nacional, y su reglamento de Organización y Funciones aprobado por Decreto Supremo N° 035-2007-EM.

Normativa ambiental

- Reglamento para la protección ambiental en la actividad minero-metalúrgica (Decreto supremo N°016-93-EM), Lima, 28/04/93.
- Constitución política del Perú: “El estado debe determinar la política nacional del ambiente y promover el uso sostenible de sus recursos minerales” (Artículo 67), Lima, 29/12/93.

Normativa de seguridad

- Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería (Decreto supremo N°024-2016-EM) y su modificación N° 023-2017-EM, Lima, 26/07/2016.

Normativa técnica

- La ley N°25962 – Ley orgánica del sector Energía y Minas, que se publicó el 5 de octubre del 2001.
- Decreto supremo N° 008-2002 EM. Reglamento de la ley Especial que regula el otorgamiento de concesiones mineras en áreas urbanas y de expansión urbana.

1.4. Formulación del problema

¿De qué manera se puede determinar la viabilidad del proyecto Andalucita en la concesión minera Armando, Refractarios Peruanos S.A. Paita – Piura?

1.5. Justificación del estudio

1.5.1. Justificación técnica

Desde un punto de vista técnico, busca aplicar la tecnología sistemática del momento para el cálculo de los recursos que hay en la concesión Armando, en el proyecto de Andalucita, y así tener un control a más detalle de su producción, ley, humedad, fierro, etcétera. La tecnología avanza cada día más, para ello es importante que el profesional, tiene que estar actualizado con la tecnología, para poder aplicarlas y así generar un ambiente laboral más seguro para los trabajadores y rentable en todos sus procesos, y para ello se aplicaron software mineros que permitieron estimar los recursos minerales de la concesión minera Armando.

1.5.2. Justificación ambiental

Desde un enfoque ambiental, la investigación busca minimizar los problemas ambientales utilizando la tecnología del momento evitando los impactos negativos al ambiente, equipos, personal y factores ambientales.

1.5.3. Justificación metodológica

Presenta una justificación metodológica, pues para obtener alcanzar los objetivos, se concurre al empleo de técnicas y metodologías de investigación como son: La realización de levantamientos topográficos, para saber la ubicación exacta del área de estudio y el procesamiento de estudios o métodos sobre la estimación de recursos, para obtener el verdadero volumen (m^3) que el dicho yacimiento, asimismo conocer las ventas que produce la empresa minera. Estos objetivos que se plantearon para realizar la investigación se desarrollaron de manera lógica y secuencial y aplicando la metodología científica.

1.5.4. Justificación económica

Desde un punto de vista económico, busca determinar la rentabilidad del proyecto a partir de la estimación de los recursos para conocer si la ley de concentración de andalucita es económicamente rentable, evaluando los costos de operación, planta y administrativos.

1.6. Hipótesis

Que realizando una estimación de los recursos se determinará la viabilidad del proyecto Andalucita en la concesión Armando, Refractarios Peruanos S.A. Paita – Piura.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Realizar la estimación de los recursos para determinar la viabilidad del proyecto Andalucita en la concesión Armando, Refractarios Peruanos S.A.

1.7.2. Objetivos específicos

- Analizar la geología regional y local del área de estudio.
- Realizar el levantamiento topográfico del área de estudio.
- Realizar las calicatas para determinar la concentración de Andalucita en el yacimiento.
- Aplicar el método inverso a la distancia para estimar los recursos.
- Realizar un análisis de rentabilidad del proyecto.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es cuantitativa con el diseño no experimental descriptivo transversal cuya finalidad es recolectar datos para lograr desarrollar los objetivos planteados. Según Hernández, Fernández y Bautista (2014) las investigaciones descriptivas buscan especificar las propiedades más relevantes del fenómeno estudiado para luego medir y evaluar aspectos o dimensiones del objeto de estudio.

2.2. Operacionalización de variables

2.2.1. Variables

Variable independiente: Estimación de recursos.

Variable dependiente: Viabilidad del proyecto minero.

- **Estimación de recursos:** “La estimación radica en precisar, con un terminante grado de exactitud, los distintos parámetros del yacimiento mineral; y no solo sus valores medios, sino los definidos de cada parte o bloque medido” (Manteca, 1993 citado por García, 2016, p.1). Por ello, es importante realizar una investigación geológica para el proceso de indagación cualitativa y cuantitativa del yacimiento, para luego proponer el método de explotación adecuado, el dimensionamiento de la planta de tratamiento, evaluación de costes de operación, etcétera.
- **Viabilidad:** La evaluación de viabilidad reside en un cúmulo de estudios a realizar para la toma de medidas en relación en el desarrollo de un proyecto; en el estudio de viabilidad se definen la capacidad de la producción, las inversiones, la tecnología a implementar, los costos de producción, los ingresos, la rentabilidad y el análisis de las repercusiones sociales y ambientales (García, 2016)

2.2.2. Operacionalización de variables

Tabla 2: Cuadro de operacionalización de variables.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
ESTIMACIÓN DE RECURSOS	Geología	Geología regional	Unidades estratigráficas	Tiempo geológico	Observación	Guía de observación	
		Geología local					
	Topografía	Levantamiento topográfico	Curvas de nivel	UTM	Observación	Guía de observación	Estación total
	Estimación de recursos	Calicatas	Tipo de roca	m	Observación	Guía de observación	
		Método de cálculo	Recursos medidos Recursos inferidos	Tm	Análisis documental	Guía de análisis documental	Software RecMin
Modelo de bloques							
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
VIABILIDAD	Economía	Estimación económica	Costos	\$.	Análisis documental	Guía de análisis documental	
			Ingresos				
			Utilidad				

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población está constituida por la concesión minera Armando con una extensión de área de 1000 hectáreas.

2.3.2. Muestra

La muestra está constituida por un área de 1, 076,183.5072 m² donde se realizó todos los estudios de viabilidad del proyecto.

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

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

- **Técnica de la observación:** Permitió recolectar información del objeto de estudio a través de visitas in situ realizadas al área de estudio.
- **Técnica de análisis documental:** Permitió analizar los resultados anteriores para realizar la interpolación.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- **Guía de observación**

Unidades estratigráficas: Se utilizó la guía de observación para determinar de manera directa las unidades estratigráficas del área de estudio y clasificar las rocas según su litología y las eras de formación según corresponda, para así saber el tipo de estrato que tiene el yacimiento.

Levantamiento topográfico: Se utilizó la guía de observación para recopilar las coordenadas del perímetro que corresponde a la concesión Armando, la cual va a permitir establecer las posiciones relativas entre varios puntos sobre un plano horizontal, de esta forma se pudo conocer la colocación de los puntos de interés y la posición exacta.

Realización de calicatas: Se utilizó la guía de observación para obtener la información de las leyes a través de la elaboración de calicatas, para ello, se utilizó una excavadora 325D, cada una con diferentes profundidades la cual depende al encontrar esquisto; es ahí donde se obtendrán las muestras debidas, para así llevarlos a laboratorio y obtener los parámetros correspondientes.

– **Guía de análisis documental**

Método del cálculo: Es un método llamado inversa a la distancia que se utilizó para la interpolación de los valores en los puntos de interés en zonas no muestreadas en dicho yacimiento.

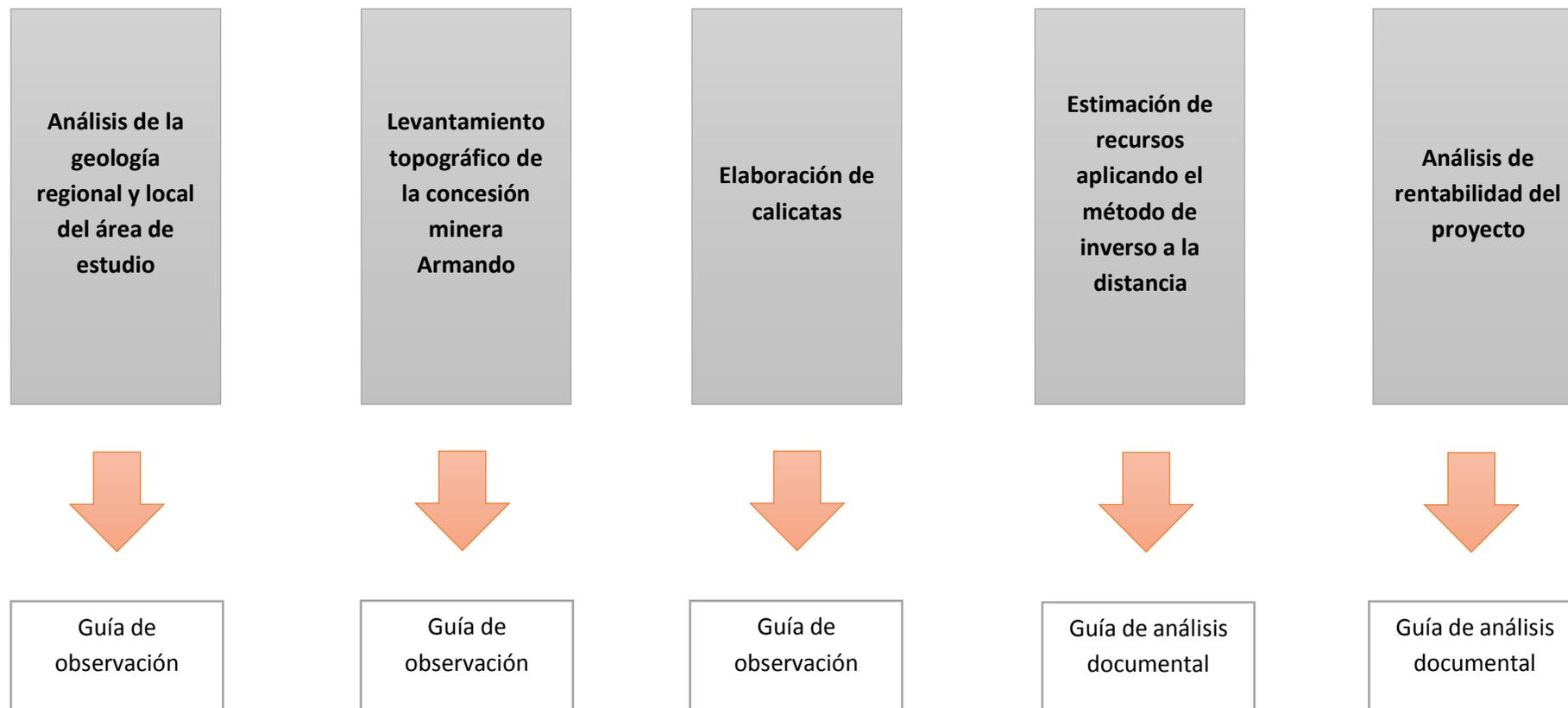
Costos de operación, de planta y administrativos: Se realizaron algunas preguntas al ingeniero de la mina, para así saber los costos como de operación, planta, administrativos y la venta del mineral Andalucita, y de esta manera obtener algunos datos para estimar la viabilidad del proyecto.

2.4.3. Validez y confiabilidad

La investigación es válida y confiable ya que se desarrolló siguiendo una metodología de estudio para desarrollar los objetivos planteados. A parte de ello, la investigación fue válida por un ingeniero especialista en el tema, una metodóloga y un estadístico (ver anexo 2)

2.5. Procedimiento

2.5.1. Diagrama de procesos



2.5.2. Descripción de procesos

– Geología regional y local

Se identificó la concesión minera Armando, donde se desarrollaron los estudios de viabilidad del proyecto. A través del Geocatmin (software virtual) se analizaron las unidades estratigráficas para el área de estudio (concesión Armando), para ello se descargó toda la información geológica referente al área de estudio. Luego de ello, con la ayuda del software QGis se elaboró el mapa de la geología regional y local para el área de estudio, las cuales fueron apoyadas en estudios de campo para convalidar los datos del mapa y realizar observaciones geológicas (ver anexo 3).

– Levantamiento topográfico

Se realizaron visitas de campo para determinar puntos estratégicos para realizar el levantamiento topográfico del área determinada para el estudio, la cual fue realizada con la ayuda de la estación total, teniendo en cuenta los puntos donde se ha realizado las calicatas. Seguidamente, se realizó un trabajo en gabinete para elaborar el plano topográfico correspondiente y delimitar el área de estudio con la ayuda del software AutoCAD Civil 3D versión estudiante (ver anexo 4).

– Calicatas

Las calicatas fueron realizadas por los mismos trabajadores de la empresa Refractarios Peruanos S.A, y sus estudios de laboratorio, las cuales sus procesos para este objetivo fueron los siguientes: Se analizaron los reportes de leyes de laboratorio para cada calicata. Se elaboraron los archivos Assay, Collar, Lithology y Survey; se analizaron los estratos presentes en cada una de las calicatas y finalmente, se elaboraron las columnas estratigráficas para cada una de las calicatas con la ayuda del software SedLog (ver anexo 5)

– **Método de inverso a la distancia**

Con ayuda del software minero RecMin se importaron los archivos Assay, Collar, Lithology y Survey, luego se realizó el modelo geológico que representa al yacimiento; se analizó la profundidad y espesor del yacimiento para tomar decisiones sobre las dimensiones del modelo de bloques. Se codificó el modelo de bloques y sus respectivos ítems para acumular los resultados de las interpolaciones del inverso a la distancia; se realizaron los compósitos por longitud fija y se interpolaron por inverso a la distancia a todo el modelo de bloques que representa el área de estudio. De acuerdo con la distancia promedio de interpolación de cada bloque se tomaron decisiones sobre la clasificación de recursos y finalmente se realizó el cálculo de reservas para cada clase: Medidos, indicados e inferidos (ver anexo 6).

– **Análisis de rentabilidad del proyecto**

Se analizaron los reportes de inversión por la empresa Refractarios Peruanos S.A, para determinar los costos de minado y planta. Se analizó el historial de ventas de la empresa para determinar los escenarios posibles para el análisis de rentabilidad del proyecto. Se elaboró la ecuación de la recta de Ley & Beneficio para cada escenario y se determinaron las leyes de corte para cada escenario, finalmente se elaboró el informe final de resultados (ver anexo 7).

2.6. Método de análisis de datos

Método sistemático: Se empleó para trabajar todo el proceso de investigación, la cual ayudó a relacionar los hechos y las variables de estudio apoyados en la teoría que fundamenta la investigación mediante un trabajo formal, intencional y sistemático.

Método de análisis documental: Este método se empleó específicamente en la búsqueda de información de las diversas fuentes tanto primario como el la observación directa e in situ para establecer y determinar los principales factores que afectan al objeto de estudio; y fuentes secundarias como es el manual de evaluación técnico – económico de proyectos mineros de inversión en la cual explica la inversión de un proyecto minero, con sus ingresos y costos de operación haciendo un estudio de factibilidad.

2.7. Aspectos éticos

Según las formuladas de la Universidad Cesar Vallejo y la plataforma de la investigación, los aspectos éticos que se debe poseer en avance para el actual informe del estudio vienen hacer los siguientes: claridad en los objetivos, manejo de diversas fuentes, confidencialidad, transferencia de datos logrados y profundidad en el progreso del contenido.

Transferencia en los objetivos del estudio: Especificar los objetivos a partir del inicio, donde se expresa de manera precisa y clara el lograr analizar la investigación deseada, así poder obtener la realización de ésta, para ello dichos objetivos deberá ser sistemática y secuencial.

Consulta en manejo de fuentes: Son guías o instrumentos de búsqueda y así tener acceso a dicha información, donde se diferenciará las opiniones de otros, que de las propias y así interpretar los textos para no modificarlo o contrariar la idea que nos da.

Confidencialidad: El respetar el anonimato si es que así lo solicita el científico al divulgar la información, de cómo se manipulará, dispondrá y divulgará la información privada de identificación.

Análisis de los datos logrados: Detallar en la investigación tal y como ocurrieron los hechos. Determinar las metas de la investigación que se va a realizar y no falsificar las importancias de esta.

Profundidad en el proceso de la investigación: Estudiar situaciones diversas en torno al contenido de la investigación. Estar al tanto sobre la materia que emprende el desarrollo del informe. Estar en perpetua indagación de fuentes de consulta renovadas.

III.RESULTADOS

3.1. Análisis de la geología regional y local

3.2.1. Geología regional

Tabla 3: Geología regional.

ERATEMA	SISTEMA		SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO	ROCA INTRUSIVA
Cenozoico	Cuaternario		Pleistoceno	Fm. Tablazo - Talara	Qp-tt	Granito Pi-gr
Mesozoico	Cretáceo		Superior	Fm. Tortuga	Ks-t	
Paleozoico	Sup.			Indiviso	Pi	
	Inf.					

Fuente: Geocatmin.

La tabla N°4 indica las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio al orden del tiempo geológico de su formación. La unidad estratigráfica más predominante en el área de estudio es la Fm. Tablazo - Talara formada en la era Cenozoica, en el sistema cuaternario y serie Pleistoceno; las formaciones vecinas al área de estudio son: Fm. Tortuga e Indiviso.

A continuación, una breve descripción de la unidad estratigráfica Fm. Tablazo - Talara, generalmente forma parte del territorio de Sechura, Paita y Talara, con espesor promedio de 3 metros, en cuanto a su litología es variable en los sectores de Bayovar y Virrilá está formado por conglomerados lumaquéllicos poco consolidados con matriz de arena arcósica y bioclástica; en la zona oriental está conformado por conglomerados coquiníferos y litoclastos de naturaleza variable que provienes de cordillera occidental y el macizo metamórfico (Ver lamina N°1 de la geología regional del área de estudio)

3.2.2. Geología local

Tabla 4: Geología local.

ERATEMA	SISTEMA		SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO
Cenozoico	Cuaternario		Reciente	Dep. Fluviales	
				Dep. Aluviales	
			Pleistoceno	Fm. Tablazo - Tarara	
Paleozoico	Inf.			Macizo de Paita: Esquistos con granate y andalucita y sillimanita (metamorfismo de grado alto)	

Fuente: Geocatmin.

La geología local para el área de estudio además de la unidad estratigráfica de Fm. Tablazo - Talara también se observa la presencia de las unidades estratigráficas de Dep. Fluviales, Dep. Aluviales y la presencia del Macizo de Paita formados por Esquistos con granito, andalucita y sillimanita (producto de un metamorfismo de alto grado). Los depósitos aluviales tienen espesor de 2.5 metros aproximadamente, de granulometría ligeramente angulosa de variable granulometría y en su interior tiene porcentaje de concentración de andalucita. Los depósitos fluviales de granulometría variable, generalmente materiales redondeados de alta resistencia tiene espesores promedios de 2 metros, esta unidad estratigráfica en su interior tiene porcentaje de concentración de andalucita (Ver lamina N°2 la geología local para el área de estudio)

3.2. Levantamiento topográfico del área de estudio

3.2.1. Ubicación del área de estudio

El área de estudio está ubicada en el distrito y provincia de Paita, departamento de Piura. En la tabla N°6 se muestra las coordenadas de los vértices de la concesión minera de Armando con un área de 10000000 millones de metros cuadrados (1000 Hectáreas) (Ver lamina N° 3 el mapa de ubicación del área de estudio).

Tabla 5: Ubicación del área de estudio.

VÉRTICE	ESTE	NORTE
1	491745	9426630
2	491745	9424630
3	496745	9424630
4	496745	9426630

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.2.2. Levantamiento topográfico del área de estudio

Para el levantamiento topográfico del área de estudio se utilizó una estación total marca Leica y GPS Garmin, con fines de tener márgenes de error mínimos en el levantamiento topográfico del terreno. La topografía del terreno generalmente es llana con pendientes promedio de 0.5%, la cual el terreno no era necesario muchos detalles en el levantamiento de toda la concesión minera, pero si se tomó en cuenta a más detalle la parte de estudio, cabe recalcar que el análisis de recursos solo es para una parte de la concesión minera donde se ha sacado las calicatas para sus respectivos análisis en el laboratorio, estos trabajos realizados por la empresa Refractarios Peruanos S.A.

3.2.3. Curvas de nivel

Las curvas de nivel representan el relieve del terreno, en este caso se trata de un terreno llano (plano), para el área de estudio la cota mínima es de 148 msnm y la cota máxima es de 151 msnm (Ver lámina N°4 el plano topográfico).

3.2.4. Dimensionamiento del área de estudio

Toda la concesión minera Armando tiene un perímetro de 14000.09 metros que hacen un área total de 10000156.8146 m², pero el estudio de viabilidad solo se centra en un área de 1076183.51 m² con un perímetro de 4150.56 m. por temas económicos la investigación se ha limitado a cierta área

Tabla 6: Dimensionamiento del área de estudio.

DIMENSIÓN	ÁREA	PERÍMETRO
Concesión Armando	10000156.8146 m ²	14000.0985 m
Área de estudio	1076183.5072 m ²	4150.5562 m

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.3. Análisis de las calicatas

3.3.1. Ubicación de las calicatas (COLLAR)

En la tabla N°8 se presenta las coordenadas de las calicatas que se han realizado para la presente investigación, el cuadro solo presenta una estructuración resumida de las 47 calicatas realizadas en campo (Ver información completa en anexos N°5 las coordenadas de ubicación de cada una de las calicatas analizadas y su respectiva profundidad).

Tabla 7: Coordenadas de ubicación de las calicatas.

CALICATA	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	LONGITUD
C-AD	495924.528	9426347.39	146.135	4.65
C-L	495876.548	9426203.17	148.547	4
C-8A	495862.078	9426025.06	156.96	2
.
.
.
C-42	496712.188	9425457	155.892	7.7

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.3.2. Geometría (SURVEY)

En cuanto a la geometría de las calicatas analizadas están representadas por el azimut y buzamiento de cada una de las calicatas. En la tala N°9 se muestran los datos de la geometría que se considera para cada una de las calicatas, la tabla muestra algunas calicatas solo para muestras (Ver en anexos N°5 la información completa correspondiente para todas las calicatas).

Tabla 8: Resumen de los azimut y buzamiento de cada calicata.

CALICATA	DE	A	AZIMUT	DIP
C-AD	0	4.65	0	-90
C-L	0	4	0	-90
C-8A	0	2	0	-90
.
.
.
C-42	0	7.7	0	-90

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.3.3. Análisis de las muestras (ASSAY)

Para cada calicata se han extraído de 2 - 5 muestras con fines de análisis de laboratorio para determinar el porcentaje de concentración de la andalucita en cada muestra; por ejemplo para la calicata C-DA se ha extraído tres muestras de 0 – 1.15 metros existe una concentración de andalucita del 11.2% para la segunda muestra ubicada desde 1.15 a 3.15 metros con ley de concentración del 15.4 % de andalucita y para la muestra ubicada de 3.15 a 4.65 con una concentración de andalucita del 3.5%, de la misma manera se ha analizado a todas las calicatas. La tabla N°10 presenta el resumen de los resultados de laboratorio (Ver información completa en anexos N°6).

Tabla 9: Resumen del análisis de muestras.

CALICATA	DE	A	ANDALUCITA %
C-DA	0	1.15	11.2
C-DA	1.15	3.15	15.4
C-DA	3.15	4.65	3.5
.	.	.	.
.	.	.	.
C-42	0	3	6.1
C-42	3	4.9	7.7
C-42	4.9	7.7	6.6

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.3.4. Análisis litológico (LITHO)

En cuanto a la litología del área de estudio se observó los siguientes tipos de roca (estratos): materiales aluviales con porcentaje de andalucita (AL), materiales carbonatado con andalucita (MCA), materiales de aluvión con contenido de andalucita (ALU), materiales arcillosos con porcentaje de andalucita (ARC) y materiales marinos (MMA). (Ver información completa en anexos N°6).

Tabla 10: Análisis litológico del área de estudio.

CALICATA	DE	A	TIPO DE ROCA
C-DA	0	1.15	AL
C-DA	1.15	3.15	AL
C-DA	3.15	4.65	MCA
.	.	.	.
.	.	.	.
C-42	0	3	AL
C-42	3	4.9	MCA
C-42	4.9	7.7	AL

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.3.5. Columna estratigráfica

La tabla N°12 presenta las diferentes formaciones rocosas presentes en el análisis de las calicatas. Toda la longitud de la calicata contiene porcentaje de andalucita. La base las calicatas comienza material del tipo esquistos con ausencia de andalucita, la cual se considera el límite del material con contenido de andalucita.

Tabla 11: Análisis litológico del área de estudio.

LITOLOGIA	
Símbolo	Descripción
AL	Aluvial
MCA	Materiales carbonatados con andalucita
ALU	Aluvión
ARC	Arcilla
MMA	Materiales marinos (con andalucita)

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura N°1 muestra la columna estratigráfica para la calicata C-3^a que tiene cuatro estratos diferentes 2.49 metros de material aluvial, 1.25 de materiales de aluvión, 0.67 metros de materiales carbonatados con andalucita y 1 metro para materiales marinos.

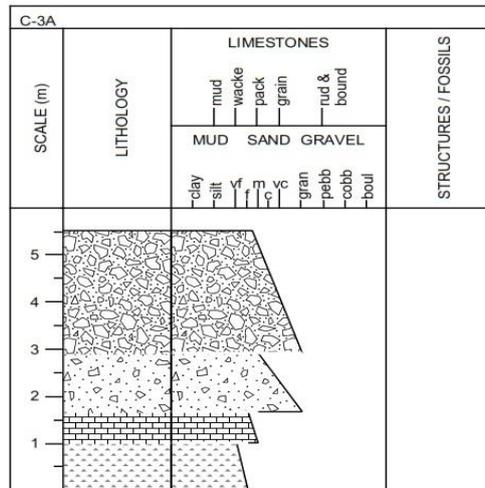


Figura 1: Columna estratigráfica de la calicata C-3°. **Fuente:** Elaboración propia. 2019

3.4. Modelo de bloques y estimación de recursos

3.4.1. Visualización de los datos de las calicatas

Para virtualizar toda la información que se ha obtenido del análisis de las calicatas se ha utilizado el software minero RecMin de licencia gratuita, con fine de modelar y llevarlo a un modelo matemático, de esta manera con más facilidad determinar la cantidad de Andalucita presente en el área de estudio. La figura N°2 presenta la vista de la calicata C-13 y las leyes presentes en cada de las muestras.

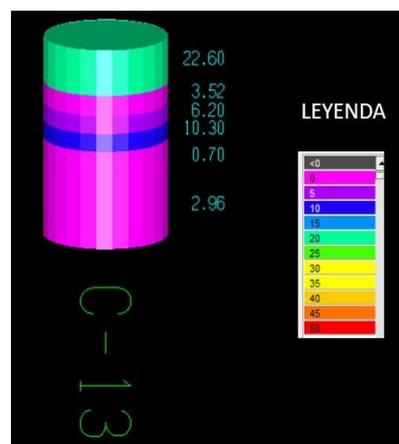


Figura 2: Porcentaje de leyes de la calicata C-13. **Fuente:** Elaboración propia. 2019.

3.4.2. Modelo geológico

Se observó que todas las longitudes de las calicatas contienen un porcentaje de Andalucita, por ello se ha considerado un solo modelo geológico que representa un sólido de área 1378430.25 metros cuadrados, con volumen de 4240667.63 metros cuadrados.

3.4.3. Compósitos

Para realizar la composición de los datos obtenidos de los análisis de laboratorio para cada muestra extraída de las calicatas, se ha utilizado el método de la composición por longitud fija, dicha longitud de un metro respetando el código de honor de la muestra. El código de honor parte de modelo geológico, es decir, todas las muestras que pertenecen o están dentro del modelo geológico se le ha denominado con el “código 2” y las muestras que se encuentran fuera del modelo geológico se ha denominado “código 1”.

3.4.4. Límite y dimensiones del modelo de bloques

En la tabla N° 13 se presentan los límites del modelo de bloques para el área de estudio y las dimensiones de los bloques en cada uno de los ejes; para el Este y Norte con dimensiones de 10 metros, y para la elevación con dimensión de 4 metros, por motivo que la potencia del mineral es aproximadamente de 4 metros.

Tabla 12: Límites del modelo de bloques.

	X	Y	Z
MINIMO	495710	9425420	134
MAXIMO	496760	9426430	170
DIFERENCIA	1050	1010	36
D. BLOQUE	10	10	4
N° BLOQUE	105	101	9
TOTAL BLOQUE	95445		

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.4.5. Interpolación inversa a la distancia (IDW)

Para las interpolación inversa a la distancia se utilizó un elipsoide de lado mayor de 300 metros, de lado menor de 150 metros y con una verticalidad de 50 metros; estas dimensiones se decidió por las observaciones de campo realizadas donde se pudo apreciar a un yacimiento casi uniforme, al igual que las muestras que se han analizado tienen leyes de Andalucita similares, esto implica que las dimensiones de la elipsoide puedan ser mayores sin perjudicar la realidad de concentración de Andalucita que se puede presentar en campo. La tabla N°14 muestra la interpolación IDW para el bloque ubicado en el nivel 6, en la fila 48 y en la columna 47.

Tabla 13: Interpolación inversa a la distancia para el bloque (6/48/47).

Block	N° de muestra	Ley	Peso	Distancia	Inversa distancia	Ley*peso
6/48/47	1	11.7	0.31071878	64.7	0.000238886	3.63540974
	2	11.7	0.31071878	64.7	0.000238886	3.63540974
	3	11	0.07084309	135.5	5.44655E-05	0.77927395
	4	11	0.07084309	135.5	5.44655E-05	0.77927395
	5	15.6	0.0676119	138.7	5.19813E-05	1.05474565
	6	14.7	0.0676119	138.7	5.19813E-05	0.99389494
	7	4.7	0.03767772	185.8	2.89673E-05	0.1770853
	8	14.7	0.03767772	185.8	2.89673E-05	0.55386253
	9	16.86	0.02629702	222.4	2.02176E-05	0.44336772
TOTAL					0.000768819	12.0523235

Fuente: Elaboración propia, 2019.

$$V^* = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^\alpha} Z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^\alpha}}$$

$$V^* = \frac{\frac{1}{64.7^2} \times 11.7 + \dots + \frac{1}{222.4^2} \times 16.86}{\frac{1}{64.7^2} + \dots + \frac{1}{222.4^2}}$$

$$V^* = 12.05$$

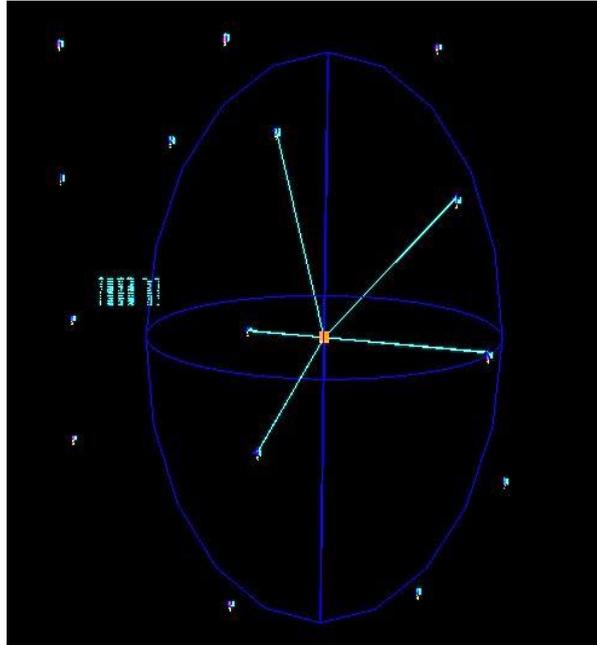


Figura 3: Elipsoide para la interpolación de inversa a la distancia. **Fuente:** Elaboración propia, 2019.

Entonces, para el bloque ubicado en el nivel 6, fila 48, columna 47 la ley de andalucita es de 12.05, de la misma manera se calculó para todos los bloques.

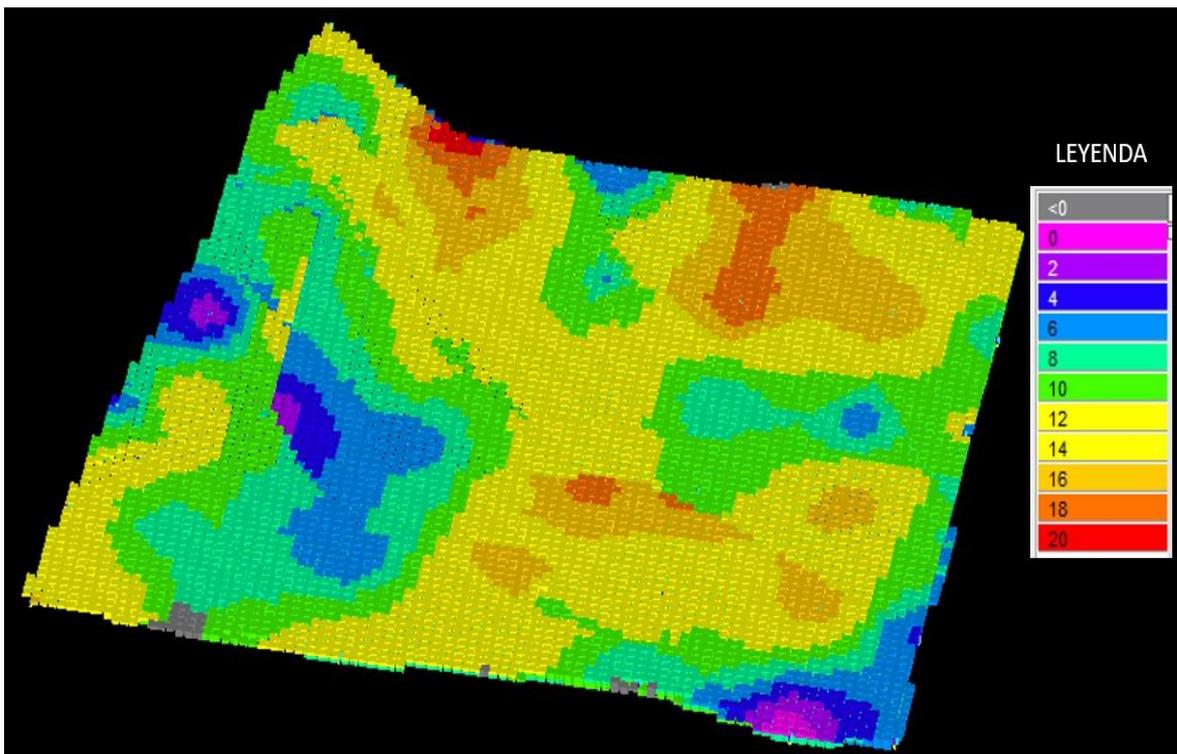


Figura 4: Modelo Geológico. **Fuente:** Elaboración propia, 2019.

3.4.6. Clasificación de recursos

De acuerdo con la distancia promedio de interpolación de los bloques se decidió clasificar a los recursos de la manera en que la tabla N°15 lo detalla. Los bloques que han sido interpolados a distancias promedio menores o iguales a 150 metros se le denominó recursos medidos, a los bloques interpolados a distancia promedio mayores a 150 metros, pero menores o iguales a 200 metros son denominados recursos indicados y los bloques interpolados a distancia promedio mayores a 200 metros son los recursos inferidos.

Tabla 14: Clasificación de recursos medidos, indicados e inferidos.

CLASIFICACIÓN DE RECURSOS			
CLASE	CÓDIGO	DISTANCIA (m)	
MEDIDOS	1	>0	<=150
INDICADOS	2	>150	<=200
INFERIDOS	3	>200	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

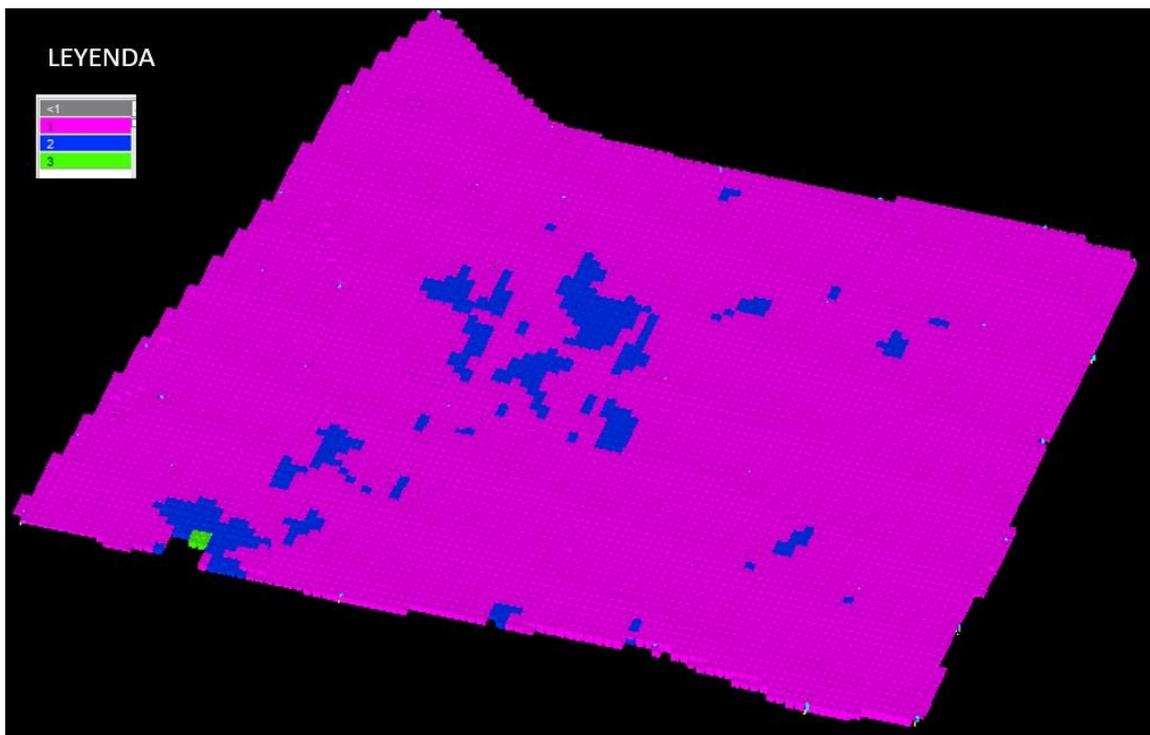


Figura 5: Vista de clasificación de los recursos. **Fuente:** Elaboración propia, 2019.

3.4.7. Cálculo de recursos

En la tabla N°16 detalla la cantidad de recursos existentes en el área de estudio, los recursos medidos son 7, 764,813.49 toneladas con una ley promedio de 10.91% de Andalucita, para los recursos Indicados 335,014.43 toneladas con ley promedio de 11.22% de andalucita y los recursos Inferidos 3,557.58 toneladas con ley promedio de 9.12% de andalucita, existe 974,918.25 toneladas de estéril, en total son 9, 078,303.75 toneladas de material con ley promedio de 9.75% de Andalucita.

Tabla 15: Cantidad de recursos.

RECURSOS	CLASS	TONELADAS	VOLUMEN	LEY ANDALUCITA
MEDIDOS	CLASS_1	7,764,813.49	3,143,648.90	10.91
INDICADOS	CLASS_2	335,014.43	135,633.37	11.22
INFERIDOS	CLASS_3	3,557.58	1,440.31	9.12
ESTERIL		974,918.25	513,113.65	0
TOTAL		9,078,303.75	3,793,836.23	9.75

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura N°8 se visualiza los recursos medidos, indicados e inferidos, como también la producción de estéril en toneladas y la ley de andalucita, a través de un diagrama de barras.

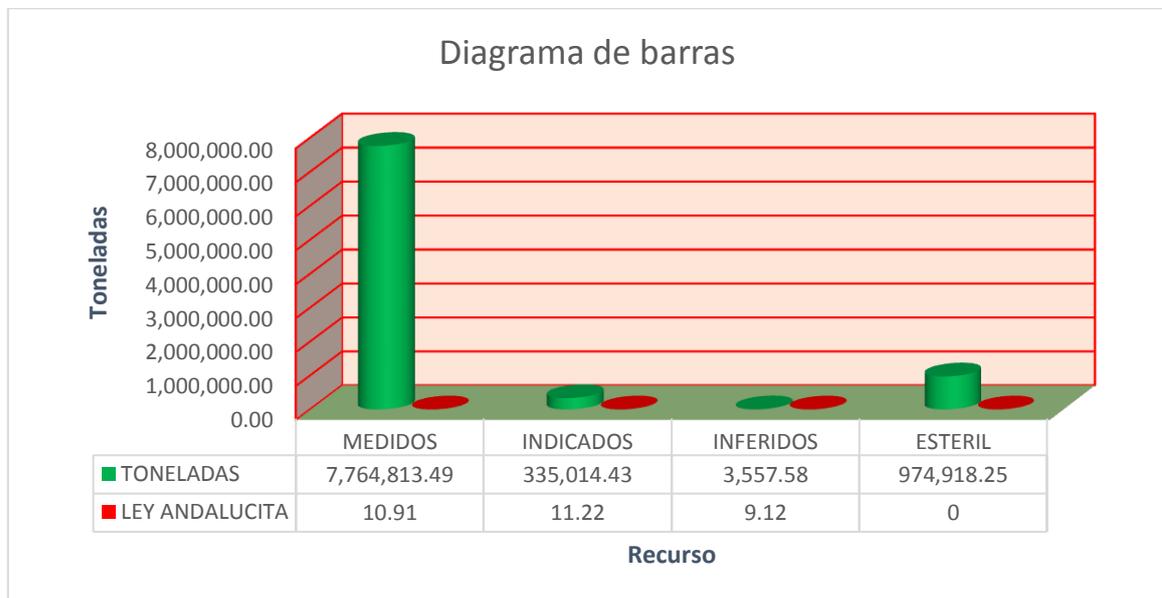


Figura 6: Diagrama de barras. *Fuente:* Elaboración propia, 2019.

3.4.8. Cálculo de reservas (cantidad de Andalucita)

En la tabla N°17 presenta los atributos para el bloque ubicado en el nivel 6, fila 48 y columna 47.

Tabla 16: Atributos para el bloque.

ÍTEM	VALUÉ
Topo	98%
Yac	2
Yac %	99
IDWA	12.05
NCMP	9
NDH	5
CDIS	65
LDIS	222
ADIS	141
CLASS	1

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El cálculo en la tabla N°18 presenta el resumen del cálculo de Andalucita presente en el bloque ubicado en el nivel 6, fila 48 y columna 47. La cantidad de Andalucita presente en el bloque es de 103.96 Tm de Andalucita.

Tabla 17: Resumen del cálculo.

BLOCK	CLASS	VOLUMEN	SG	TON	IDWA	TOPO	YACI%	TON_R	RECUPE_AND	ANDA_TOTAL
6	1	400	2.47	988	12.05%	98%	99%	958.5576	90%	103.9555717
48										
47										

Fuente: Elaboración propia, 2019.

CÁLCULO:

- Volumen

El volumen del bloque es la multiplicación de sus tres dimensiones

$$V = Z * X * Y$$

$$V = 4 * 10 * 10$$

$$V = 400 \text{ m}^3$$

- **Toneladas.**

Las toneladas es la multiplicación del volumen por la densidad del mineral que es de 2.47 Tm/m³.

$$T = V * SG$$

$$T = 400 * 2.47$$

$$T = 988 Tm$$

- **Toneladas reales.**

Las toneladas reales, es el resultado de multiplicar el porcentaje del bloque que se encuentra por debajo de la superficie y el porcentaje del bloque que se encuentra dentro del modelo geológico.

$$TR = T * TOPO * YACI\%$$

$$TR = 988 * 98\% * 99\%$$

$$TR = 958.56 Tm$$

- **Total, de Andalucita**

El total de Andalucita en el bloque resulta de multiplicar las toneladas reales por la ley de Andalucita y la recuperación de Andalucita en la planta de tratamiento.

$$ANDALUCITA_{TOTAL} = TR * IDWA * RECUPERACIÓN_{ANDALUCITA}$$

$$ANDALUCITA_{TOTAL} = 958.56 * 12.05\% * 90\%$$

$$ANDALUCITA_{TOTAL} = 103.96 Tm$$

De la misma manera se realizó el cálculo para todo el modelo de bloques. En la tabla N° 19 presenta la cantidad de Andalucita, el total es de 754,370.15 Tm, este dato es la cantidad de recursos presentes en el área de estudio.

Tabla 18: Cantidad de Andalucita.

CLASS	SUB_TOTAL(Tm)
CLASS_1	723341.61
CLASS_2	30759.8
CLASS_3	268.74
TOTAL	754370.15

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura N° 8 se visualiza los recursos medidos, indicados e inferidos, la cual se da en toneladas, a través de un diagrama de barras.



Figura 7: Diagrama de barras. Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.5. Análisis de rentabilidad del proyecto.

La rentabilidad del proyecto se dedujo a partir de los datos obtenidos del cálculo de reservas, los costos por tonelada métrica de andalucita son los costos actuales de producción, reporte de la empresa Refractarios Peruanos S.A, igual que el precio de ventas de dicho recurso.

3.5.1. Análisis de costos

3.5.1.1. Costos en mina

Los análisis de costos para los trabajos en mina se realizaron de dos formas, la inversión mensual realizada para mover los diferentes materiales lo indica la tabla N°19 y la inversión mensual en trabajos de preparación, mantenimiento y obras auxiliares lo indica la tabla N°20. El total de inversión es de \$217,195.56 para producir 85,513.59 toneladas métricas de mineral. La cual indica que el costo por tonelada métrica de mineral es de \$2.54 esto representa el costo por tonelada métrica en mina.

Tabla 19: Costos mina.

COSTOS MINA	
MATERIALES	INVERSIÓN
Mineral	\$57,807.19
Desmonte fino	\$10,999.97
Desmonte grueso	\$1,420.38
Over-1	\$8,749.54
Mineral derramado de tolva	\$416.79
Desmonte	\$230.44
Estéril	\$594.07
Magnético	\$359.58
Afirmado/Agregado	\$45.95
Lodos	\$1,079.79
Lodos-lodera	\$4,489.34
SUB-TOTAL	\$86,193.03

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 20: Costos mina.

COSTOS MINA	
MAQUINARIA	INVERSION
Volquete 15m3	\$1,092.10
Cargador frontal 962H-07	\$14,902.66
Tractor D7R N°01	\$15,352.22
Tractor D6T2	\$9,539.13
Cargador frontal 950L	\$12,882.80
Retroexcavadora	\$3,916.51
Excavadora	\$14,033.60
Cargador frontal 962H-05	\$13,286.77
Tractor D7R N°03	\$13,455.17
Tractor D8T	\$18,352.00
Cargador frontal 962H-03	\$10,394.92
Cisterna	\$3,794.66
SUB-TOTAL	\$131,002.53

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.5.1.2. Costos en planta

La inversión de planta mensual es de \$67,168.85 para procesar 85,513.59 toneladas métricas de mineral al mes. Los costos de procesamiento por tonelada de mineral son de \$ 0.79, en la cual se detalla los costos (ver tabla N°21).

Tabla 21: Costos planta.

COSTOS DE PLANTA	
TIPO	INVERSIÓN
COMBUSTIBLE	\$1,969.63
AREA1	\$2,767.10
AREA2	\$11,081.22
AREA3	\$1,599.61
AREA4	\$1,789.89
AREA5	\$259.85
AREA6	\$264.70
AREA7	\$3,249.12
AREA8	\$3,881.12
AREA9	\$296.46
LABORATORIO	\$960.52
MANTENIMIENTO	\$39,049.63
TOTAL	\$67,168.85

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.5.1.3. Costos administrativos

Los costos administrativos representan una inversión mensual de \$ 97, 166.17 al mes, el mineral explotado y procesado es de 85,513.59 toneladas métricas de mineral. El costo por tonelada métrica de mineral es de \$1.14. Ver tabla N°22, el detalle de los costos administrativos. Los costos totales para explotar y procesar una tonelada métrica de mineral son de \$4.46.

Tabla 22: Costos administrativos.

COSTOS ADMINISTRATIVOS	
TIPO	INVERSIÓN
PLANILLAS	\$71,229.42
SEGURIDAD	\$3,747.31
RELACIONES COMUNITARIAS	\$1,458.48
LOGISTICA	\$12,695.18
AMBIENTAL	\$5,143.37
PROYECTOS	\$2,892.41
TOTAL	\$97,166.17

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.5.2. Precio de venta (análisis del historial de ventas de la empresa)

3.5.2.1. Escenario 1 (Pesimista)

El primer escenario se toma con el precio de venta más bajo que haya tenido la empresa en toda su vida de productor de Andalucita, siendo el precio más bajo de \$.200 por cada tonelada métrica de Andalucita. El análisis de rentabilidad del proyecto se realiza también con estos precios de venta porque el futuro del mercado nadie lo sabe, pueda que baje a precios de esta naturaleza, para evitar sorpresas se analiza también en este escenario pesimista. Y tomar decisiones en la viabilidad del proyecto.

3.5.2.2. Escenario 2 (Valor Actual)

En el presente escenario se analiza con los precios actuales de venta en el mercado de Andalucita, la empresa actualmente lo vende en \$.300 por tonelada métrica de Andalucita. Escenario poco confiable para la toma de decisiones porque los precios en el mercado no son estáticos, sino, dinámicos que cambian con el pasar de los días.

3.5.2.3. Escenario 3 (Optimista)

En el escenario optimista se tomó el valor más alto de venta de Andalucita que haya tenido la empresa durante toda su vida como productor de dicha materia prima. Este precio es de \$.400 por tonelada métrica de Andalucita.

3.5.3. Rentabilidad del proyecto

3.5.3.1. Escenario 1

Tabla 23: Datos Generales.

Toneladas De Mineral	85,513.59
Inversión	\$ 217, 195.56
Costo Unitario Mina	\$2.54
Costo Unitario Planta	\$0.79
Costos Unitarios Administrativos	\$1.14
Precio Por Tm De Andalucita	\$200.00
Recuperación En Planta	90%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 24: Beneficio.

LEY	10%	8%	6%	4%	2%	0.30%
Kg Andalucita	90	72	54	36	18	2.7
COSTO MINA	\$0.0282	\$0.0353	\$0.0470	\$0.0706	\$0.1411	\$0.9407
COSTO PLANTA	\$0.0087	\$0.0109	\$0.0145	\$0.0218	\$0.0436	\$0.2909
COSTO ADMT	\$0.0126	\$0.0158	\$0.0210	\$0.0316	\$0.0631	\$0.4208
COSTO TOTAL	\$4.46	\$4.46	\$4.46	\$4.46	\$4.46	\$4.46
PRECIO_VENTA	\$18.00	\$14.40	\$10.80	\$7.20	\$3.60	\$0.54
BENEFICIO	\$13.54	\$9.94	\$6.34	\$2.74	-\$0.86	-\$3.92

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura N°9 se puede visualizar los beneficios según la variación de las leyes que contiene Andalucita, la cual a una menor ley habrá un menor beneficio, mientras que una mayor ley habrá más beneficio para la empresa.

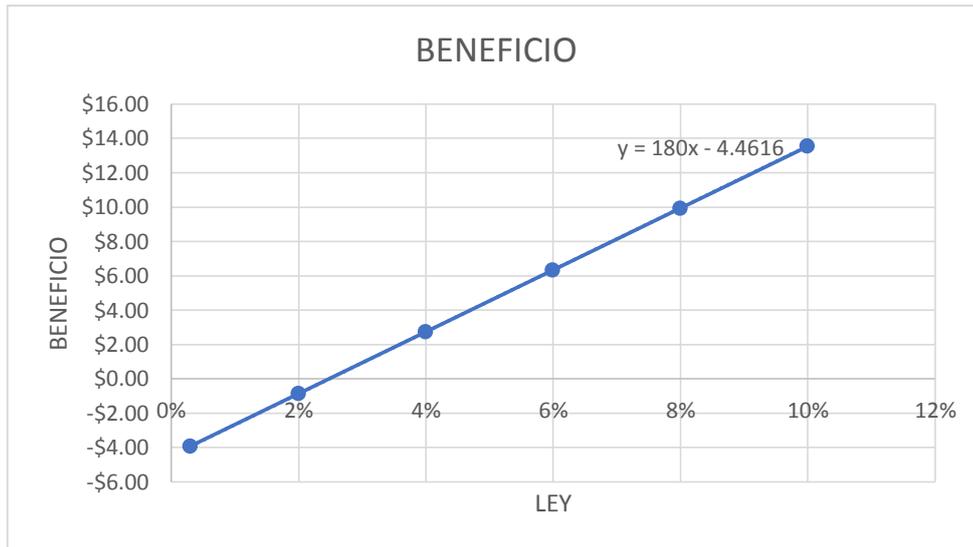


Figura 8: Beneficio. Fuente: Elaboración propia, 2019.

CÁLCULO

Todos los cálculos serán para una ley de 10% de andalucita por Tm de mineral:

- **Kg de Andalucita por Tm de mineral**

$$Kg \text{ Andalucita} = 1Tm \text{ de material} * ley * Recuperación$$

$$Kg \text{ Andalucita} = 1000Kg * 10\% * 90\%$$

$$Kg \text{ Andalucita} = 90Kg$$

- **Costos mina**

$$Cm = \frac{\text{Costos mina}}{Kg \text{ Andalucita}}$$

$$Cm = \frac{\$ 2.54}{90Kg}$$

$$Cm = 0.0282 \frac{\$}{Kg_And}$$

- **Costos planta**

$$Cp = \frac{\text{Costos planta}}{Kg \text{ Andalucita}}$$

$$Cp = \frac{\$ 0.79}{90Kg}$$

$$Cp = 0.0087 \frac{\$}{Kg_And}$$

- **Costos administrativos**

$$Ca = \frac{\text{Costos Administrativos}}{\text{Kg andalucita}}$$

$$Ca = \frac{\$ 1.14}{90Kg}$$

$$Ca = 0.0126 \frac{\$}{Kg_And}$$

- **Costo total por Tm de material**

$$Ct = (Cm + Cp + Ca) * Kg_Andalucita$$

$$Ct = (0.0282 + 0.0087 + 0.0126) * 90$$

$$Ct = 4.46 \$/Tm_material$$

- **Ingresos por Tm de mineral**

$$I = \left(\frac{\text{Precio Venta}_{Tm-Andalucita}}{1000 Kg} \right) * Kg - \text{Andalucita}_{Tm-mineral}$$

$$I = \left(\frac{200\$}{1000 Kg} \right) * 90Kg$$

$$I = 18.00\$$$

- **Utilidad por Tm de mineral**

$$U = I - Ct$$

$$U = 18.00\$ - 4.46\$$$

$$U = 13.54\$$$

- Ahora los mismos procedimientos para una ley de 2% de Andalucita por Tm de mineral, se tiene una utilidad de \$-0.86

Tabla 25: Resumen de ley y beneficio.

Ley	Beneficio
10%	\$13.54
2%	\$-0.86

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Pendiente de la recta.**

Los puntos $(x_1; y_1) = (2\%; -0.86)$ y $(x_2; y_2) = (10\%; 13.54)$

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{13.54 - (-0.86)}{10\% - 2\%}$$

$$m = 180$$

- **Ecuación de la curva ley & beneficio.**

Tomaremos el punto $(x_1; y_1) = (2\%; -0.86)$

$$m = \frac{Y - y_1}{X - x_1}$$

$$m(X - x_1) = Y - y_1$$

$$Y = m(X - x_1) + y_1$$

$$Y = 180(X - 2\%) + (\$ - 0.86)$$

$$Y = 180X - 4.46$$

- **Ley de corte**

Para calcular la ley de corte, el beneficio (Y) será igual a cero

$$Y = 180X - 4.46$$

$$0 = 180X - 4.46$$

$$\left(\frac{4.46}{180}\right) * 100 = X$$

$$X = 2.48\%$$

La ley de corte para el escenario 1 es de 2.48% de andalucita por Tm de mineral. Por debajo genera pérdidas para la empresa.

a. Ingresos

Los ingresos totales del proyecto son de \$150, 874,030.00

Tabla 26: Ingreso Total.

INGRESOS			
CLASS	SUB_TOTAL-Tm	PRECIO-Tm_Aandalucita	INGRESOS
CLASS_1	723341.61	\$ 200.00	\$ 144,668,322.00
CLASS_2	30759.8	\$ 200.00	\$ 6,151,960.00
CLASS_3	268.74	\$ 200.00	\$ 53,748.00
TOTAL	754370.15		\$ 150,874,030.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

b. Egresos

Los egresos totales para el proyecto son de \$39, 728,798.49

Tabla 27: Egreso Total.

EGRESOS			
CLASS	TONELADAS-Tm	COSTOS-Tm_mineral	EGRESOS
CLASS_1	7,764,813.49	\$ 4.46	\$ 34,631,068.17
CLASS_2	335,014.43	\$ 4.46	\$ 1,494,164.36
CLASS_3	3,557.58	\$ 4.46	\$ 15,866.81
ESTERIL	974,918.25	\$ 3.68	\$ 3,587,699.16
TOTAL			\$ 39,728,798.49

Fuente: Elaboración propia, 2019.

c. Utilidades

La utilidad (ganancias) del proyecto son de \$111, 145,231.51

Tabla 28: Utilidades.

UTILIDAD				
CLASS	INGRESOS	EGRESOS	UTILIDAD	TOTAL
CLAS_1	\$ 144,668,322.00	\$ 34,631,068.17	\$ 110,037,253.83	\$ 111,145,231.51
CLAS_2	\$ 6,151,960.00	\$ 1,494,164.36	\$ 4,657,795.64	
CLAS_3	\$ 53,748.00	\$ 15,866.81	\$ 37,881.19	
ESTERIL	0	\$ 3,587,699.16	-\$ 3,587,699.16	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.5.3.2. Escenario 2

Tabla 29: Datos Generales.

Toneladas De Mineral (Mes)	85,513.59
Inversión Total	\$217,195.56
Costo Unitario Mina	\$2.54
Costo Unitario Planta	\$0.79
Costos Unitarios Administrativos	\$1.14
Precio Por Tm De Andalucita	\$300.00
Recuperación En Planta	90%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 30: Beneficio.

Ley	10%	8%	6%	4%	2%	0.30%
Kg Andalucita	90	72	54	36	18	2.7
Costo Mina	\$0.0282	\$0.0353	\$0.0470	\$0.0706	\$0.1411	\$0.9407
Costo Planta	\$0.0087	\$0.0109	\$0.0145	\$0.0218	\$0.0436	\$0.2909
Costo Administrativo	\$0.0126	\$0.0158	\$0.0210	\$0.0316	\$0.0631	\$0.4208
Costo Total	\$4.46	\$4.46	\$4.46	\$4.46	\$4.46	\$4.46
Precio - Venta	\$27.00	\$21.60	\$16.20	\$10.80	\$5.40	\$0.81
Beneficio	\$22.54	\$17.14	\$11.74	\$6.34	\$0.94	-\$3.65

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura N° 10 se puede visualizar las diferentes leyes de andalucita con su respectivo beneficio, en la cual este va a ir aumentado según la ley crezca.

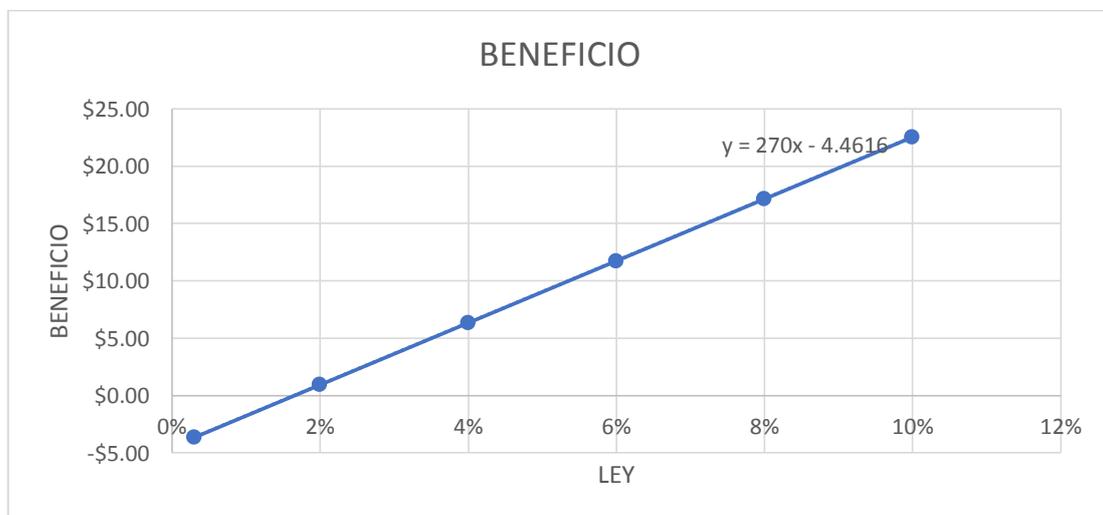


Figura 9: Beneficio. Fuente: Elaboración propia, 2019.

CÁLCULO

Todos los cálculos serán para una ley de 10% de Andalucita por Tm de mineral

- **Kg de Andalucita por Tm de mineral**

$$\text{Kg Andalucita} = 1\text{Tm de material} * \text{ley} * \text{Recuperación}$$

$$\text{Kg Andalucita} = 1000\text{Kg} * 10\% * 90\%$$

$$\text{Kg Andalucita} = 90\text{Kg}$$

- **Costos mina**

$$Cm = \frac{\text{Costos mina}}{\text{Kg Andalucita}}$$

$$Cm = \frac{\$ 2.54}{90Kg}$$

$$Cm = 0.0282 \frac{\$}{Kg_And}$$

- **Costos planta**

$$Cp = \frac{\text{Costos planta}}{\text{Kg Andalucita}}$$

$$Cp = \frac{\$ 0.79}{90Kg}$$

$$Cp = 0.0087 \frac{\$}{Kg_And}$$

- **Costos administrativos**

$$Ca = \frac{\text{Costos administrativos}}{\text{Kg Andalucita}}$$

$$Ca = \frac{\$ 1.14}{90Kg}$$

$$Ca = 0.0126 \frac{\$}{Kg_And}$$

- **Costo total por Tm de material**

$$Ct = (Cm + Cp + Ca) * Kg_Andalucita$$

$$Ct = (0.0282 + 0.0087 + 0.0126) * 90$$

$$Ct = 4.46 \$/Tm_material$$

- **Ingresos por Tm de mineral**

$$I = \left(\frac{\text{Precio Venta}_{Tm-Andalucita}}{1000 Kg} \right) * Kg - \text{Andalucita}_{Tm-mineral}$$

$$I = \left(\frac{300\$}{1000 Kg} \right) * 90Kg$$

$$I = 27.00\$$$

- **Utilidad por Tm de mineral**

$$U = I - Ct$$

$$U = 27.00\$ - 4.46\$$$

$$U = 22.54\$$$

Ahora los mismos procedimientos para una ley de 2% de Andalucita por Tm de mineral, se tiene una utilidad de \$0.94

Tabla 31: Resumen de ley y beneficio.

LEY	BENEFICIO
10%	\$22.54
2%	\$0.94

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Pendiente de la recta.**

Los puntos $(x_1; y_1) = (2\%; 0.94)$ y $(x_2; y_2) = (10\%; 22.54)$

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{22.54 - (0.94)}{10\% - 2\%}$$

$$m = 270$$

- **Ecuación de la curva ley & beneficio.**

Tomaremos el punto $(x_1; y_1) = (2\%; 0.94)$

$$m = \frac{Y - y_1}{X - x_1}$$

$$m(X - x_1) = Y - y_1$$

$$Y = m(X - x_1) + y_1$$

$$Y = 270(X - 2\%) + (\$0.94)$$

$$Y = 270X - 4.46$$

- **Ley de corte**

Para calcular la ley de corte, el beneficio (Y) será igual a cero

$$Y = 270X - 4.46$$

$$0 = 270X - 4.46$$

$$\left(\frac{4.46}{270}\right) * 100 = X$$

$$X = 1.65\%$$

La ley de corte para el escenario 2 es de 1.65% de Andalucita por Tm de mineral. Por debajo genera pérdidas para la empresa.

a. Ingresos

Los ingresos de todo el proyecto son de \$226, 311,045.00

Tabla 32: Ingresos

INGRESOS			
CLASS	SUB_TOTAL	PRECIO-Tm_Andalucita	INGRESOS
CLASS_1	723341.61	\$ 300.00	\$ 217,002,483.00
CLASS_2	30759.8	\$ 300.00	\$ 9,227,940.00
CLASS_3	268.74	\$ 300.00	\$ 80,622.00
TOTAL	754370.15		\$ 226,311,045.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

b. Egresos

Los egresos de todo el proyecto son de \$39, 728,798.49

Tabla 33: Egresos.

EGRESOS			
CLASS	TONELADAS	COSTOS-Tm_mineral	EGRESOS
CLASS_1	7,764,813.49	\$ 4.46	\$ 34,631,068.17
CLASS_2	335,014.43	\$ 4.46	\$ 1,494,164.36
CLASS_3	3,557.58	\$ 4.46	\$ 15,866.81
ESTERIL	974,918.25	\$ 3.68	\$ 3,587,699.16
TOTAL			\$ 39,728,798.49

Fuente: Elaboración propia, 2019.

c. Utilidades

La utilidad (ganancias) de todo el proyecto son de \$186, 582,246.51

Tabla 34: Utilidad.

UTILIDAD				
CLASS	INGRESOS	EGRESOS	UTILIDAD	TOTAL
CLAS_1	\$ 217,002,483.00	\$ 34,631,068.17	\$ 182,371,414.83	\$ 186,582,246.51
CLAS_2	\$ 9,227,940.00	\$ 1,494,164.36	\$ 7,733,775.64	
CLAS_3	\$ 80,622.00	\$ 15,866.81	\$ 64,755.19	
ESTERIL	0	\$ 3,587,699.16	-\$ 3,587,699.16	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.5.3.3. Escenario 3

Tabla 35: Datos Generales.

Toneladas De Mineral (Mes)	85,513.59
Inversión Total	\$217,195.56
Costo Unitario Mina	\$2.54
Costo Unitario Planta	\$0.79
Costos Unitarios Administrativos	\$1.14
Precio Por Tm De Andalucita	\$400.00
Recuperación En Planta	90%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 36: Beneficio.

Ley	10%	8%	6%	4%	2%	0.30%
Kg Andalucita	90	72	54	36	18	2.7
Costo Mina	\$0.0282	\$0.0353	\$0.0470	\$0.0706	\$0.1411	\$0.9407
Costo Planta	\$0.0087	\$0.0109	\$0.0145	\$0.0218	\$0.0436	\$0.2909
Costo Administrativo	\$0.0126	\$0.0158	\$0.0210	\$0.0316	\$0.0631	\$0.4208
Costo Total	\$4.46	\$4.46	\$4.46	\$4.46	\$4.46	\$4.46
Precio_Venta	\$36.00	\$28.80	\$21.60	\$14.40	\$7.20	\$1.08
Beneficio	\$31.54	\$24.34	\$17.14	\$9.94	\$2.74	-\$3.38

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura N° 11 se visualiza las leyes de andalucita con los debidos beneficios, notamos que cada vez que la ley aumenta el beneficio también lo hará.

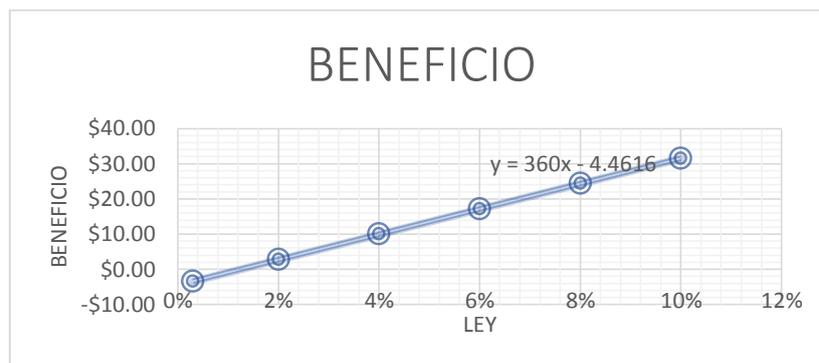


Figura 10: Beneficio. Fuente: Elaboración propia, 2019.

CÁLCULO

Todos los cálculos serán para una ley de 10% de Andalucita por Tm de mineral.

- **Kg de Andalucita por Tm de mineral**

$$Kg\ Andalucita = 1Tm\ de\ mineral * ley * Recuperación$$

$$Kg\ Andalucita = 1000Kg * 10\% * 90\%$$

$$Kg\ Andalucita = 90Kg$$

- **Costos mina**

$$Cm = \frac{Costos\ mina}{Kg\ Andalucita}$$

$$Cm = \frac{\$ 2.54}{90Kg}$$

$$Cm = 0.0282 \frac{\$}{Kg_And}$$

- **Costos planta**

$$Cp = \frac{Costos\ planta}{Kg\ Andalucita}$$

$$Cp = \frac{\$ 0.79}{90Kg}$$

$$Cp = 0.0087 \frac{\$}{Kg_And}$$

- **Costos administrativos**

$$Ca = \frac{Costos\ administrativos}{Kg\ Andalucita}$$

$$Ca = \frac{\$ 1.14}{90Kg}$$

$$Ca = 0.0126 \frac{\$}{Kg_And}$$

- **Costo total por Tm de mineral**

$$Ct = (Cm + Cp + Ca) * Kg_Andalucita$$

$$Ct = (0.0282 + 0.0087 + 0.0126) * 90$$

$$Ct = 4.46 \$/Tm_mineral$$

- **Ingresos por Tm de mineral**

$$I = \left(\frac{Precio\ Venta_{Tm-Andalucita}}{1000\ Kg} \right) * Kg - Andalucita_{Tm-mineral}$$

$$I = \left(\frac{400\$}{1000\ Kg} \right) * 90Kg$$

$$I = \$36.00$$

- **Utilidad por Tm de mineral**

$$U = I - Ct$$

$$U = 36.00\$ - 4.46\$$$

$$U = \$31.54$$

Ahora los mismos procedimientos para una ley de 2% de Andalucita por Tm de mineral, se tiene una utilidad de \$2.74.

Tabla 37: Resumen de ley y beneficio.

Ley	Beneficio
10%	\$31.54
2%	\$2.74

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Pendiente de la recta.**

Los puntos $(x_1; y_1) = (2\%; 2.74)$ y $(x_2; y_2) = (10\%; 31.54)$

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{31.54 - (2.74)}{10\% - 2\%}$$

$$m = 360$$

- **Ecuación de la curva ley & beneficio.**

Tomaremos el punto $(x_1; y_1) = (2\%; 2.74)$

$$m = \frac{Y - y_1}{X - x_1}$$

$$m(X - x_1) = Y - y_1$$

$$Y = m(X - x_1) + y_1$$

$$Y = 360(X - 2\%) + (\$2.74)$$

$$Y = 360X - 4.46$$

- **Ley de corte**

Para calcular la ley de corte, el beneficio (Y) será igual a cero

$$Y = 360X - 4.46$$

$$0 = 360X - 4.46$$

$$\left(\frac{4.46}{360}\right) * 100 = X$$

$$X = 1.24\%$$

La ley de corte para el escenario 3 es de 1.24% de Andalucita por Tm de mineral. Por debajo genera pérdidas para la empresa.

a. Ingresos

Los ingresos de todo el proyecto son de \$301, 748,060.00

Tabla 38: Ingresos.

INGRESOS			
CLASS	SUB_TOTAL	PRECIO-Tm_Aandalucita	INGRESOS
CLASS_1	723341.61	\$ 400.00	\$ 289,336,644.00
CLASS_2	30759.8	\$ 400.00	\$ 12,303,920.00
CLASS_3	268.74	\$ 400.00	\$ 107,496.00
TOTAL	754370.15		\$ 301,748,060.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

b. Egresos

Los egresos de todo el proyecto son de \$39, 728,798.49

Tabla 39: Egresos.

EGRESOS			
CLASS	TONELADAS	COSTOS-Tm_mineral	EGRESOS
CLASS_1	7,764,813.49	\$ 4.46	\$ 34,631,068.17
CLASS_2	335,014.43	\$ 4.46	\$ 1,494,164.36
CLASS_3	3,557.58	\$ 4.46	\$ 15,866.81
ESTERIL	974,918.25	\$ 3.68	\$ 3,587,699.16
TOTAL			\$ 39,728,798.49

Fuente: Elaboración propia, 2019.

c. Utilidad

La utilidad (ganancias) de todo el proyecto son de \$262, 019,261.51

Tabla 40: Utilidades.

UTILIDAD				
CLASS	INGRESOS	EGRESOS	UTILIDAD	TOTAL
CLAS_1	\$ 289,336,644.00	\$ 34,631,068.17	\$ 254,705,575.83	\$ 262,019,261.51
CLAS_2	\$ 12,303,920.00	\$ 1,494,164.36	\$ 10,809,755.64	
CLAS_3	\$ 107,496.00	\$ 15,866.81	\$ 91,629.19	
ESTERIL	0	\$ 3,587,699.16	-\$ 3,587,699.16	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.5.3.1. Resumen de rentabilidad

La tabla N°41 presenta un resumen de la rentabilidad del proyecto en los tres escenarios citados.

Tabla 41: Resumen de rentabilidad.

ESCENARIO	PRECIO	LEY DE CORTE	UTILIDAD
1	\$ 200.00	2.48%	\$ 111,145,231.51
2	\$ 300.00	1.65%	\$ 186,582,246.51
3	\$ 400.00	1.24%	\$ 262,019,261.51

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El proyecto es rentable en sus tres escenarios analizados, lo cual hace atractivo desde el punto de vista financiero. Ver las siguientes tablas donde se detalla la vida útil y las ganancias anualmente. La vida útil del proyecto es de 7.9 años, de los cuales se tiene utilidades de \$14, 540,352.56 anuales en el escenario 1, utilidades de \$24,099,712.30 anuales en el escenario 2 y utilidades de \$33,659,072.04 en el escenario 3.

Tabla 42: Reservas.

RESERVAS			
CLASS	Tm-mineral	Tm-mineral/mes	Vida útil/año
CLASS_1	7764813.49	85,513.59	7.57
CLASS_2	335014.43	85,513.59	0.33
CLASS_3	3557.58	85,513.59	0.003
TOTAL			7.90

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 43: Análisis de retorno de la inversión.

ESCENARIO 200							
CLASS	Tm-Andalucita	Vida Útil (Año)	Inversión Anual	Ingresos Anual	Utilidad Anual	Intereses Banco	Beneficio %
CLASS_1	723341.61	7.567	\$4,578,366.91	\$19,118,719.47	\$14,540,352.56	15.46%	317.59%
CLASS_2	30759.8	0.326	\$4,578,366.91	\$18,843,708.38	\$14,265,341.47	15.46%	311.58%
CLASS_3	268.74	0.003	\$4,578,366.91	\$15,503,295.28	\$10,924,928.37	15.46%	238.62%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 44: Análisis de retorno de la inversión

ESCENARIO 300							
Class	Tm-Andalucita	Vida Útil (Año)	Inversión Anual	Ingresos Anual	Utilidad Anual	Intereses Banco	Beneficio %
CLASS_1	723341.61	7.567	\$4,578,366.91	\$28,678,079.21	\$24,099,712.30	15.46%	526.38%
CLASS_2	30759.8	0.326	\$4,578,366.91	\$28,265,562.57	\$23,687,195.66	15.46%	517.37%
CLASS_3	268.74	0.003	\$4,578,366.91	\$23,254,942.92	\$18,676,576.01	15.46%	407.93%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 45: Análisis de retorno de la inversión.

ESCENARIO 400							
Class	Tm-Andalucita	Vida Útil (Año)	Inversión Anual	Ingresos Anual	Utilidad Anual	Intereses Banco	Beneficio %
CLASS_1	723341.61	7.567	\$4,578,366.91	\$38,237,438.95	\$33,659,072.04	15.46%	735.18%
CLASS_2	30759.8	0.326	\$4,578,366.91	\$37,687,416.76	\$33,109,049.85	15.46%	723.16%
CLASS_3	268.74	0.003	\$4,578,366.91	\$31,006,590.56	\$26,428,223.65	15.46%	577.24%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.5.3.5. Cálculo del VAN y TIR

Para el cálculo del VAN y TIR se tiene una inversión inicial de \$4, 578,366.91 anuales con una tasa de interés del 15% anual. Se evalúa en los tres escenarios, para ver la rentabilidad del proyecto. Se puede observar que el proyecto es muy rentable con tasas de retorno de la inversión de 318% para el escenario 1, de 526% para el escenario 2 y para el escenario 3 una tasa de retorno de 735%.

$$VAN = Inversión + \frac{1^{\circ} Ingreso}{(1 + Tasa\ de\ Interés)^1} + \frac{2^{\circ} Ingreso}{(1 + Tasa\ de\ Interés)^2} + \dots$$

$$TIR = Inversión + \frac{1^{\circ} Ingreso}{(1 + VAN)^1} + \frac{2^{\circ} Ingreso}{(1 + VAN)^2} + \dots$$

Tabla 46: Escenario 1

INVERSIÓN INICIAL	\$4,578,366.91
TASA DE INTERÉS ANUAL	15%
CLASS1	
Inversión Año 0	-\$4,578,366.91
Ingreso Año 1	\$14,540,352.56
Ingreso Año 2	\$14,540,352.56
Ingreso Año 3	\$14,540,352.56
Ingreso Año 4	\$14,540,352.56
Ingreso Año 5	\$14,540,352.56
Ingreso Año 6	\$14,540,352.56
Ingreso Año 7	\$14,540,352.56
VAN	\$48,622,263.33
TIR	318%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 47: Escenario 2

INVERSIÓN INICIAL	\$4,578,366.91
TASA DE INTERÉS ANUAL	15%
CLASS1	
Inversión Año 0	-\$4,578,366.91
Ingreso Año 1	\$24,099,712.30
Ingreso Año 2	\$24,099,712.30
Ingreso Año 3	\$24,099,712.30
Ingreso Año 4	\$24,099,712.30
Ingreso Año 5	\$24,099,712.30
Ingreso Año 6	\$24,099,712.30
Ingreso Año 7	\$24,099,712.30
VAN	\$83,205,697.15
TIR	526%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 48: Escenario 3.

INVERSIÓN INICIAL	\$4,578,366.91
TASA DE INTERÉS ANUAL	15%
CLASS1	
Inversión Año 0	-\$4,578,366.91
Ingreso Año 1	\$33,659,072.04
Ingreso Año 2	\$33,659,072.04
Ingreso Año 3	\$33,659,072.04
Ingreso Año 4	\$33,659,072.04
Ingreso Año 5	\$33,659,072.04
Ingreso Año 6	\$33,659,072.04
Ingreso Año 7	\$33,659,072.04
VAN	\$117,789,130.97
TIR	735%

Fuente: Elaboración propia, 2019.

IV DISCUSIÓN

Los resultados confirman la hipótesis que planteo respecto a que realizando la estimación de los recursos se determine la viabilidad de un proyecto, ya que a la hora de realizar la estimación se consideró reconocer el tipo de material, sus propiedades físicas y formación de cada mineral lo que permitió si el yacimiento existe algún contenido valioso y así saber si es rentable o no, tal como lo indica Garrido, (2016) cuando afirmó que para la evaluación de recursos va a depender de las características geológicas, estructurales, geoquímicas que esta presenta, y que permite determinar la viabilidad del proyecto.

Al momento que se analizó la geología local se obtuvo su formación geológica, por lo cual impactó su composición de materiales de esquisto con granito, andalucita y sillimanita que son productos de un metamorfismo de alto grado. Estos resultados concurren con el autor Gonzáles, (2013) donde indica que la geología estudia su composición para entender el origen del yacimiento como también las condiciones del terreno.

Al momento que se realizó el levantamiento topográfico se obtuvo las coordenadas del área de estudio, por lo cual llama mucho la atención que en la actualidad gracias a la tecnología los datos que se obtienen para un levantamiento topográfico se realizan de manera más rápida y precisa. Estos resultados concuerdan con el autor Gallardar y Mayorga, (2017) donde revela que en la década del 90 ha hecho que la topografía se integre a la automatización; los cálculos engorrosos, extensos y complicados que fácilmente puede demorar horas o hasta semanas, dependiendo de la extensión del terreno, hoy en día son resultados en cuestión de segundos.

Al momento que se realizó las calicatas para el muestro debido, lo que impactó fue su litología del área de estudio, se observó diferentes tipos de material en una sola calicata. Estos resultados concuerdan con el autor Ccorahua, (2014) las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa.

No se está de acuerdo en que, según Alvarado, (2015) hace mención que el método inverso a la distancia a que solo es aplicable a yacimientos que contienen fierro y cobre; porque el método inverso a la distancia está apto para hacer aplicable para cualquier tipo de yacimientos metálicos y no metálicos siempre y cuando se trabaje con leyes de interés económico.

Al momento que se realizó los análisis de rentabilidad se obtuvo la inversión o capital, los costos que se necesitan para llevar a cabo el proyecto minero, también se vio la venta del mineral, como la calidad de este, y con estos factores ver la magnitud de formar ganancias. Estos datos concuerdan con el autor Naranjo, (2005) que indica que toda actividad minera necesita de un estudio o análisis de viabilidad, para ello es importante estimar los costos de producción en las diferentes etapas, conocer la venta del mineral en el mercado y determinar el volumen del material contenido en el yacimiento, la cual cubrirá los gastos del personal, maquinaria, mantenimiento, de operación, planta, administrativos y las ganancias que se generarán.

Al momento que se realizó los cálculos del VAN y TIR se obtuvo que el proyecto es muy rentable en sus 3 escenarios analizados donde el 1° escenarios con un precio de venta de \$ 200.00, el 2° escenario de \$ 300.00 y el ultimo escenario de \$ 400.00 evalúa los 3 escenarios, por lo cual impacto que la rentabilidad es alta con tasas de retorno de la inversión de 318%, 526% y 735% respectivamente, donde estos criterios (VAN y TIR) permitió determinar alternativas desde un mejor punto de vista económico. Estos datos concuerdan con el autor Cabrera, (2013) cuando afirma que el VAN y TIR son importantes para conocer si dicho proyecto es rentable o no, para ello tiene que ser positivo el VAN, y para el TIR el resultado tiene que ser alto el porcentaje.

V CONCLUSIONES

El proyecto de la concesión minera Armando es económicamente explotable, la concentración de Andalucita garantiza su explotación generando utilidades para la empresa Refractarios Peruanos S.A.

La concesión minera Armando perteneciente a la empresa Refractarios Peruanos S.A, en los estudios de la geología regional, lo que más predomina el área de estudio es la unidad estratigráfica de Fam. Tablazo-Talara, su litología generalmente formado por conglomerados lumaquéllicos pocos consolidados con matriz de arena arcósica y bioclastos.

La geología local está constituida por las formaciones recientes Depósito. Fluviales, Depósito. Aluviales y la presencia del macizo de Paita formado por esquistos con Granite, Andalucita y Sillimanita producto de un metamorfismo de alto grado, todas las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio contienen porcentaje de Andalucita.

La concesión minera Armando tiene una dimensión de 1000 hectáreas de las cuales la presente investigación solo se centra en cierta parte de la concesión minera, en un área de 1076183.50 m², el relieve es generalmente llano (perteneciente a los desiertos de Piura).

La columna estratigráfica presente en las calicatas realizadas para el área de estudio está formada por estratos de materiales aluviales (AL) con espesores promedio de 1.15m, materiales de carbonatos con andalucita (MCA) espesor promedio de 2m, materiales de aluvión (ALU) de espesor promedio de 1.5m, materiales marinos (MMA) con espesores promedio de 2m aproximadamente.

El modelo geológico perteneciente al área de estudio abarca un área aproximado de 1 378 430.25 m², haciendo un volumen de 4 240 667.63 m³ de materiales rocosos con contenido de andalucita.

Los resultados de la interpolación por inverso a la distancia indica que los recursos medidos son 7, 764,813.49 Tm con ley promedio de 10.91% de andalucita y para los recursos indicados de 335,014.43 Tm con ley promedio de 11.22% de Andalucita y para los recursos inferidos de 3,557.58 Tm con ley promedio de 9.12%.

De la cantidad de Andalucita, el 723,341.61 Tm de andalucita son reservas probadas, los 30,759.8 Tm son reservas probables y 168.74 Tm son reservas posibles.

Los escenarios de evaluación de la rentabilidad del proyecto a base del historial de ventas de la empresa que ha tenido durante su vida como productora de dicha materia prima, el precio más bajo es de 200 \$/Tm para el primer escenario, para el segundo escenario con el precio actual de venta de 300 \$/Tm y para el tercer escenario con el precio más alto de 400 \$/Tm, las leyes de corte son de 2.48%, 1.65% y 1.24% respectivamente.

Las utilidades del proyecto en los diferentes escenarios son altos, lo cual hace que el proyecto sea rentable, para el primer escenario la utilidad es de \$111 145 231.51 para el escenario segundo la utilidad es \$186 582 246.51 y para el tercer una utilidad de \$262 019 261.51 con una tasa interna de retorno de 318%, 526% y 723% respectivamente.

VI RECOMENDACIONES

Se sugiere el estudio de viabilidad del proyecto, para toda la concesión minera Armando, porque los resultados de la geología local y regional dan evidencias de mineralización de Andalucita para toda la concesión minera.

Se recomienda realizar calicatas y sus respectivos análisis en las zonas de los recursos indicados e inferidos, para dar mayor confiabilidad de las leyes que se encuentran en dichas áreas.

Se propone utilizar el software minero RecMin, por su simplicidad y capacidad de manejo de datos, para pequeña y mediana minería sería una opción ya que es un software minero de licencia libre, para los pequeños inversionistas sería una solución ante los altos precios de los softwares comerciales.

Se recomienda realizar estudios de planificación de corto y mediano plazo, para minimizar los costos de producción y mejorar la rentabilidad de la empresa.

REFERENCIAS

1. ALFARO García, Pedro Darío. Estudio de factibilidad para la instalación de una empresa minera aurífera en la localidad de Huangabal, Ditrío de Curgos, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento La Libertad. Tesis (Título de Economista). Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2011. 32 pp.
Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3888>
2. ALFARO Sironvalle, Marco. Estimación de recursos mineros. Tesis (Título De Ingeniero De Minas). Chile: Universidad Católica De Valparaiso, 2014. 4 pp.
Disponible en: http://cg.ensmp.fr/bibliotheque/public/ALFARO_Cours_00606.pdf
3. ALVA Florián, Luis Artemio y FEBRERO Cabrejo, José Miguel y GUZMÁN Miranda, Jorge Germán. Una aproximación al uso de opciones reales en la evaluación de proyectos mineros en un context de riesgo. Tesis (Maestría en Gestión Minera). Perú: Escuela de postgrado Gerens, 2016. 8 pp.
Disponible en: <https://ideas.repec.org/p/ger/tesmgm/0003.html>
4. ARTEAGA Rodríguez, Ricardo. Manual de evaluación técnico – económico de proyectos mineros de inversión. España. Ed ITGE, 1991. 15 pp.
ISBN: 847840077X
5. ARTEAGA Rodríguez, Ricardo. Estudios de viabilidad en proyectos mineros. España. ed ITGE, 1999. 15 pp.
ISBN: 847840077X
6. Atlas de rocas ígneas [en línea]. Madrid. 15 de agosto 2015. [Fecha de consulta: 28 de abril].
Disponible en: <https://petroignea.wordpress.com/minerales/otros-minerales-igneos/andalucita/>
7. BLANCO, Juan Manuel. Evaluación del proyecto de construcción de molienda en la empresa JLN Minerales SRL, en Concarán provincial de San Luis. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Argentina: Universidad Empresarial siglo veintiuno, 2013. 12 pp.
Disponible en: <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/handle/ues21/12001>

8. CABRERA, Mariano. ¿Cómo saber si un proyecto es rentable? – ROI, TIR, VAN y más. Bolivia. 3 de enero del 2013. [Fecha de consulta 1 de mayo].
Disponible en: <https://www.marianocabrera.com/como-saber-si-un-proyecto-es-rentable/>
9. CASTILLO Talledo, Ricardo. Alternativas de transporte de mineral en compañía minera Andalucita S.A: comparación y optimización de costos. Tesis (Bachiller de Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Nacional de Piura, 2016. 15 pp.
Disponible en:
<file:///C:/Users/Usuario01/Downloads/TESIS%20FINALIZADA%20r.pdf>
10. CENTENO Velásquez, Edward Roser. Optimización en la estimación de recursos y límite de explotación en el proyecto Michiquillay. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman Tacna, 2014. 158 pp.
Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2441>
11. CONSTRUCCIÓN minera y energía [en línea]. Chile, 201. [Fecha de consulta 24 de abril].
ISBN: 07161115
Disponible en: <http://www.construccionminera.cl/geotecnia-en-mineria-la-importancia-del-estudio-del-terreno/#.XRJxk7dlB-E>
12. CHÁVEZ Rojas, Luis Fernando. Estudio de factibilidad técnica para la explotación minera del proyecto Milo del consorcio minero Horizonte S.A distrito Oropesa, provincial Antabamba, región Apurímac, 2017. Tesis (Bachiller en Ingeniería de Minas). Perú: Universidad Privada Del Norte, 2017. 48 pp.
Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11220>
13. CHANDRA Moharaj, Manasa y WANGMO, Yeshi. Gold body modeling and purchase of different reserve estimation techniques. Thesis (Bachelor of Technology of Mining Engineering). India: National Institute of Technology Rourkela, 2014. 20 pp.
Disponible en: <http://ethesis.nitrkl.ac.in/6193/1/E-31.pdf>

14. DÉLEG Pacheco, Xavier Ricardo. Determinación de la variabilidad espacial de las características físicas del suelo en la parcela experimental Iquis. Tesis (Título de Ingeniero Agrónomo). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2018. 22 pp.
Disponible en: www.espace.ucuenca.edu.ec
15. ESTEVÉZ, Elmidio. Apuntes sobre la estimación de recursos y reservas. Ecuador, 21 de diciembre de 2014. [Fecha de consulta: 2 de Abril].
Disponible en: <https://m.monografias.com/trabajos65/estimacion-recursos-reservas/estimacion-recursos-reservas4.shtml>
16. Estudio de la viabilidad del proyecto. [en línea]. Bolivia 15 de enero del 2014. [Fecha de consulta el 2 de abril].
Disponible en:
http://aula.educa.aragon.es/datos/AGS/Economia/unidad_08_sin_cargar/page_04.htm
17. GARCÍA Molero, Andrés. Evaluación de un yacimiento de sulfuros complejos mediante el paquete informático RECMIN. Tesis (Magister en ingeniería de minas). Cartagena: Universidad Politécnica De Cartagena, 2016. 59 pp.
Disponible en:
repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5640/tfegareva.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
18. GARRIDO Palma, Mauricio. Evaluación de recursos en geometría complejas aplicación con algoritmo de apilamiento. Tesis (Título de Ingeniero Civil de Minas). Chile: Universidad de Chile, 2016. 7 pp.
Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/97412/D-CD70204.pdf>
19. GALLARDAY Bocanegra, Tomás Ezequiel y MAYORGA Rojas, Jaime César. Geotopografía Básica. Perú. Ed Ffecaat, 2017. 95 pp.
ISBN: 9786124700057
20. GONZÁLES de Vallejo, Luis. Manual de ingeniería geológica. mineros de inversión. España. ed ITGE, 2013. 8 pp.
ISBN: 847840077X

21. HENDERSON, David. Razón estéril mineral y sus criterios de definición. Madrid. 10 de febrero. [Fecha de consulta: el 25 de abril].
Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/154382088/Razon-n-este-ril-mineral-y-sus-criterios-de-definicion-n-docx>
22. HUAYPAR Díaz, Catalina. Costos de operaciones mineras. Tesis (Título de Ingeniero Civil de Minas). Chile: Universidad de Chile, 2015. 23 pp.
Disponible en: www.geco.mineroartesanal.com
23. Jacobs, Jonatan. Creating a technology map to facilitate the process of modernisation throughout the mining cycle. University of Pretoria, 2016. 12 pp.
Disponible en: https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/61296/Jacobs_Creating_201%207.pdf?sequence=1&isAllowed=y
24. LEÓN Oscanoa, Gilmar Ángel. Análisis de inversión y rentabilidad de un proyecto aurífero a nivel de estudio de factibilidad. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2006. 75 pp.
Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/627>
25. LÓPEZ Quispe, Alejandro Magno. Viabilidad económica financiera de minado veta Chaparral del yacimiento aurífero San Francisco, Golden River Resources S.A.C – Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero de Minas) Perú: Universidad Nacional del Altiplano de Puno, 2017. 50 pp.
Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7314>
26. MAMANI Condori, Juan Alonso. Modelo de riesgo para la evaluación económica financiera de la explotación de la veta Huáscar Nivel 2220-2296 Mina Yanaquiuhua – Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018. 3 pp.
Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6302>
27. Manual de evaluación técnico – económico de proyectos mineros de inversión. Madrid: Editorial ITGE, 2015. 57 pp.
Disponible en: <http://mmc2.geofisica.unam.mx/cursos/geoest/GeoEstadistica.pdf>

28. MAZA Idrogo, Yesenia. Estimación de reservas minerales de oro y plata en la veta Karina – Los Pircos, Santa Cruz – Cajamarca. Tesis (Título De Ingeniero Geólogo). Perú: Universidad Nacional De Cajamarca, 2017. 15 pp.
Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/5415>
29. MERES Vargas, Alí Ivan. Evaluación de riesgos asociados a proyectos de inversión minera: caso mina cuprosa. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. 21 pp.
Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1215>
30. MICHAEL J, Anderson. Open Pit Mine Planning Using Simulated Gold Grades. A Thesis (Master of Science and Engineering). Canada: Queen's University Kingston, Ontario, Canada, 1999. 1 pp.
Disponible en:
http://www.collectionscanada.gc.ca/obj/s4/f2/dsk1/tape4/PQDD_0016/MQ54442.pdf
31. MUNCHER Ricketts, Bruno. Economic evaluation and optimization of the mining production of an open pit gold mining operation in Peru based on the iterative cutting law analysis approach Thesis (Energy and Mineral Engineering Title). Pennsylvania: State University of Pennsylvania, 2016. 12 pp.
Disponible en: https://etda.libraries.psu.edu/files/final_submissions/11733
32. MUÑOZ Reinoso, Carlos. Evaluación de reservas y diseño del sistema de explotación de área Minera Mary Elena Código 102317. Tesis (Título de Ingeniería Minas). Ecuador: Universidad Central Del Ecuador, 2015. 10 pp.
Disponible en: <https://tiptiktak.com/estudio-de-evaluacion-de-reservas-aplicando-software-gemcom-a-yacimientos-open-p.html>
33. NARANJO Nuñez, Ramón. Modelo de riesgos para la evaluación económico financiero de proyectos mineros. Tesis (Título para licenciado en ciencias económicas y empresariales.). Sevilla: Universidad de Sevilla, 2005. 64 pp.
Disponible en: <http://oa.upm.es/236/1/06200508.pdf>

34. NIHAT Soyer, 2006 an approach on dilution and ore recovery/ loss calculations in mineral reserve estimations at the cayeli mine, turkey
Disponible en:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.633.5060&rep=rep1&type=pdf>
35. ORTIZ, Jeisson. Factores y Sectores económicos. Argentina. 16 de noviembre del 2014. [Fecha de consulta: el 28 de abril].
Disponible en: <https://prezi.com/m/iphpiqykamlk/factores-y-sectores-economicos/>
36. ¿Qué es la rentabilidad y utilidad de un negocio? [en línea] Uruguay. 2016 [Fecha de consulta: 18 de abril de 2019].
Disponible en: <http://dfconsultores.com.uy/novedades/22-que-es-la-rentabilidad-y-utilidad-de-un-negocio.htn>
37. ¿Qué innovaciones impactarían en el futuro del sector minero? [en línea]. Perú. 20 de agosto del 2018. [Fecha de consulta: 10 de abril].
Disponible en: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2018/08/que-innovaciones-impactarian-en-el-futuro-del-sector-minero/>
38. QUERELLE, Santiago. Densidad: concepto. Chile. 29 de mayo del 2015. [Fecha de consulta: 8 de abril].
Disponible en: http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Densidad_Concepto.htm.
39. RIVERA Acuña, Alonso Diego. Evaluación económica del proyecto minero San Antonio óxidos. Tesis (Título para Ingeniero Civil Industrial) Chile: Universidad de Chile, 2011. 79 pp.
Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104357>
40. RUIZ, Gustavo. Proyecto a cielo abierto. España. 24 de noviembre 2014. [Fecha de consulta el 25 de abril].
Disponible en: <https://es.slideshare.net/mobile/jnklash/19343670-calculodelaleydecorte>

41. SALAZAR Briones, Francisco César y ALARCÓN Vásquez, Deyver. Evaluación Económica para Explotación de Arcillas Tipo Caolinita en la Concesión Minera Rumicucho, Centro Poblado Huayrapongo, Distrito de Llacanora, Provincia y Departamento de Cajamarca. Tesis (Título de Ingeniera de Minas). Perú: Universidad Privada del Norte, 2016. 23 pp.

Disponible en:

<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7558/Salazar%20Brones%20Francisco%20C%C3%A9sar%20Alarc%C3%B3n%20V%C3%A1squez%20Deyver.pdf?sequence=1>

42. SALINAS Luppi, Ignacio Andrés. Estimación de recursos en un yacimiento de fierro. Tesis (Título de Ingeniero Civil de Minas). Chile: Universidad de Chile, 2012. 55 pp.
Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111542>

43. ZORRO, Mauro. Cálculo de la ley de corte [en línea]. Guatemala. 17 de septiembre 2015. [Fecha de consulta: 1 de mayo].
Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/19343670/Calculo-de-La-Ley-de-Corte>

ANEXOS



ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	VARIABLE INDEPENDIENTE	TITULO	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS
Evaluación de yacimientos minerales	Estimación de recursos	Estimación de recursos para determinar la viabilidad del proyecto Andalucita en la concesión Armando, Refractarios Peruanos S.A. Paíta - Piura	Realizar la estimación de los recursos para determinar la viabilidad del proyecto Andalucita en la concesión Armando, Refractarios Peruanos S.A. Paíta - Piura	Que realizando una estimación de los recursos se determinará la viabilidad del proyecto Andalucita en la concesión Armando, Refractarios Peruanos S.A.
	VARIABLE DEPENDIENTE	PROBLEMA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
	Viabilidad del proyecto	¿De qué manera se puede determinar la viabilidad del proyecto Andalucita en la concesión Armando, Refractarios Peruanos S.A. Paíta - Piura?	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar la geología regional y local del área de estudio. - Realizar el levantamiento topográfico del área de estudio. - Realizar las calicatas para determinar la concentración de andalucita en el yacimiento. - Realizar el método de la inversa a la distancia para la estimación de recursos. - Realizar un análisis de la rentabilidad del proyecto. 	Cuantitativa con el Diseño No experimental Descriptivo transversal

Fuente: Elaboración propia, 2019.



**ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL
PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS
PERUANOS S.A PAITA - PIURA**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los docentes y especialistas que suscriben el documento son: El MBA. Gonzales Torres Jorge Omar con D.N.I. N° 43703713 de la especialidad de: Planificación y Gestión de proyectos en minería. MSc. Alvarado Castillo Wilder con D.N.I. N° 17531294 con especialidad en: Licenciado en estadística. Mg. Salazar Cabrejos Rosa Eliana con D.N.I. N° 41661370 de la especialidad de: Metodología de la investigación científica. Dan conformidad a los instrumentos: Guía de observación, guía de análisis documental y la guía de entrevista que a continuación se presentan y que fueron sometidas a una evaluación y validación, con la finalidad de que sean aplicados por la estudiante responsable Acosta Montenegro Ledimar Andrea, en la investigación titulada “ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA”

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

Chiclayo, 29 de abril de 2019

Atentamente:

MBA Gonzales Torres

Jorge Omar

D.N.I. N° 43703713

MSc Alvarado Castillo

Wilder

D.N.I. N° 17531294

Salazar Cabrejos Rosa

Eliana

D.N.I. N° 41661370



ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA

OBJETIVO: Analizar la geología regional y local del área de estudio.

GUÍA DE OBSERVACIÓN					
GEOLOGÍA REGIONAL					
Eratema	Sistema	Serie	Unidad estratigráfica	Símbolo	Roca intrusiva
Cenozoico	Cuaternario	Pleistoceno	Fm. Tablazo - Talara	Qp-tt	Granito Pi-gr
Mesozoico	Cretáceo	Superior	Fm. Tortuga	Ks-t	
Paleozoico	Sup.		Indiviso	Pi	
	Inf.				
GUÍA DE OBSERVACIÓN					
GEOLOGÍA LOCAL					
Eratema	Sistema	Serie	Unidad estratigráfica	Símbolo	
Cenozoico	Cuaternario	Reciente	Dep. Fluviales	Qr-fl	
			Dep. Aluviales	Qr-al	
		Pleistoceno	Fm. Tablazo - Tarara	Qp-tt	
Paleozoico	Inf.		Macizo de Paita: Esquistos con granate y andalucita y sillimanita (metamorfismo de grado alto)		

Fuente: Elaboración propia, 2019.



ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA

OBJETIVO: Realizar el levantamiento topográfico del área de estudio.

GUÍA DE OBSERVACIÓN			
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO			
CALICATA	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
C-AD	495924.528	9426347.39	146.135
C-L	495876.548	9426203.17	148.547
C-8A	495862.078	9426025.06	156.96
C-3	495880.748	9425902.21	161.565
C-3A	495882.618	9425773.96	160.952
C-4	495806.158	9425755.87	162.797
C-4A	495844.778	9425685.95	162.254
C-5	495782.338	9425605.71	162.267
C-6A	495764.778	9425477.95	165.162
C-6	495771.468	9425460.39	165.383
C-7	495948.498	9426202.11	150.894
C-8	495951.398	9426052.82	159.76
C-9	495962.538	9425905.66	158.521
C-10	495964.928	9425778.91	158.804
C-ACORTE4	495939.568	9425659.21	162.596
C-11	495887.538	9425589.71	163.696
C-13	496088.078	9426212.89	148.005
C-14	496132.098	9426113.24	149.04
C-0	496043.448	9426102.02	150.393
C-15	496110.688	9425901.62	150.674
C-16	496119.918	9425771.26	152.885

C-17	496098.778	9425605.95	159.492
C-18	496108.118	9425452.89	161.544
C-19	496266.718	9426205.94	145.808
C-20	496284.508	9426045.09	146.666
C-21	496312.988	9425881.12	148.517
C-22	496328.268	9425742.01	155.058
C-23	496256.258	9425621.39	159.177
C-24	496250.898	9425533.03	159.162
C-25	496432.658	9426211.17	144.756
C-26	496430.588	9426043.07	145.594
C-27	496432.778	9425897.95	147.393
C-28	496437.128	9425766.13	153.94
C-29	496429.478	9425613.4	156.516
C-30	496429.528	9425478.93	159.521
C-31	496603.128	9426219.27	146.215
C-32	496592.258	9426054.28	149.623
C-33	496592.698	9425895.73	150.984
C-34	496603.038	9425774.84	152.262
C-35	496597.158	9425626.79	155.058
C-36	496601.598	9425440.38	158.174
C-37	496703.308	9426200.13	144.622
C-38	496709.888	9426045.95	146.866
C-39	496700.728	9425905.03	149.18
C-40	496712.688	9425747.78	150.958
C-41	496709.248	9425605.15	154.598
C-42	496712.188	9425457	155.892
PT	491745.157	9426632.03	150.34
PT	491745.162	9425632.01	152.45
PT	491745.167	9424631.99	152.43
PT	492131.317	9424892.44	151.56
PT	491990.439	9425267.71	148.93
PT	493054.854	9424798.62	149.67

PT	492733.964	9425306.8	150.65
PT	492280.022	9425682.07	151.23
PT	492084.357	9426221.52	152.45
PT	492694.831	9426010.43	150.45
PT	493211.385	9425689.89	151.23
PT	493641.847	9425228.62	155.89
PT	494119.269	9425009.71	153.78
PT	494245.182	9424632.07	152.34
PT	492992.241	9426432.61	151.87
PT	493665.327	9426127.7	149.87
PT	494064.482	9425697.7	148.98
PT	494549.73	9425400.62	152.45
PT	494870.62	9424970.62	150.22
PT	494245.172	9426632.09	151.34
PT	494447.985	9426080.79	150.32
PT	495121.071	9426338.79	152.23
PT	494956.713	9425752.43	152.67
PT	495105.418	9425322.44	155.34
PT	495723.329	9426406.09	149.85
PT	496745.187	9426632.15	149.03
PT	496738.356	9426406.09	150.34
PT	496738.356	9425345.84	150.34
PT	495723.329	9425345.84	152.34
PT	496083.74	9424915.89	152.34
PT	496745.197	9424632.15	153.67

Fuente: Elaboración propia, 2019.



**ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL
PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS
PERUANOS S.A PAITA - PIURA**

OBJETIVO: Realizar las calicatas para determinar la concentración de Andalucita en el yacimiento.

GUÍA DE OBSERVCIÓN				
UBICACIÓN DE CALICATAS				
COLLAR				
CALICATA	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	LONGITUD
C-AD	495924.5275	9426347.385	146.135	4.65
C-L	495876.5475	9426203.165	148.657	4
C-8A	495862.0775	9426025.055	156.96	2
C-3	495880.7475	9425902.205	161.565	6.5
C-3A	495882.6175	9425773.955	160.952	5.5
C-4	495806.1575	9425755.865	162.797	3.5
C-4A	495844.7775	9425685.945	162.254	5.9
C-5	495782.3375	9425605.705	162.267	1.7
C-6A	495764.7775	9425477.945	165.162	3.2
C-6	495771.4675	9425460.385	165.383	1
C-7	495948.4975	9426202.105	150.894	7
C-8	495951.3975	9426052.815	159.76	6.4
C-9	495962.5375	9425905.655	158.521	5.2
C-10	495964.9275	9425778.905	158.804	3.1
C-ACORTE4	495939.5675	9425659.205	162.596	7.2
C-11	495887.5375	9425589.705	163.696	8.36
C-13	496088.0775	9426212.885	148.005	7.84
C-14	496132.0975	9426113.235	149.04	8
C-0	496043.4475	9426102.015	150.393	7.18
C-15	496110.6875	9425901.615	150.674	3.1
C-16	496119.9175	9425771.255	152.885	5.65
C-17	496098.7775	9425605.945	159.492	5.52
C-18	496108.1175	9425452.885	161.544	4.8
C-19	496266.7175	9426205.935	145.808	5.3
C-20	496284.5075	9426045.085	146.666	7.37
C-21	496312.9875	9425881.115	148.517	8
C-22	496328.2675	9425742.005	155.058	6.38
C-23	496256.2575	9425621.385	159.177	6.5
C-24	496250.8975	9425533.025	159.162	3.3
C-25	496432.6575	9426211.165	144.756	7.2

C-26	496430.5875	9426043.065	145.594	8
C-27	496432.7775	9425897.945	147.393	7
C-28	496437.1275	9425766.125	153.94	7.5
C-29	496429.4775	9425613.395	156.516	6.4
C-30	496429.5275	9425478.925	159.521	8.2
C-31	496603.1275	9426219.265	146.215	5.5
C-32	496592.2575	9426054.275	149.523	8.6
C-33	496592.6975	9425895.725	150.984	5.8
C-34	496603.0375	9425774.835	152.262	6.9
C-35	496597.1575	9425626.785	155.058	9.2
C-36	496601.5975	9425440.375	158.174	9.1
C-37	496703.3075	9426200.125	144.622	5.5
C-38	496709.8875	9426045.945	146.866	6.5
C-39	496700.7275	9425905.025	149.18	6.7
C-40	496712.6875	9425747.775	150.958	8.4
C-41	496709.2475	9425605.145	154.598	8.8
C-42	496712.1875	9425456.995	155.892	7.7

GUÍA DE OBSERVACIÓN

ANÁLISIS LITOLÓGICO

CALICATA	DE	A	LITHO
			Tipo de roca
C-AD	0	1.15	AL
	1.15	3.15	AL
	3.15	4.65	MCA
C-L	0	1.4	AL
	1.4	4	ALU
C-8A	0	1.25	MCA
	1.25	2	ARC
C-3	0	1.2	AL
	1.2	3.1	AL
	3.1	6.5	MMA
C-3A	0	1.48	AL
	1.48	2.58	AL
	2.58	3.83	AL
	3.83	4.5	MCA
	4.5	5.5	MMA
C-4	0	1.6	ARC
	1.6	2.3	ARC
	2.3	3.5	MCA
C-4A	0	1.6	AL
	1.6	3.1	AL
	3.1	4.6	ARC
	4.6	5.9	ARC
C-5	0	0.9	AL
	0.9	1.7	AL
C-6A	0	1.5	AL
	1.5	3.2	ARC

C-6	0	1	AL
C-7	0	1.6	MCA
	1.6	4	MMA
	4	6	ALU
	6	7	ALU
C-8	0	1.3	ARC
	1.3	4.1	MCA
	4.1	6.4	AL
C-9	0	2	AL
	2	2.8	ARC
	2.8	3.5	ALU
	3.5	5.2	MCA
C-10	0	0.9	AL
	0.9	2	MMA
	2	3.1	ARC
C-ACORTE4	0	1.8	AL
	1.8	4	AL
	4	4.8	AL
	4.8	5.5	AL
	5.5	7.2	MCA
C-11	0	2.07	AL
	2.07	2.9	AL
	2.9	4.9	AL
	4.9	8.36	AL
C-13	0	1.8	AL
	1.8	2.6	MCA
	2.6	3.3	ALU
	3.3	4	ALU
	4	5.4	AL
	5.4	7.84	ALU
C-14	0	1.7	ALU
	1.7	2.74	ALU
	2.74	3.2	ALU
	3.2	4.8	ALU
	4.8	5.4	ALU
	5.4	7.1	AL
	7.1	8	AL
C-0	0	1.68	AL
	1.68	3.58	MMA
	3.58	6.78	ALU
	6.78	7.18	MMA
C-15	0	1.9	ALU
	1.9	3.1	MCA
C-16	0	0.7	AL
	0.7	1.5	AL
	1.5	3.2	AL
	3.2	5.65	MMA

C-17	0	1.64	ARC
	1.64	2.76	AL
	2.76	5.52	AL
C-18	0	4	AL
	4	4.8	ARC
C-19	0	0.8	MCA
	0.8	2.3	AL
	2.3	3.7	ALU
	3.7	5.3	AL
C-20	0	1.1	AL
	1.1	5	ALU
	5	6	ALU
	6	7.37	MCA
C-21	0	1.7	MMA
	1.7	4.8	AL
	4.8	8	MMA
C-22	0	1.7	AL
	1.7	2	MMA
	2	2.8	MCA
	2.8	3.95	AL
	3.95	6.05	AL
C-23	0	2.8	AL
	2.8	3.2	ARC
	3.2	4.5	AL
	4.5	6.5	MCA
C-24	0	2.05	AL
	2.05	2.95	ARC
	2.95	3.3	AL
C-25	0	2	AL
	2	3	MCA
	3	5.3	ALU
	5.3	7.2	ARC
C-26	0	0.6	AL
	0.6	6.3	ALU
	6.3	8	ARC
C-27	0	1	AL
	1	2.3	ARC
	2.3	3.3	MMA
	3.3	7	AL
C-28	0	2.1	AL
	2.1	3	ARC
	3	4.9	AL
	4.9	7.5	MCA
C-29	0	3.1	AL
	3.1	3.9	ALU
	3.9	6.4	MCA
C-30	0	1.4	AL

	1.4	3.3	MCA
	3.3	8.2	AL
C-31	0	1	AL
	1	1.7	ALU
	1.7	2.9	ALU
	2.9	4.2	ALU
	4.2	5.5	AL
C-32	0	1.2	AL
	1.2	5.1	MMA
	5.1	8.6	AL
C-33	0	0.6	AL
	0.6	1.8	MCA
	1.8	3	MCA
	3	3.6	ARC
	3.6	5.8	AL
C-34	0	3	AL
	3	3.7	MCA
	3.7	4.7	ARC
	4.7	6.9	AL
C-35	0	3.5	ALU
	3.5	4.9	MMA
	4.9	6.5	MCA
	6.5	9.2	AL
C-36	0	3.5	AL
	3.5	6.3	MCA
	6.3	9.1	AL
C-37	0	0.9	AL
	0.9	3	MMA
	3	5.5	MMA
C-38	0	1	AL
	1	2.2	MMA
	2.2	2.9	ALU
	2.9	6.5	MMA
C-39	0	3.5	AL
	3.5	4.5	MCA
	4.5	5.3	MMA
	5.3	6.7	MMA
C-40	0	1.5	AL
	1.5	3.4	MCA
	3.4	4.3	ARC
	4.3	8.4	AL
C-41	0	3	AL
	3	5.3	MMA
	5.3	8.8	AL
C-42	0	3	AL
	3	4.9	MCA
	4.9	7.7	AL

Fuente: Elaboración propia, 2019.



ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA

OBJETIVO: Realizar el método de la inversa a la distancia para la estimación de recursos.

GUÍA DOCUMENTAL			
ESTIMACIÓN DE RECURSOS			
CALICATA	DE	A	ASSAY
			ANDALUCITA (%)
C-AD	0	1.15	11.2
	1.15	3.15	15.4
	3.15	4.65	3.5
C-L	0	1.4	12.73
	1.4	4	7.98
C-8A	0	1.25	11.1
	1.25	2	6.8
C-3	0	1.2	17.1
	1.2	3.1	1.5
	3.1	6.5	6.7
C-3A	0	1.48	14.33
	1.48	2.58	16.35
	2.58	3.83	11.04
	3.83	4.5	3.22
	4.5	5.5	9.77
C-4	0	1.6	8.3
	1.6	2.3	3.8
	2.3	3.5	6.1
C-4A	0	1.6	12.5
	1.6	3.1	13
	3.1	4.6	8.9
	4.6	5.9	6.6
C-5	0	0.9	8.6
	0.9	1.7	18.8
C-6A	0	1.5	15
	1.5	3.2	12.4
C-6	0	1	16.7
C-7	0	1.6	17.92

	1.6	4	7.6
	4	6	1.7
	6	7	7.6
C-8	0	1.3	10.3
	1.3	4.1	12.4
	4.1	6.4	0.7
C-9	0	2	14.3
	2	2.8	3.8
	2.8	3.5	12.9
	3.5	5.2	7.9
C-10	0	0.9	7.5
	0.9	2	12.4
	2	3.1	2.4
C-ACORTE4	0	1.8	12.8
	1.8	4	12.8
	4	4.8	2.9
	4.8	5.5	12.8
	5.5	7.2	12.8
C-11	0	2.07	9.3
	2.07	2.9	7.5
	2.9	4.9	8.1
	4.9	8.36	11.9
C-13	0	1.8	22.6
	1.8	2.6	3.52
	2.6	3.3	6.2
	3.3	4	10.3
	4	5.4	0.7
	5.4	7.84	2.96
C-14	0	1.7	19.2
	1.7	2.74	11.4
	2.74	3.2	25.1
	3.2	4.8	18.7
	4.8	5.4	14.2
	5.4	7.1	8
	7.1	8	5.7
C-0	0	1.68	17.3
	1.68	3.58	15.2
	3.58	6.78	14.5
	6.78	7.18	4.3
C-15	0	1.9	12.8
	1.9	3.1	11.7
C-16	0	0.7	12
	0.7	1.5	0.88
	1.5	3.2	11
	3.2	5.65	11.4
C-17	0	1.64	7.2
	1.64	2.76	3.9

	2.76	5.52	10.9
C-18	0	4	13.4
	4	4.8	5.9
C-19	0	0.8	12.6
	0.8	2.3	6.7
	2.3	3.7	7
	3.7	5.3	1.9
C-20	0	1.1	4.7
	1.1	5	15.9
	5	6	5.3
	6	7.37	8.8
C-21	0	1.7	15.6
	1.7	4.8	12.6
	4.8	8	8
C-22	0	1.7	18.8
	1.7	2	16.1
	2	2.8	10.9
	2.8	3.95	16.7
	3.95	6.05	7.6
C-23	0	2.8	17
	2.8	3.2	4.2
	3.2	4.5	16.2
	4.5	6.5	12.7
C-24	0	2.05	14.9
	2.05	2.95	2.5
	2.95	3.3	14.3
C-25	0	2	19.2
	2	3	8.1
	3	5.3	18.3
	5.3	7.2	11.8
C-26	0	0.6	15.6
	0.6	6.3	18.9
	6.3	8	7.8
C-27	0	1	12.1
	1	2.3	5.5
	2.3	3.3	9.1
	3.3	7	10.5
C-28	0	2.1	18.8
	2.1	3	2.2
	3	4.9	9.7
	4.9	7.5	9.5
C-29	0	3.1	12.3
	3.1	3.9	14.2
	3.9	6.4	9.2
C-30	0	1.4	6
	1.4	3.3	13.8
	3.3	8.2	10.3

C-31	0	1	14.6
	1	1.7	7.9
	1.7	2.9	9.7
	2.9	4.2	10.06
	4.2	5.5	13
C-32	0	1.2	18.2
	1.2	5.1	17.8
	5.1	8.6	12.7
C-33	0	0.6	8.2
	0.6	1.8	6.6
	1.8	3	9.1
	3	3.6	6.6
	3.6	5.8	11.6
C-34	0	3	17.2
	3	3.7	10
	3.7	4.7	4.3
	4.7	6.9	10.7
C-35	0	3.5	17.1
	3.5	4.9	12.2
	4.9	6.5	7.3
	6.5	9.2	12.6
C-36	0	3.5	1.3
	3.5	6.3	10
	6.3	9.1	9.5
C-37	0	0.9	17.49
	0.9	3	11.9
	3	5.5	11.1
C-38	0	1	9.61
	1	2.2	8.45
	2.2	2.9	12.34
	2.9	6.5	11.5
C-39	0	3.5	12.25
	3.5	4.5	6
	4.5	5.3	5.5
	5.3	6.7	10.7
C-40	0	1.5	9.6
	1.5	3.4	10.77
	3.4	4.3	1.5
	4.3	8.4	6.4
C-41	0	3	5.8
	3	5.3	5.8
	5.3	8.8	5.9
C-42	0	3	6.1
	3	4.9	7.7
	4.9	7.7	6.6

Fuente: Elaboración propia, 2019.



ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA

OBJETIVO: Realizar un análisis de la rentabilidad del proyecto.

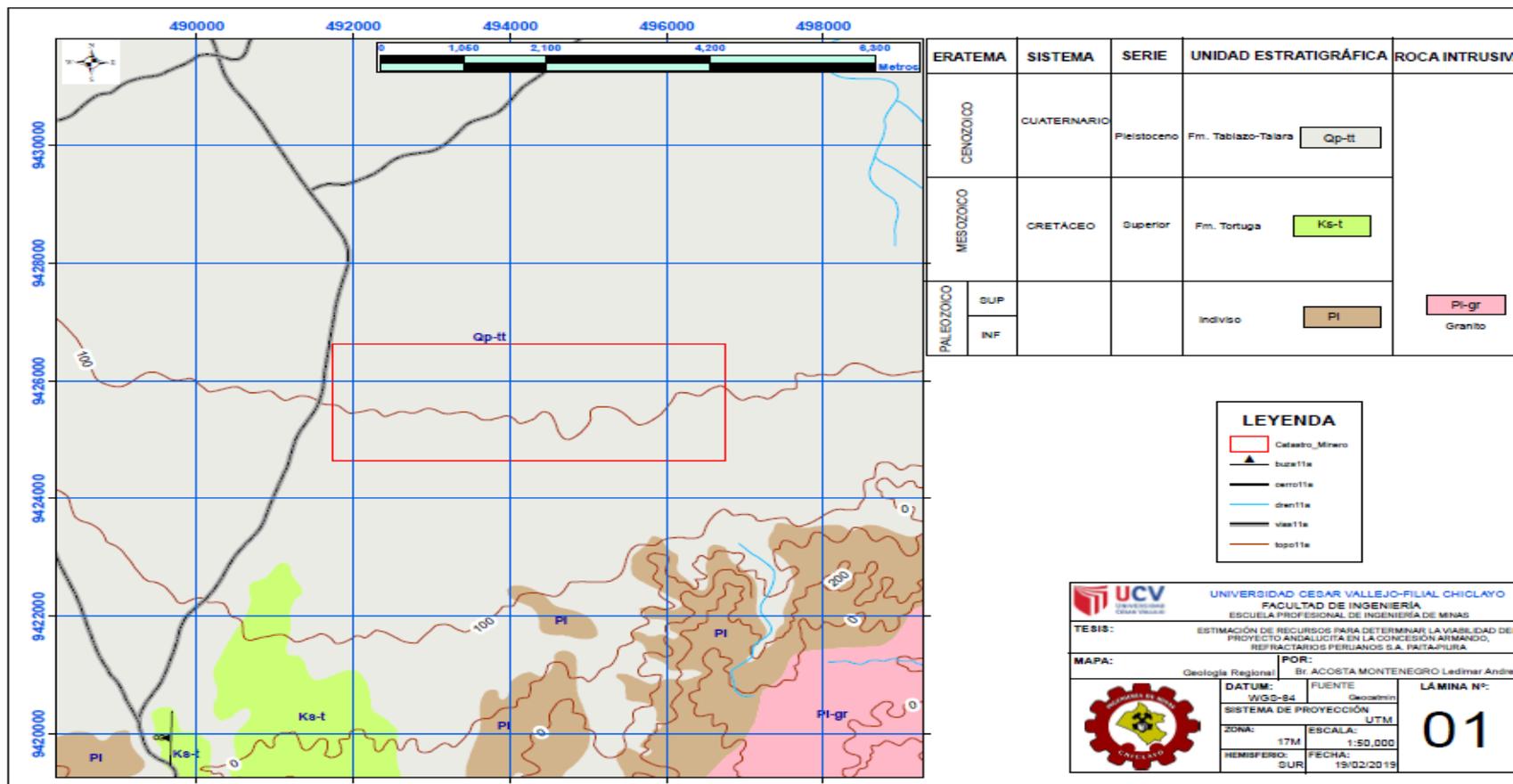
ANÁLISIS DOCUMENTAL			
COSTOS			
MINA			
MATERIALES	INVERSIÓN	MAQUINARIA	INVERSIÓN
MINERAL	\$ 57, 807.19	VOLQUETE 15M3	\$ 1, 092.10
DESMONTE FINO	\$ 10, 999.97	CARGADOR FRONTAL 962H-07	\$ 14, 902.66
DESMONTE GRUESO	\$ 1, 420.38	TRACTOR D7R N°01	\$ 15, 352.22
OVER – 1	\$ 8, 749.54	TRACTOR D6T2	\$ 9, 539.13
MINERAL DERRAMADO DE TOLVA	\$ 416.79	CARGADOR FRONTAL 950L	\$ 12, 882.80
DESMONTE	\$ 230.44	RETROEXCAVADORA	\$ 3, 916.51
ESTÉRIL	\$ 594.07	EXCAVADORA	\$ 14,033.60
MAGNÉTICO	\$ 359.58	CARGADOR FRONTAL 692H-05	\$ 13, 286.77
AFIRMADO/ AGREGADO	\$ 45.95	TRACTOR D7R N°03	\$ 13, 455.17
LODOS	\$ 1, 079.79	TRACTOR D8T	\$ 18, 352.00
LODOS LODERA	\$ 4, 489.34	CARGADOR FRONTAL 692H-03	\$ 10, 394.92
		CISTERNA	\$ 3, 794.66

PLANTA	
TIPO	INVERSIÓN
COMBUSTIBLE	\$ 1, 969.63
ÁREA 1	\$ 2, 767.10
ÁREA 2	\$ 11. 081.22
ÁREA 3	\$ 1, 599.61
ÁREA 4	\$ 1, 789.89
ÁREA 5	\$ 259.85
ÁREA 6	\$ 264.70
ÁREA 7	\$ 3, 249.12
ÁREA8	\$ 3, 881.12
ÁREA9	\$ 296.46
LABORATORIO	\$ 960.52
MANTENIMIENTO	\$ 39, 049.63
ADMINISTRATIVOS	
TIPO	INVERSIÓN
PLANILLAS	\$ 71, 229.42
SEGURIDAD	\$ 3, 747.31
RELACIONES COMUNITARIAS	\$ 1, 458.48
LOGISTICA	\$ 12, 695.18
AMBIENTAL	\$ 5, 143.37
PROYECTOS	\$. 2, 892.41

Fuente: Elaboración propia, 2019.



ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA

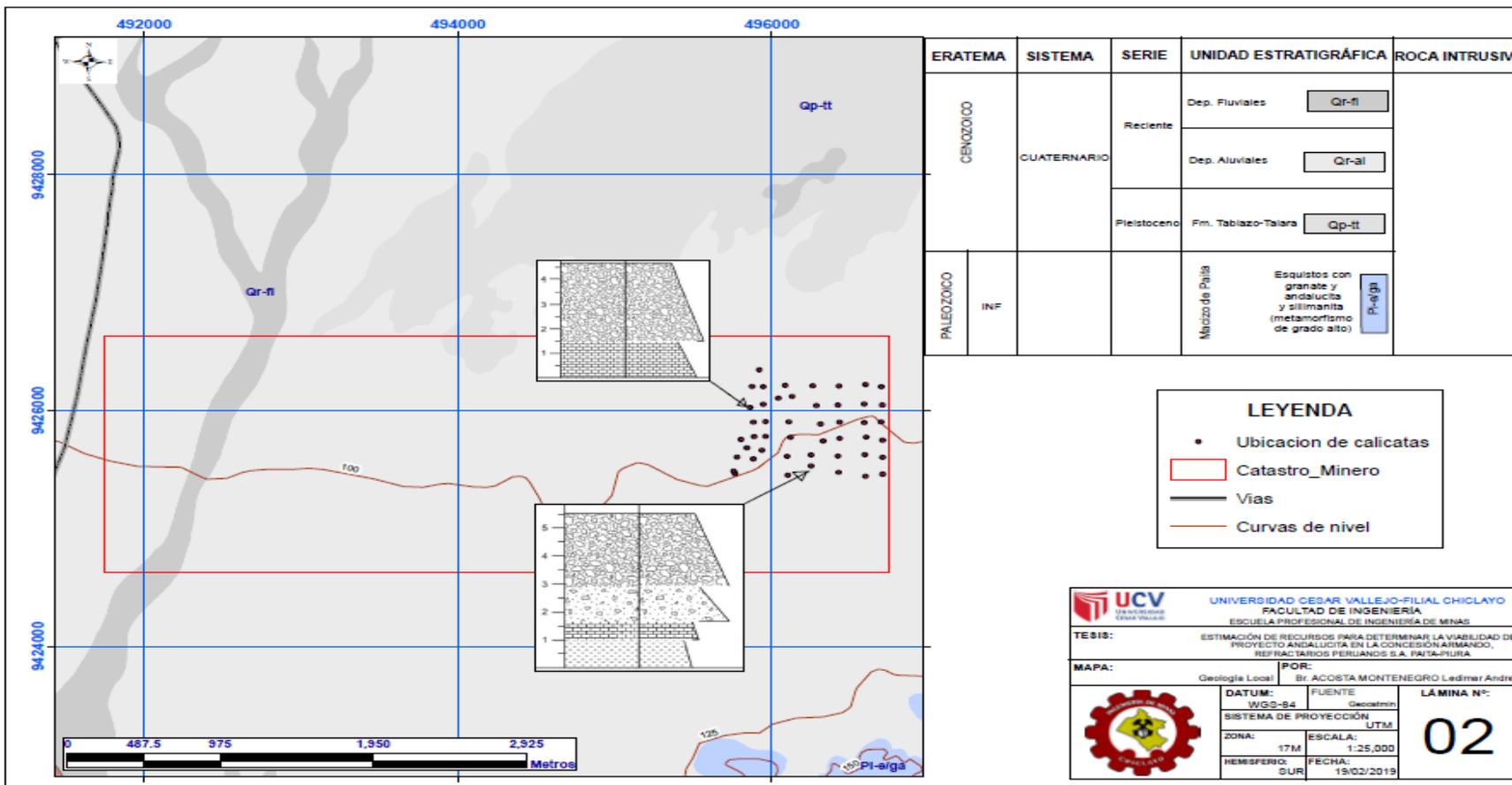




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ANEXO 9: PLANO DE LA GEOLOGÍA LOCAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.

ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA



ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	ROCA INTRUSIVA
CENOZOICO	CUATERNARIO	Reciente	Dep. Fluviales Qr-fl	
			Dep. Aluviales Qr-al	
		Pleistoceno	Fm. Tablazo-Talara Qp-tt	
PALEOZOICO	INF		Marzo de Paiza Esquistos con granito y andalucita y sillimanita (metamorfismo de grado alto) P-ig	

LEYENDA

- Ubicacion de calicatas
- Catastro_Minero
- Vías
- Curvas de nivel

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO-FILIAL CHICLAYO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

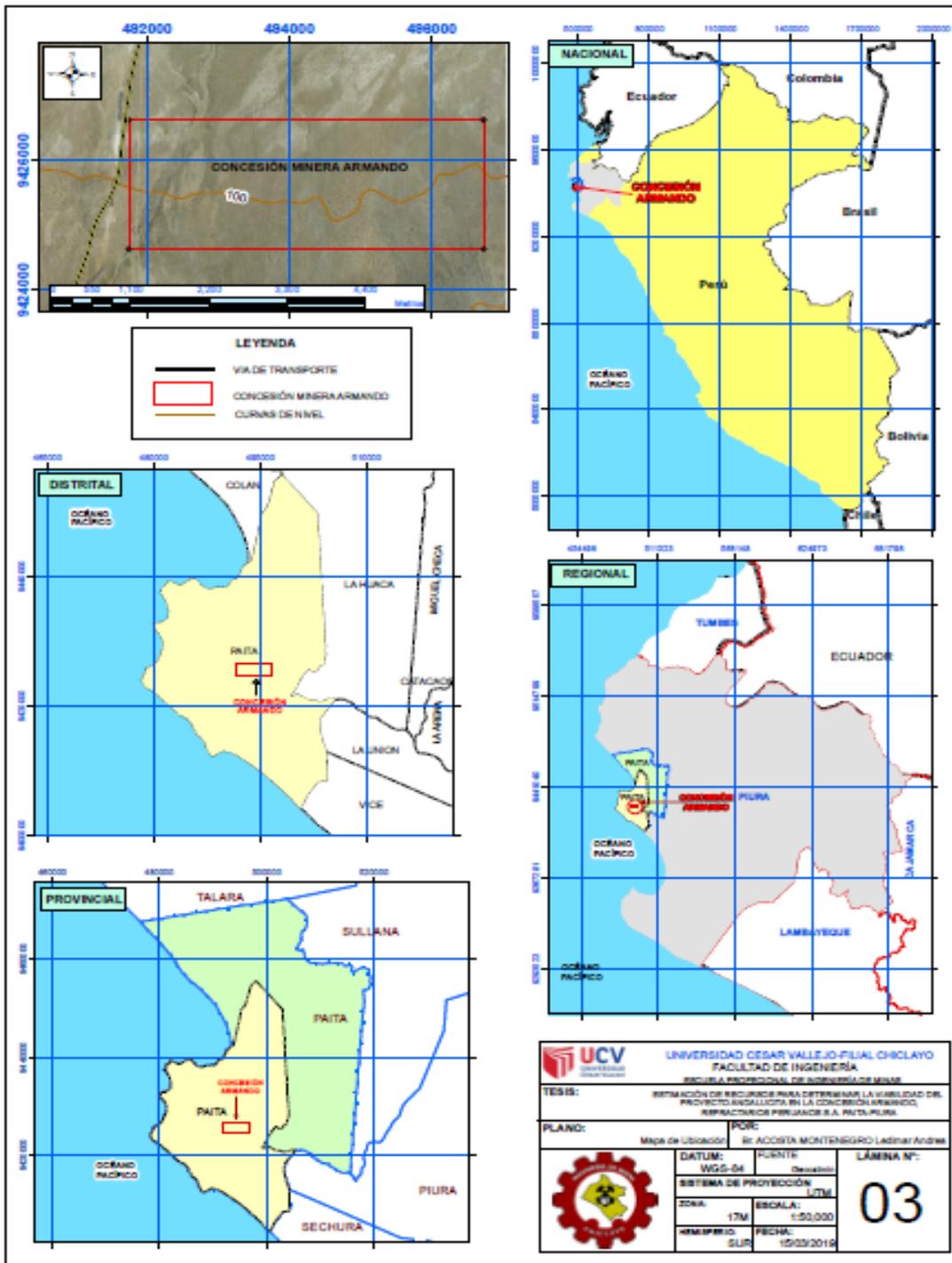
TESIS: ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A. PAITA-PIURA

MAPA: Geología Local | POR: Br. ACOSTA MONTENEGRO Ledimar Andrea

DATUM: WGS-84	FUENTE: Geocatmin	LÁMINA N°: 02
SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM	ESCALA: 1:25,000	
ZONA: 17M	FECHA: 19/02/2019	
HEMISFERIO: SUR		



ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA

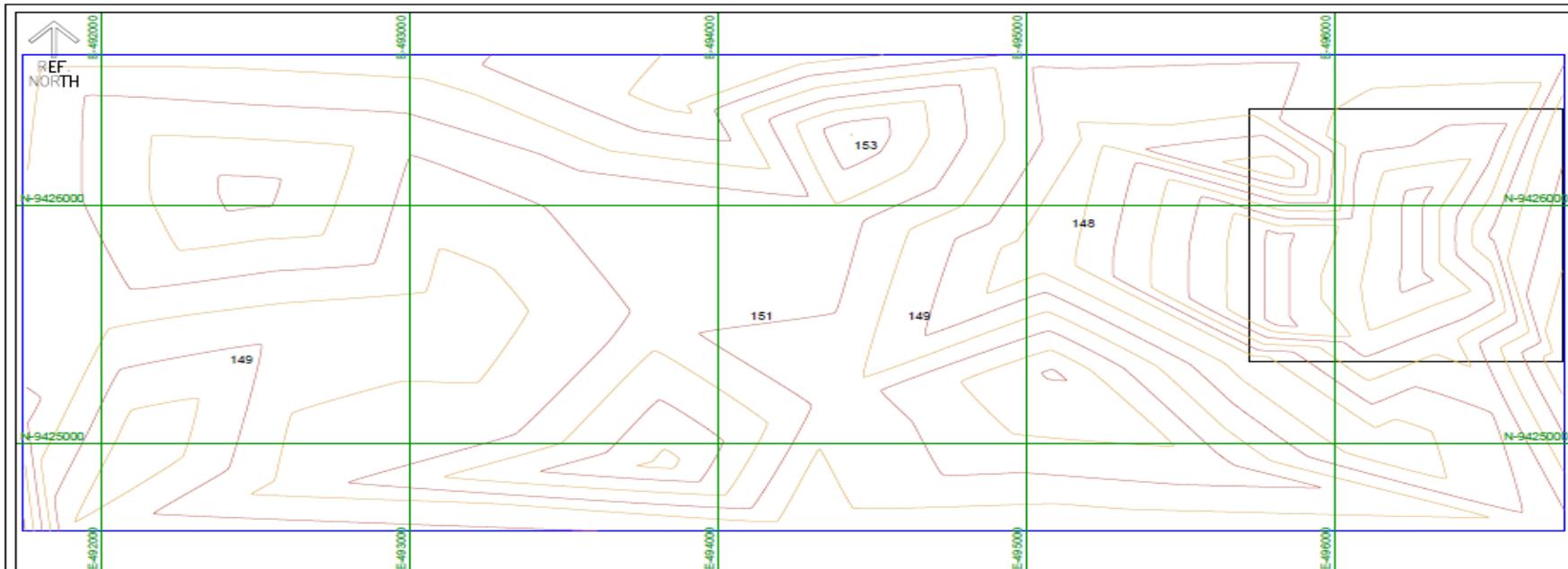




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ANEXO 11: PLANO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.

ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA



DESCRIPCIÓN			UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-FILIAR CHICLAYO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS		
	ÁREA (m ²)	PERÍMETRO (m)	 TESIS: ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS PERUANOS S.A. PAITA-PIURA.		LAMINA:
	Concesión minera	10000156.8146	14000.0985	FLANO: Plano topográfico FUENTE: Elaboración propia FECHA: 05/05/2015 SISTEMA DE PROYECCIÓN: UTM	POR: Br. ACOSTA MONTENEGRO Ledimar A. ESCALA: 1:250 DATUM: WGS-84 ZONA Y HEMISFERIO: 17M Sur
	Área de estudio	1076183.5072	4150.5562		

04



ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL
PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO, REFRACTARIOS
PERUANOS S.A PAITA - PIURA



Figura 1: Levantamiento topográfico



Figura 2: Estación total



Figura 3: Excavación de calicatas.



Figura 4: Calicata.



Figura 5: Análisis litológico



Figura 6: Concentración de Andalusita.

Acta de aprobación de originalidad de tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Aguinaga Vásquez Silvia Josefina, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad César Vallejo - Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada “ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA”, de la estudiante: Acosta Montenegro Ledimar Andrea, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: Chiclayo, 28 de octubre del 2019.



Firma

Mg. Aguinaga Vásquez Silvia Josefina

DNI: 16790469

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------

Reporte de Turnitin

Estimación de recursos para determinar la viabilidad del Proyecto Andalucita en la concesión Armando, REFRACTARIOS PERUANOS S.A Paita - Piura

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%	8%	1%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
4	www.marianocabrera.com Fuente de Internet	1%
5	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
7	www.rocasym minerales.net Fuente de Internet	<1%
8	www.ingemmet.gob.pe Fuente de Internet	<1%

Autorización de publicación de tesis en Repositorio Institucional UCV

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Acosta Montenegro Ledimar Andrea, identificado con DNI N° 74141447, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado “ESTIMACIÓN DE RECURSOS PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO ANDALUCITA EN LA CONCESIÓN ARMANDO REFRACTARIOS PERUANOS S.A PAITA - PIURA”; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 74141447

FECHA: 18 de Noviembre del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------------------------	--------	---------------------------------

Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
DE

E.P. Ingeniería De Minas

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Acosta Montenegro Ledimar Andrea.

INFORME TÍTULADO:

Estimación de recursos para determinar la viabilidad
del proyecto Andalucita on la concesión Armando,
Refractarios Peruanos S.A. Datta - Pisco.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniera De Minas

SUSTENTADO EN FECHA: 18 de noviembre del 2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por unanimidad


FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN