



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Cálculo de reservas para optimizar la producción de roca
caliza de la cantera Colquirrumi 49B - Apán Alto -Bambamarca
– 2022.**

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

AUTORES:

Benavidez Regalado, Yovany Yaneth (orcid.org/0000-0001-9037-5719)

Cruz Rodriguez, David Ronal (orcid.org/0000-0001-9113-4466)

ASESOR:

Mg. Martell Vilcatoma, Henry Beder (orcid.org/0000-0002-8303-5959)

LINEA DE INVESTIGACION

Evaluación de Yacimientos Minerales

LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERU

2023

Dedicatoria

Mi tesis lo dedico, con mucho cariño y amor, a mi querida abuelita, por sus consejos y sus buenos deseos, a mis padres, por darme una carrera y sus palabras de aliento, para no rendirme. A mi esposo por su amor y esfuerzo, por creer en mi capacidad para culminar mi carrera, a mis amados hijos, que son mi motor, mi motivo y mi inspiración para lograr mi objetivo y seguir adelante.

Yaneth Benavidez.

Gracias a mis padres, por ser los principales motores de mis sueños, quienes me inspiraron y quienes me ayudaron a llegar donde he llegado, cuando era estudiante, ellos me ayudaron como nadie, ellos son un ejemplo para mí y le debo mi éxito a ellos.

David cruz.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por concedernos salud y una vida plena para lograr el objetivo de acabar con esta tesis, retribuir al asesor Mg. Henry Martell, por su dedicación y paciencia, por sus palabras y correcciones a lo largo de esta fase.

Por último, agradecer a la universidad por su trabajo y por su gestión, lo cual son las bases y las condiciones para permitir obtener el ansiado título.

Los autores

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEORICO	4
III. METODOLOGÍA	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Variables y Operacionalización	9
3.3. Población, muestra y muestreo	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5. Procedimiento	12
3.6. Método de análisis de datos.....	12
3.7. Aspectos éticos	13
IV. RESULTADOS	14
V. DISCUSIÓN	59
VI. CONCLUSIONES	63
VII. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS	72

Índice de tablas

Tabla 1. Ejes de la autorización minera "colquirrumi 49B"	14
Tabla 2. Cartera de clientes de la empresa	22
Tabla 3. Características Físicas de la Caliza	28
Tabla 4. Ambientes de modelos de depósito de Carbonatos.	29
Tabla 5. Características del macizo rocoso	33
Tabla 6. Valoración de la Resistencia de la Roca Intacta	34
Tabla 7. Clasificación del RQD.	36
Tabla 8. Espacios de discontinuidades	36
Tabla 9. Descripción del espaciado	36
Tabla 10. Descripción de la persistencia.....	37
Tabla 11. Descripción de la abertura.	37
Tabla 12. Tipos de rugosidades.	38
Tabla 13. Valoración de la Descripción de la Discontinuidades	41
Tabla 14. Valoración de la humedad.....	42
Tabla 15. Clasificación del RMR.	43
Tabla 16. Caracterización para determinar su resistencia.	44
Tabla 17. Factor de ajuste por el método de excavación	49
Tabla 18. Factor de seguridad por orientación de las juntas.....	49
Tabla 19. Clases de estabilidad	50
Tabla 20. Espesor de puntos.	56
Tabla 21. Cálculo del peso específico.....	56
Tabla 21: Resistencia de la muestra	85
Tabla 22: Presencia de agua	85
Tabla 23: Determinación del RQD.	85
Tabla 24: Espaciado entre discontinuidades.....	86
Tabla 25: Descripción del espaciado	86
Tabla 26: Persistencia de las discontinuidades.....	86
Tabla 27: Descripción de persistencia	87
Tabla 28: Apertura de fracturas.	87
Tabla 29: Apertura de las discontinuidades.	87
Tabla 30. Clasificación de la rugosidad.....	88
Tabla 31. Relleno de las discontinuidades.....	88
Tabla 32: Meteorización de las discontinuidades.....	89
Tabla 33: Cálculo del RMR para el macizo rocoso	90
Tabla 34: Clasificación RMR para el macizo rocoso.....	90
Tabla 35: Número de familias de diaclasas (Jn).	91
Tabla 36: Rugosidad de las superficies de las discontinuidades (Jr).....	91
Tabla 37: Factor reductor del esfuerzo (SRF).....	92
Tabla 38: Factor reductor del esfuerzo (SRF).....	92
Tabla 39. Alteración de las diaclasas (Ja).....	93
Tabla 40. Coeficiente reductor. Presencia del Agua (Jw).....	94
Tabla 41. Clasificación de Q de Barton.....	94
Tabla 42. Presupuesto de EPP	95
Tabla 43. Etapa de implementación.....	95
Tabla 44. Requerimiento de energía.....	96
Tabla 45. Costos de agua	96
Tabla 46. Personal.....	97

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de la concesión Colquirrumi 49B	15
Figura 2. Geoformas de lomadas.	17
Figura 3. Cañón que se visualiza en Apán Alto	17
Figura 4. Erosión producida en estas rocas.	18
Figura 5. Perfil Estratigráfico Regional de la formación Cajamarca.....	19
Figura 6. Geología Regional de la zona	20
Figura 7. Columna estratigráfica de la zona de estudio.....	21
Figura 8. Aguas ácidas generadas minería	23
Figura 9. Zona impactada por la minería	24
Figura 10. Imagen satelital de caleras en Apán.....	25
Figura 11. Trabajadores de la calera en Apán Alto	26
Figura 12. Formación de calizas.....	29
Figura 13. Calizas de la formación Cajamarca de la cantera Colquirrumi 49B	30
Figura 14. Calizas con fracturas - Cajamarca en Colquirrumi 49B	31
Figura 16. Modelo geomecánico a emplear.....	32
Figura 16. Línea geomecánica de estudio.....	33
Figura 17. Valoración del RQD.....	35
Figura 18. Evaluación de la rugosidad	38
Figura 19. Clasificación de la rugosidad.....	39
Figura 20. Relleno de calcita en la roca.....	39
Figura 21. Relleno de calcita en la roca.....	40
Figura 22. Meteorización de las rocas.....	40
Figura 23. Presencia de Humedad en la Roca	42
Figura 24. Clasificación del GSI.	43
Figura 25. Evaluación del Paradigma de Aberración Positivo del Macizo	44
Figura 26. Graficas De Dip Direction	45
Figura 27. Graficas de concentración de Fisher.	46
Figura 28. Dirección de las juntas y buzamiento	47
Figura 29. Tipos de rotura.	48
Figura 30. Tipos de rotura en campo.....	48
Figura 31. Parámetros geotécnicos.....	50
Figura 32. Equilibrio estático en dovelas	51
Figura 33. Explotación por perfiles de la cantera colquirrumi 49B.....	52
Figura 34. Plataforma de trabajo y superior.....	52
Figura 35. Potencia y Angulo del perfil en la cantera Colquirrumi 49B	53
Figura 36. Cantera de la concesión Colquirrumi 49B	54
Figura 37. Perfiles para cálculo de reservas.....	54
Figura 38. Perfil ABC.....	55
Figura 39. Perfil DE	55
Figura 40. Calera Colquirrumi 49B	102
Figura 41. Observación del talud de la cantera Colquirrumi 49B.....	102
Figura 42. Restos de carbón a lado de los hornos.	103
Figura 43. Observación de campo de la Cantera colquirrumi 49B.....	103
Figura 44. Pérdida de cobertura por desmonteras.	104
Figura 45. Pérdida de cobertura por explotación de cantera	104
Figura 46. Alteración del Paisaje por cantera	105

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo, calcular las reservas para optimizar la producción de roca caliza de la cantera Colquirrumi 49B - Apan Alto – Bambamarca - 2022 esta investigación surgió para determinar las características físicas y mineralógicas de las rocas de interés para la extracción y optimización de reservas; entonces se seleccionó la cantera Colquirrumi 49B que se encuentra dentro de la formación Cajamarca; el tipo de investigación es aplicada, el diseño es cuantitativo; en el trabajo de campo, se aplicará la técnica de la observación directa y el muestreo aleatorio de rocas, el depósito mineral en la cantera Colquirrumi 49B, son calizas estratificadas de la formación Cajamarca, las cuales son óptimas para la producción de óxido de calcio, ya que no tienen cantidades considerables de minerales contaminantes; la cantera Colquirrumi 49B presenta una ley de 98%, por lo tanto se calculó las reservas mediante el método de Perfiles, obteniendo reservas actuales son 83.238,656 TM, estas son sólo las reservas de las 1.6 Ha, que equivale a 16.000m² del área de la cantera con una producción mensual de 2000 TM de roca caliza.

Palabras clave: Cálculo de reservas, calizas, método de explotación.

ABSTRACT

The objective of this investigation was to calculate the reserves to optimize the production of limestone rock from the Colquirrumi 49B quarry - Apan Alto - Bambamarca - 2022. This investigation arose to determine the physical and mineralogical characteristics of the rocks of interest for the extraction and optimization of Brookings; then the Colquirrumi 49B quarry was selected, which is located within the Cajamarca formation; the type of research is applicative, the design is quantitative; In the field work, the technique of direct observation and random rock sampling will be used, the mineral deposit in the Colquirrumi 49B quarry, are stratified limestone from the Cajamarca formation, which are optimal for the production of calcium oxide, since they do not have considerable amounts of polluting minerals; presents a grade of 98%, therefore the reserves were calculated using the Profiles method, obtaining current reserves are 832,386.56 MT these are only the reserves of the 1.6 Ha, which is equivalent to 1600 m² of the quarry area with a monthly production of 2000 MT of limestone

Keywords: Calculation of reserves, limestone, exploitation method.

I. INTRODUCCIÓN

En tema de la excavación minera, pasa que los minerales que se encuentran dejado de la tierra no poseen validez en estos mismos, debido a que la validez se forjara mediante un proceso fructífero minero, con el fin de lograr ser un beneficio que sí se pueda comercializar; es por ello que los almacenamientos son estimados económicos especialmente cuando el costo que se desea tener por la comercialización es mayor al precio que se pensaba para obtenerlo del suelo bajo y poder procesar.

Esta investigación se **desarrolló** en la cantera no metálica Colquirrumi 49B apropiable a la entidad W&J Minería y Construcción S.A.C, ubicado norte de Perú, en el departamento de Cajamarca, provincia de Hualgayoc, distrito de Bambamarca, caserío de Apan Alto, a una altitud de 3059 m.s.n.m, con coordenadas de 6° 43' 44.8" de longitud Sur y 78° 34' 3.2" longitud oeste: su método de explotación es superficial; las fases de la explotación en la concesión Colquirrumi 49 B son las siguientes: Destape, arranque , perforación, voladura, transporte interno, clasificación, calcinado, molienda y comercialización.

Geológicamente, se supone que la fuerza de esta alineación son 600 a 700 mts, la unidad económica es las calizas con el propósito de hacer oxido de calcio; el parte extraída de la piedra mayor es dirigido al lugar de chancado, la cantera Colquirrumi 49B consta de las principales instalaciones: como hornos, depósitos desmonteras de cantera, en la cantera se da el siguiente proceso para la producción de cal viva; **como primer paso**, las piedras calizas minadas o desenterradas son transportadas de la cantera a las plataformas de chancado, las rocas son trituradas o fracturadas de tamaño más pequeño, el chancado se realiza de manera manual con comba de 6 y 12 libras. Luego se hace la selección adecuada del material fragmentado grande o pequeño según el tamaño deseado como **segundo paso**, después que han sido seleccionadas las rocas calizas, éstas son transportadas en carretillas y alimentada a los hornos verticales para la respectiva calcinación con carbón de piedra (Antracita), **tercer paso** las piedras de caliza y el carbón (antracita) son superpuestos en capas alternas a lo largo de la altura del horno en la proporción aproximada de 120 Kg de carbón por tonelada de

roca caliza, **cuarto paso** las rocas calizas son desfragmentadas térmicamente en los hornos donde la temperatura varía entre 900 - 1000 °C; siendo mantenidas con el fin de alcanzar la temperatura de disociación de los carbonatos encontrados en las piedras de caliza, la reacción química en el proceso de calcinación de las calizas es la siguiente:



CaCO₃: Carbonato de Calcio (piedra caliza)

CaO: Óxido de Calcio (cal viva)

CO₂: Dióxido de carbono

Quinto paso, la cal viva producida en el horno es descargada y seleccionada de las impurezas para luego ser almacenada y transportada para la respectiva comercialización y/o molienda, **como último paso**, una vez molida la cal a 50 m (74μ), ésta es cargada en bombonas de 30 toneladas para su comercialización a diversos mercados locales.

La **realidad problemática** que la entidad W&J Minería y Construcción S.A.C atraviesa, es optimizar la elaboración de roca caliza en la cantera Colquirrumi 49B, solicita un período perpetuo en el cual interceden diversos métodos, donde uno de ellos es sumamente importante el cual es la estimación de los recursos y existencias minerales; en la cantera antes descrita se ha visto el apego por la utilización de la roca caliza, sin embargo no todo esto es adecuado para una buena elaboración de óxido de calcio es por ello que importante hacer el estudio de las existencias de calizas para optimizar la producción.

Una de las **causas** del problema que se da en la W&J Minería y Construcción S.A.C, y que inquieta de manera directa a las reservas mineras es la incertidumbre de los precios de los no metales; la cantera Colquirrumi 49B presenta una ley de 98% ejemplo, en un trama de costos inferiores la corpulencia de reservas se reduce; Rebaza (2015), explica que la alternativa para controlar las fluctuaciones es un estudio técnico previo, en donde se calculen que las existencias comprobadas garanticen la producción antes de la inversión.

Otra causa que embarga el problema de la empresa es que existe un valor de inseguridad que en ocasiones es provocado por diferentes elementos; por ello Cuador (2015), explica que se deben realizar análisis esto incluye calidad de la averiguación seleccionada.

Así mismo, se efectuó la **formulación del problema** con la subsecuente interrogante de investigación: ¿De qué manera el cálculo de reservas optimizará la producción de roca caliza de la cantera Colquirrumi 49B - Apán Alto – Bambamarca - 2022?

La **justificación** que embarga la investigación es de manera práctica, teórica y metodológica; de manera **práctica**, el presente estudio demuestra que existe la necesidad de calcular las reservas mineras especialmente en las pequeñas a medianas empresas mineras ya que así se podría realizar el planeamiento de corto a largo plazo con la idea mejorar la explotación minera, minimizando los costos de producción y maximizar los ingresos; es de manera **teórica** por la razón que la investigación podría ser útil para las posteriores trabajos de investigación inclinados en este tema; finalmente, en la justificación **metodológica** se tomaron en cuenta estudios en donde se han calculado reservas de roca caliza y a partir de ello, proponer técnicas de cálculo de reservas y planificación minera; para dar solución al problema se obtuvo el siguiente **objetivo general**: calcular las reservas para optimizar la producción de roca caliza de la cantera Colquirrumi 49B - Apán Alto – Bambamarca – 2022; por otro lado tenemos como primer **objetivo específico**: determinar el estudio geológico del yacimiento así como la geología económica; así mismo el segundo **objetivo específico**, determinar el porcentaje promedio de ley de carbonato de calcio para el cálculo de reservas en la extracción de roca caliza, como tercer **objetivo específico** determinar las reservas probables, probadas y posibles para la extracción de roca caliza y como cuarto **objetivo específico** realizar la evaluación con el código NIIF de acuerdo al cálculo de reservas en la extracción de roca caliza. **La hipótesis** de nuestra investigación el siguiente enunciado: si se calculan las reservas de caliza, entonces se optimizará la producción de la de roca caliza en la cantera Colquirrumi 49B - Apán Alto – Bambamarca – 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En este aspecto tenemos los ámbitos **internacionales, nacional y regional**; en lo que respecta el **ámbito internacional** lo conforma Muñoz y Salazar (2015), con su tesis denominada “Estimación de reservas y diseño del procedimiento de utilización del área minera Mary Elena Código: 102317”, tiene como **objetivo** evaluar las reservas del Área Minera Mary Elena y elaborar su diseño de utilización, **concluyendo**, que la proyección minera del actual trabajo es de 5 años con un procedimiento de utilización a mediano plazo, en el diseño de utilización que se ha trazado 4 niveles de utilización con una elevación de 5 mts cada uno; es así que para proceder en el cálculo se hizo 09 cortes transversales en sentido N58°E contando con el AutoCAD Civil 2015 logrando tener una cantidad de 367.222.5 unidad de capacidad como reservas demostradas, para poder hacer esta gestión es **importante** considerar las características que posee la caliza de mostrar aberturas, usando el software Vulcan 8.0 teniendo la cantidad de 399.325 toneladas y con el Gemcom 6.3 tiene 399.318.46 toneladas, y como posibles reservas 1.714.368.53 toneladas.

Gómez (2015), en su indagación llamada “Determinación del dominio de elección minera en la exactitud de la evaluación de los recursos y precisión de la estimación de los recursos del yacimiento "Mariel" “, poseyó como **objetivo** que se ha probado una huella de la USM en claridad y fidelidad de sistematización de existencias, en cuanto a elementos primos y así realizar adecuadas calizas. En **conclusión**, se ha edificado 9 modelos de unidades, deduciendo cada unidad por Kriging frecuente de unidades, lo más **importante** se ha cotejado los posibles resultados con la evaluación a través de los deslices cuadráticos, consiguiendo un bloque de 28 mts por 25 mts y 10 mts se logra pequeños errores.

Sotomayor (2016), presentó su tesis titulada “Guía de condiciones medioambientales a considerar para el diseño de una planta de extracción y procesamiento de áridos”; en donde **concluye** que la extracción de áridos es **importante** en el país de Chile, pero los problemas en esta actividad, están directamente relacionados con la flora y la fauna debido a una mala infraestructura

produciendo problemas de ruidos molestos, vibraciones en los sectores aledaños, polvo y emisiones tales como monóxido de carbono y ozono.

Por su parte Garnica (2015), en su indagación denominada “Proposición para cambiar el método de minado de una cantería de mármol en el Municipio de Santiago Acatlán”; tiene como **finalidad** ofrecer una propuesta de solución a la dificultad que se muestra en la cantería “El Cerrito” mediante un procedimiento alternativo, logrando incrementar la calidad y renta del producto, lo más **importante**, ha fue la evaluación anterior, mientras que el estudios bancario, se ha encaminado en logara excelentes lucros; **concluyéndose** que en base al lucro económico la elección más cercana es el INAES y así entrar al programa INTEGRA en el cual se puede lograr un monto de \$ 2, 000,000 MXN.

A **nivel nacional** se estimó el trabajo de investigación de Torres (2017), nos deja saber mediante su tesis llamada “Metodología para la apreciación de reservas minerales en minera Bateas”, el **objetivo** fue determinar la sistemática para la apreciación de reservas minerales, donde nos da una adecuada información para realizar los procedimientos de corto a largo plazo en **conclusión** poseer una guía de unidades de reservas nos ayuda a visualizar en 3D el espacio y ubicación en el espacio, teniendo em cuenta que la disolución es una medida muy **importante** en una mina, sabiendo que calcular e inspeccionar conlleva a sacar mineral de mejor calidad.

Según Morales (2014), presentó su Tesis, titulada: “Fracciones metálicas y cálculo de reservas minerales de la veta Cinthia - proyecto minero Caracol S.A.C.-Barranca - Lima”; el **objetivo** la actual investigación fue estimado como parte significativa de la alineación de la veta Cinthia debido a que es la fuente de máxima productividad, **concluyéndose** que como minerales de ganga se visualiza la pirita, calcita y cuarzo, mientras que en las razones metálicas de Au/Ag lo más **importante** se ve hasta 04 sustancias, el primero situado al SE con un importe de 0.239; el segundo con un valor de 0.349 y un tercero con valor de 0.306 .

Olortegui (2017), presentó su Tesis, titulada: “Determinación de la ley de corte, valor de mineral y apreciación de existencias estudiado en sociedad minera Atacocha S.A.A”, como **objetivo** de esta indagación, empleó los lineamientos del código de JORC y los elementos estimados para la sistematización de reservas, donde se estimó que al 31/03/2017 para sociedad minera Atacocha el monto de 2, 761,559 TM de existencias con 5.11 %Zn y 0.97 Oz Ag/TM, en **conclusión** las existencias comprobadas simbolizan al 52 % y las factibles al 48% del total, de los 4, 449,420 TM de existencias, 33% de oportunos y 28% de los deducidos, se concluye que los recursos que hallan **importante** mineral, una disolución y una ley de corte, de 2, 761,559 toneladas de reservas.

Condori (2016), presento su tesis titulada “grafica de utilización de cantera en el distrito de Huayucachi”; obteniendo como **objetivo**, una pendiente de 5° en altura de aguas que se encuentran ubicados en el rio Mantaro queriendo decir esto que mientras se hagan más profundas las profundidades de las canteras se tendrá dificultades en el desagüe de aguas, lo más **importante** se identificó un conjunto litológico realizado por un almacén de cantos rodados.

Soto (2015), presentó su tesis titulada “Caracterización de la actividad minera artesanal no metálica en la zona de la carretera Iquitos- Nauta” para optar el título de ingeniero en gestión ambiental, tiene como **objetivo**, dentro del material de extracción la mayor parte se destina para las construcciones dentro de la ciudad de Iquitos, **concluyendo** que las arcillas existen en poca cantidad, las arenas se extraen de manera automática usando tractores de oruga y cargadores frontales, la informalidad es lo que prevalece entre los propietarios de estas canteras, lo más **importante** no pagan tributos y no existe consideración por el daño que genera al medio ambiente.

A **nivel local** se estimó el trabajo de investigación de Rebaza (2015), presentó su Tesis, titulada: “Estimación de reservas probables de yacimientos no metálicos en arcillas del distrito de Llacanora Cajamarca”; esta investigación tiene como **objetivo**, utilizar al máximo la más grande cantidad de materiales que estén en el distrito y la evaluación de existencias es punto de análisis; en **conclusión**, se

estableció las existencias en toneladas métricas poseyendo como datos la consistencia a través del software AutoCAD Civil 3D 2016, lo más **importante** es que mostro como consecuencia un total de 401,327.554 T.M, lo cual cubre un ascendente porcentaje.

Piérola (2015), brindo su investigación que tiene como nombre “Aprovechamiento de un proyecto de minado de cantera del distrito de Baños del Inca”; el **objetivo** fue valuar las tipologías de la mina y el período de sistematizaciones excavación, **concluyendo** las reservas minerales son 855.972.00 TM, el resultado de la detonación son de 65 m³ de roca fraccionada, lo más **importante** es que se ha podido mejorar la fabricación de caliza y así lograr proveer a la capacidad de calcinamiento de los dos hornillos A y B, donde los esquemas de calcinamiento demuestra que pudo ver la capacidad máxima de calcinamiento de 63TM/día.

Correa y Santillán (2016), presentaron su investigación denominada: “Perspectiva bancaria de la utilización de roca caliza para causar oxido de calcio en la autorización minera no metálica José Gálvez, Bambamarca- Cajamarca”; en donde **concluyeron** que hacer un trabajo de este tema quiere decir que se realiza una alta inversión aproximadamente un 10 .338 923.4 nuevos soles, pero lo más **importante** es la elevada renta de este oficio donde es viable la liberación del capital de inicio en un plazo aproximado de 3 a 5 años con una manufacturación de 2000 TM mensuales.

Gonzales (2017), en su investigación denominada “Estudio organizacional para establecer el procedimiento de utilización de las canterías de materia prima de fabricación en Paccha Grande y entornos. Cajamarca – 2017”; en **conclusión**, la generación de materiales de construcción es debido al alto grado de fracturación que presentan las rocas areniscas y lo más **importante**, es que la constitución geológica de las areniscas es utilizada como materia prima de edificación.

Guevara (2017), mostro su investigación para obtener el título de ingeniero de minas, denominada: “Ideas de un proyecto de minas para superar la producción de la cantera el gavilán, 2017”; la actual indagación tiene como **objetivo**, proponer una

idea de minado para optimizar la fabricación en la cantera el Gavilán, **concluyó**, que los factores que ayudan a los minerales son elevado porcentaje de fracturamiento.

Vásquez (2019), define que el tema es una acción primordial para cualquier plan minero; dado que estos demandan una gran cantidad de capital financiero, sin embargo, debe tenerse un elevado nivel de exactitud y comprensión de la cantidad de mineral que se obtendrá y establecer las ventas del yacimiento.

Asimismo, Pérez (2016), nos dice que es fundamental tener en cuenta que el **cálculo de reservas minerales** tiene dependencia de los ámbitos de leyes, es así que los planes mineros poseen elevados niveles de trance.

Rebaza (2015), refiere que la **explotación de rocas calizas en minas**, es un camino de gran complicación técnica donde se solicita la restauración del realce, de las superficies y de los niveles que se desea rescatar, posteriormente se persigue la unión paisajística, tanto como desde el lugar panorámico.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La tesis fue **tipo aplicada**, ya que se buscó resolver la incertidumbre de la explotación minera mediante el cálculo de reservas, según Gutiérrez y Viña (2020) ;menciona, que una investigación es aplicada porque busca dar solución a problemas concretos y prácticos, para dar solución se apoya en la investigación básica, porque aporta conocimientos teóricos para resolver; **el diseño de investigación será cuantitativo**, ya que Gutiérrez y Viña (2020), precisan que este tipo de investigación prueban su hipótesis a través de la medición numérica y/o el análisis estadístico; en esta tesis se midieron las distancias, profundidad y ángulos de talud para hacer el cálculo de reservas de caliza en la cantera Colquirrumi 49B; el **nivel de investigación será explicativo**, Gutiérrez y viña (2020) definen que este alcance está enfocado en explicar por qué ocurre un problema y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables ; en esta tesis se analizará la relación entre la el cálculo de reservas y la producción de la cantera de roca caliza en la cantera Colquirrumi N°49B; el **método de investigación será no experimental** ya que no se manipulara ninguna de las variables Gutiérrez y Viña (2020).

3.2. Variables y Operacionalización

Variable independiente: Cálculo de Reservas

Definición Conceptual

Acevedo y Guerra (2015), mencionan que el cálculo de reservas tiene como objetivo tomar en cuenta el potencial económico del recurso extraído, dando como resultado un diseño minero que mantiene el plan minero, del cual se deriva la existencia rentable de la mina.

Definición Operacional

Es establecer el conjunto de reservas de mineral que podría evidenciar prudentemente su extracción y concentración de mineral de manera que exista las posibilidades de una fortuita extracción con baja economía.

Variable dependiente: Optimizar la producción de roca caliza

Definición Conceptual

Acevedo y Guerra (2015), menciona que los métodos de explotación en minería a cielo es un conjunto de normas, reglas y actividades mineras, además el uso de la tecnología es importante para aprovechar más que se pueda las reservas de mineral, en cuanto a la vista de tecnología como en el costo bajo.

Definición Operacional

La relación de variables asociados a las áreas de mina y planta que involucra producción, condiciones geológicas, geométricas y calidad.

Dimensiones

Quintana (2020), Esto es un punto de inclusión en una variable, así mismo se describe los puntos concretos de la variable que se desea averiguar.

Indicadores

Quintana (2020), Estos son datos que manifiestan una medida que se desea averiguar, así mismo es importante mencionar que los indicadores tienen el deber de mostear como se debe de medir los factores de la variable a estudiar.

Escala de Medición

Quintana (2020), es una secuencia que ayuda a tener organizado información en niveles de jerarquía.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población

Según Arias y Miranda (2016), la población se refiere al grupo de personas o productos que guardan relación con una serie de características establecidas” en esta investigación se encuentra conformado por las rocas calizas de la formación Cajamarca, en el distrito de Bambamarca – 2022; **el criterio de inclusión**; son todas las rocas calizas de la formación Cajamarca; **criterio de exclusión**: rocas ajenas a la formación Cajamarca

Muestra

Según Arias y Miranda (2016), La muestra es el subconjunto de la población de la que se recopilaron los datos y debe ser representativa. El presente estudio se refiere a afloramientos de calizas de la formación Cajamarca en la cantera Colquirrumi 49B, las cuales fueron recolectadas en un ambiente marino alejado de la costa y debido a su alto contenido de carbonato de calcio y material terrestre empobrecido.

Muestreo

Según Taherdoost (2016), es una habilidad en la cual se escoge los participantes según sea la disponibilidad, esta investigación está conformada por las rocas calizas de la formación Cajamarca de la cantera Colquirrumi 49B, esto se llevó a cabo mediante una selección no probabilística, quiere decir que es una técnica de muestreo por beneficio, fue seleccionada debido a las tipologías geológicas y estructurales no probabilística, la cual es una técnica de muestreo por conveniencia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En nuestro proyecto de investigación empleamos las siguientes técnicas.

Observación de campo directa, Puente (2015), señala que, se trata de una técnica que recoge información visual de campo, en este caso se observaran las rocas; además se hizo el mapeo geomecánica donde se evidencio los exámenes

químicos de los especímenes de rocas calizas serán hechas en los centros de estudio idóneo de la ciudad de Cajamarca.

Análisis documental: Para Ríos (2017), para la investigación de este proyecto se utilizó la revisión de mapas geológicos realizados por INGEMMET y por otras fundaciones; los antecedentes antes realizados nos ayudaran como base para hacer todo este trabajo.

Instrumentos de investigación: Además de los utilizados tenemos los siguientes:

- Ficha de análisis petrográfico.
- Libreta de campo.

3.5. Procedimiento

Fase N°1: Planificación de nuestra problemática de investigación

El procedimiento se va a comenzar con temas de interés más grande, donde después de una visita se identificará la roca a detonar, se identificará la geología, petrología y se delimitará las zonas de interés de la cantera Colquirrumi N°49B.

Fase N°2: Elaboración de Instrumentos

Se estableció el modo de detonación, así mismo se calculará las medidas correctas y así se pudo determinar la energía del yacimiento.

Fase N°3: Utilización de los instrumentos y obtención de datos

Finalmente, se determina la afectación del carbonato de calcio, allí se toman muestras y se envían las muestras a estudios químicos específicos donde se analizan los efectos.

3.6. Método de análisis de datos

Con los datos recopilados se pasaron a ser análisis con métodos de informática como: Office y softwares de estadística para así poder considerar la información geomecánicas de campo.

3.7. Aspectos éticos

De acuerdo a los elementos determinados por la UCV y al ambiente de la investigación que se ejecutará en la Sede Chiclayo, los aspectos éticos son:

Administración de fuentes de consulta: Se usaron conceptos acerca de los métodos de cálculo de reservas, usando la descripción textual.

Claridad en los objetivos de la indagación: Se ha cumplido los objetivos en general de la investigación.

Profundidad en el desarrollo del argumento: Se ha tuvo presente los puntos de cálculo de reservas y métodos de explotación minera para un mejor conocimiento de la información.

Respeto por los individuos en su moralidad: se pudo respetar el origen que existe entre todos los individuos involucrados.

Justicia: Se ofreció un trato ecuánime a todas las personas que están involucradas en este proyecto.

Responsabilidad: Este trabajo se llevó a cabo con todos los elementos éticos teniendo en cuenta a los ámbitos determinados en esta investigación.

IV. RESULTADOS

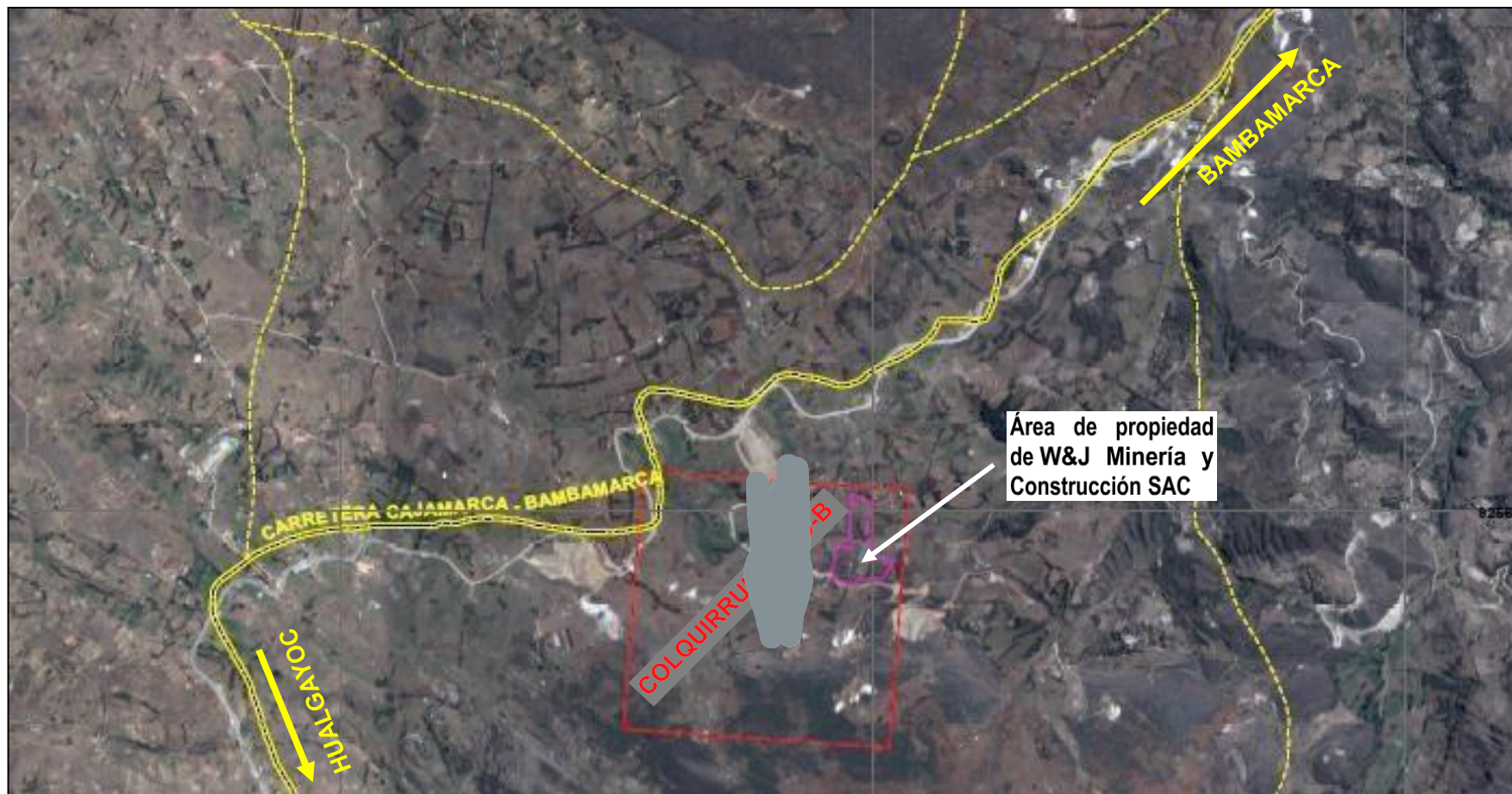
4.1. Ubicación de la Zona de Estudio

La investigación se realiza en la cantera Colquirrumi 49B, se encuentra ubicada en el caserío Apán Alto, de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, la autorización alcanza al 999.977 has de amplificación.

Tabla 1. Ejes de la autorización minera "colquirrumi 49B".

COORDENADAS UTM – COLQUIRRUMI 49B		
VERTICE	ESTE	NORTE
A	769139.3800	9256156.43
B	769066.5800	9255159.08
C	770063.9200	9255086.28
D	770136.7300	9256083.62

Figura 1. Mapa de la concesión Colquirrumi 49B.



4.1.1. Accesibilidad

Tabla 2. Accesibilidad Cajamarca – Bambamarca - Apán Alto.

Acceso	Vía	Distancia	Tiempo
Cajamarca-Bambamarca	Asfaltada	80 Km.	1h .20 min.
Cajamarca – Bambamarca– Apán Alto	Trocha	0.94 Km.	15 min.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Fisiografía y relieve

Las fisonomías geográficas del área incumben completamente a la Cordillera Occidental, representada por un relieve modificado con espacios de ríos, las alturas van de 1,000 a 3,200 m.s.n.m, las tipologías fisiográficas son de la disposición que están en colinas descendientes y montaña alta, la fisiografía de la zona se caracteriza en los siguientes rasgos:

- Baja. (Zona Alto Andina)
- Colina moderada. (Zona Alto Andina)
- Montaña Alta. (Zona Colina Alto Andina)

4.1.3. Geomorfología

Se presenta sobre la base de estructuras geológicas formadas bajo la influencia de factores endógenos; siendo así que se identifican y clasifican los siguientes accidentes geográficos:

➤ **Superficies Lomadas**

Geoformas son de baja elevación y de formas redondas que se muestran en piedras de poca dureza.

Figura 2. Geoformas de lomadas.



Fuente: Elaboración propia

➤ **Valles**

En el lugar de investigación observamos la parte SE del valle de Cajamarca.

Figura 3. Cañón que se visualiza en Apán Alto.



Fuente: Elaboración propia

➤ **Cárcavas**

Esto se determina por convenciones formadas por la grande erosión procedente de las rocas.

Figura 4. Erosión producida en estas rocas.

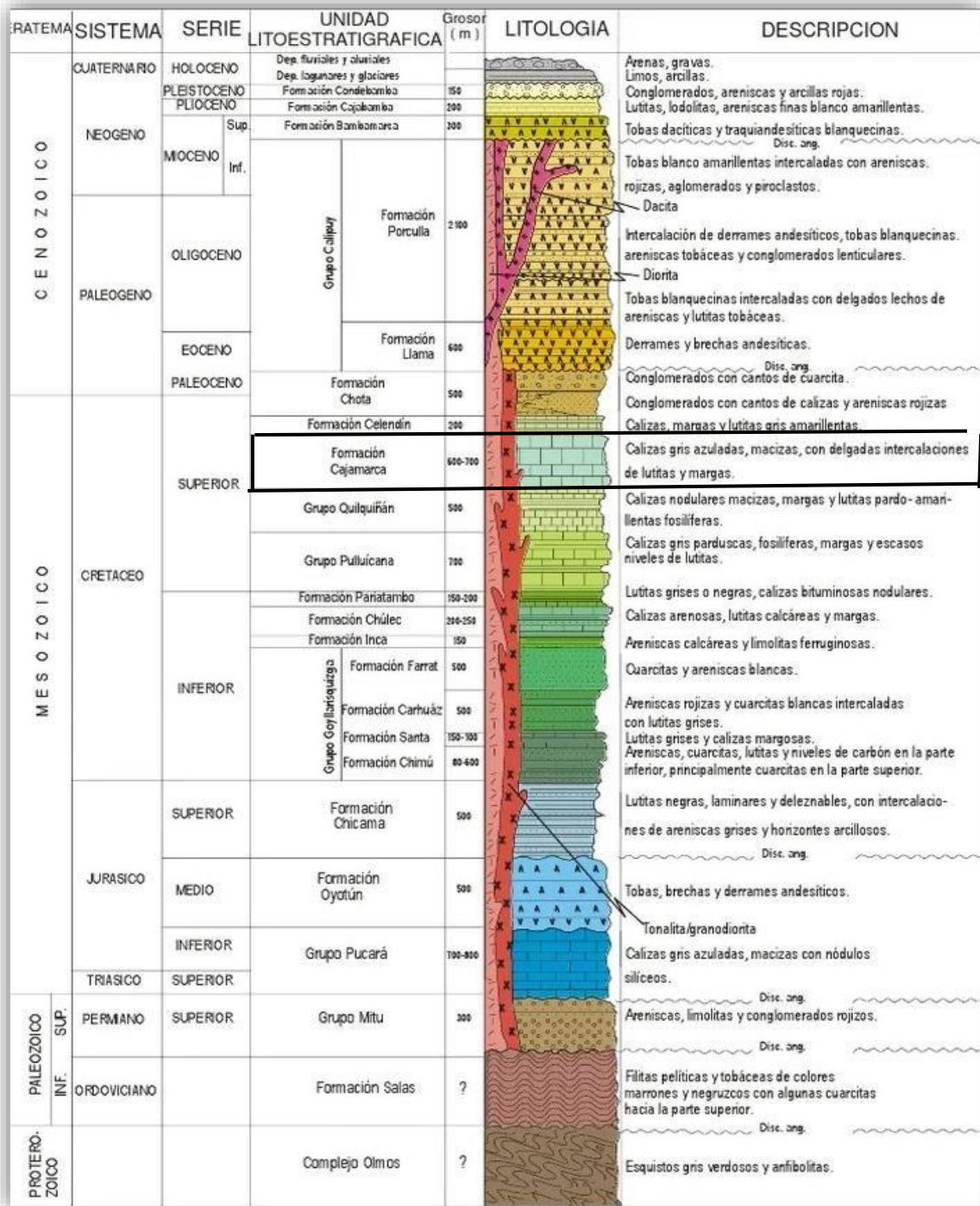


Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Geología regional

Las alineaciones que surgen en el lugar de Cajamarca, están alcanzadas en las edades que marchan del cretácico al cuaternario.

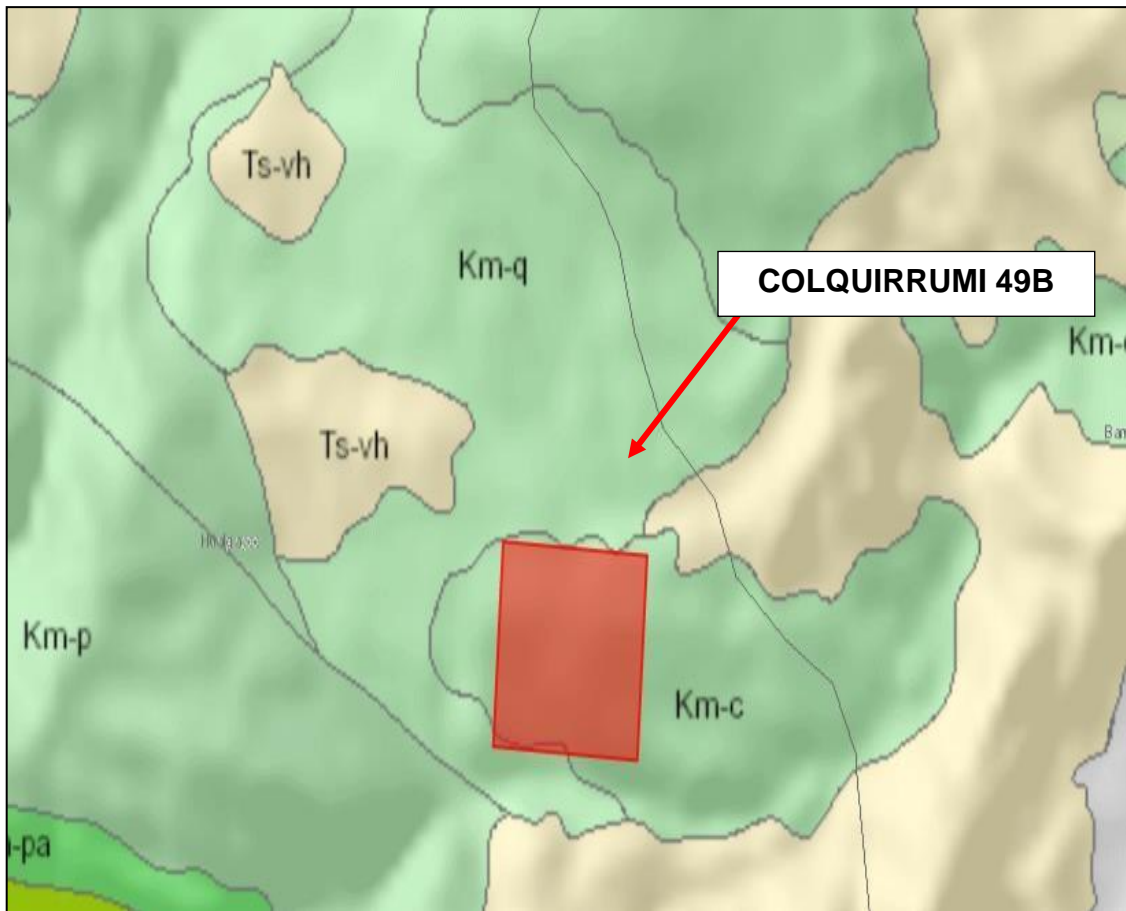
Figura 5. Perfil Estratigráfico Regional de la formación Cajamarca.



Fuente: W&J Minería y Construcción S.A.C

La secuencia de la litología de la zona está formada por alineaciones apropiables al cretáceo mayor y aquellas pertenecientes a periodos geológicos.

Figura 6. Geología Regional de la zona.

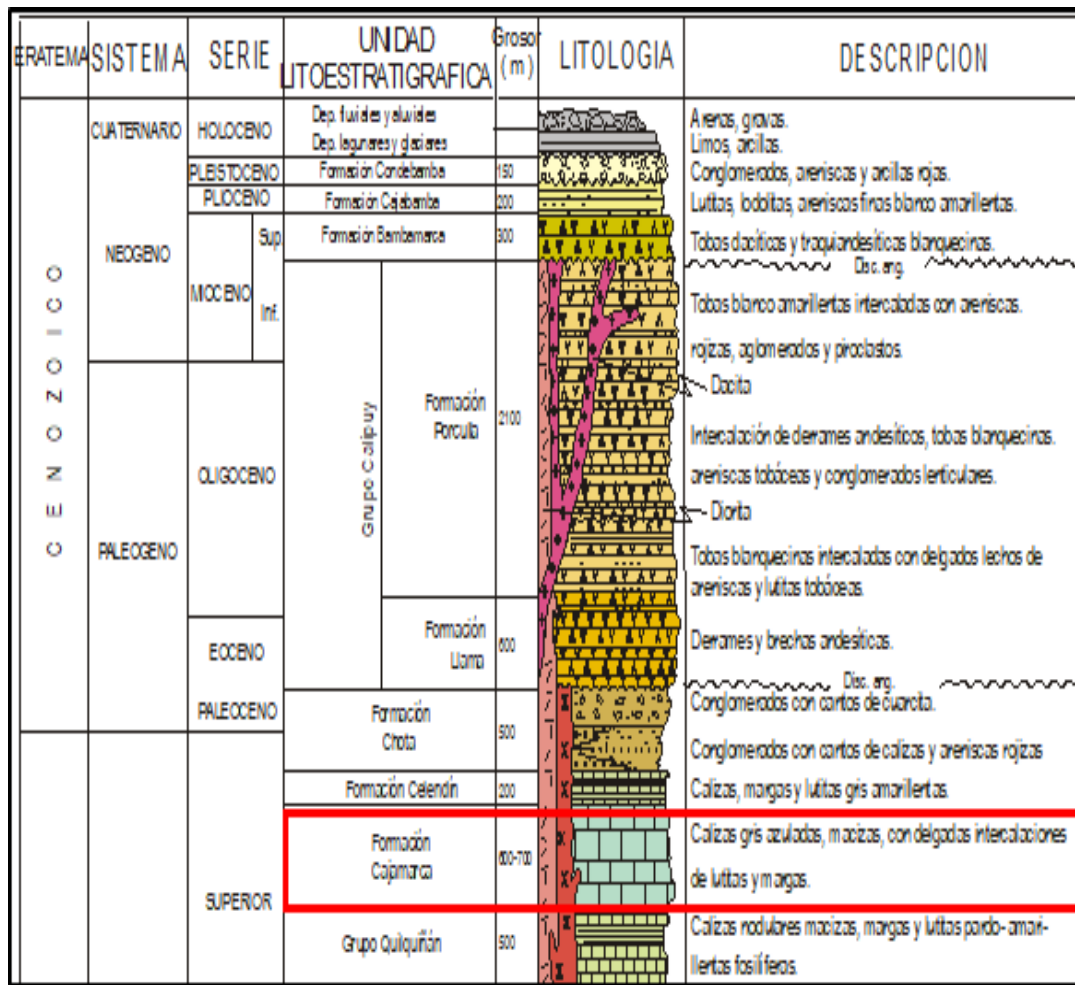


Fuente: W&J Minería y Construcción.

4.1.5. Geología local

Se visualiza los estratos sub verticales de piedra caliza de varios tamaños, de color gris azulado y ricas en fósiles; también existen depósitos aluviales fluviales donde hay grava con arena, en el fragmento de rango mayor hay depósitos coluviales de clastos angulares de aproximadamente 1,5 m de volúmenes con centrales de arena abundantemente enraizadas (depósito deluvial-coluviano).

Figura 7. Columna estratigráfica de la zona de estudio



Fuente: W&J Minería y Construcción S.A.C

Indica la formación Cajamarca como estructura petrográfica de del área a explorar.

4.2. Productos ofertados

- Cal viva.
- Cal hidratada.
- Cal hidráulica.

4.2.1. Principales clientes:

Tabla 2. Cartera de clientes de la empresa.

RUC	RAZON SOCIAL
20100120152	Compañía Minera Quiruvilca. S.A.
20100152356	Sedapal.
30204459299	Acuña Medina Representaciones. S.R.L.
20600143680	Producersam. S.A.C.
20440455086	Insumos Químicos del Norte. S.A.C.
20156058719	Proyecto Especial Chavimochic.
20530738087	M & Calera Santa. S.A.C.
20440459669	B & C Industriales S.A.
20440122940	Inter- Company S.R.L.
20131564504	Curtiembre Chimú Murguía Hermanos. S.A.C.
20482779850	Consorcio de Comercio M&M. S.A.C.
20570526864	Inversiones Generales Koremarka. S.A.C.
20440392491	Ludask Bossiness. S.A.C.
20131529181	Segurindustrias. S. A.

Fuente: Reporte de la empresa.

4.2.2. Antecedentes mineros

Desde hace algunos años Bambamarca, ha pasado por la contaminación del medio ambiente, sin embargo, esto no se ha dado únicamente por la minería, sino que también por otros aspectos.

Figura 8. Aguas ácidas generadas minería.



Fuente: Resultados de la indagación

A todo esto se le agrega la falta de existencia de metas alternas, para hacer diversos hechos que nos ayuden a los 90 mil habitantes de esta zona, tener un progreso razonable evitando que el ambiente se vea afectado, ante ello el óxido de calcio reduce la acidez de las aguas con pH menor a 6, considerando que la zona de estudio es minera y se presentan sulfuros y generan aguas ácidas; por lo tanto, la minería no metálica no genera impactos considerables.

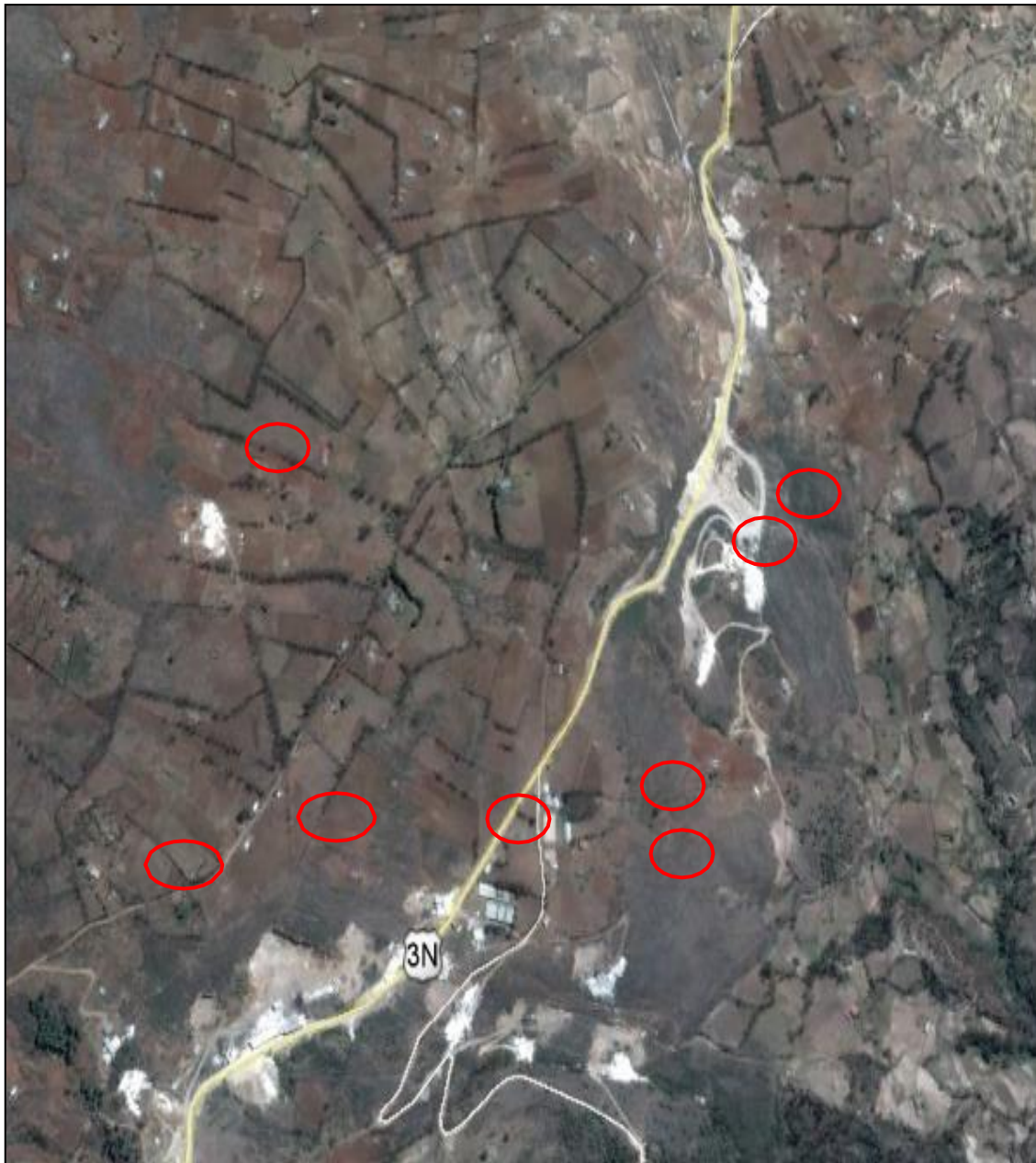
Figura 9. Zona impactada por la minería.



Fuente: <http://www.noticiasser.pe/19/12/2012/informe/hualgayoc-y-su-problematika-ambiental>

Al SW del distrito de Bambamarca, los pobladores y empresarios se han visto en la necesidad de aprovechar los minerales no metálicos, tal es así como la roca caliza para elaborar cal, en la carretera Hualgayoc – Bambamarca se encuentran la mayor cantidad de caleras a la altura del centro poblado de Apán; encontrándose en su extensión la formación geológica Cajamarca, la cual es aprovechada para extraer caliza y transformarla a óxido de calcio, para luego ser comercializada a las empresas mineras como Yanacocha, GoldFields, Coimolache y Shauindo; en la zona no existen áreas de expansión urbanas o áreas urbanas, pertenece al caserío de Apán y las casas se encuentran esparcidas distantes, los dueños de estas casas cercanas trabajan en la concesión Colquirrumi 49B.

Figura 10. Imagen satelital de caleras en Apán.



Fuente: W&J Minería y construcción S.A.C

Apán, centro poblado ubicado al SW de Bambamarca, aproximadamente a 20 kilómetros de la capital provincial, cuenta con una población aproximada a 500 habitantes, de las cuales el 50 % se dedica a actividades agrícolas y frutales y un 50 % a la producción de Cal.

Figura 11. Trabajadores de la calera en Apán Alto.



Fuente: Elaboración Propia

Las caleras utilizan las calizas aprovechando el alto porcentaje de carbonato de calcio, es necesario recalcar que la producción es artesanal con miras de algunos empresarios a industrializarse.

Las actividades de producción de cal desarrolladas por la empresa, han sido desarrolladas por los propietarios de los terrenos superficiales quienes desconocían totalmente sus obligaciones y la legislación minera y por lo tanto también los derechos del titular minero.

Esta empresa emplea como mano de obra a comuneros del lugar, los trabajos son desarrollados de acuerdo a una explotación superficial con criterios técnicos de diseño, seguridad y cuidados al medio ambiente representando riesgos a la salud, a la seguridad de los trabajadores, al medio ambiente y la población del entorno.

La empresa, ha visto por conveniente realizar sus actividades extractivas de forma responsable tanto en el aspecto laboral como en lo ambiental con el objetivo dar el ejemplo y generar conciencia de cambio en los mineros ilegales posicionados en los alrededores de las operaciones y con la ayuda de la DREM Cajamarca, impulsar su formalización.

4.2.3. Características del depósito

El Yacimiento del cual se está creando el expediente, son piedras calizas de la alineación mineral.

4.2.4. Características de la Caliza

La caliza, es una piedra lodosa constituida especialmente por carbonato de calcio así sea que presente planos de magnetismo.

❖ Propiedades:

La caliza es una piedra que ayuda a pasar el agua, es decir que es una piedra penetrable.

❖ Tipo Básico:

la piedra caliza cuenta con gran firmeza a la meteorización, esto ha ayudado a que muchas casas que fueron construidas con este material haya llega hasta la actualidad, sin embargo, las lluvias suelen provocar cierta disolvencia de calizas.

❖ Composición química

Algunas de las composiciones químicas se encuentran constituida por Carbonato de calcio, y potasio, además Cristales romboédricos.

❖ Firmeza

La firmeza concerniente es considerada a través de la demostración de su firmeza, siendo está un poco áspera.

❖ **Consistencia**

El color del mineral no es una manera apropiada para identificarse, debido a que ciertos minerales tienen un rango de colores siendo así el color de límite es un indicador más seguro.

4.2.5. Características físicas de la roca caliza de la cantera Colquirrumi 49B:

Tabla 3. Características Físicas de la Caliza

	
COLOR	Blanco
FIRMEZA	3
RAYA	Blanca
RESPLANDOR	Transparente
FISURA	Curvada
RENUENCIA HCL	Si
CONSISTENCIA	2.7 - 2.64

Fuente: Elaboración Propia

4.2.6. Características del depósito:

❖ **Ambiente de depósito.**

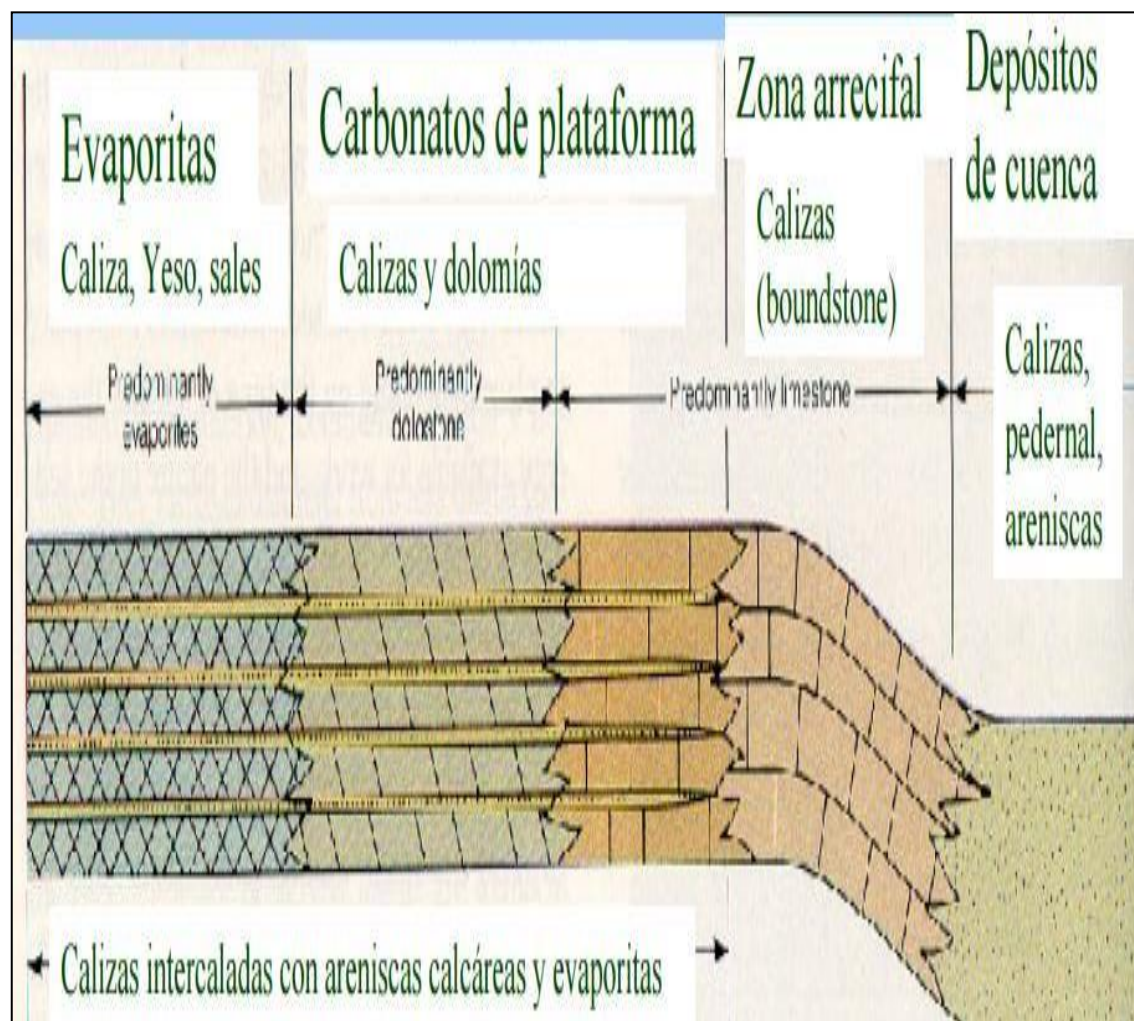
La caliza es una piedra constituida por un 50% de carbonato de calcio en su paráfrasis más grande, esto contiene todo tipo de material calcáreo.

Tabla 4. Ambientes de modelos de depósito de Carbonatos.

Ambiente	Agente de arrebató y depósito	Precipitaciones	Técnicas Consonantes
TRANCISION			
Lagunas	Gasificación de aguas	Yeso y sales	Arqueológicos
Playa	Arrebatos agua marina, oleaje	Arenas	Fragmentos conchos
MARINOS			
Estrado universal	Brusquedades de aguas	Carbonatos y arena	Plancton y Benton
Arrecifes	Edificaciones consonantes	Unidades arrecifales	arrecifes
Mar hondo	Brusquedad de asiento	bloques extraños de arenas	calizas

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Formación de calizas.



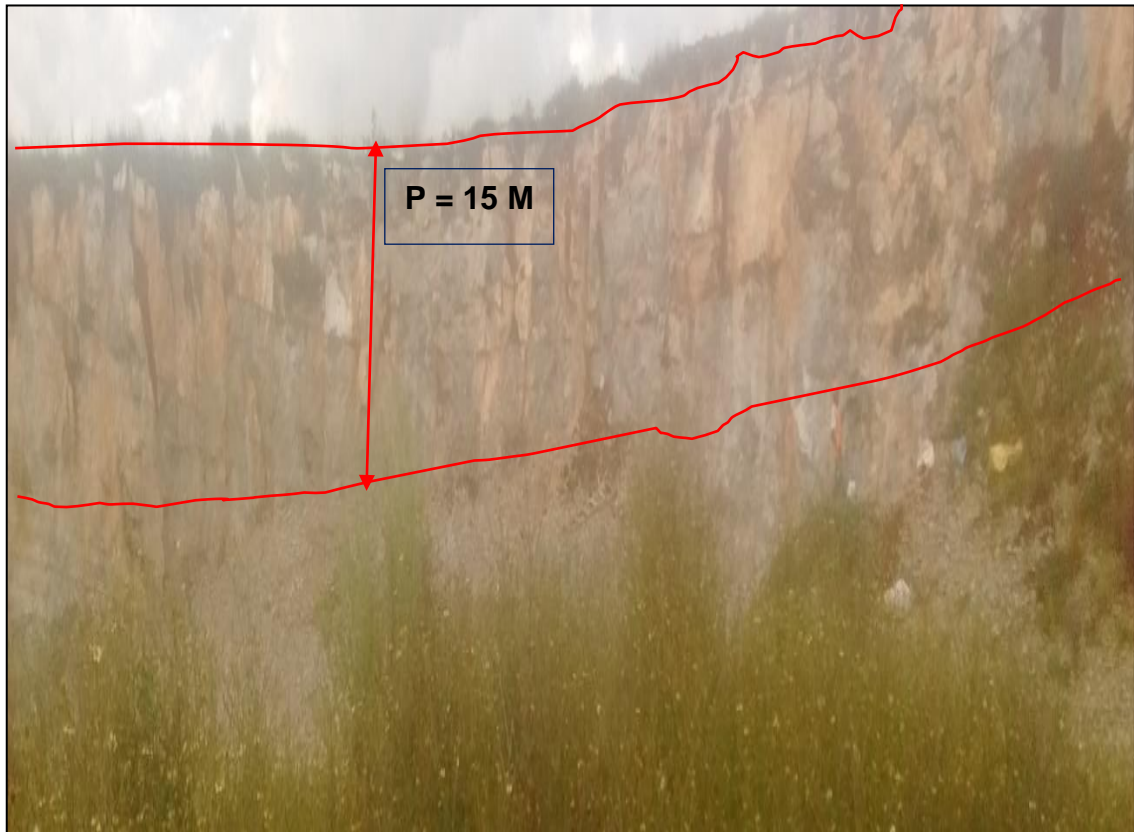
Fuente: Rebaza, (2015).

4.2.7. Geología de la cantera colquirrumi 49B:

❖ Formación Cajamarca:

Teniendo en cuenta a los datos obtenidos es necesario mencionar que el lugar de la autorización concierne a la cordillera occidental, teniendo sus principios Mesozoicos.

Figura 13. Calizas de la formación Cajamarca de la cantera Colquirrumi 49B.



Fuente: Elaboración propia

Trata en calizas grises oscura con pequeñas inserciones de lutitas, encontrándose así variedad de arqueológicas.

Figura 14. Calizas con fracturas - Cajamarca en Colquirrumi 49B.



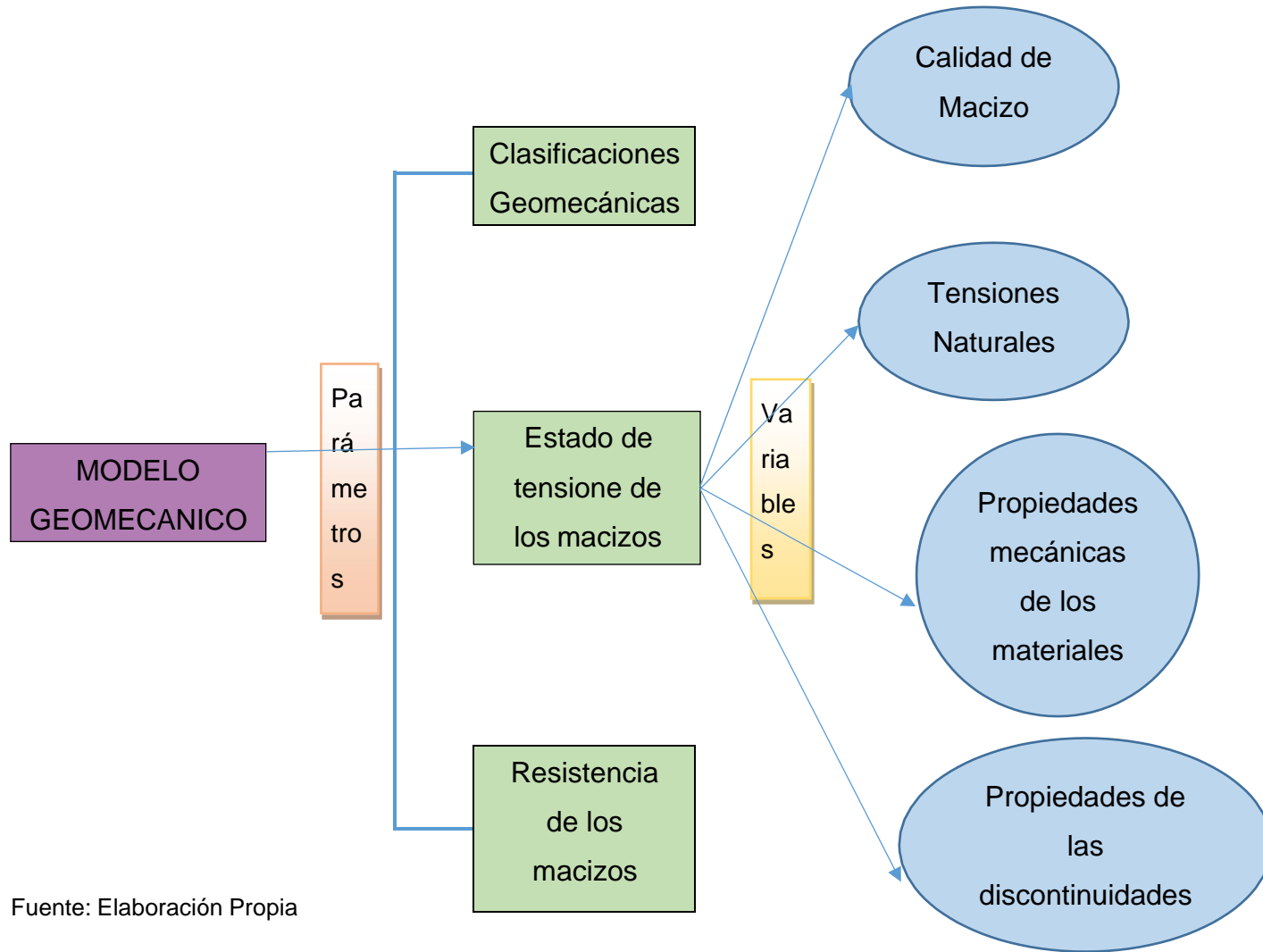
Fuente: Elaboración Propia

4.3. Estudio geomecánico del macizo rocoso de la Cantera Colquirrumi 49B.

Aquí se aprecia los patrimonios de la roca en buenas condiciones, todo esto se realiza de acuerdo a los datos que se hayan tenido.

- ✓ Patrimonio de la matriz rocosa
- ✓ Apariencia de agua

Figura 15. Modelo geomecánico a emplear



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5. Características del macizo rocoso.

Características y propiedades a definir en campo para la caracterización del macizo rocoso			
ÁMBITO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICA O PROPIEDAD	MÉTODO	CLASIFICACIÓN
Matriz Rocosa	Identificación	Observación visual directa	Clasificación geológica
	Meteorización	Observación de visual	Índices estándar
	Resistencia	Índice y ensayos de campo	Clasificaciones empíricas
Discontinuidades	Orientación	Medida directa con brújula de geólogo	
	Espaciado	Medidas de campo	Índices
	Continuidad		
	Rugosidad	Observaciones y medidas de campo	perfiles estándar
	Resistencia de las paredes	Martillo Schmidt. Índice de campo	Clasificaciones empíricas
	Abertura	Observaciones y medidas de campo	Índices estándar
	Relleno		
Filtraciones			
Macizo rocoso	Número de familias de discontinuidades	Medidas de campo	Clasificaciones
	Tamaño de bloque		

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Línea geomecánica de estudio.



Fuente: Elaboración Propia

4.3.1. Parámetros de Clasificación Geomecánica

Tenemos RMR que señala la aptitud del compacto (Bieniawski, 1989), nombramiento de la disposición de roca y con el sistema Q (Barton et al., 1974).

- La firmeza de la matriz rocosa.
- Las situaciones de las detenciones.

4.3.2. Resistencia uniaxial de la roca intacta:

Es el parámetro más común para definir los criterios de rotura y el comportamiento geomecánico de un macizo rocoso.

Tabla 6. Valoración de la Resistencia de la Roca Intacta

Género	Apreciación de la Roca de acuerdo a su firmeza	Firmeza	Repertorio de impuesto exacto	Apreciación en propiedad de la firmeza
R7	Considerablemente Duro	>245	>9	Golpazos de mazo físico solo provocan provocaciones rocosas.
R6	Muy Duro	99 - 245	3 - 9	Un pedazo de piedra solicita diversos golpazos de mazo.
R5	Duro	48 - 99	3 - 4	Un pedazo de piedra necesita más de un goipaso de maso para romperse.
R4	Templadamente Tenaz	20 - 48	2 - 3	Se puede romper con un golpe muy mínimo.
R3	Frágil	4 - 18	(a)	La piedra puede ser dañada con navaja, pero teniendo ciertas dificultades.
R2	Muy frágil	2 - 4		La piedra podría ser dañada con el mínimo esfuerzo.
R1	Considerablemente Frágil	0,23 - 2		

Puntaje=8

Fuente. Elaboración Propia

Para determinar este parámetro (resistencia), se usó de martillo geólogo con un promedio de 3 a 4 golpes.

4.3.3. Rock Quality Designation (RQD):

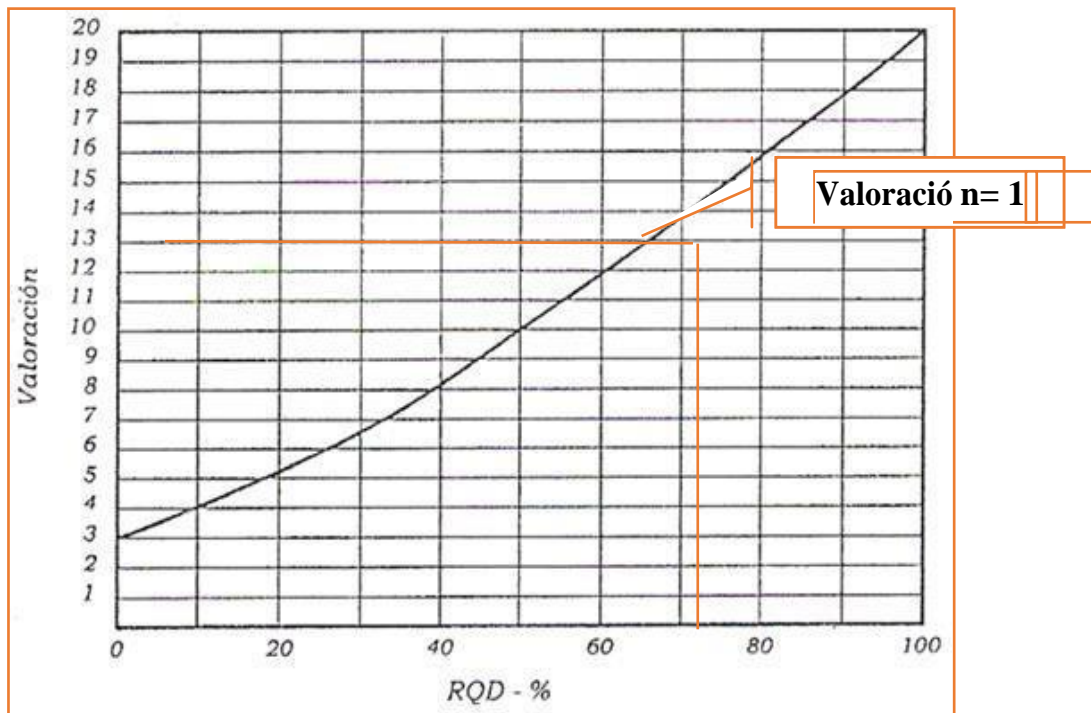
Fue realizado por Deere en (1967) y es el punto más utilizado para tener las mediciones de la fractura de una sólido piedra.

Entonces:

$$RQD = 100e^{-0.1 \cdot 0.66(0.1 \cdot 0.66 + 1)} \quad RQD = 67.4\%$$

Determinación de esta medida se tomó como punto a 30 metros rectilíneos, y provinimos a referir la cantidad de cisuras que trozan a estos metros.

Figura 17. Valoración del RQD.



Fuente. Bienawski, 1989.

Tabla 7. Clasificación del RQD.

Basándose en los rangos de los valores del RQD, el macizo rocoso puede ser caracterizado según la valoración siguiente	
RQD (%)	Calidad de la roca
100 - 90	Muy buena
90 - 75	Buena
75 - 50	Mediana
50 - 25	Mala
25 - 0	Muy mala

Fuente. Bienawski, 1989.

Tabla 8. Espacios de discontinuidades

Espacio de las interrupciones	
1	30 – 50 cm
2	30 – 50 cm
3	30 – 50 cm
4	30 – 50 cm
MED IO	50 cm

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Descripción del espaciado.

Descripción		Mm	Espaciado Cm
Extremadamente cerrado		< 20	< 2cm
Muy cerrado		20 - 60	2 cm - 6cm
Cerrad	6 - 20	6 cm - 2 c	
Moderad	20 - 60	2 cm - 6 c	PUNTAJE=9
Espaciad	60 - 200	6 cm - 2m	
Muy Extremadamente Espaciad	200 - 600 >	2m - 6m >	

Fuente. Bienawski, 1989.

4.3.4. Condición de las discontinuidades:

Para narrar la situación de las suspensiones se deberá tener en cuenta esto:

a. Permanencia:

Es el área de una interrupción en la dura piedra, siendo así que, si es menos la permanencia, la permanencia de la piedra es mayor y si la permanencia es mayor, la persistencia es menos.

Tabla 10. Descripción de la persistencia.

Persistencia	Longitud (m)
Muy baja persistencia	<1
Baja persistencia	2-3
Persistencia media	4-10
Alta persistencia	11-20
Muy alta persistencia	>20

Fuente. Bienawski, 1989.

De todas estas interrupciones tenemos como constancia en 0.42 m a 0.98m, por lo que se tiene en cuenta el descenso persistente.

b. Abertura:

La abertura es el espesor abierto de una fractura, a mayor abertura, menor es el grado de competencia de la roca y viceversa

Tabla 11. Descripción de la abertura.

Descripción	Abertura (mm)
Muy cerrada	<1
Cerrada	0.10-0.25
Parcialmente abierta	0.26-0.50
Abierta	0.51-2.50
Moderadamente abierta	2.51-10
Ancha	10
Muy ancha	1-10 cm
Extremadamente ancha	10-100 cm
Cavernosa	>1 m

Fuente: salcedo 1988

La descripción de abertura, se presentan desde 3mm hasta 5mm

Figura 18. Evaluación de la rugosidad.



Fuente: Elaboración Propia

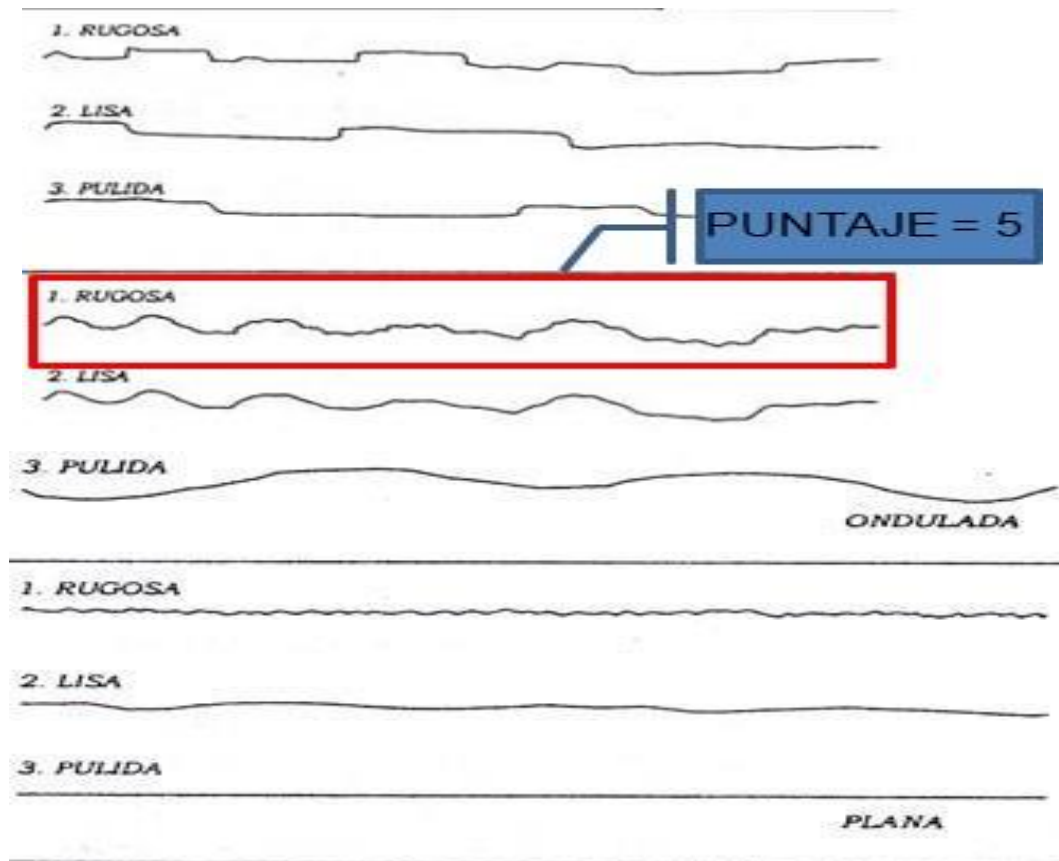
Las interrupciones muestran un plano arrugado.

Tabla 12. Tipos de rugosidades.

EJEMPLOS DE DOBLADILLOS	
EJEMPLOS	Descripción
1	Piedras lisas.
2	Pulidas.
3	Piedras planas.

Fuente: Elaboración Propia

Figura 19. Clasificación de la rugosidad.



Fuente: Bienawski, 1989.

c. Relleno

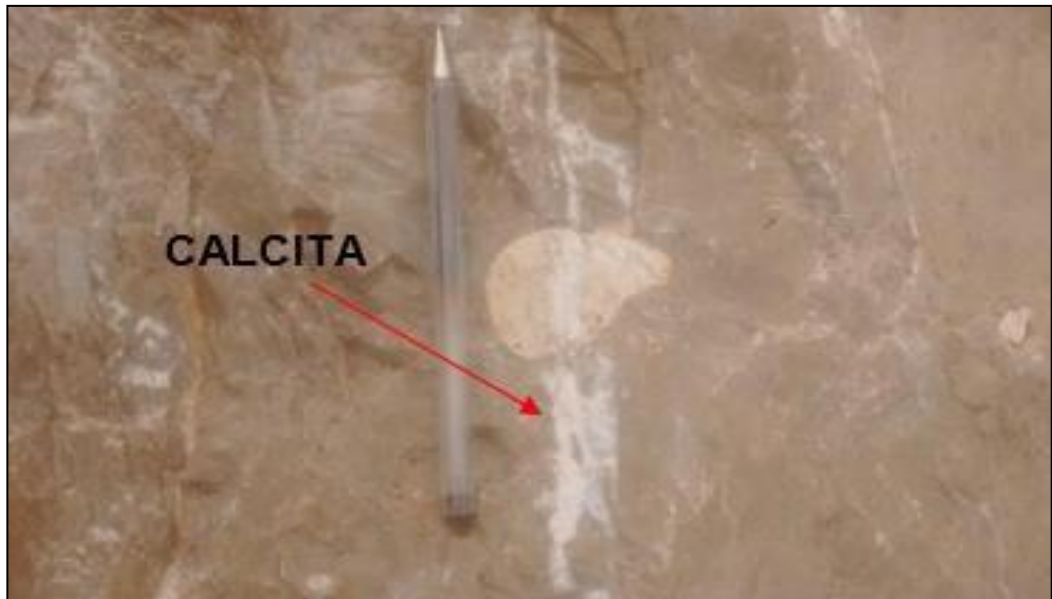
Es un depósito mineral con valor o sin valor económico que se impregnan en las cavidades o espacios dentro de una roca.

Figura 20. Relleno de calcita en la roca.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 21. Relleno de calcita en la roca.



Fuente: Elaboración Propia.

d. Meteorización:

Es la desintegración de piedras del plano terrenal al tener este contacto directo con la atmósfera.

Figura 22. Meteorización de las rocas



Se ve que las piedras de manera de cuarzo blanco presentes en este lugar.

Tabla 13. Valoración de la Descripción de la Discontinuidades

REGLAS PARA LA CLASIFICACION DE DISCONTINUIDADES (Condición)					
<i>Persistencia (longitud)</i> Puntaje	< 1 m 6	1 - 3 m 4	3 - 10 m 2	10 - 20 m 1	> 20 m 0
<i>Separación (abertura)</i> Puntaje	Ninguno 6	< 0.1 mm 5	0.1 - 1.0 mm 4	1 - 5 mm 1	> 5 mm 0
<i>Rugosidad</i> Puntaje	Muy rugoso 6	Rugoso 5	Ligeramente rugoso 3	Liso 1	Espejo de falla 0
<i>Relleno</i> Puntaje	Ninguno 6	Relleno duro <5 mm 4	Relleno duro >5 mm 2	Relleno suave <5 mm 2	Relleno suave >5 mm 0
<i>Alteración</i> Puntaje	Inalterado 6	Ligeramente alterado 5	Moderadamente alterado 3	Altamente alterado 1	Descompuesto 0

Fuente; elaboración propia.

Sumatoria Según Clasificación De Discontinuidades (Condición) el puntaje es de: 21.

e. Agua Subterránea

fluye a través de los materiales porosos saturados del subsuelo hacia niveles la superficie.

Figura 23. Presencia de Humedad en la Roca.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14. Valoración de la humedad.

Descripción	Categoría
Totalmente Seco	15
Semi Aguoso	12
Humedecido	5
Mojado	3
Creciente de Agua	0

Puntaje = 15

Fuente: Elaboración Propia

4.3.5. Clasificación Geomecánica RMR (Bieniawski, 1989):

Sumamos las puntuaciones

$$R = 15 + 21 + 5 + 6 + 9 + 13 + 8$$

$$R = 66$$

Entonces

$$\mathbf{RMR = 66}$$

Tabla 15. Clasificación del RMR.

Clase	Calidad	Valoración RMR	Cohesión Kg/cm ²	Ángulo de rozamiento
I	Muy buena	100-81	>4	>45°
II	Buena	80-61	3-4	35°-45°
III	Media	60-41	2-3	25°-35°
IV	Mala	40-21	1-2	15°-25°
V	Muy mala	<20	<1	<15°

Fuente: Bienawski (1989)

De este modo la clasificación de la cantera colquirrumi 49B presenta un RMR de 66, que está dentro de la valoración de 80-61, esto muestra que es clase II con buena calidad de roca.

4.3.6. GSI (Geological Strength Index):

Se ha apreciado la lista de firmeza, en base a una representación física de la dura piedra:

Figura 24. Clasificación del GSI.

CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO PARA ESTIMAR SU RESISTENCIA		CONDICIÓN DEL FRENTE				
Basándose en el aspecto de la roca elegir la categoría que mejor describa las condiciones del macizo previo a la excavación. Tener en cuenta que las voladuras pueden crear una impresión falsa sobre la calidad del macizo rocoso, en cuyo caso será necesario realizar algún tipo de ajuste por daños debidos a voladuras; la observación de testigos de sondeos y de frentes de roca en zonas afectadas y no afectadas por voladuras puede ser de ayuda. Para la definición del grado de fracturación (<i>blockiness</i>) debe considerarse la relación entre el tamaño del bloque y la dimensión del frente de excavación.		MUY BUENA (MB) Superficies muy rugosas sin alterar	BUENA (B) Superficies rugosas ligeramente alteradas, con patinas de oxidación	MEDIA (M) Superficies suaves moderadamente alteradas	POBRE (P) Superficies de cristala muy alteradas con rellenos compactos contenido fragmentos rocosos	MUY POBRE (MP) Superficies de cristala muy alteradas con rellenos arcillosos
ESTRUCTURA						
	BLOQUES REGULARES (BR) Macizo rocoso sin alterar. Bloques en contacto de forma cúbica formados por tres familias de discontinuidades ortogonales, sin relleno.	BR/MB	BR/B	BR/M	BR/P	BR/MP
	BLOQUES IRREGULARES (BI) Macizo rocoso parcialmente alterado. Bloques en contacto de forma angular formados por cuatro o más familias de discontinuidades con rellenos con baja proporción de finos.	BI/MB	BI/B	BI/M	BI/P	BI/MP
	BLOQUES Y CAPAS (BC) Macizo alterado, plegado y fracturado con múltiples discontinuidades que forman bloques angulosos y con baja proporción de finos.	BC/MB	BC/B	BC/M	BC/P	BC/MP
	FRACTURACIÓN INTENSA (FI) Macizo rocoso muy fracturado formado por bloques angulosos y redondeados, con alto contenido de finos.	FI/MB	FI/B	FI/M	FI/P	FI/MP

Fuente: Hoek & Brown 2000

Tabla 16. Caracterización para determinar su resistencia.

Estructura del Macizo Rocosó	Bloques Regulares
Condición del Frente o de la Superficie	Buena
Puntaje correspondiente	55 – 75

GSI= 71

Se ha apreciado el listo geológico de firmeza, en pie a una representación geológica de la cantera Colquirrumi 49B.

Figura 25. Evaluación del Paradigma de Aberración Positivo del Macizo Rocosó

Criterios empíricos para la estimación del módulo de deformación en macizos rocosos

Criterio	Aplicación
$E = 2 \text{ RMR} - 100$ (GPa) (Bieniawski, 1978).	<ul style="list-style-type: none"> — Macizos rocosos de buena calidad, $\text{RMR} > 50$. — No válido para macizos de baja calidad.
$E = 10^{(\text{RMR}-10)/40}$ (GPa) (Serafim y Pereira, 1983).	<ul style="list-style-type: none"> — Macizos rocosos de calidad media-baja, $10 < \text{RMR} < 50$. — Especialmente válido para valores $1 < E < 10$ GPa. — Para macizos rocosos de calidad baja-muy baja se obtienen valores demasiado altos.
$E = \sqrt{(\sigma_{ci}/100)} 10^{(\text{GSI}-10)/40}$ (σ_{ci} en MPa; E en GPa) (Hoek, 1995).	<ul style="list-style-type: none"> — Indicado para macizos rocosos débiles o blandos, con calidad baja-muy baja y matriz rocosa con $\sigma_{ci} < 100$ MPa.
<p>E = Módulo de deformación empírico del macizo rocoso. E_l = Módulo de deformación de laboratorio de la matriz rocosa. GSI = Índice geológico de resistencia (<i>geological strength index</i>). σ_{ci} = Resistencia a compresión simple de la roca intacta.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> — Correlaciones no suficientemente contrastadas hasta la actualidad. — Los criterios aportan valores poco precisos, con carácter orientativo. — Por lo general sobrevaloran el valor del módulo de deformación del macizo rocoso. — No consideran el carácter anisótropo que puede presentar el módulo de deformación <i>in situ</i>. — Se recomienda tomar un rango de valores para el macizo rocoso entre $0,4E$ y $1,5E$. 	

Fuente: Bieniawski (1978)

Viendo que el duro rocoso tiene un $\text{RMR} = 66$ se puede usar el criterio número 1 de la tabla de esta manera:

$$E = 2 * 66 - 100$$

$$E = 32$$

E= 32 GPa

4.3.7. Módulo de Deformación Empírico del Macizo Rocosos se Muestra en las Sigüientes Graficas (DIPS DIRECCTION)

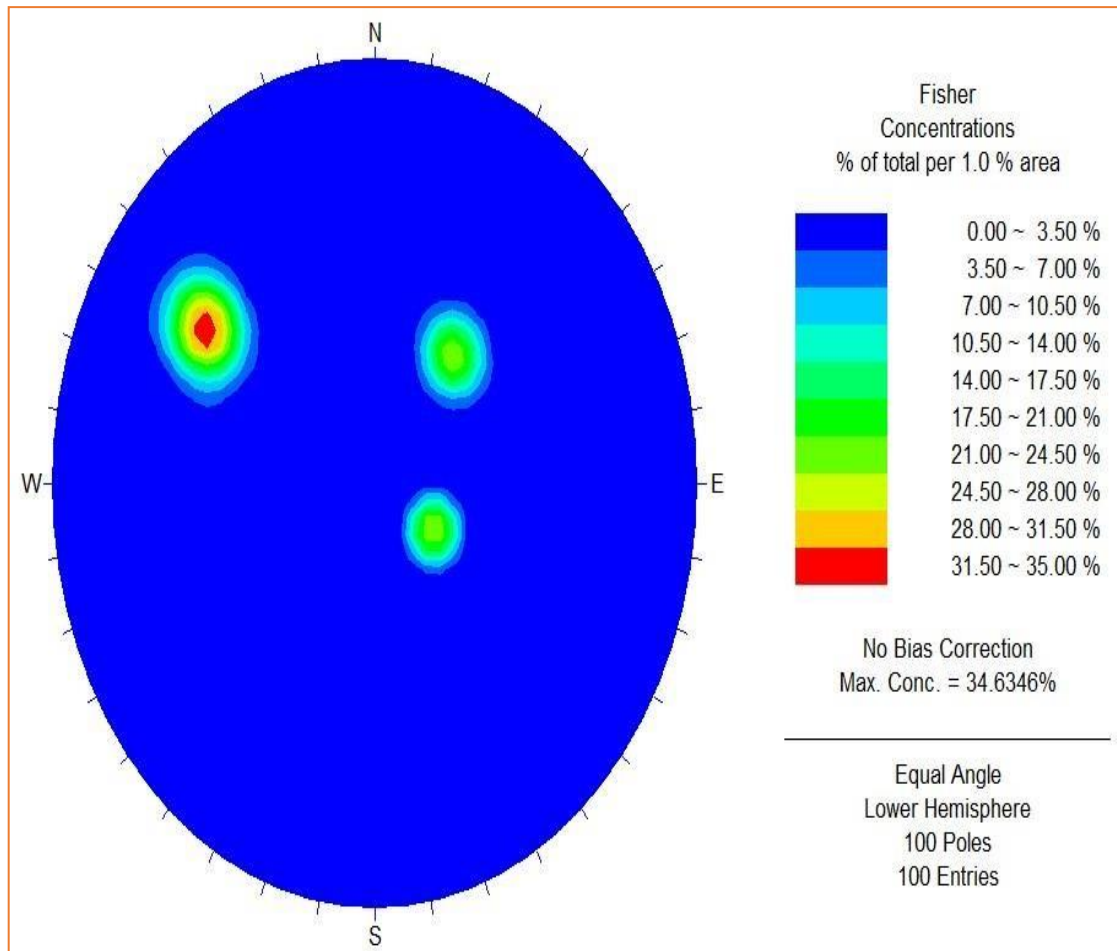
Figura 26. Graficas De Dip Direction



Fuente: Slide (2022).

En la precedente, se muestra el diagrama de polos de las orientaciones del buzamiento de las diaclasas, en ella se evidencia, que la mayor concentración de polos es de NW.

Figura 27. Graficas de concentración de Fisher.



Fuente: Slide (2022).

En la figura anterior, se muestra el diagrama de concentración de Fisher de las orientaciones del buzamiento de las diaclasas, en ella se evidencia, hasta el 35% de las diaclasas tienen orientación NW, seguida de las diaclasas con orientación NE y finalmente un pequeño grupo con orientación SE.

4.3.8. Cálculo de la estabilidad del talud general

El programa SLIDE estudia la permanencia de un contorno explícito a través de diferentes modelos en el cual se han llevado a cabo ciertos cálculos para fracturas, curvas mediante el procedimiento de Janbu y Bishop.

4.3.9. Estabilidad de Taludes Aplicando el Criterio SMR (Slope Mass Rating de Romana, 1997)

El SMR para estabilidad de taludes está dada por la siguiente fórmula:

$$\text{SMR} = \text{RMR} + (\text{F1} \times \text{F2} \times \text{F3}) + \text{F4}$$

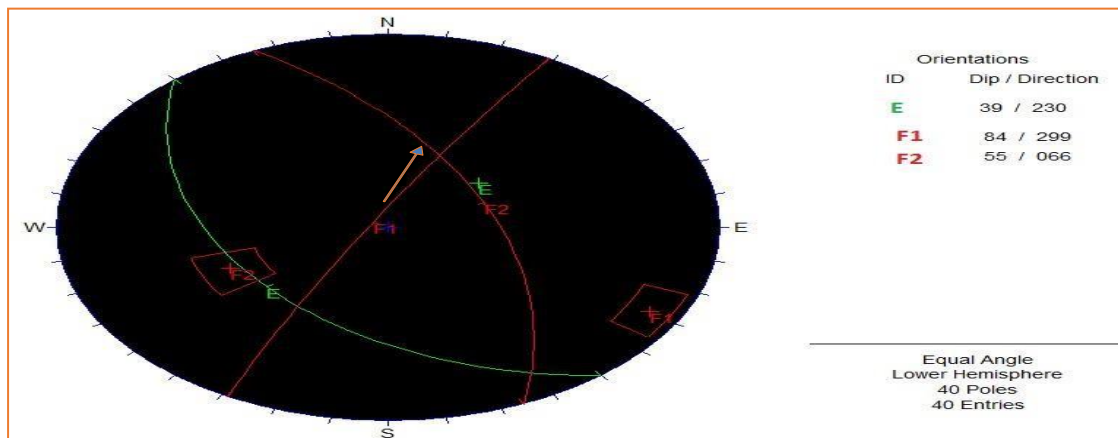
Donde:

F1, F2, F3: son factores de ajuste por la orientación

F4: es el factor de ajuste por el método de excavación

De acuerdo al estudio geomecánico se determinaron 2 familias más características, de acuerdo a esta evaluación se clasifica en el DIPS:

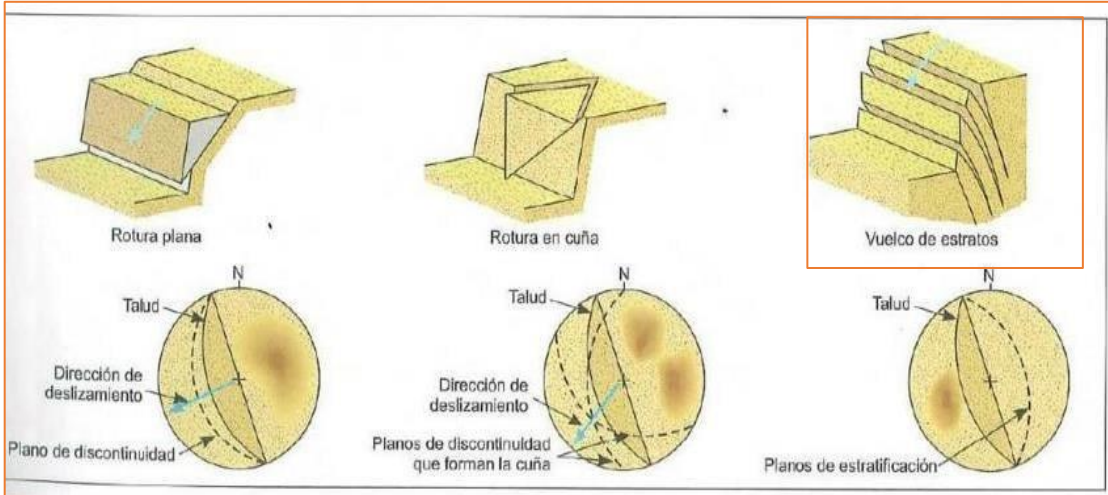
Figura 28. Dirección de las juntas y buzamiento



Fuente: Slide (2022).

Por tanto, se determina que el tipo de rotura en la concesión COLQUIRRUMI 49 B es por vuelco de estratos, de acuerdo al análisis en DIPS, como podemos observar en la figura.

Figura 29. Tipos de rotura.



Fuente: Bienawski (1989).

Figura 30. Tipos de rotura en campo.



Fuente: Elaboración Propia

Por tanto, en la concesión COLQUIRRUMI 49B, tenemos los siguientes datos:

$$\alpha_s: N40^\circ \quad \alpha_j: N20^\circ$$

$$\beta_s: 55^\circ \quad \beta_j: 22^\circ$$

Entonces calculamos el SMR (rotura por vuelco):

Tabla 17. Factor de ajuste por el método de excavación.

Factor de ajuste por el método de excavación(F4)					
Método	Talud Natural	Precorte	Voladura suave	Voladura o excavación mecánica	Voladura deficiente
F4	+15	+10	+8	0	-8

Fuente: Bienawski (1989).

Tabla 18. Factor de seguridad por orientación de las juntas.

Factor de seguridad por orientación de las juntas (F1, F2, F3)						
Caso		Muy Favorable	Favorable	Normal	Desfavorable	Muy desfavorable
P	$ \alpha_j - \alpha_s $					
T	$ \alpha_j - \alpha_s - 180^\circ $	>40°	30° - 20°	20° - 10°	10° - 5°	<5°
P/T	F1	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
P	$ \beta_j $	<20°	20° - 30°	30° - 35°	35° - 45°	>45°
	F2	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
T	F2	1	1	1	1	1
P	$\beta_j - \beta_s$	>10°	10° - 0°	0°	0° - (-10°)	< -10°
T	$\beta_j + \beta_s$	<110°	110° - 120°	>120°	-	-
P/T	F3	0	-6	-25	-50	-60

Fuente: Elaboración Propia

En las dos tablas inmediatas precedentes, se muestra la relación F1, entre la rotura plana y la rotura por vuelco es 0.15, para F2 de rotura planar es 0.40 y F2 de rotura por vuelco es 1; para F3 la relación entre rotura plana y rotura planar es -6; y finalmente el factor de ajuste por excavación F4, es 0, ya que se necesita voladura o excavación mecánica.

Reemplazando los factores en la fórmula tenemos:

$$SMR = 66 + (0.15 \times 1 \times (-6)) + 0.40$$

$$SMR = 65.1$$

Tabla 19. Clases de estabilidad.

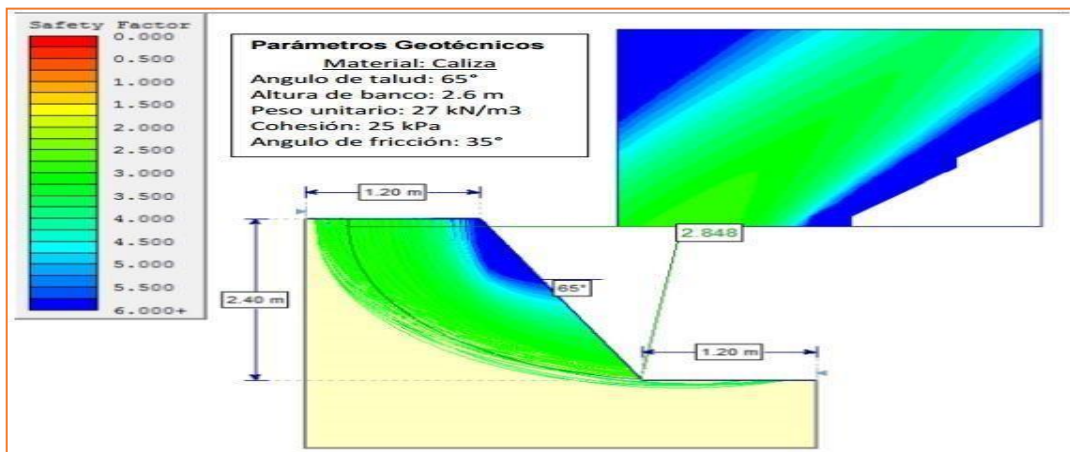
Métodos de fijabilidad					
Métodos	V	IV	III	II	I
SMR	0 – 20	21 – 40	41 – 40	61 - 80	81 – 100
Descripción	Muy mala	Mala	Normal	Buena	Muy Buena
Estabilidad	Totalmente inestable	Inestable	Parcialmente estable	Estable	Totalmente estable

Fuente: Elaboración Propia

Según el valor de índice de SMR se obtiene 65.1; por tanto, la cantera colquirrumi 49B sólo necesita protección con zanjas de pie, vallas de pie o de talud; mas no necesita ningún tipo de sostenimiento, eso quiere decir que la roca caliza es lo suficientemente resistente y no necesita ningún tratamiento para su estabilización de los taludes.

4.3.10. Cálculo de la estabilidad del talud por el método de Bishop Simplificado

Figura 31. Parámetros geotécnicos.

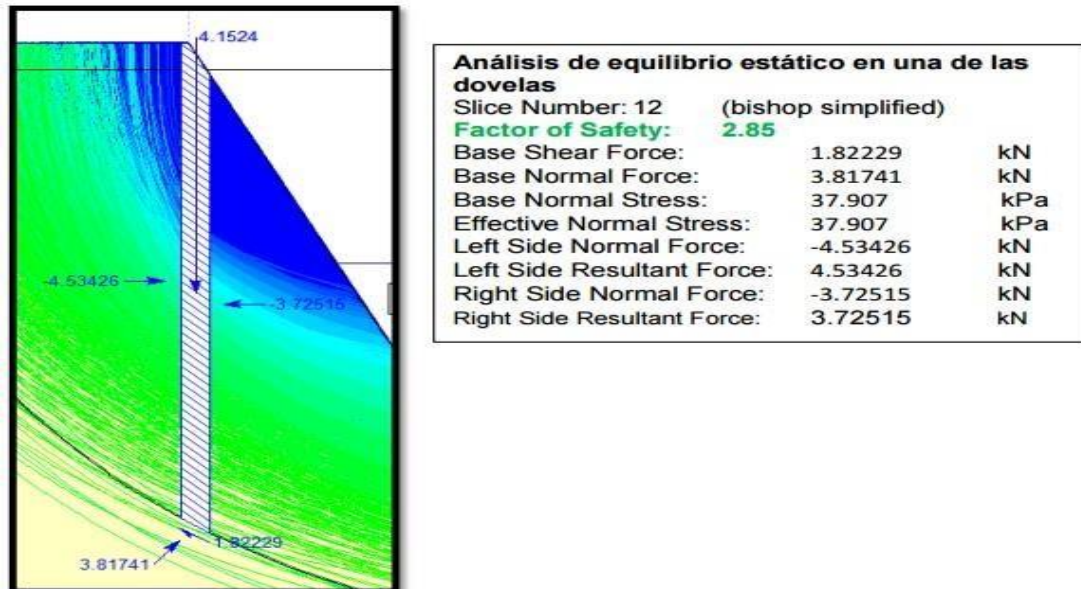


Fuente: Slide (2022).

En la figura anterior, se muestra el factor de seguridad de acuerdo a los parámetros geométricos; por lo tanto, al diseñar un ángulo de talud de 65° con

una altura de banco de 2.60 metros, se obtiene un factor de seguridad de 2.85, siendo este factor mayor a 1 se corrobora que el talud va a ser estable.

Figura 32. Equilibrio estático en dovelas



Fuente: Slide (2022).

En la figura anterior, se muestra el análisis de equilibrio estático en una de las dovelas; la fuerza de corte es de 1.82, la fuerza normal de 3.81; considerando 12 dovelas.

4.4. Método de explotación

Estos métodos serán perfiles, la explotación es el conjunto de encajes que se trasladan con el objetivo de estallar el material lucrativo.

Figura 33. Explotación por perfiles de la cantera colquirrumi 49B



Fuente: Elaboración Propia

4.4.1. Elementos de un Perfil de la roca caliza:

Serán llamados Plataforma mayor y Plataforma de adeudo, al plano horizontal restringida por la elevación.

Figura 34. Plataforma de trabajo y superior.



Fuente: Elaboración Propia

4.4.2. Potencia y Angulo del Perfil de la roca caliza:

Se designa así al plano cruzado del perfil delimitado teniendo de una parte al área detonado y por otra las los vegetal mayor y menor.

Figura 35. Potencia y Angulo del perfil en la cantera Colquirrumi 49B.



Fuente: Elaboración Propia

4.5. Cálculo de las Reservas:

La zona de investigación abarca un área de 16.000 m², donde se pudo ver a las calizas en Cajamarca que son perfectas para que se utilice como mineral industrial, el material a extraer posee un alto grado de carbono de calcio (97% Aproximadamente).

Figura 36. Cantera de la concesión Colquirrumi 49B.

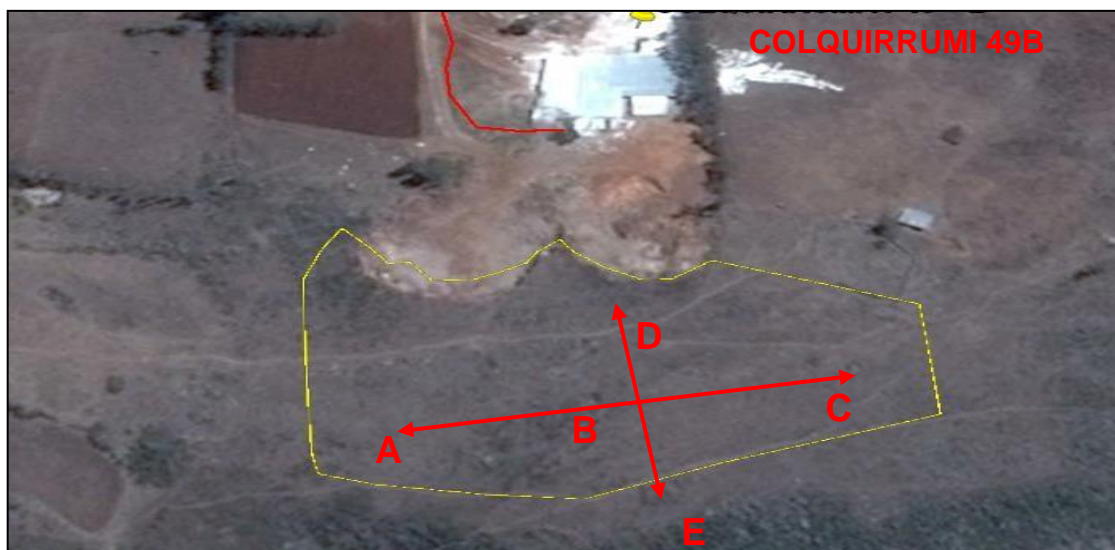


Fuente: Elaboración Propia

Mediante el método de perfiles se calculó las reservas y la fuerza de las capas y con procedimiento de contradictoria a la distancia para depósitos con pocas variaciones de potencia.

4.5.1. Cálculo de Potencias

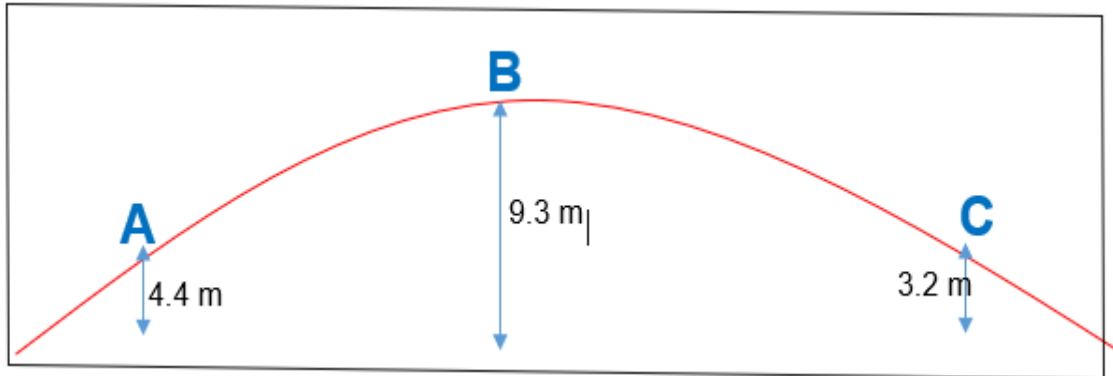
Figura 37. Perfiles para cálculo de reservas.



Fuente: Elaboración Propia

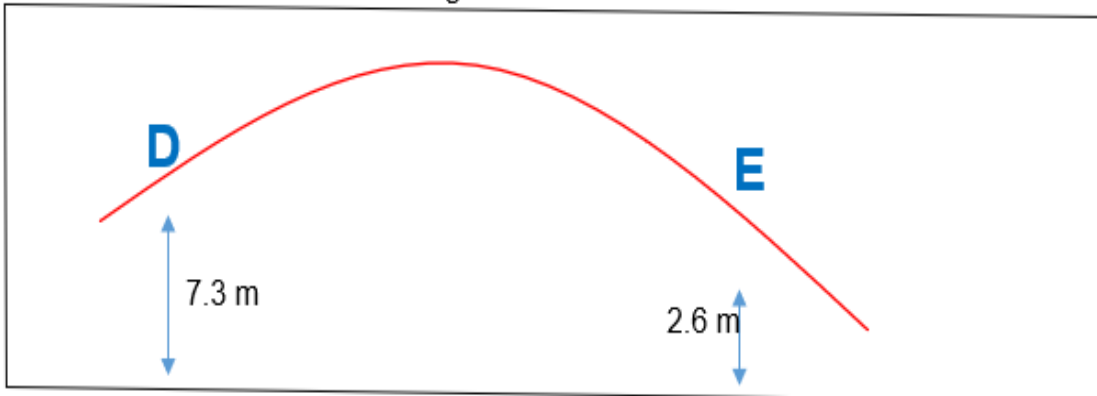
En las figuras anterior y precedente a la anterior, se muestran los perfiles de los puntos necesarios para la triangulación, ya que el método elegido son cálculo de reservas por perfiles, por lo tanto, se realizaron 2 líneas, la horizontal que abarca los puntos ABC y la vertical que son los puntos DE.

Figura 38. Perfil ABC.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 39. Perfil DE.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. Espesor de puntos.

PUNTO	POTENCIA (m)	Peso Específico
1	4.3	2.50
2	9.1	2.52
3	3.5	2.60
4	7.5	2.65
5	2.2	2.62

Fuente: Elaboración Propia

Se ha tomado en cuenta el peso determinado de la Roca 2.7 gr/m³ en base a orígenes hipotéticas; se analizaron los 5 puntos que se eligieron para triangular, en cada punto se han realizado calicatas y la potencia de cada calicata se muestra en la tabla 20; además se determinaron los pesos específicos de la roca en cada calicata de la cantera colquirrumi 49B.

Tabla 21. Cálculo del peso específico.

P.E. En cada Punto			
COMPONENTE	PORCENTAJE %	P.E. ESTÁNDAR	P%. P.E.
Calcita	94	2700 kg/m ³	0.94*2700
Aragonito	2	2930 kg/m ³	0.02*2930
Magnesita	1	3000 kg/m ³	0.01*3000
Siderita	1	3850 kg/m ³	0.01*3850
Sílice	2	2640 kg/m ³	0.02*2640
TOTAL	100 %	$\sum_4^1 P\% * P.E. =$	2.7179

Fuente: Elaboración Propia

$$Potencia_{Promedio} = \frac{\sum Potencias}{\text{número de potencias}}$$

$$Potencia_{Promedio} = \frac{4.4 + 9.3 + 3.2 + 7.3 + 2.6}{5} = 5.36 \text{ m}$$

4.5.2. Cálculo del Área:

El espacio de la cantería es de 1.6 hectáreas de convenio al plano realizado en AutoCAD y los datos brindados por la empresa, ya que la cantera colquirrumi 49B cuenta con la titularidad sólo de dicha área; semejante a 16.000 m².

4.5.3. Cálculo del Volumen del Block:

El volumen del block se calculó al multiplicar el área y la potencia promedio, el área se determinó mediante AutoCAD y es 16.000 metros cuadrados y la potencia promedio de las 5 calicatas es 5.36 metros.

$$Volumen = \text{Área} \times Potencia_{Promedio}$$

$$V_w = 16.000\text{m}^2 * 5.36\text{m} = 85,760\text{m}^3$$

El volumen del block es 85,760 metros cúbicos.

4.5.4. Cálculo de la Ley del Block:

$$\check{V} = \frac{\frac{1}{d_1^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.97 + \frac{\frac{1}{d_2^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.97 + \frac{\frac{1}{d_3^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.97 + \frac{\frac{1}{d_4^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.97 + \frac{\frac{1}{d_5^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.97$$

$$\check{V} = \frac{1}{0.684} 97 + \frac{1}{0.684} 97 + \frac{1}{0.684} 97 + \frac{1}{0.684} 97 + \frac{1}{0.684} 97$$

$$\check{V} = 0.19761 \times 97 + 0.201 \times 97 + 0.2036 \times 97 + 0.1933 \times 97 + 0.2051 \times 97$$

$$\check{V} = 19.16817 + 19.497 + 19.7492 + 18.7501 + 19.8947$$

$$\check{V} = \frac{97.05917}{100} \% = 0.9706$$

A ley del block, se calculó considerando que el porcentaje de carbonato de calcio es 97% asignado a las calizas de la formación Cajamarca, asimismo se consideró los pesos específicos en cada calicata; el 0.98 es parte del 98% de carbonato de calcio que es asignado a la caliza de la concesión.

4.5.5. Cálculo del Tonelaje

$$\text{Tonelaje} = \text{Volumen} \times V$$

$$\text{Tonelaje} = 85,760 \text{ m}^3 \times 0.9706 = 83.238,656 \text{ TM}$$

El cálculo del tonelaje se calculó multiplicando el volumen y la ley del block; por lo que las existencias son 832.386,56 *TM*, actualmente la empresa calcina 2000 toneladas métricas de roca caliza, para cubrir los pedidos a las empresas mineras Yanacocha y GoldFields.

4.5.6. Cálculo de vida útil:

$$\text{Vida Util en años} = \frac{83.238,656 \text{ TM}}{2000 \text{ TM/mes}} = \frac{416 \text{ mes}}{12 \text{ meses/año}} = 34.6 \text{ años}$$

Entonces, la cantera Colquirrumi 49B que es parte de la organización antes dicha teniendo una validez de 35 años aprox. originando 2000 Tm mensuales de piedra caliza.

V. DISCUSIÓN

El yacimiento minero de rocas de la formación Cajamarca que se encuentran en la cantera Colquirrumi 49 B, presenta grandes reservas de calizas con la finalidad de ser estalladas, entonces se estableció, para la apreciación de existencias se utilizándose la forma de perfiles. La zona de investigación abarca un área de 16,000 m², donde se pudo ver a las calizas en Cajamarca que son perfectas para que se utilice como mineral industrial, el material a extraer posee un alto grado de carbono, se calculó considerando que el porcentaje de carbonato de calcio es 97% asignado a las calizas de la formación Cajamarca, asimismo se consideró los pesos específicos en cada calicata; el 0.98 es parte del 98% de carbonato de calcio que es asignado a la caliza de la concesión, así también el índice de RMR se obtiene 65.1; por tanto, la cantera Colquirrumi 49B sólo necesita protección con zanjas de pie, vallas de pie o de talud; mas no necesita ningún tipo de sostenimiento, eso quiere decir que la roca caliza es lo suficientemente resistente y no necesita ningún tratamiento para su estabilización de los taludes, así también los perfiles de los puntos necesarios para la triangulación, ya que el método elegido son cálculo de reservas por perfiles, por lo tanto, se realizaron 2 líneas, la horizontal que abarca los puntos ABC y la vertical que son los puntos DE. Sin embargo, Vargas Solórzano (2018) uso el modelo de contrapuesto a la tabla de trayecto, donde se obtuvo efectos más puntuales en plazas mínimas, GÓMEZ, (2015), uso 9 métodos de unidades, por Krigeaje a través de este método se pudo tener faltas menores en cuanto a reservas.

Los resultados encontrados comprueban la hipótesis que señala que si se calculan las reservas de caliza, entonces se optimizará la producción de la de roca caliza en la cantera Colquirrumi 49B - Apán Alto – Bambamarca – 2022 y guarda relación con lo manifestado por **Acevedo y Guerra (2015)**, realizaron un cálculo de reserva basado en análisis de fluorescencia de rayos X (XRF), destacando el alto porcentaje de CaO en la muestra, a diferencia de este estudio que solo contó con cálculos de ley mineral en laboratorio; en segundo plano, la interpretación de difractogramas permitió identificar minerales como componentes de las muestras analizadas: calcita, cuarzo y feldespato (serie Albitita-Anortita); la calcita es la

mayoría de los minerales que contiene, y los otros dos aparecen como trazas, como en el presente estudio.

En tal sentido, **Muñoz y Salazar (2015)**, encontró que la proyección minera del actual trabajo es de 5 años con un procedimiento de utilización a mediano plazo, en el diseño de utilización que se ha trazado 4 niveles de utilización con una elevación de 5 mts cada uno; es así que para proceder en el cálculo se hizo 09 cortes transversales en sentido N58°E contando con el AutoCAD Civil 2015 logrando tener una cantidad de 367.222,5 unidad de capacidad como reservas demostradas, para poder hacer esta gestión es importante considerar las características que posee la caliza de mostrar aberturas, usando el software Vulcan 8.0 teniendo la cantidad de 399.325 TM.

Además, Gómez (2015), ejecutó una investigación bibliográfica de la evaluación de recursos minerales y desarrollaron una metodología utilizando métodos de estimación comunes y simulación geoestadística para mostrar el resultado del volumen de USM en la estimación de recursos adecuados para yacimientos de minerales, ha edificado 9 modelos de unidades, deduciendo cada unidad por Kriging frecuente de unidades, lo más importante se ha cotejado los posibles resultados con la evaluación a través de los deslices cuadráticos, consiguiendo un bloque de 28 mts por 25 mts y 10 mts se logra pequeños errores.

Siguiendo el contexto, Pérez (2019), también en este estudio, realizó una evaluación de stock (reservas) mediante la técnica de perfiles para establecer la vida del punto 1; en cualquier caso, la razón fue el descubrimiento de un problema relacionado con la falta de estudios técnicos del volumen de reservas existentes, por lo que en ambos casos se utilizó un enfoque de investigación cuantitativo de fondo, lo que dio como resultado 16.203,1 m³.

Por otro lado, Ávila y Tobo (2014), también realizaron una clasificación RMR en su estudio y encontraron que fue clasificado como clase III, con calidad normal, cohesión de 200-300 Kpa, fricción de 25°-35°, RQD de 76.225% clasificado y una resistividad de la matriz de la roca de 53.32 Mpa sugiere un aumento en la

formación de bancos en este estudio, en contraste con el caso anterior de, que sugiere una disminución en la formación de bancos; aquí se usó el técnica de Lerch-Grossman; esto permite que la sección transversal diseñe una forma de pozo que ayude a lograr la máxima ganancia neta y la sucesión de extracción adecuada para esa ganancia. La Matriz de Riesgo Ambiental muestra qué aspectos son más vulnerables a los riesgos ambientales; la valoración económica se basa en los capitales financieros existentes de contratos bajo Contribuciones con una vigencia de cinco años.

En ese sentido, Torres (2017) nos deja saber que las unidades de reservas nos ayudan a visualizar en 3D el espacio y ubicación en el espacio, teniendo en cuenta que la disolución es una medida muy importante en una mina, sabiendo que calcular e inspeccionar conlleva a sacar mineral de mejor calidad. Del mismo modo Condori (2016), buscó una pendiente de 5° en altura de aguas que se encuentran ubicados en el rio Mantaro queriendo decir esto que mientras se hagan más profundas las profundidades de las canteras se tendrá dificultades en el desagüe de aguas, lo más importante se identificó un conjunto litológico realizado por un almacén de cantos rodados, por lo que en resumen existen aspectos relevantes que se tienen que tener en cuenta al momento de la evaluación de una reserva del yacimiento.

Así pues, Correa y Santillán (2016), analizaron la acogida de cal, porque hay muchas empresas que ofrecen este producto, es decir por la abundancia de piedra en el lugar de Cajamarca, lo que hizo crucial este estudio; del mismo modo, la petición es muy extensa, las grandes entidades son los primordiales gastadores de, la cantidad de encargos mensuales de cada sociedad supera las 10,000 toneladas, el dispendio controlable es de 8, 28,125, unidad de capacidad, el interés aritmético es 722%. este estudio anterior tiene un creciente de caja y tiempo de recuperación para determinado como reserva de .860.315 tm, con una producción mensual de 2.000 tm, con una vida útil de 18,76 años, el flujo de caja de es de 115.187.988,6 norte y la recuperación es de 0,35 años. Por otro lado, Morales (2014), encontró que como minerales de ganga se visualiza la pirita, calcita y cuarzo, mientras que en las razones metálicas de Au/Ag lo más importante se ve hasta 04 sustancias, el

primero situado al SE con un importe de 0.239; el segundo con un valor de 0.349 y un tercero con valor de 0.306.

Piérola (2015), busco valuar las tipologías de la mina y el período de sistematizaciones excavación, concluyendo las reservas minerales son 855.972.00 TM, el resultado de la detonación son de 65 m³ de roca fraccionada, lo más importante es que se ha podido mejorar la fabricación de caliza y así lograr proveer a la capacidad de calcinamiento de los dos hornillos A y B, donde los esquemas de calcinamiento demuestran que pudo ver la capacidad máxima de calcinamiento de 63TM/día.

Correa y Santillán (2016), en su investigación aluden que hacer un trabajo de este tema quiere decir que se realiza una alta inversión aproximadamente un 10 .338 923.4 nuevos soles, pero lo más importante es la elevada renta de este oficio donde es viable la liberación del capital de inicio en un plazo aproximado de 3 a 5 años con una manufacturación de 2000 TM mensuales.

De este modo se demuestra lo que manifiesta las bases teóricas, Rebaza (2015), refiere que la explotación de rocas calizas en minas, es un camino de gran complicación técnica donde se solicita la restauración del realce, de las superficies y de los niveles que se desea rescatar, posteriormente se persigue la unión paisajística, tanto como desde el lugar panorámico. Donde Pérez (2016), nos dice que es fundamental tener en cuenta que el cálculo de reservas minerales tiene dependencia de los ámbitos de leyes, es así que los planes mineros poseen elevados niveles de trance. Es así que para seguir mejorando la línea de investigación los investigadores deben realizar estudios de carácter experimentales con otras características.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó la existencia para la unión de la extracción de piedras calizas en la cantera Colquirrumi 49B, a través de la composición de dos técnicas el de triangulación y el de inverso a la distancia a la tabla.
- Se determinó el porcentaje promedio de ley de carbonato de calcio alcanzando una ley promedio de 84%. este efecto ha sido utilizado en métodos del inverso al trayecto de la tabla.
- Se determinó una ley con porcentaje de carbonato de calcio es 97% asignado a las calizas de la formación Cajamarca, asimismo se consideró los pesos específicos en cada calicata; el 0.98 es parte del 98% de carbonato de calcio que es asignado a la caliza de la concesión.
- Se evaluó el mineral en la cantera Colquirrumi 49B, son calizas estratificadas de la alineación, las mismas que son adecuadas para la elaboración de óxido de calcio, debido a que no se tiene ciertas cantidades de mineral contaminantes.
- Finalmente, se calculó las reservas mediante el método de Perfiles, obteniendo reservas actuales son 83.238,656 TM, estas son sólo las reservas de las 1.6 Ha, que equivale a 16,000 m² del área de la cantera con una producción mensual de 2000 TM de roca caliza.

VII. RECOMENDACIONES

- A la empresa propietaria de la cantera Colquirrumi 49B-Apan Alto; W&J Minería y Construcción S.A.C, se recomienda aplicar un adecuado método de explotación de calizas que permita una mejor optimización.
- A la empresa de la cantera, se recomienda tener presente la disolución de los minerales por el aspecto de la corpulenta capa de material arenoso.
- A la empresa se recomienda ejecutar capacitaciones o entrenamientos constantes a sus colaboradores teniendo así el objetivo de aprovechar al máximo sus operaciones.
- Se recomienda a los investigadores futuros que realicen un estudio más detallado de la cantera Colquirrumi 49B-Apan Alto, con la finalidad de optimizar la explotación de rocas calizas de una manera precisa.

REFERENCIAS

1. ACEVEDO, Hernán y GUERRA, Roció. Factibilidad Técnica y Económica de la Explotación de un Yacimiento de Caliza en la Región Metropolitana, (tesis de pregrado), Chile: Universidad de Chile, 2015, disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111195>
2. ADEOLUWA, Olowaseyi, NOA, Rafael Y QUEVEDO, Gilberto. Caracterización estructural del macizo rocoso de la mina subterránea Oro Descanso. Minería y Geología, 2017, vol.33. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S199380122017000400007&lng=es&nrm=iso&tlng=es|SSN 1993-8012
3. BERENGUER, Tadeo y CHILLEMI, María. Modelación de un Depósito de Calizas (artículo Científico). Argentina: Universidad Nacional de Córdoba, 2016 disponible en: https://repositorio.unc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12692/85800/Gonzales_CE_J-SD.pdf?sequence=1&isAllow
4. CCORREA, Donny y SANTILLAN, Lenin. Factibilidad Económica de la Explotación de Roca Caliza para Producir Oxida de Calcio en la Concesión Minera no Metálica José Gálvez, Bambamarca, Cajamarca (tesis de pregrado) Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte, 2016. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7578>
5. CHAPILLIQUEN, Víctor. Caracterización Geotécnica del Suelo y Roca para el Diseño de posas de Sedimentos en la Zona de Ciega Norte – Tantahuatay – Cajamarca. (tesis de pregrado), Cajamarca, 2017. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1536>
6. CHAPOÑAN, William y FUENTES, Niler. Evaluación del costo de producción de los equipos auxiliares en función de las horas de trabajo conciliadas en una mina a tajo abierto, Huamachuco 2022 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/32501>

7. CHAVEZ, Luis. Estudio de Factibilidad Técnica para la Explotación Minera del Proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. Distrito Oropesa, Provincia Antabamba, Región Apurímac, 2017. Tesis profesional. s.l., Cajamarca, Perú : Universidad Privada del Norte, 2017.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11220>
8. CUNI, Julio; MUCUTA, Helder y CARTAYA, Maday. Evaluación geomecánica del macizo rocoso en frentes de explotación del yacimiento polimetálico Castellanos. *Minería y Geología* [en línea]. Octubre –diciembre, 2019, vol. 35, n.º4. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2021].
http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art5_No4_2019ISSN:19938012
9. FERNANDEZ, VICTOR. Factibilidad de un plan de minado en la cantera Chinchin del centro poblado Otuzco, distrito de Baños del Inca, Tesis (Ingeniero de Minas) Huancayo: Universidad Continental (2021).

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10413/2/IV_FIN_110_TE_Fernandez_Sanchez_2021.pdf
10. GARNICA, Rodrigo. Propuesta para cambiar el sistema de minado de una cantera de mármol en el Municipio de Santiago Acatlán, Puebla. *Tesis Profesional para Optar el Título de Ingeniero Geólogo*. Puebla, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

https://repositorio.unam.mx/contenidos/propuesta-para-cambiar-el-sistema-de-minado-de-una-cantera-de-marmol-en-el-municipio-de-santiago-acatlan-puebla-342296?c=BOzgyQ&d=false&q=*&i=3&v=1&t=search_0&as=0
11. HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. Libro. Sexta edición. Editorial McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. ISBN: 978-1-4562-2396-0, México, 2014.

<https://www.esup.edu.pe/wpcontent/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientific a%206ta%20ed.pdf>

12. IPANAQUE, N. "Propuesta de un Sistema de Gestión Ambiental Basada en las Normas ISO 14001 para Mejorar los Procesos Productivos de Procomsac". Tesis para optar el grado de contador público, (2016). Chiclayo, Lambayeque, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Recuperado el 15 de Setiembre de 2017.
<http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/754/1>.
13. LUQUE, Juan. Estudio de Factibilidad en un Proyecto de Explotación de Rocas y Minerales Industriales en una Mina de Perlita. *Tesis profesional*. s.l., Arequipa, Perú: Universidad Nacional San Agustín, 2017.
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3260389>
14. MANRIQUE, Mario. Estudio de Factibilidad del Yacimiento Aurífero Nico. *Tesis profesional*. s.l., Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013.
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3259813>
15. MINERIA, Tecnología. Tecnología Minera. *Tecnología aplicada a la minería y energía*. [En línea] 12 de mayo de 205. [Citado el: 07 de julio de 2016.]
<http://www.tecnologiaminera.com/tm/d/novedad.php?id=260>.
16. MORALES, Pascual. Cocientes Metálicos y Calculo de Reservas Minerales de la Veta Cinthia - Proyecto Minero Caracol S.A.C.-Barranca - Lima", (tesis de pregrado). Lima, Perú: Universidad Nacional Del Altiplano, disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_178c5e6e13d7001e13899e_d7db9151
17. PEÑA, Manuel. Calidad en el cálculo del Burden (B) basado en el modelo matemático de López Jimeno para contribuir en la gestión del riesgo en las voladuras, en cantera de roca caliza. Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas [en línea]. Enero – junio 2019, vol. 22, n.º 43. [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2021]. Disponible en:
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/issue/view/137ISSN: 1561-0888>
18. PEREZ, Franklin. Estimación de Reservas por el Método de los Perfiles para Determinar la Vida Útil del Punto Uno de la Cantera Tres Tomas – Ferreñafe (tesis de pregrado), Chiclayo, Perú : Universidad César Vallejo, 2019.

Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38747>

19. PEREZ, José. Cálculo de la Productividad Máxima por Hora de los Volquetes en el Transporte Minero Subterráneo en la Unidad Minera Arcata 2016. (*Tesis de pregrado*). s.l., Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 2016.

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3275777>

20. PIEROLA, Demetrio. Optimización del Plan de Minado de Cantera de Caliza La Unión distrito de Baños del Inca – Cajamarca, 2015. *Tesis Profesional*. s.l., Cajamarca, Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 2015. Disponible en:

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3276134>

21. RAYMONDI, Julio. Implementación de Sistema de Monitoreo para Reducir el Costo de Carguío. (Tesis de pregrado). s.l., Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013

http://lareferencia.info/vufind/Record/PE_79ff6a80ce0a92c324058b2cb16b9e73

22. REBAZA, Berta. Estimación de reservas probables de yacimientos no metálicos en arcillas del distrito de Llacanora Cajamarca, Perú – 2015. Tesis profesional., Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2015.

Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1408>

23. REYNOSO, Carlos. Evaluación de Reservas y Diseño del Sistema de Explotación del Area Minera Mary Elena Código 102317. (tesis de pregrado), Quito, Ecuador Universidad Central del Ecuador, 2015. Disponible en:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5652>

24. RIVERA, Alex. Optimización de perforación y voladura aplicando el modelo matemático de Roger Holmberg en el proyecto central hidroeléctrica San Gabán III. Tesis (Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2019. Disponible en:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10556/Rivera_Huirse_Harry_Alex.pdf?sequence=1&isAllowed=y

25. RIVERA, Alonso. Evaluación Económica del Proyecto Minero San Antonio Óxidos. Tesis profesional. s.l., Santiago, Chile: Universidad de Chile, 2013.

[file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Evaluacion-economica-del-proyecto-minero- San-Antonio-oxidados.pdf](file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Evaluacion-economica-del-proyecto-minero-San-Antonio-oxidados.pdf)

26. ROBLES, Alayo; ALCIRA, Guísela. Influencia del clima laboral en el incremento de la producción de Minera Lucma S.A.C. – Gran Chimú, La Libertad 2021. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/20335>
27. RODRIGUEZ, Hubert. Influencia de los parámetros geomecánicos en el diseño geométrico de mallas de perforación para optimizar la voladura de rocas en Unidad de Producción Yauricocha-2019. Tesis (Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6013/T01_0_70303586_T_1.pdf?sequence=3&isAllowed=y
28. ROIG, Mauro. Riesgos asociados al método de minado “taladros largos”. *Seguridad Laboral* [en línea]. Enero – marzo 2020, n.º 9. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.seguridad-laboral.es/revistas/fsl/latam/009/4/index.htmlISSN:2530-8556>
29. SALAZAR, Jairo. Análisis del corte cilíndrico sobre el corte quemado para aumentar la producción en la unidad de producción Pallasca. Tesis (Ingeniero de Minas). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58388/B_S_alazat_SJJ-SD.pdf?sequence=
30. SANGAY, Carlos. Factibilidad Técnica Económica Minera de la Explotación de Feldespato en la Concesión Minera Rosario II Código 100217.1. Tesis profesional.s.l., Macas, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5413>
31. SCHWARZ, Max. Perforación Diamantina de Proyectos Mineros. Blog sobre Minería, Industria, Inversiones y Finanzas. Gestión de Operaciones y Proyectos Mineros, 2013. <http://max-schwarz.blogspot.pe/2013/02/perforacion-diamantina-de->

[proyectos.html](#).

32. SORIANO, Ronal. Aplicación de Fotogrametría con RPAS para Mejorar la Efectividad en Cuantificación de la Explotación en la Cantera Santa Genoveva - 2016. Lima, Perú: Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad César Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23113?localeattribute=es>

33. TECNOLOGIA, Minera. *Tecnología aplicada a la minería y energía*. [En línea] 12 de mayo de 2015. [Citado el: 07 de julio de 2016.]

<http://www.tecnologiaminera.com/tm/d/novedad.php?id=260>.

34. TORRES, J. (2015). Metodología para la Estimación de Reservas Minerales en Minera Bateas. Tesis para optar el título de ingeniero de minas. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de

http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2513/1/torres_uj.pdf

35. VASQUEZ, Miguel y RAMOS, Cinthia. Cálculo de Reservas para la explotación de la cantera de arena cachachi, Provincia Cajabamba, Cajamarca, 2018 (tesis). Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13086>

36. VELASQUEZ, Liseth. Estudio de factibilidad económica del sistema de extracción de mineral en el proyecto de profundización de la Compañía Minera Río Chicama – Unidad Bumerang, La Libertad 2018 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte.

<https://hdl.handle.net/11537/13346>.

37. VENTURA, José. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. Revista Cubana de Salud Pública [en línea]. Octubre, 2017, de noviembre de 2021].

Disponible en

<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=>

[768 ISSN: 1561-312](#)

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de operacionalización de la variable independiente.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Cálculo de reservas	El cálculo de reservas busca entregar el potencial mineral que presentan los minerales y originando un diseño minero que sustente el plan de minado mediante el cual se calcula la vida útil de la mina Acevedo y Guerra (2015) .	La variable será evaluada mediante las siguientes dimensiones: Ley de CaCO ₃ , cantidad de extracción, estabilidad de los taludes, geomecánica y factores geométricos de la mina.	Ley de CaCO ₃	Porcentaje	Numérico
				Toneladas Métricas	Numérico
				Factores de Seguridad	Numérico
			Geomecánica	Rock Mass Rating	Numérico
				Rock Quality Desing	Numérico
			Factores geométricos de la mina	Altura de banco	Numérico
				Anchura del banco	Numérico
				Ángulo del talud	Numérico

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 02: Matriz de operacionalización de la variable dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Optimización de la Roca Caliza	Es la relación entre la cantidad de producción obtenida por un sistema productivo y la cantidad de personal utilizado. Álvarez y otros (2018) .	La variable será evaluada mediante las siguientes dimensiones: Productividad, eficacia y eficiencia	Productividad	Productividad laboral	Numérico
				Productividad operativa	Numérico
			Eficacia	Nivel de eficiencia	Numérico
			Eficiencia	Nivel de eficacia	Numérico

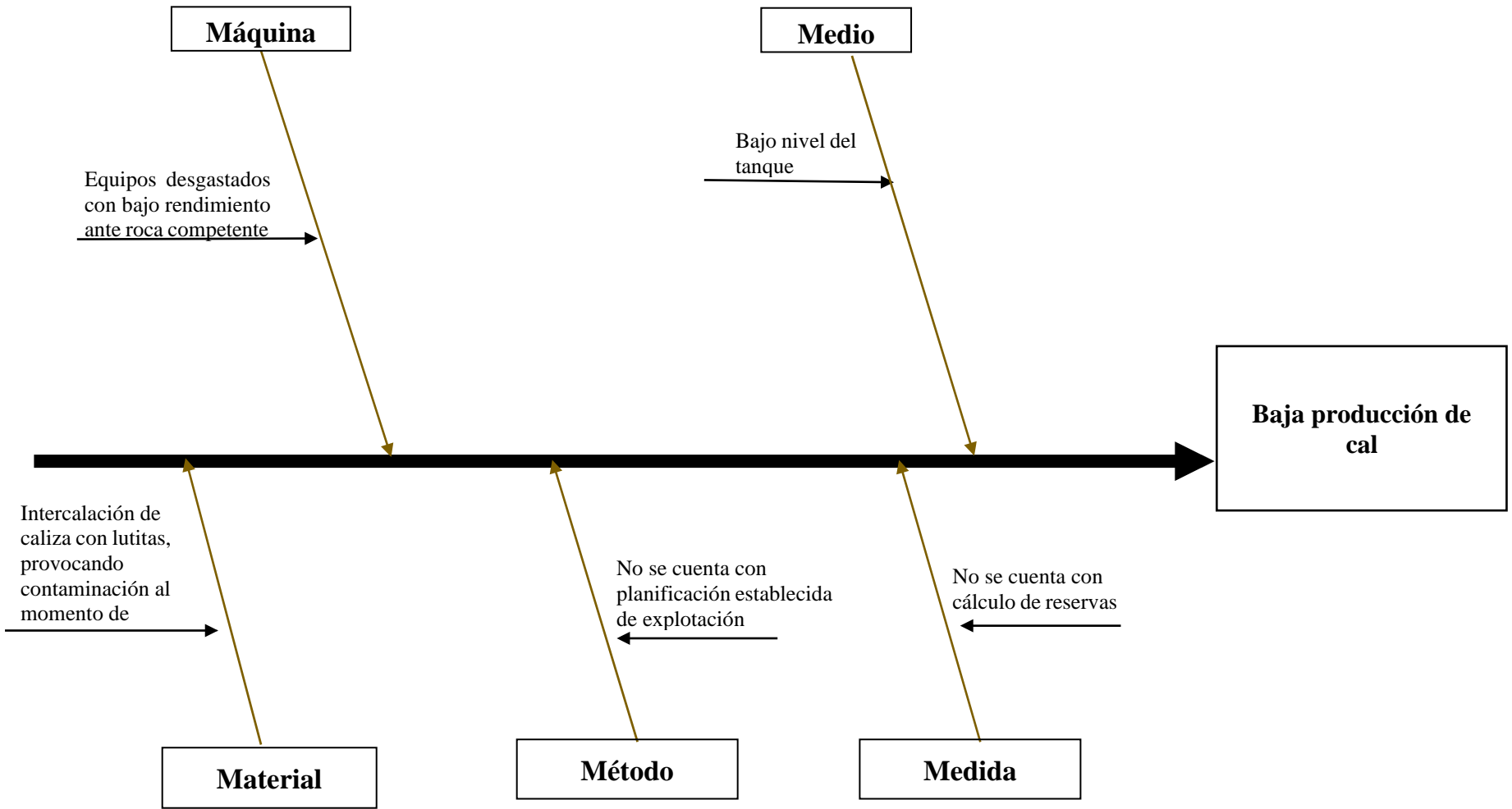
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 03: Matriz de consistencia

Cálculo de reservas para optimizar la producción de roca caliza de la cantera Colquirrumi 49B - Apán Alto -Bambamarca – 2022.							
PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICA	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS
¿De qué forma el cálculo de reservas optimizará la producción de roca caliza de la cantera Colquirrumi 49B - Apán Alto – Bambamarca - 2022?	Calcular las reservas para optimizar la producción de roca caliza de la cantera Colquirrumi 49B - Apán Alto – Bambamarca - 2022.	Si se calculan las reservas de caliza, entonces se optimizará la producción de la de roca Caliza de la cantera Colquirrumi 49B - Apán Alto – Bambamarca – 2022.	Cálculo de reservas	Aplicativa	Son todas las rocas calizas de la Formación Cajamarca.	Observación de campo directa	Prospección geológica, cálculo de reservas mediante el método de perfiles.
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS					Análisis documental	
	Determinar las características físicas y mineralógicas de las rocas de interés para la extracción minera.		VARIABLE DEPENDIENTE	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	MUESTRA	INSTRUMENTOS	
	Determinar el porcentaje promedio de ley de carbonato de calcio para el cálculo de reservas en la extracción de roca caliza.		Optimización de la Roca Caliza	Cuantitativo	cantera Colquirrumi 49B - Apán Alto – Bambamarca - 2022	Ficha de análisis petrográfico de muestras de rocas calizas.	
	Determinar las reservas probables para la extracción de roca caliza					Modelo de libreta de campo.	
	Realizar la evaluación con el código NIIF de acuerdo al cálculo de reservas en la extracción de roca caliza.						

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 04: Árbol de Problema



ANEXO 05: FICHA DE ANALISIS PETROGRAFICO DE MUESTRAS DE CALIZA.

Cálculo de reservas para optimizar la producción de roca caliza de la cantera Colquirrumi 49B - Apán
Alto -Bambamarca – 2022.

1	Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	Ensayo de carga puntual	>10	10-4	4-2	2-1	Compresión Simple (MPa)		
		Compresión simple	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1
		Puntuación	15	12	7	4	2	1	0
2		RQD	90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Puntuación	20	17	13	6	5		
3		Separación entre diaclasas	>2m	0.6-2m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m		
		Puntuación	20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	<0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5mm	>5mm		
		Puntuación	6	5	4	1	0		
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro <5mm	Relleno duro >5mm	Relleno blando <5mm	Relleno blando >5mm		
		Puntuación	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10litros/min	10-25 litros/min	25-125 litros/min	>125 litros/min		
		Relación de agua / Tensión principal mayor	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo		
		Puntuación	15	10	7	4	0		

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 07:

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: Mauro Salvador Paico
- Grado Académico: Magister
- Institución donde labora: Empresa Sergeoing Srl.
- Dirección: Mz-c, Lt.16 Urbanización San Antonio-Castillas-Piura
- Teléfono: 947801456
- Email: maurosapai@hotmail.com
- Autor (es) del instrumento:
Br. Benavidez Regalado, Yovany Yaneth (ORCID: 0000-0001-9037-5719)
Br. Cruz Rodríguez, David Ronal (ORCID: 0000-0001-9113-4466)

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Nº	INDICADORES	Deficie	Baj	Reg	Buen	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable					✘
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable				✘	
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable					✘
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable					
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores					✘
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general					✘
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos					✘
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable					✘
9	Las preguntas o ítems están redactadas claramente					✘
10	Las preguntas siguen un orden lógico					✘
11	El N° de ítems que cubre cada indicador es el correcto					✘
12	La estructura del instrumento es la correcta					✘
13	Los puntajes de calificación son adecuados					✘
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta					✘

III. OPIÑÓN DE APLICABILIDAD: Fecha: 04/02/2023

IV. Promedio de Valoración: ...4.8



MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP Nº 199593

Mg. Mauro Salvador Paico

DNI N°45454682

ANEXOS 08:

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

(FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES

1.1 Título del trabajo de investigación

Cálculo de reservas para optimizar la producción de roca caliza de la cantera Colquirrumi 49B - Apán Alto -Bambamarca – 2022

1.2 Investigador (a) (es).

Br. Benavidez Regalado, Yovany Yaneth (ORCID: 0000-0001-9037-5719)

Br. Cruz Rodríguez, David Ronal (ORCID: 0000-0001-9113-4466)

2. ASPECTOS A VALIDAR

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					↙
Objetividad	Está expresado en conductas observables				↙	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				↙	
Organización	Existe una organización lógica				↙	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				↙	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategia					↙
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					↙
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				↙	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				↙	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				↙	

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 96

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

.....
.....

4. Datos del experto:

Nombre y apellidos: Mauro Salvador Paico DNI : 45454682

Grado académico: Magister Centro de Trabajo: Empresa sergeoing SRL.

Firma:



MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 199593

Fecha: 4/02/2023

ANEXO 09:

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

(Nombre del instrumento)

Experto: Dr. (Mg): MAURO SALVADOR PAICO

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: EMPRESA SERGEOING SRL

Dirección: Mz. I-Lt.06 Urbanización San Antonio

e-mail: maurosalmi@hotmail.com

Teléfono:947801456

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				↙
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				↙
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				↙
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				↙
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				↙
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				↙
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				↙
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			↙	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				↙
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				↙

Opinión de Aplicabilidad:

.....
.....
.....
.....



MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEÓLOGO
Reg. CIP N° 199593

Nombre y firma del Experto Validador
DNI N° 45454682

Fecha: 04/02/2023

ANEXO 10:

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y nombres del experto: Arango Retamozo, Solio Marino.
- Grado académico: Doctor.
- Institución donde labora: UCV.
- Dirección: Jaime de Gondra L8 – Trujillo.
- Teléfono: 914691576.
- Email: sarangor@ucvvirtual.edu.pe
- Autor (es) del instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable				v	
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable				v	
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable				v	
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable				v	
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores				v	
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general				v	
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos				v	
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable			v		
9	Las preguntas o ítems están redactadas claramente				v	
10	Las preguntas siguen un orden lógico				v	
11	El N.º de ítems que cubre cada indicador es el correcto			v		
12	La estructura del instrumento es la correcta			v		
13	Los puntajes de calificación son adecuados				v	
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta				v	

III. OPIÑÓN DE APLICABILIDAD: Fecha: 04/02/2023

IV. Promedio de Valoración: ...



Dr. Solio Marino Arango Retamozo

DNI: N.º 26733726

ANEXOS 11:

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES

1.1 Título del trabajo de investigación

Cálculo de reservas para optimizar la producción de roca caliza de la cantera Colquirrumi 49B -
Apán Alto -Bambamarca – 2022

1.2 Investigador (a) (es):

Br. Benavidez Regalado, Yovany Yaneth (ORCID: 0000-0001-9037-5719)

Br. Cruz Rodríguez, David Ronal (ORCID: 0000-0001-9113-4466)

2. ASPECTOS A VALIDAR

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				V	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				V	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				V	
Organización	Existe una organización lógica				V	
Suficiencia	Comprende lo aspectos en cantidad y calidad				V	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de estrategia				V	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				V	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				V	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				V	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				V	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

79

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

.....
.....

4. Datos del experto:

Nombre y apellidos: Solio Marino Arango Retamozo. DNI 26733726.

Grado académico: Ingeniero Doctor. Centro de Trabajo: Universidad César Vallejo.

Firma:



Fecha: 02/02/2023.

ANEXO 12:

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO (Nombre del instrumento)

Experto: Dr. Solio Marino Arango Retamozo.

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Universidad César Vallejo – Chiclayo.

Docente de Ingeniería de Minas.

Dirección: Jaime de Gondra L8 – Trujillo.

e-mail: sarangor@ucvvirtual.edu.pe

Teléfono: 914691576.

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?			V	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			V	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			V	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?			V	
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			V	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			V	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			V	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			V	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			V	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			V	

Opinión de Aplicabilidad:

.....
.....
.....



Nombre y firma del Experto Validador

DNI N.º 26733726.

Fecha: 02/02/23

ANEXO 13:**INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION****Tabla 22:** Resistencia de la muestra.

MUESTRA 1					
Resistencia de la Roca Intacta	Ensayo Carga Puntual Digital	<10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa
Valor		15	12	7	4

Fuente: Gonzáles, 2002.

Tabla 23: Presencia de agua.

DESCRIPCIÓN	RANGO
Completamente Seco	15
Semi Húmedo	10
Húmedo	7
Mojado	4
Flujo de Agua	0

Fuente: Gonzáles, 2002.

Tabla 24: Determinación del RQD.

RQD (%)	Calidad de la Roca
100 – 90	Muy Buena
90 – 75	Buena
75 – 50	Regular
50 – 25	Mala
0 – 25	Muy Mala

Fuente: Gonzáles, 2002.

Tabla 25: Espaciado entre discontinuidades.

Fractura	Espaciado	Espaciamiento (cm)
Promedio		

Fuente: Gonzáles, 2002.

Tabla 26: Descripción del espaciado.

Descripción	Espaciado	
	Mm	Cm
Extremadamente cerrado	< 20	< 2cm
Muy cerrado	20 – 60	2cm – 6cm
Cerrado	60 – 200	6cm – 20cm
Moderado	200 – 600	20cm – 60cm
Espaciado	600 – 2000	60cm - 2m
Muy espaciado	2000 – 6000	2m - 6m
Extremadamente espaciado	> 600	> 6m

Fuente: Gonzáles, 2002.

Tabla 27: Persistencia de las discontinuidades.

Fractura	Persistencia (m)
Promedio	

Fuente: Gonzáles, 2002

Tabla 28: Descripción de persistencia.

Descripción de Persistencia	
Persistencia	Longitud (m)
Muy Baja Persistencia	< 1
Baja Persistencia	1 – 3
Persistencia Media	3 – 10
Alta Persistencia	10 – 20
Muy Alta Persistencia	> 20

Fuente: Gonzáles, 2002.

Tabla 29: Apertura de fracturas.

Fractura	Apertura (mm)
Promedio	

Fuente: Gonzáles, 2002

Tabla 30: Abertura de las discontinuidades.

Descripción de la Abertura	
Descripción	Abertura
Muy Cerrada	Ninguna
Cerrada	< 0.1 mm
Parcialmente Abierta	0.1 – 1.0 mm
Abierta	1 – 5 mm
Muy Abierta	> 5 mm

Fuente: Gonzáles, 2002.

Tabla 31. Clasificación de la rugosidad.

Rugosidad	Puntaje
Muy Rugosa	6
Rugosa	5
Ligeramente Rugosa	3
Ondulada	1
Suave	0

Fuente: Gonzáles, 2002.

Tabla 32. Relleno de las discontinuidades.

Grado	Descripción	Estimación en Terreno de la Resistencia
S1	Arcilla muy blanda	Penetra fácilmente varias pulgadas con el puño.
S2	Arcilla blanda	Penetra fácilmente varias pulgadas con el dedo.
S3	Arcilla semidura	Penetra fácilmente varias pulgadas con el dedo, usando esfuerzo moderado.
S4	Arcilla dura	Deja fácilmente hendidura fácilmente hendidura por la acción del dedo pulgar, pero penetra solamente con gran usando esfuerzo moderado.
S5	Arcilla muy dura	Mallada fácilmente por la uña del pulgar.
S6	Arcilla extremadamente dura	Mallada con dificultad por la uña del pulgar.
R0	Extremadamente Débil	Mallada por la uña del pulgar.

Fuente: Gonzáles, 2002.

Tabla 33: Meteorización de las discontinuidades.

Término	Descripción
Fresco	No hay señales visibles de meteorización. Si acaso una tenue decoloración en superficies de discontinuidades más desarrolladas.
Levemente meteorizado	Decoloración indica meteorización de la roca intacta y superficies de discontinuidad. La roca puede estar algo más débil externamente que en condición fresca.
Moderadamente meteorizado	Menos de la mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrada a suelo. La roca puede estar fresca o descompuesta y/o desintegrada a suelo.
Altamente meteorizado	Más de mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrado. La estructura del macizo
Completamente meteorizado	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrado. La estructura del macizo original está prácticamente intacta.
Suelo residual	Todo el material rocoso está descompuesta o desintegrada a suelo. La estructura del macizo original y su textura ha sido destruida. Hay un gran cambio de volumen, pero el suelo no ha sido transportado.

Fuente: Gonzáles, 2002.

Tabla 34: Cálculo del RMR para el macizo rocoso.

1	Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	Ensayo de carga puntual	>10	10-4	4-2	2-1	Compresión Simple (MPa)		
		Compresión simple	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1
		Puntuación	15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
	Puntuación		20	17	13	6	5		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6-2m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m		
	Puntuación		20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	<0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5mm	>5mm		
		Puntuación	6	5	4	1	0		
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro <5mm	Relleno duro >5mm	Relleno blando <5mm	Relleno blando >5mm		
		Puntuación	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
Puntuación		6	5	3	1	0			
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10litros/min	10-25 litros/min	25-125 litros/min	>125 litros/min		
		Relación de agua / Tensión principal mayor	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo		
	Puntuación		15	10	7	4	0		

Fuente: Bieniaskwi, (1989)

Tabla 35: Clasificación RMR para el macizo rocoso.

RMR	Descripción
0 – 20	Muy Pobre
21 – 40	Pobre
41 – 60	Regular
61 – 80	Bueno
81 – 100	Muy Bueno

Fuente: Bieniaskwi, (1989)

Tabla 36: Número de familias de diaclasas (Jn).

Descripción	Jn
Roca masiva	0.5-1
Una familia de diaclasas.	2
Una familia de diaclasas y algunas Diaclasas ocasionales.	3
Dos familias de diaclasas.	4
Dos familias de diaclasas y algunas Diaclasas ocasionales	6
Tres Familias.	9
Tres familias de diaclasas y algunas Diaclasas ocasionales.	12
Cuatro o más familias de Diaclasas, roca muy fracturada.	15
Roca triturada terrosa.	20
En boquillas, se utiliza 2 Jun y en Túneles 3 Jun	

Fuente: Bieniaskwi, (1989)

Tabla 37: Rugosidad de las superficies de las discontinuidades (Jr).

™ Contacto entre las 2 caras de las diaclasas con poco desplazamiento lateral de menos de 10 cm.	Jn
③ Juntas discontinuas.	4
③ Juntas Rugosa o irregular ondulada.	3
③ Suave ondulada.	2
③ Espejo de falla, ondulada, <i>f</i> Rugosa o irregular, plana.	1.5
③ Suave plana.	1.5
③ Espejo de Falla, Plano.	0.5
™ No existe contacto entre las 2 caras de las diaclasas cuando ambas se desplazan lateralmente.	Jn
③ Zona de contenido de minerales arcillosos, suficientemente gruesa para impedir el contacto entre las caras de las Diaclasas.	1
③ Arenas, gravas o zona fallada suficientemente gruesa para impedir el contacto entre las 2 caras de las diaclasas.	1
Nota: si el espaciado de la familia de las diaclasas es mayor de 3 m hay que aumentar el Jn en una unidad; para diaclasas con espejos de falla provisto de lineaciones, si están orientadas favorablemente, se puede usar Jr=0.5	

Fuente: Bienawski, (1989)

Tabla 38:Factor reductor del esfuerzo (SRF).

1.-Zona débil que interceptan la excavación y pueden causar caídas de bloques.
A. Varias zonas débiles conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente, roca muy suelta alrededor.
B. Solo una zona débil conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de excavación < 50 m.).
C. Solo una zona débil conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente. (Profundidad de excavación > 50 m.).
D. Varias zonas de fractura en roca competente libre de arcilla, roca suelta alrededor. (Cualquier Profundidad). =7.5.
E. Sólo una zona fracturada en roca competente, libre de arcilla (Profundidad de excavación < 50 m.)
F. Sólo una zona fracturada en roca competente, libre de arcilla. (Profundidad > 50 m).
G. Diaclasas abiertas sueltas, muy fracturadas. Cualquier Profundidad.

Fuente: Bienawski, (1989)

Tabla 39: Factor reductor del esfuerzo (SRF).

1.-Zona débil que interceptan la excavación y pueden causar caídas de bloques.
H. Varias zonas débiles conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente, roca muy suelta alrededor.
I. Solo una zona débil conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de excavación < 50 m.).
J. Solo una zona débil conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente. (Profundidad de excavación > 50 m.).
K. Varias zonas de fractura en roca competente libre de arcilla, roca suelta alrededor. (Cualquier Profundidad). =7.5
L. Sólo una zona fracturada en roca competente, libre de arcilla (Profundidad de excavación < 50 m.)
M. Sólo una zona fracturada en roca competente, libre de arcilla. (Profundidad > 50 m).
N. Diaclasas abiertas sueltas, muy fracturadas. Cualquier Profundidad.

Fuente: Bienawski, (1989)

Tabla 40. Alteración de las diaclasas (Ja).

Descripción	Ja	Ø°
Contacto entre las 2 caras de las Diaclasas.		
Junta sellada, dura, sin reblandecimiento impermeable como por ejemplo cuarzo en paredes sanas. Caras de la junta únicamente manchadas.	0.75	25-30
Las caras de la junta están alteradas ligeramente y contienen minerales no blandos partículas de arena, roca desintegrada libre de arcilla.	1	25-30
Recubrimiento de limo o arena arcillosa, pequeña fricción arcillosa no reblandecible.	2	25-30
Recubrimiento de minerales arcillosos blandos o de baja fricción como caolinita, clorita, talco yeso, grafito y pequeñas cantidades de arcillas expansivas. Los recubrimientos son discontinuos con espesores máximos de 1 o 2 mm.	3	20-25
	4	8-16
Contactos entre 2 caras de la Diaclasa con < de 10 cm desplazamiento lateral.		
Partículas de Arena, roca desintegrada libre de arcilla.	4	25-30
Fuertemente sobreconsolidados rellenos de minerales arcillosos no blandos. Los recubrimientos son continuos de menos de 5 mm de esp.	6	16-24
Sobreconsolidación media a baja, blandos, rellenos de minerales arcillosos. Los recubrimientos son continuos de < de 5 mm de espesor.	8	12-16
Rellenos de arcilla expansiva, de espesor continuo de 5 mm. El valor Ja dependerá del porcentaje de partículas del tamaño de la arcilla expansiva.	8-12	6-12

Fuente: Bienawski, (1989)

Tabla 41. Coeficiente reductor. Presencia del Agua (Jw).

Presencia de agua	Jw	Presión del agua Kg/cm ²
- Excavaciones secas o de influencia poco importante.	1	<1
- Fluencia o presión medias. Ocasional lavado de los rellenos de las Diaclasas.	0.66	1-2.5
- Fluencia grande o presión alta, considerable lavado de los rellenos de las Diaclasas.	0.33*	2.5-10
- Fluencia o presión de agua excepcionalmente altas, decayendo con el tiempo.	0.1-0.2*	>10
- Fluencia o presión de aguas excepcionalmente altas y continuas, sin disminución.	0.05-.01*	>10

Los valores presentados con el Signo * son solo valores estimados. Si se instalan elementos de drenaje, hay que aumentar Jw

Fuente: Bienawski, (1989)

Tabla 42. Clasificación de Q de Barton.

TIPO DE ROCA	VALOR DE Q
Excepcionalmente mala.	10 ⁻³ – 10 ⁻²
Extremadamente mala.	10 ⁻² – 10 ⁻¹
Muy mala.	10 ⁻¹ – 1
Mala.	1 – 4
Media.	4 – 10
Buena.	10 – 40
Muy buena.	40 – 100
Extremadamente Buena.	100 – 400
Excepcionalmente Buena.	400 - 1000

Fuente: Bienawski, (1989)

ANEXO 14. Costos de implementación de mina

Tabla 43. Presupuesto de EPP.

EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO PARCIAL
CASCO	15	30	450
CHALECO	15	35	525
RESPIRADOR	15	20	300
BOTAS DE JEBE	15	40	600
LENTES	15	10	150
OREJERAS	15	10	150
TYVECKS	15	130	1 950
TOTAL			4 125

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 15. Equipos y Herramientas:

Tabla 44. Etapa de implementación.

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN		
EQUIPO	Precio unitario	Precio Total
Excavadora	200 000.00	200 000.00
Volquete de 18 cubos	150 000.00	150 000.00
Comprensora	20 000.00	20 000.00
Picos	30.00	150.00
Palana	30.00	150.00
Comba	25.00	125.00
Cinzel	20.00	100.00
Foco de Luz	12.00	60.00
Cable de luz	80.00	160.00
Carretilla	80.00	320.00
TOTAL		371 065.00

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 16. Costos de Operación:

Petróleo:

Usado en el uso de la excavadora, compresora y el volquete.

Luz Eléctrica:

Para el alumbrado de las instalaciones mineras, no tiene otra utilidad.

Tabla 45. Requerimiento de energía.

COSTOS DE REQUERIMIENTO DE ENERGÍA POR AÑO				
COMBUSTIBLE	USO	CANTIDAD POR MES	PRECIO POR MES	PRECIO POR AÑO
Petróleo	Excavadora	156 latas	7 800	93 600.00
	Volquete	52 latas	2 600	31 200.00
	Compresora	20 latas	1 000	12 000.00
Luz eléctrica			30.00	360.00
TOTAL				137 160.00

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 17. Requerimiento de agua:

Sólo se usará para consumo y está conectada a la red de agua potable, el cual tiene un costo único por mes.

Tabla 46. Costos de agua.

COSTO DE REQUERIMIENTO DE AGUA POR AÑO		
TIPO	COSTO POR MES	COSTO POR AÑO
Agua Potable	10.00	120.00

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 18. Requerimiento de personal por año:

Se ha proyectado que la planta operará un turno al día, 26 días al mes y 312 días al año.

Tabla 47. Personal.

COSTOS DE REQUERIMIENTO DE PERSONAL POR AÑO			
TIPO	CANTIDAD	SUELDO AL MES	TOTAL AL AÑO
Gerente	1	2000	24000
Administrador – Contador	1	1800	21600
Supervisor (Ing. De Minas)	1	1800	21600
Capataz	1	1300	15 600
Chofer de excavadora y volquete	1	1500	18 000
Obreros	9	1000	108 000
TOTAL			224 400

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 19. Requerimiento Total de Explosivos por Año

Tabla 48. Explosivos

Fuente: Elaboración Propia

PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
DINAMITA	13	Cajas	320	4 160
FULMINANTE	38	Cajas	880	33 440
MECHA LENTA	4	Tambores	3 330	13 320
ANFO	298	Bolsas	120	35 760
PENTACORD	16	Tambores	650	10 400
TOTAL				97 080

ANEXO 20. Costos del Plan de Manejo Ambiental por Año

Tabla 49. Costos de manejo ambiental.

PROGRAMAS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTREOS POR AÑO	CANTIDAD DE PUNTOS	COSTO POR UNIDAD	COSTO
PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD DE AIRE	Análisis de Laboratorio (gases)	Un	1	1	1200	1 200
PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD DE RUIDO	Análisis de Laboratorio	Un	1	1	500	500
PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD DE SUELOS	Análisis de Laboratorio	Un	2	2	1000	2000
PROGRAMA DE CONTROL DE PAISAJE	Pintura	Balde	1	5	25	125
TOTAL						3 825

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 21. Otros requerimientos de operación:

Tabla 50. Requerimientos extras de operación.

TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Extintor	3	200	600
Mantenimiento de denuncia	1	2000	2000
TOTAL			2600

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 22. Costos de Abandono o Cierre de Mina

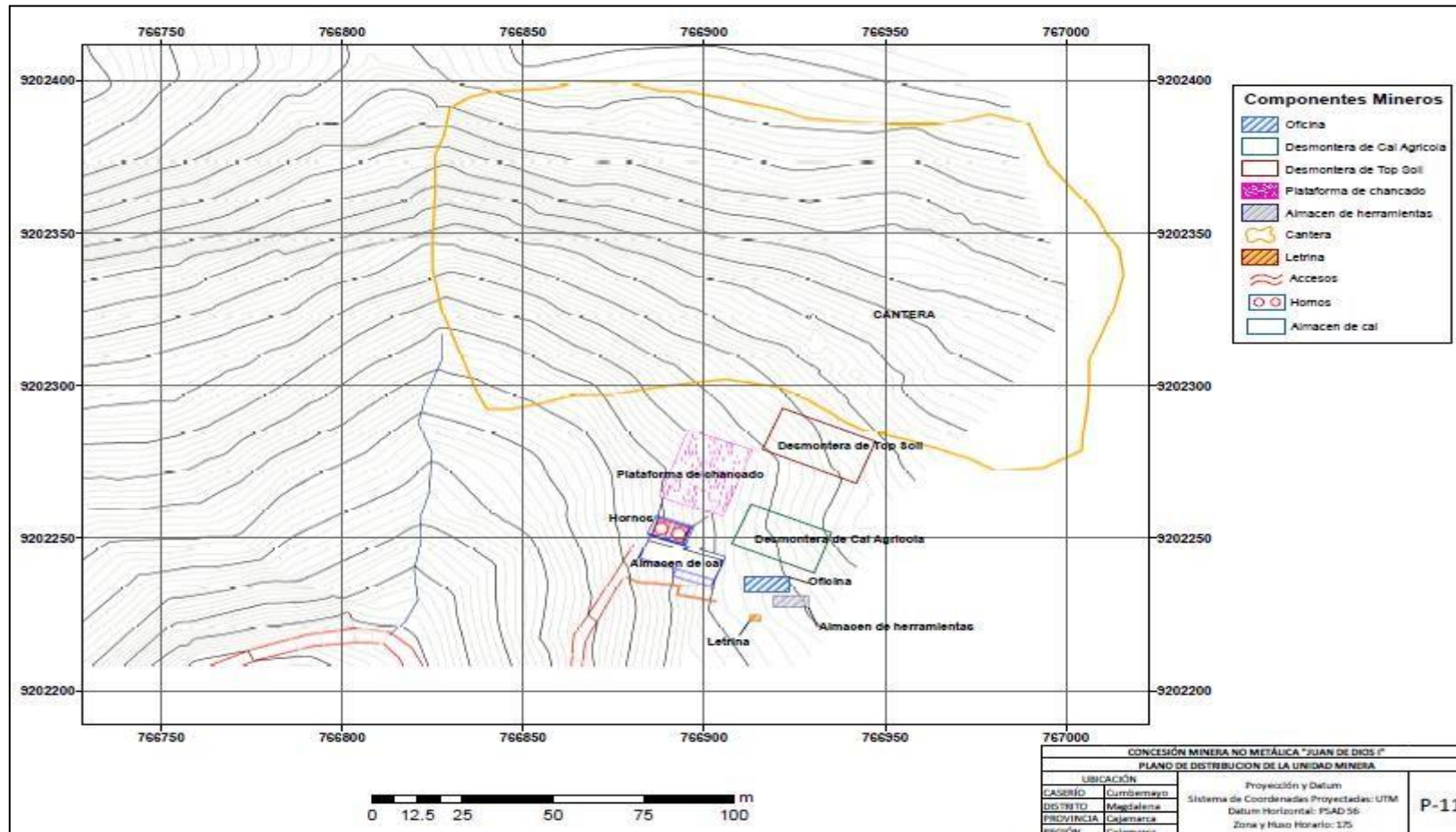
Los costos están determinados en nuevos soles.

Tabla 51. Gastos en plan de cierre.

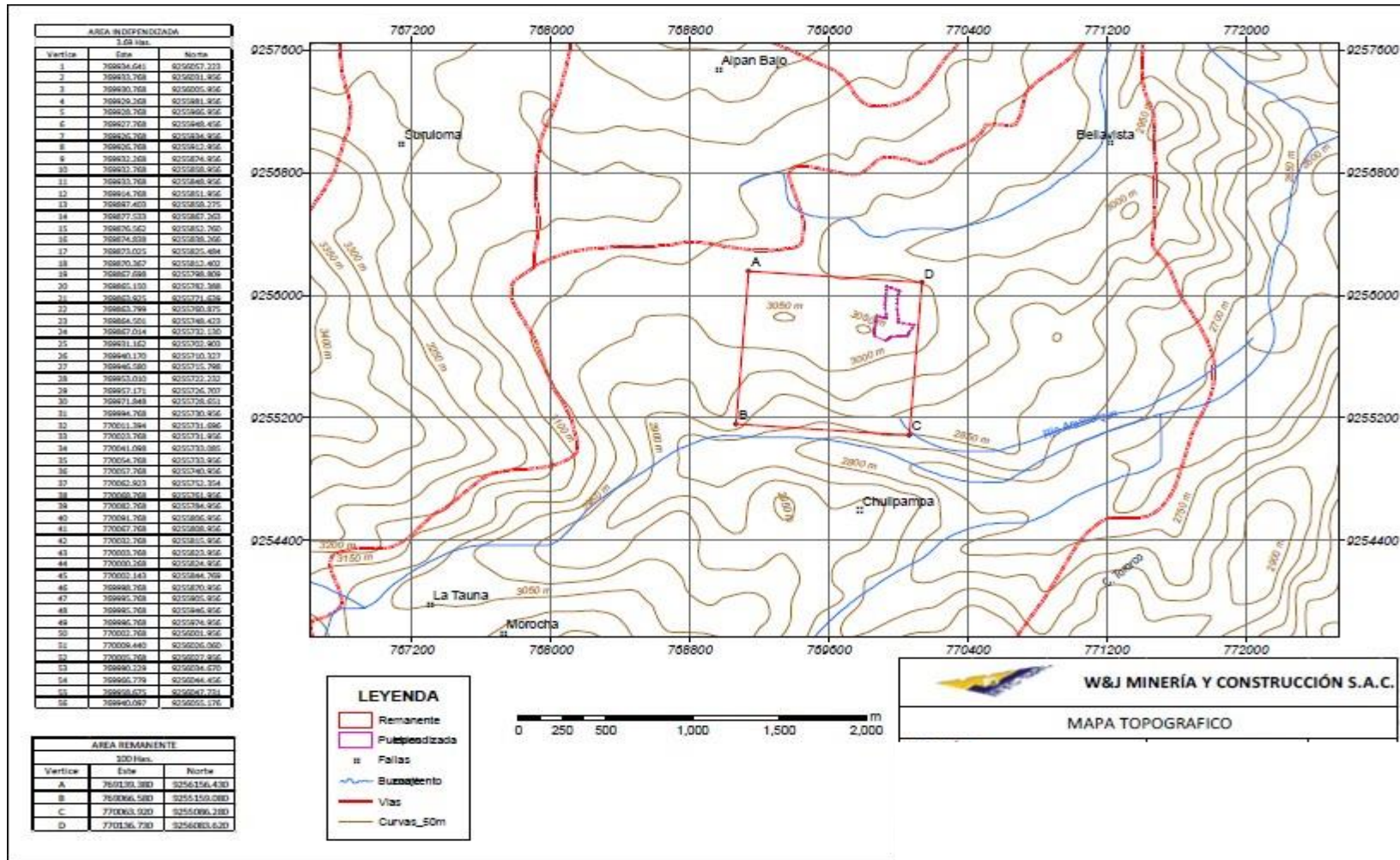
COSTOS DEL PLAN DE CIERRE FINAL					
PROGRAMAS	DESCRIPCION	UNIDA D	CANTIDA D	PRECIO UNITARI O (S/)	PRECIO PARCIA L (S/)
RECUPERACION DE LA TOPOGRAFÍA	OBREROS	MES	5	1000	5000
	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Unidad	3	2000	6000
RECUPERACION DE RELIEVE	CANALES DE CORONACIÓN	Unidad	2	1 200	2400
DESMONTAJE DE INSTALACIONES	RECUPERACION DEL PAISAJE INICIAL	Unidad	4	1000	4000
PLAN DE REVEGETACION	COMPRA DE ARBOLES	Unidad	500	5	2500
	SIEMBRA DE ARBOLES	Unidad	500	3	1500
MANEJO DE CALIDAD (ing. minas)	MONITOREOS	MES	10	1500	15 000
TOTAL					36 400

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 23. Plano de la Cantera colquirrumi 49B



Fuente: W&J Minería y Construcción S.A.C.



Fuente: W&J Minería y Construcción S.A.C.

ANEXO 24. Fotos

Figura 40. Calera Colquirrumi 49B.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 41. Observación del talud de la cantera Colquirrumi 49B.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 42. Restos de carbón a lado de los hornos.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 43. Observación de campo de la Cantera colquirrumi 49B.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 44. Pérdida de cobertura por desmonteras.



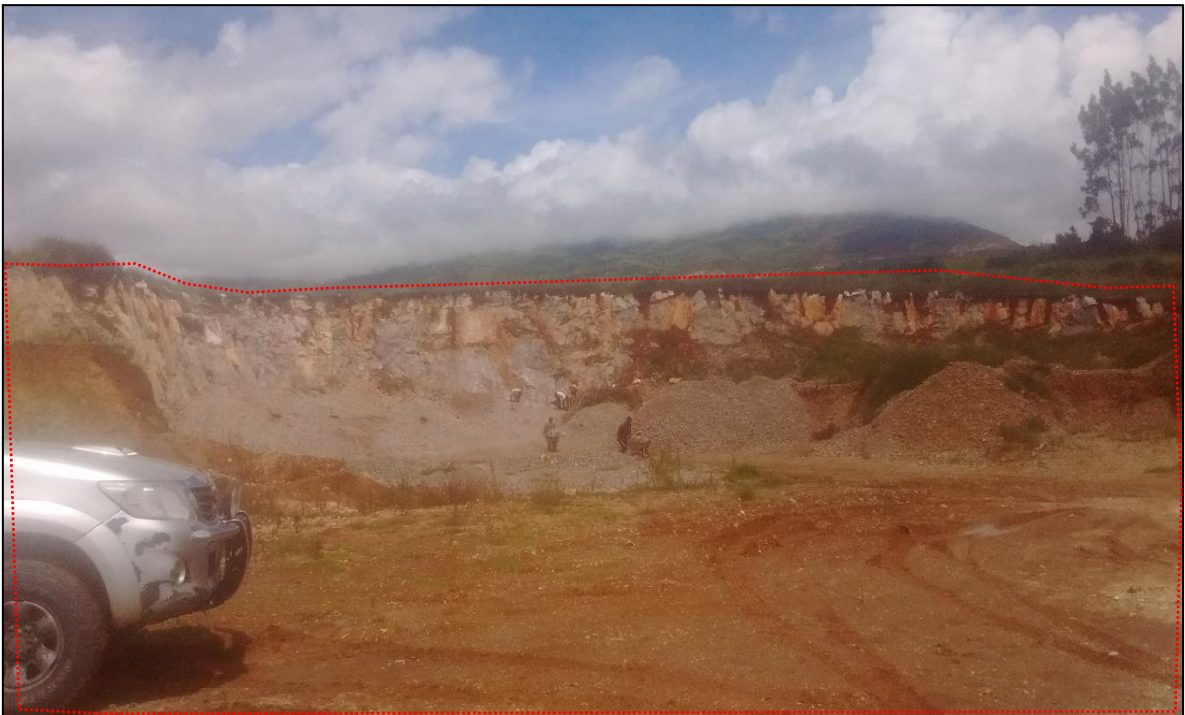
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 45. Pérdida de cobertura por explotación de cantera.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 46. Alteración del Paisaje por cantera.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 47. Alteración del paisaje instalaciones mineras.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 48. Alteración del paisaje por desmontera de cal.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 49. Alteración del paisaje por uso de carbón.



Fuente: Elaboración Propia.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HENRY BEDER MARTELL VILCATOMA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE MINAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "CÁLCULO DE RESERVAS PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE ROCA CALIZA DE LA CANTERA COLQUIRRUMI 49B - APÁN ALTO -BAMBAMARCA - 2022.", cuyos autores son CRUZ RODRIGUEZ DAVID RONAL, BENAVIDEZ REGALADO YOVANY YANETH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHICLAYO, 14 de Marzo del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HENRY BEDER MARTELL VILCATOMA DNI: 18021597 ORCID: 0000-0002-8303-5959	Firmado electrónicamente por: HBMARTELLM el 17- 04-2023 11:42:11

Código documento Trilce: TRI - 0536701