



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“PROPUESTA DE PLAN DE MINADO EN LA CONCESIÓN MINERA NO METÁLICA MONTE ALTO CASERÍO DE SHIGUAS, DISTRITO DE BAMBAMARCA, PROVINCIA DE HUALGAYOC, CAJAMARCA 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Bach. John Paul Llovera Alcántara

Bach. Segundo Manuel Vasquez Delgado

Asesor:

Mg. Ing. Oscar Arturo Vásquez Mendoza

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios por darnos salud, iluminar nuestro camino, darnos las fuerzas necesarias, de ser nuestra guía en cada paso que damos.

Manuel Vásquez

A Dios por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudios.

John Llovera

AGRADECIMIENTO

Agradecer ante todas las cosas a nuestro Creador por iluminarnos en todo lo que hacemos, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo de fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad y a nuestro asesor el Ing. Oscar Vasquez Mendoza.

Manuel Vásquez

Primero me gustaría agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Privada del Norte por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional, también a nuestro asesor el Ing. Oscar Vasquez Mendoza.

John Lloverá

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Realidad problemática.....	8
1.2. Formulación del problema.....	10
1.3. Objetivos	10
1.4. Hipótesis.....	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	12
2.1. Tipo de investigación.....	12
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	12
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	13
2.4. Procedimiento.....	14
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	15
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	54
4.1 Discusión.....	54
4.2 Conclusiones.....	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de la concesión minera Colquirrumi N°49 A-H.....	16
Tabla 2. Vértices del Área efectiva del proyecto Monte Alto.....	17
Tabla 3. Vías de acceso.....	18
Tabla 4. Descripción de las unidades Geológicas de la concesión.....	20
Tabla 5. Descripción de las unidades hidrogeológicas de la concesión minera.....	25
Tabla 6. Nivel de intensidad sísmica de la concesión minera “MONTE ALTO”	29
Tabla 7. Escala de Richter.....	32
Tabla 8. Detalle de reservas probadas, probables y totales del Proyecto Consorcio Montealto S.A.C.....	42
Tabla 9. Programa de producción del Proyecto Consorcio Montealto S.A.C.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la concesión Colquirrumi N°49 A-H	16
Figura 2: Imagen satelital de la via de acceso al proyecto Monte Alto desde Cajamarca.....	18
Figura 3. Columna Estratigráfica de Cajamarca.....	19
Figura 4. Estratos de caliza gris pardusca de la formación Cajamarca.....	21
Figura 5. Depósito cuaternario con un espesor aproximado de 2 m. del tipo coluvio-deluvial.....	22
Figura 6. Clasificación textural de rocas carbonatadas.....	23
Figura 7. Ubicación Hidrográfica de la concesión minera.....	25
Figura 8. Mapa de zonificación sísmica del Perú.....	27
Figura 9. Mapa de calificación de provincias según niveles de peligros sísmicos.....	28
Figura 10. Nivel de intensidad sísmica de la concesión minera.....	30
Figura 11. Corte de talud de la cantera del Proyecto Consorcio Montealto S.A.C.....	34
Figura 12. Elementos de la cantera del Proyecto Consorcio Montealto S.A.C.....	34
Figura13. Métodos de cálculo de inestabilidad de taludes	35
Figura 14. Inestabilidad del talud en condiciones estáticas de la cantera análisis Bishop Simplificado.....	36
Figura 15. Inestabilidad del talud en condiciones pseudo estáticas de la cantera análisis Bishop Simplificado	37
Figura 16. Inestabilidad del talud en condiciones pseudoestáticas de la cantera método de Janbu Simplificado.....	38
Figura 17. Figura Secciones transversales de la cantera del Proyecto Consorcio Montealto S.A.C.....	39
Figura 18. Volúmenes totales de la cantera del Proyecto Consorcio Montealto S.A.C.	40
Figura 19. Volúmenes totales de la cantera 01 del Proyecto Consorcio Montealto S.A.C...	40
Figura 20. Interacción empírica entre el explosivo y las propiedades del macizo rocoso	45
Figura 21. Trazado de la malla de perforación.....	49

RESUMEN

La presente tesina titulada “Propuesta de Plan de Minado en la concesión no metálica Monte Alto caserío de Shiguas, distrito de Bambamarca provincia de Hualgayoc Cajamarca, 2019” tiene por objetivo desarrollar la propuesta de plan de minado, caracterizar la geología, evaluar los factores hidrológicos e hidrogeológicos y la Geomecánica del macizo rocoso, Calcular las reservas que presenta la Cantera y determinar el método y diseño de la explotación.

Se pretende explotar 880 toneladas mensuales, 10560 toneladas anuales, sus reservas totales son 67992.3 toneladas de caliza para explotar.

La geología de la zona está constituida por material sedimentario perteneciente a la Formación Cajamarca, que está constituida de secuencias calcáreas del Cretáceo Superior, cuya potencia está determinada hasta los 400 metros; se destaca por su homogeneidad litológica y ocurrencia en bancos gruesos y duros por presentar una estratificación regular y uniforme de coloración grisácea. En cuanto a la Geomecánica según el RMR es una roca de buena calidad.

Las reservas probadas actualmente son 61236 toneladas, las probables son 6756.3 toneladas con una ley de corte del 96%. Las reservas estimadas son 6 años y 5 meses, con una producción diaria de 40 TM/día.

El método de explotación es a cielo abierto mediante bancos ascendentes, la cara del banco es de 600, el ancho de vía 6 metros, la pendiente de vía debe tener 10%, 1 metro de ancho de banquetta y la altura del banco debe ser 2 metros.

Palabras clave: Plan de minado, cantera, calizas, explotación

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La caliza al ser uno de los minerales industriales no metálicos más abundantes y explotados en nuestro país y teniendo una producción que ha ido en aumento debido a la gran demanda en la industria de la construcción, la agricultura, en la minería como neutralizador de residuos ácidos, para mantener ambientes alcalinos en celdas de flotación, en los pads de lixiviación entre otros usos se ve la importancia el conocer el proceso que implica su industrialización desde su extracción hasta su comercialización así como de conocer todo el proceso que implica el cual se manifiesta a través de un documento escrito el cual es el presente planeamiento anual.

El proyecto minero no metálico Consorcio Montealto SAC., en su concesión no metálica, produce aproximadamente 20 TM/día con equipos convencionales tales como retroexcavadora y las perforaciones se realizan con martillo neumático. Ante esta situación nace la idea de realizar una propuesta de plan de minado de la cantera. Conociendo las características geológicas en esta parte del territorio Norte y de la región de Cajamarca se evidencian yacimientos de rocas calcáreas (calizas), de la Formación Cajamarca (Ks - Ca), que constituye las reservas minerales no metálicos; este recurso mineral no metálico se explota de manera irracional es decir en forma artesanal obteniéndose una producción muy baja alrededor de 20TM/día.

Alcides M. (2015), en su tesis titulada “Realizar el plan de minado mediante la optimización del proceso productivo del Proyecto Minero el Pedregal para el año 2012” para optar el título profesional de Ingeniero de Minas de la Universidad Alas Peruanas.

El trabajo de investigación tuvo como objetivo principal de realizar el Plan de Minado del proyecto minero no metálico el “Pedregal”, que garantice la optimización del proceso productivo de la concesión minera pedregal sector cerro pedregal, caserío Apan alto, distrito de Hualgayoc, provincia Hualgayoc. Con ello se proyectó la vida en función al planeamiento de minado del proyecto minero no metálico el pedregal, teniendo en cuenta el contexto actual del precio de la cal viva, escenarios de costos, que a la par con un planeamiento de minado óptimo y una evaluación económica permitirán generar un proyecto rentable. El tipo de investigación para la investigación es aplicada, cuantitativa Cuasi-Experimental puesto que este tipo de estudio realiza el motivo de los hechos realizando una relación de causa y efecto. En la población se contempla la adquisición de mano de obra no calificada en un 100% de los pobladores aledaños a la zona del proyecto, así como la participación en actividades de apoyo social.

Se concluye:

- ✓ Las reservas por extraer son 5,000.000 Tn. La explotación se realiza de arriba hacia abajo pudiendo así controlar los taludes de una forma más eficiente y segura.
- ✓ El volumen de andesita está penalizado con un 20% de variaciones del área promedio, pérdidas de roca útil en la voladura, zonas de presencia de estériles, deficiencia en la determinación de los límites del yacimiento y zonas de contacto geológico además de precisión en la topografía.

Castro B. A. (2015) en su tesis titulada “Propuesta de Implementación de Plan De Minado en la Cantera de Dolomita “Jajahuasi 2001” De La Comunidad Campesina Llocllapampa – Provincia De Jauja” para optar El Título Profesional de Ingeniero de Minas de la Universidad Nacional del Centro del Perú”. Esta investigación puso como

proponer un plan de minado basado con un ritmo de producción promedio de 341,000 TM anuales. Para comprobar las reservas del yacimiento se utilizó el software Minesight ayudándose de un levantamiento topográfico y geológico con más precisión, tomando como base a estos resultados se evaluó la capacidad de adquisición que tiene la empresa, y pudiendo así proponer la maquinaria que se va a requerir para extraer aproximadamente 1000 TM/día. La metodología fue de tipo Aplicada no experimental, de acuerdo con la naturaleza del estudio de la investigación reúne por su nivel las características de un estudio descriptivo, con una población que comprende al yacimiento de dolomita en una extensión de 50 hectáreas y los trabajadores que conforman la concesión “Jajahuasi 2001” de la Comunidad Campesina LLocllapampa. Concluyendo que la implementación de un plan de minado en la cantera de Dolomita es factible debido a que el cálculo de reservas hecho en la investigación arroja que se tiene 22’3634,470.51 TM de mineral entre las reservas probadas y probables, lo que representa una vida de mina de 65 años, al ritmo de producción propuesto.

1.2. Formulación del problema

¿Sera factible la propuesta de un plan de minado en la concesión minera no metálica monte alto caserío de Shiguas, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, Cajamarca 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar la propuesta de plan de minado para la concesión minera no metálica monte alto describiendo los diversos parámetros que intervienen de acuerdo a las normas vigentes.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Analizar la geología regional y local de la zona de estudio
- ✓ Evaluar los factores Hidrológico, Hidrogeológico y peligro sísmico para proponer un plan de minado
- ✓ Realizar la clasificación del macizo rocoso de la concesión minera no metálica Monte Alto
- ✓ Determinar un método apropiado para la explotación de la concesión minera no metálica Monte Alto

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La propuesta de plan de minado en la concesión no metálica Monte Alto 2020 es factible.

1.4.2. Hipótesis específicas

- ✓ Al realizar los estudios geológicos se logrará analizar la geología regional y local de la zona de estudio
- ✓ Analizando los diversos factores se logrará hacer los estudios Hidrológico, Hidrogeológico y peligro sísmico para proponer un plan de minado
- ✓ Las características geomecánicas serán importantes para realizar la clasificación del macizo rocoso de la concesión minera no metálica Monte Alto
- ✓ El método propuesto es a cielo abierto mediante bancos ascendentes el cual apropiado para la explotación de la concesión minera no metálica Monte Alto.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

(Hernández Sampieri, 2014). Específica a las investigaciones No Experimental de la siguiente manera:

a) Longitudinales

- Por su propósito, ya que analizan cambios a través del tiempo.
- Por su tipo, son investigaciones de diseños de tendencias, etc.

b) Transversales

- Por sus características, a través de una recolección de datos en un único momento.
- Por su tipo. Pueden ser: exploratorios, etc.

En las Investigaciones “No Experimentales” se observan situaciones ya existentes (no provocadas intencionalmente en la investigación). Además, se determinó es del Carácter Transversal, ya que estas tienen por características, que el investigador recolecte información (datos) en un determinado momento, para luego identificar variables y analizar su correlación. Para finalizar es de Nivel Descriptivo, ya que se estudió la variable identificada, utilizando el diseño estratificado para la contrastación de la hipótesis. En resumen, la presente es del **Tipo No Experimental, de Carácter Transversal y de Nivel Descriptivo.**

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población

Todas las concesiones no metálicas que operan en el caserío Monte Alto distrito de Bambamarca

Muestra

1 hectárea de explotación de la concesión no metálica Monte Alto

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas

- Revisión bibliográfica
- Tesis realizadas con anterioridad.
- Manuales técnicos. - Estudios en geotecnia
- Observación Directa
- Se tiene como principal autor al investigador o tesista del tema.
- Archivos digitales.
- Tomas fotográficas
- Visita Insitu.
- Análisis de resultados:
- factor de seguridad y SMR

2.3.2. Instrumentos

Los instrumentos que se emplearon para la elaboración del presente trabajo de investigación fueron:

- Ficha de cálculo del factor de seguridad.
- Caracterización geomecánica de acuerdo con el factor de seguridad.
- Clasificación del factor de seguridad por orientación de las juntas
- Clasificación de la estabilidad según SMR.

2.4. Procedimiento

- a) **Búsqueda de Información** En la primera etapa como investigación secundaria, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva, como en otros documentos como papers, o informaciones afines con el trabajo a realizar.
- b) **Integración de Información** En la segunda etapa se conciliaron las informaciones y opiniones, la interpretación de la información, se logró definir con claridad la estructura de la tesis.
- c) **Trabajo de Campo** en la tercera etapa como investigación primaria, comprende básicamente la obtención de data en campo.
- d) **Trabajo de Gabinete** La cuarta etapa, consiste en utilizar la data obtenida en campo, como las características físicas, químicas y socio económicas de la actividad de la concesión.
- e) **Realización y entrega de la tesis.** Desarrollados los pasos anteriores se consiguió llegar a la última etapa, la cual correspondió a la elaboración de la tesis final.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

GENERALIDADES

El titular del “Consortio Minero MONTE ALTO S.A.C”, es arrendatario de la concesión minera no metálica “Colquirrumi N°49 A-H”, el propósito del Titular es la explotación de los yacimientos de roca caliza (CaCO₃) existentes en la concesión minera, cumpliendo con los lineamientos de la normatividad vigente del sector.

3.1 Ubicación y accesibilidad

3.1.1 Ubicación Geográfica, Límites y Política del Proyecto.

La concesión minera no metálica “Colquirrumi N°49 A-H”, donde espera operar el proyecto minero “MONTE ALTO” se encuentra ubicada en el Caserío de Shiguas, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región de Cajamarca, dentro de la carta nacional Cajamarca (14 –F) zona 17 Sur. Comprendiendo una extensión de una (01) Hectárea de extensión del derecho minero de propiedad de Calera EL ZASAL E.I.R.L.

3.1.2. Ubicación geográfica de la concesión minera

Geográficamente la concesión “Colquirrumi N°49 A-H” se ubica en el Caserío de Shiguas, Distrito de Bambamarca, en un área conformada por micro cuencas afluentes al Río Llaucano, en una zona de topografía moderada, con altitudes entre 2 800 m.s.n.m. y 2 900 m.s.n.m. A continuación, se muestran las coordenadas en UTM, de los vértices que conforman la Concesión Minera no Metálica “Colquirrumi N°49 A-H”. Ver Anexo 1.

Tabla 1.

Coordenadas de la concesión minera Colquirrumi N°49 A-H

VÉRTICE	Coordenadas UTM WGS84		ÁREA
	Norte	Este	
1	9257569.63	772020.37	1 Ha
2	9257368.86	772005.71	
3	9257428.59	771602.03	
4	9257514.74	771479.42	
5	9257601.32	771586.15	

Fuente: Elaboración Propia



Figura 1. Ubicación de la concesión Colquirrumi N°49 A-H en la provincia de Cajamarca.

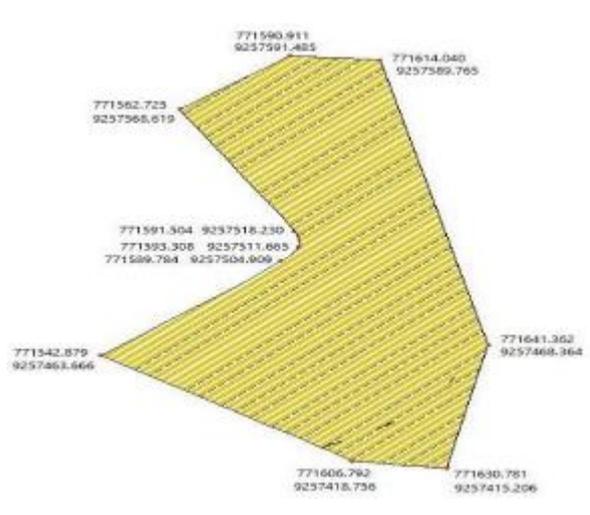
Fuente: Elaboración Propia

3.1.3 Área Efectiva de explotación

Las actividades de explotación del proyecto se realizarán dentro de la Concesión Minera no metálica: “Colquirrumi N° 49 A-H”. El área efectiva del proyecto está determinada en función de la ubicación del tajo de explotación e instalación de los componentes, vías de acceso, etc.; el área, está constituida por una poligonal de 10 vértices, ocupando un área de 1 hectárea dentro de la concesión minera no metálica “Colquirrumi N° 49 A-H”.

Tabla 2.

Vértices del Área efectiva del proyecto Monte Alto

VÉRTICE	COORDENADAS UTM WGS 84		GRÁFICO	ÁREA
	ESTE	NORTE		
1	771630.781	9257415.206		1 Ha
2	771606.792	9257418.756		
3	771542.879	9257463.666		
4	771589.784	9257504.909		
5	771593.308	9257511.665		
6	771591.504	9257518.230		
7	771562.725	9257568.619		
8	771590.911	9257491.485		
9	771614.040	9257589.765		
10	771641.362	9257468.364		

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Vías de acceso

Para el acceso a la concesión y al área efectiva de explotación, desde la ciudad de Cajamarca se sigue la ruta Cajamarca – Bambamarca (provincia de Hualgayoc), quedando la concesión a la altura del km 117 de esta vía, específicamente a 10 km de la ciudad de Bambamarca y a 1 km del caserío de Siguas. El tiempo aproximado desde la ciudad de Cajamarca es de 2 horas y 30 minutos.

Tabla 3.

Vías de acceso

TRAMO	DISTANCIA (Km)	TIEMPO (Horas/min)	TIPO DE VÍA
Cajamarca - Bambamarca	117	2h30 min	Carretera asfaltada
Choropampa - Proyecto	10	15 min	Carretera asfaltada - Trocha

Fuente: Elaboración Propia



Figura 2: Imagen satelital de la vía de acceso al proyecto Monte Alto desde Cajamarca

Fuente: Google Maps

3.3 Descripción de la geología del proyecto monte alto

3.3.1 Geología Regional

A continuación, se muestra la columna estratigráfica, así mismo se describen las diferentes unidades de formación reconocida en el área de estudio.

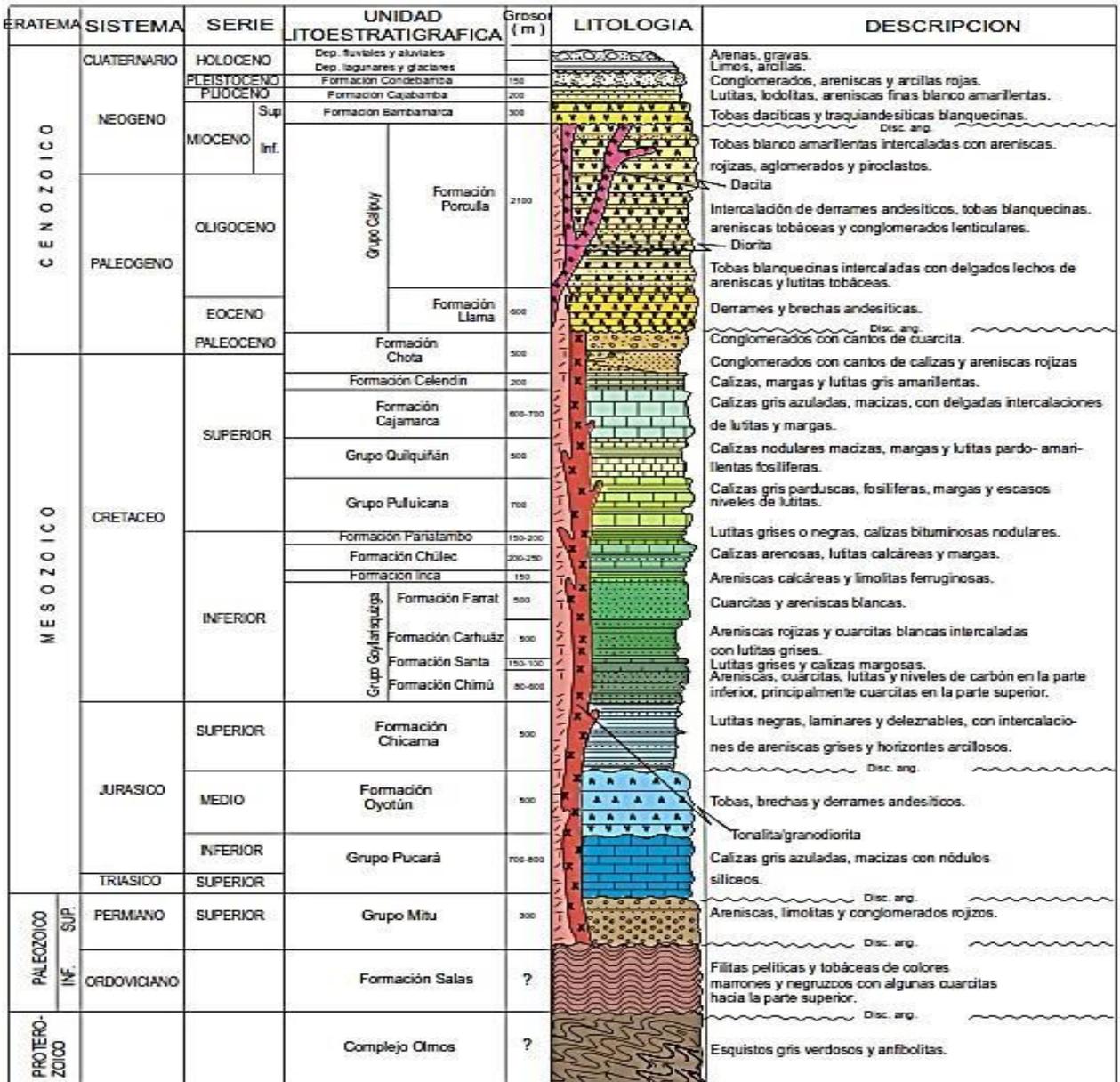


Figura 3. Columna Estratigráfica de Cajamarca

Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, INGEMMET

Tabla 4.

Descripción de las unidades Geológicas de la concesión

Código	Descripción de la geología	Litología
Ks-ca	Formación Cajamarca	Calizas potentes.

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Descripción de las unidades litoestratigráficas

Formación Cajamarca (Ks –ca)

La formación Cajamarca, nombre dado por BENAVIDES (1956), corresponde a una de las secuencias calcáreas del Cretáceo superior que más destaca topográficamente, por su homogeneidad litológica y ocurrencia en bancos gruesos y duros, cuyos afloramientos exhiben una topografía kárstica con fuertes pendientes y en muchos casos barrancos de paredes inaccesibles. Su grosor varía entre los 600 m. y 700 m. Esta unidad yace concordantemente sobre el Grupo Quilquiñán y con la misma relación subyace a la formación Celendín.

Consiste generalmente de calizas gris oscuras o azuladas y macizas, con delgados lechos de lutitas y margas de los mismos colores. Las primeras se presentan en gruesos bancos con escasos fósiles, a diferencia de las segundas que sí contienen abundante fauna.

Los afloramientos de la formación Cajamarca son frecuentes a partir de los ríos Crisnejas y San Jorge, de donde se propagan hacia el norte. Generalmente ocupan las partes más altas de la región y conforman largos sinclinales, tal como sucede en los cerros Huauguen y Chontayoc, al norte de la hacienda Sunchubamba y en la Pampa de la Culebra y hacienda Sangal.

3.3.3. Geología local

La litología del área del proyecto consta de calizas gris oscuras en bancos uniformes pertenecientes a la Formación Cajamarca. Los estratos de calizas varían de 50 cm. hasta 1 m. de espesor, y están afectados por una falla geológica de rumbo E-W, con un espesor de 15 metros aproximadamente. Ver anexo 2



Figura 4. Estratos de caliza gris pardusca de la formación Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia

La roca caliza, predominante en el área de estudio se encuentra cubierto por un depósito cuaternario del tipo coluvio-deluvial, producto de la erosión de la misma roca.

Este depósito tiene un espesor que varía entre 50 cm. hasta algunos metros en zonas específicas.



Figura 5. Depósito cuaternario con un espesor aproximado de 2 m.
del tipo coluvio-deluvial

Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Geología económica

El material económicamente rentable y de acuerdo con la clasificación textural de Folk (1959) consiste en una caliza micrítica por poseer una matriz de composición carbonática (CaCO_3) y textura cripto - microcristalina.

Este tipo de caliza posee un porcentaje superior al 80% de carbonato de calcio (CaCO_3).

prefijo raíz sufijo		CALIZAS, CALIZAS DOLOMITIZADAS Y DOLOMIAS PRIMARIAS				CALIZAS NO CLASTICAS	REEMPLAZAMIENTO DE DOLOMIAS		
aloquímico	cemento	Aloquímicos vs. Matriz				Clase IV	Clase V		
ej.	matriz	> 10% Aloquímicos		< 10% Aloquímicos					
Bio mic rudita	textura gruesa	Cemento vs Matriz		ROCAS MICROCRISTALINAS		Biohermita	Fantasmas de Aloquímicos	Sin fantasmas de Aloquímicos	
Fósiles	matriz	Cemento > Matriz	Cemento < Matriz	Clase III			DOLOMÍA INTRACLÁSTICA	DOLOMIAS GRUESAS, MEDIAS Y FINAMENTE CRISTALINAS	
Intra espátita	textura fina	Clase I	Clase II				DOLOMÍA OOLÍTICA		
Intraclastos	cemento						DOLOMÍA BIOGENÉTICA		
Composición aloquímicos	> 20% Intraclastos		INTRAESPARRUDITA (Conglomerado)	INTRAMICRUDITA (intraformacional)	MICRITA Y DOLOMICRITA (Calclurita)	Biohermita			
	< 25% de Intraclastos	> 25% de Oolitas	INTRAESPATITA (Calcarenita Lítica)	INTRAMICRITA				DOLOMÍA INTRACLÁSTICA	
		< 25% Oolitas	COESPARRUDITA (Fisolita)	OOMICRUDITA				DOLOMÍA OOLÍTICA	
	Fósiles vs. Pellets		COESPATITA (Biocalcarenita oolítica)	OOMICRITA				DOLOMÍA BIOGENÉTICA	
< 25% de Intraclastos	< 25% Oolitas	3:1	BIOESPARRUDITA (Coquina)	BIOMICRUDITA (Caliza coquinoide)	MICRITA Y DOLOMICRITA (Calclurita)	Biohermita	DOLOMÍA DE PELLETS		
		3:1 a	BIOESPATITA (Biocalcarenita)	BIOMICRITA (Calclurita fosilífera)					
		1:3	PELESPATITA Pelesp	PELMICRITA (Calclurita de pellets)					
1:3									
Equivalencia con Dunham		Grainstone	Packstone	Wackestone	Mudstone	Boundstone			

Figura 6. Clasificación textural de rocas carbonatadas

Fuente: Folk (1959).

3.3.5. Clima y meteorología

Los principales parámetros climáticos que definen o caracterizan el clima de un área determinada son los siguiente: precipitación, temperatura, humedad relativa y evaporación; éstos son los de mayor importancia en cuanto a la tipificación o caracterización de la climatología del área del proyecto. Estos parámetros provienen de los registros históricos de la estacione meteorológica seleccionada, ésta es administrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

3.4. Estudio hidrológico

Cuenca hidrográfica

Se define con este nombre a un espacio geográfico que está limitado por las líneas de cumbre de las cordilleras o por los divortium acuarum de las colinas y ondulaciones geográficas, cuyas inclinadas laderas o suaves pendientes permiten el flujo del agua de la lluvia hacia un solo curso de agua, formando una quebrada, un riachuelo, un río, una laguna, un lago o un mar.

El área donde se realizarán las explotaciones se encuentra ubicada en la cuenca de río Llaucano. Los ríos/quebradas que forman parte del área de concesión o que se ubican cerca de ella son, ver Anexo 3

- **Quebrada Shiguas.** Que pasa por la parte sur de la concesión, con una dirección NW – SE, drenando sus aguas al río Arascorque.

Características de la cuenca

Ubicación y extensión

Cerca al área de la concesión minera “**MONTE ALTO**”; se encuentra ubicada en la cuenca hidrográfica del río Llaucano, al sur de la concesión se encuentra la quebrada Shiguas que presenta caudales bajos, cuyas aguas discurren al río Arascorque en dirección Este, y a la vez este drena sus aguas al río Llaucano

3.4.2. Descripción de las unidades hidrogeológicas

Acuífero Kárstico. El acuífero kárstico de la formación Cajamarca pertenece al periodo cretácico superior y posee características insitu como huellas de disolución y alto grado de fracturamiento, además de la presencia de manantiales en la parte baja fuera del ámbito de la concesión, características que determinan la presencia de un acuífero kárstico.

3.5. ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO

3.5.1. Geodinámica Interna

El Perú es una zona de frecuente actividad sísmica por corresponder a la franja de fricción del movimiento relativo de dos placas tectónicas: la placa de Nazca, que ocupa buena parte del subsuelo del Océano Pacífico y cuyo borde de colisión se extiende desde Panamá hasta el sur de Chile; y la placa Sudamericana, que comprende desde la fosa marina de Perú-Chile en el oeste hasta el eje de la Cordillera del Atlántico Sur en el este.

3.5.2. Zonificación Sísmica

El Mapa de Zonificación Sísmica del Perú de calificación de provincias según niveles de peligros sísmicos, cuya versión más reciente ha sido elaborado por Consultoría de Aspectos Físico - Espaciales para la Estrategia de Reducción de Riesgos – PCM. Establece 3 zonas de actividad sísmica (Zona I, Zona II y Zona III), las cuales presentan diversas características de acuerdo a la mayor o menor actividad sísmica. Según este mapa, la concesión minera, se encuentra comprendida en la Zona III.

según el mapa de calificación de provincias según niveles de peligros sísmicos la concesión minera “**MONTE ALTO**” se caracteriza por tener una sismicidad media

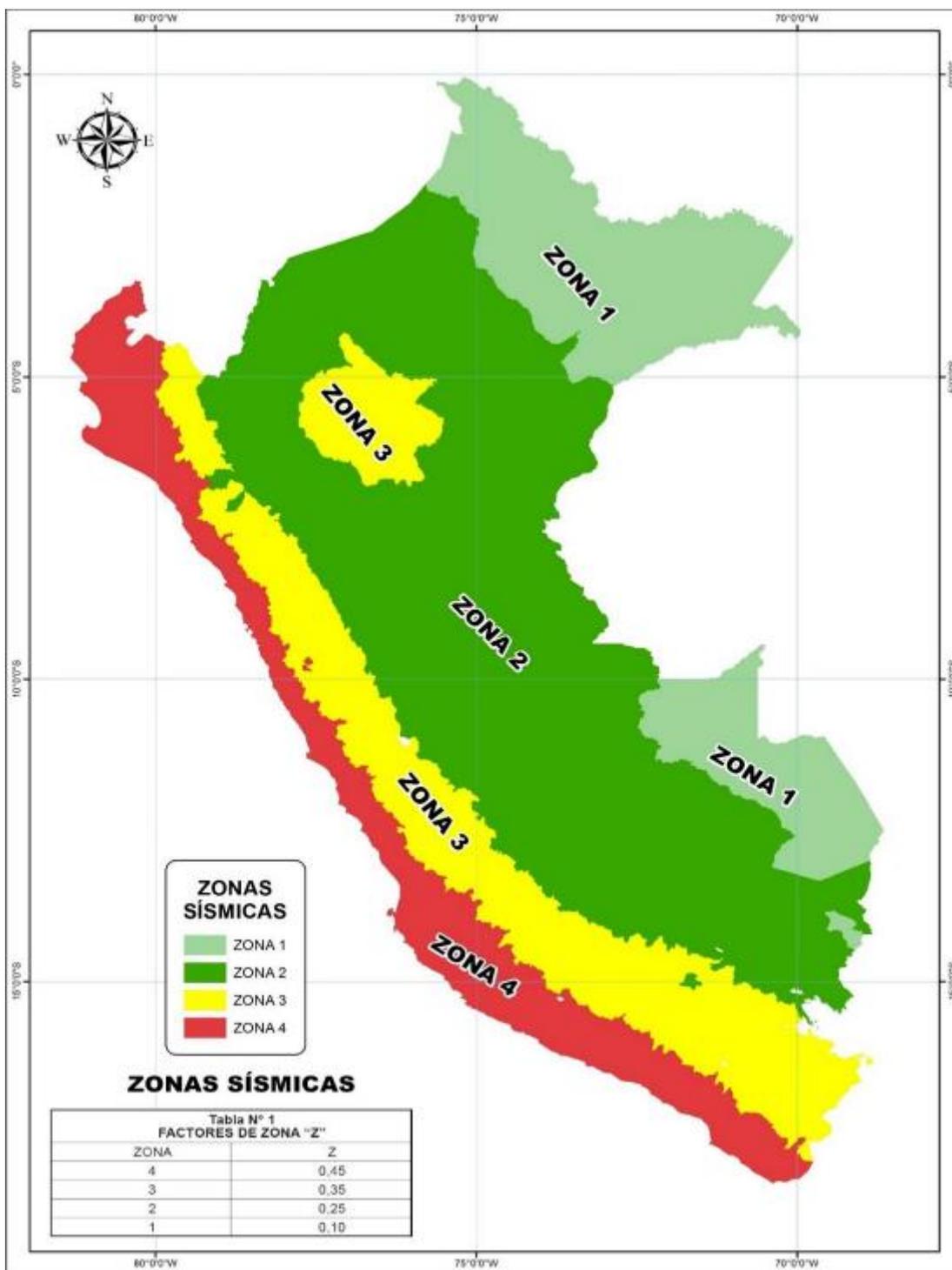


Figura 8. Mapa de zonificación sísmica del Perú

Fuente: Cartografía digital del Perú, escala 1/500 000 – IGN y Atlas de Peligros Naturales del Perú – INDECI



Figura 9. Mapa de calificación de provincias según niveles de peligros sísmicos

Fuente: Consultoría de Aspectos Físico – Espaciales para la Estrategia de Reducción de Riesgos – PC

3.5.3. Intensidad Sísmica

La intensidad sísmica mide cualitativamente los efectos de un terremoto y delimita las áreas con efectos similares. La intensidad se mide por el grado de daños a las construcciones realizadas por el hombre, la cantidad de perturbaciones en la superficie del suelo y el alcance de la reacción animal en la sacudida. La intensidad sísmica mide cualitativamente los efectos de un terremoto y delimita las áreas con efectos similares. La primera escala de intensidad en los tiempos modernos fue desarrollada por Rosi, de Italia, y Florel, de Suiza, en el año 1880. Esta escala que todavía es utilizada algunas veces para describir un terremoto tiene un intervalo de valores de I a X. Una escala más refinada, con 12 valores, fue construida en 1902 por el sismólogo y vulcanólogo italiano Mercalli, llamada escala de intensidad Mercalli modificada abreviada. La valoración de la intensidad sísmica es mediante una escala descriptiva, no depende de la medida del movimiento del suelo con instrumentos, sino que depende de las observaciones reales de los efectos en la zona macrosísmica. Según este Mapa la concesión minera se ubica en un nivel IV de intensidad sísmica.

Tabla 6.

Nivel de intensidad sísmica de la concesión minera “MONTE ALTO”

Grado (MM)	Descripción
IV fuerte	Sacudida sentida por todo el país o zona. Algunos muebles pesados cambian de sitio y provoca daños leves, en especial en viviendas de material ligero. Aceleración entre 20 y 35 Gal.

Fuente: Elaboración propia

Los valores de aceleraciones máximas deben considerarse como valores medios esperados en suelo firme, donde no se considera la influencia de las condiciones locales del suelo, ni los efectos de la interacción suelo- estructura. Las curvas de isoaceleraciones prácticamente se mantienen paralelas a la costa, lo que coincide con

el mecanismo de subducción. Se observa que los valores más altos de aceleraciones máximas están localizados a lo largo de toda la costa y van disminuyendo a medida que se avanza hacia al Este.

En el área de estudio la aceleración máxima de la fuerza sísmica a considerar para el período de retorno de 100 años corresponde a 0.33 cm/seg², este valor es utilizado para el análisis de estabilidad dinámica.

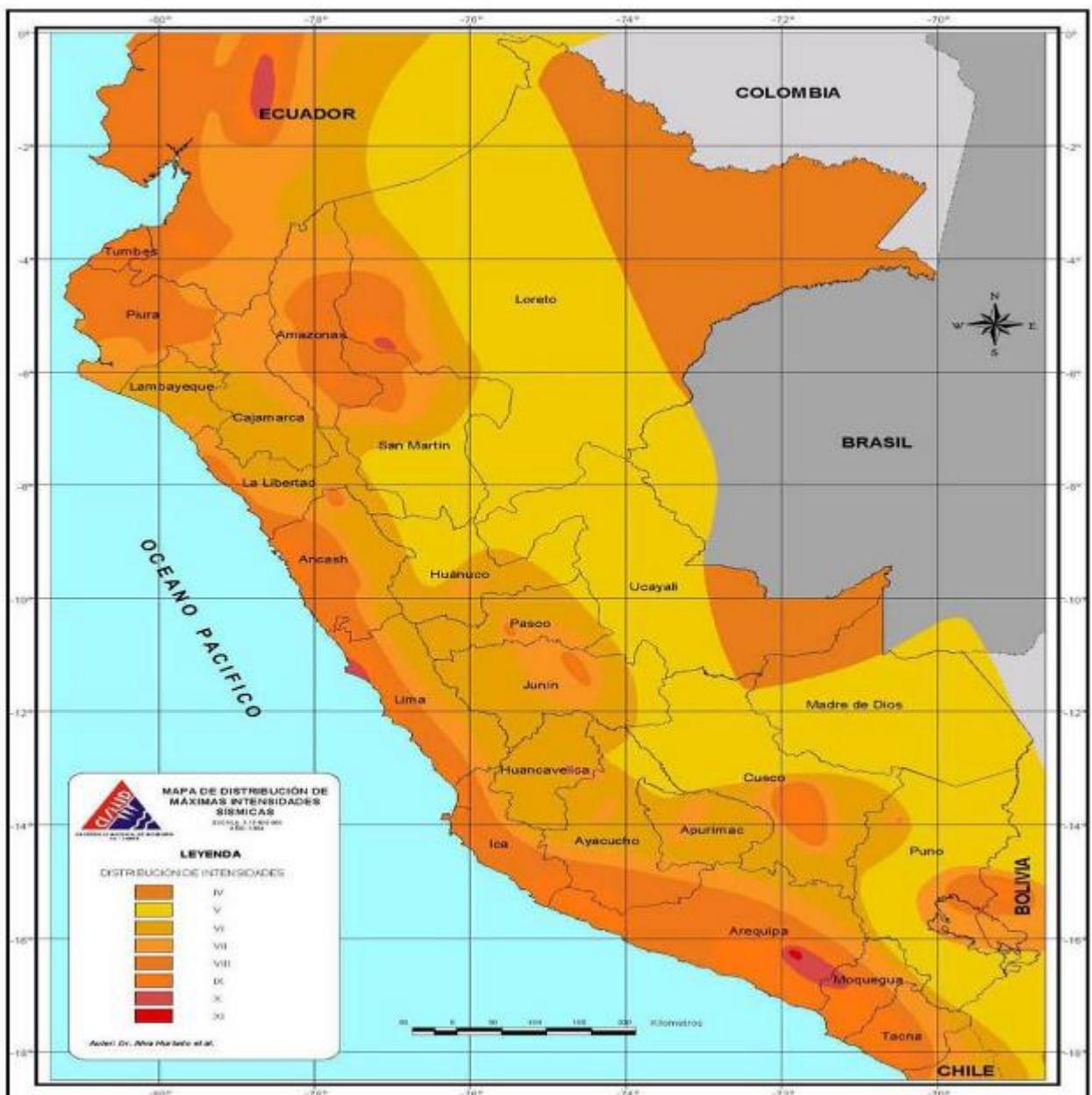


Figura 10. Nivel de intensidad sísmica de la concesión minera

Fuente: elaboración propia

3.5.4. Máxima intensidad sísmica (escala de Richter)

También conocida como escala de magnitud local (ML), es una escala logarítmica arbitraria que asigna un número para cuantificar la energía que libera un terremoto, denominada así en honor del sismólogo estadounidense Charles Richter (1900-1985).

Para un sismo dado, la magnitud es una constante única que representa una medida cuantitativa del tamaño del sismo, independientemente del sitio de observación. La magnitud se determina midiendo la máxima amplitud de las ondas registradas en el sismograma correspondiente al evento. Una escala estrictamente cualitativa, que puede ser aplicada en sismos de regiones habitadas o no habitadas, fue ideada en 1931 por Wadati en Japón y desarrollada por Charles Richter en 1935 en California.

Richter definió la magnitud de un evento local como el logaritmo en base a diez de la amplitud máxima de una onda sísmica registrada en un sismógrafo patrón (Wood - Anderson o su equivalente) a una distancia de 100 kilómetros del epicentro del terremoto. Esto significa que siempre que la magnitud aumenta en una unidad, la amplitud de las ondas sísmicas aumenta 10 veces. Existen diferentes tipos de magnitud, destacando las siguientes:

- Magnitud de Ondas de Cuerpo Mb: Medida de magnitud basada en la amplitud máxima de las ondas de cuerpo con periodos cercanos a 1,0 segundo.
- Magnitud de Ondas de Superficie MS: Medida de magnitud basada en la amplitud máxima de las ondas de superficie con períodos de aproximadamente 20 segundos.
- Magnitud Momento Mw: Medida de magnitud basada en el momento sísmico M_0 de la fuente generadora del sismo; es una escala de magnitud establecida por H.

O Kanamori.

Magnitud Richter M: Magnitud medida en la escala establecida por Ch. Richter en 1933, llamada también magnitud local ML.

Tabla 7.

Escala de Richter

MAGNITUD EN ESCALA RICHTER	EFFECTOS DEL TERREMOTO
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado.
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores.
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños.
8 o Más	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

Fuente: Instituto Geológico Minero

3.6. ESTUDIO GEOMECÁNICO - GEOTÉCNICO

Para el estudio geomecánica y geotécnico de la cantera MONTE ALTO, se realizaron trabajos en campo y en laboratorio. Los trabajos en campo consistieron en la recolección y procesamiento de datos in-situ del macizo rocoso para determinar su calificación y calidad, utilizando los métodos de BIENIAWSKI (1989), GSI, y el método SMR de Romana (1995) para determinar la estabilidad del talud.

Obteniéndose un valor RMR de 52; para una nominación de un macizo rocoso de regular calidad - Clase III. Por ajuste de orientación de discontinuidades, no se sustrajo a este puntaje ningún punto, debido a que las discontinuidades principales (Estratos) se encuentran con un buzamiento de 26° a 24° y a favor de la excavación.

Se obtuvo un valor GSI entre 55 y 60 dando una calidad regular.

El SMR arrojó un valor de 61 determinando que el talud es bueno y que necesita un tratamiento ocasional.

Para el análisis de estabilidad de taludes también se realizó el modelamiento con software de ingeniería especializados en geotecnia que utilizaron los métodos de Bishop y Janbu, para hallar el factor de seguridad el cual tiene un valor de 1.7, y con los parámetros geomecánicos, determinados, el ángulo de talud es de 60° , requerido para la explotación de roca en la cantera MONTE ALTO sin ningún problema de estabilidad y, ya que esta inclinación y la orientación de las discontinuidades, hacen que el talud esté estable. Permitiendo un trabajo de manera segura con los estándares requeridos.

3.7 MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

Se propone el método de explotación es tajo abierto debido a que la capa de material estéril es delgada, y además porque el volumen de la roca es grande.

Debido a estas características se optó por un método de extracción por banqueo descendente como se aprecia en las siguientes representaciones.

La superficie del terreno es de pendiente promedio con los siguientes ángulos: Angulo global 27° , ángulo de banco 45° , ángulo final de talud 23° Además, se puede apreciar que la capa de material estéril (depósito cuaternario) es de 2 m. Para el diseño se ha considerado ciertos parámetros que se detallan a continuación:

- Angulo Global: 27°
- Angulo de banco: 45°
- Ángulo final de talud: 23°
- Numero de bancos: 6
- Altura de bancos: 2m
- Ancho de bancos: 2m
- Ancho de berma: 2m

- Ancho de Rampa: 7m
- Altura final del tajo: 14m
- Cota mínima explotable: 2843 msnm
- Cota máxima explotable: 2857 msnm

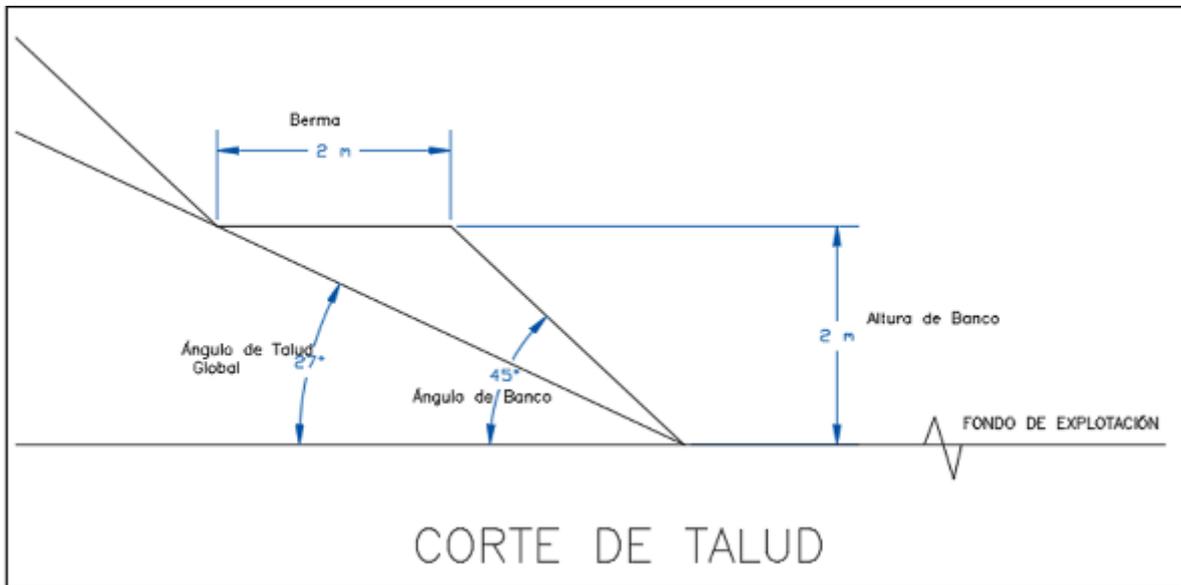


Figura 11. Corte de talud de la cantera del Proyecto Consorcio Monte alto S.A.C

Fuente: Elaboración Propia

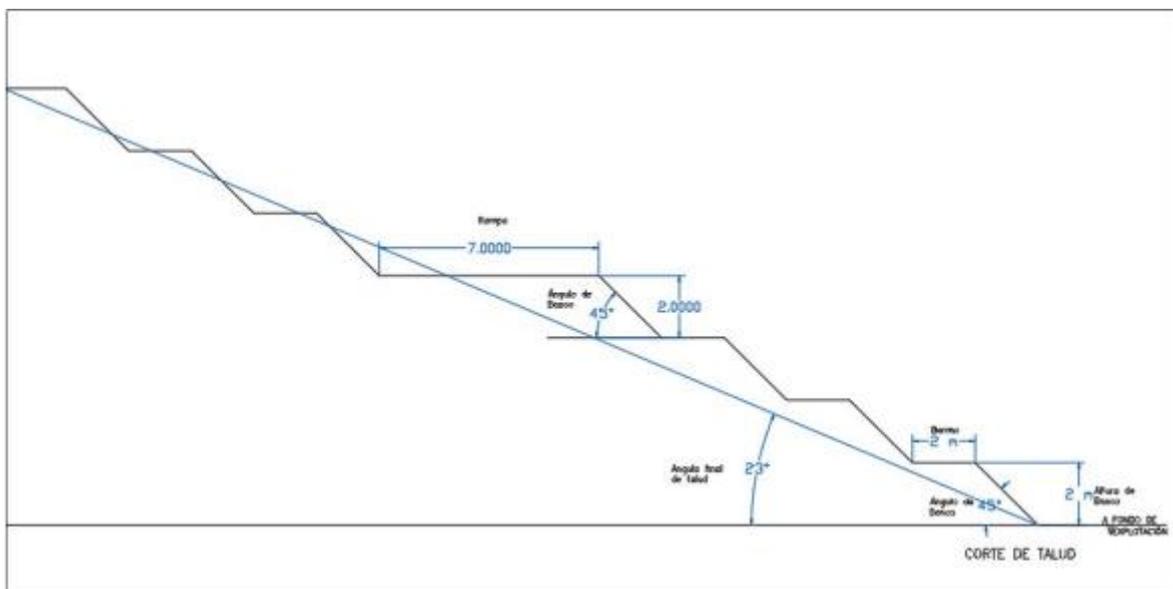


Figura 12. Elementos de la cantera del Proyecto Consorcio Monte alto S.A.C

Fuente: Elaboración propia

3.7.1 Análisis de inestabilidad de taludes diseñados con software slide.

Se ha analizado e interpretado cuidadosamente la información de campo con el fin de establecer las propiedades ingenieriles de los diferentes tipos de materiales relevantes para el análisis de inestabilidad de taludes de la cantera de la zona. La información incluye los parámetros físicos de los macizos rocosos y los parámetros de resistencia al corte (ángulo de fricción 61.64° y cohesión 0.851 MPa).

Con la información obtenida se realizó un análisis de estabilidad de taludes, para lo cual se determinó el método más adecuado teniendo en cuenta la siguiente figura:

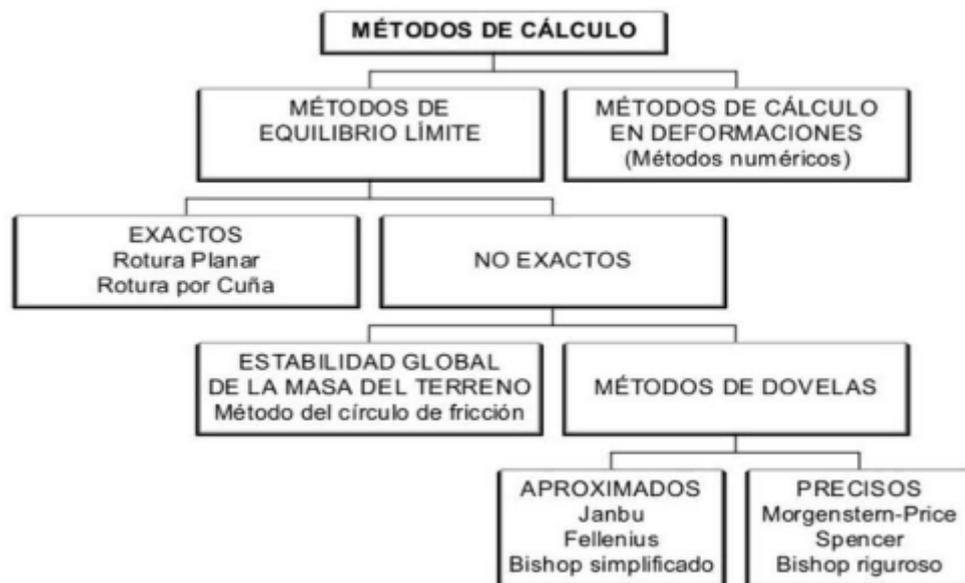


Figura 13. Métodos de cálculo de inestabilidad de taludes

Los métodos de cálculo tratan de representar adecuadamente al material involucrado (roca), adoptando modelos de falla e integrando los factores principales que condicionan la inestabilidad: caracterización Geomecánica, ángulo de fricción, coeficiente de cohesión condiciones del agua y condiciones sísmicas. Para el análisis de inestabilidad de taludes se tiene en cuenta las dimensiones geométricas de los

taludes de cada cantera, teniendo en cuenta que la explotación de acoplarse a las condiciones geotécnicas antes mencionadas.

Este análisis se basa en hallar el factor de seguridad que nos indica estabilidad del talud en estado inicial (condición estática), y también estados probables que pueden alterar y cambiar su comportamiento mecánico (condiciones pseudoestáticas), dicho análisis de realiza para cada uno de los tajos del proyecto MONTEALTO

3.7.2 Calculo de factor de seguridad

La siguiente figura muestra la inestabilidad de talud. Factor de seguridad global del tajo es de 5.636, y factor seguridad parcial incluyendo la rampa es de 2.453, en condiciones estáticas bajo el análisis Bishop Simplificado.

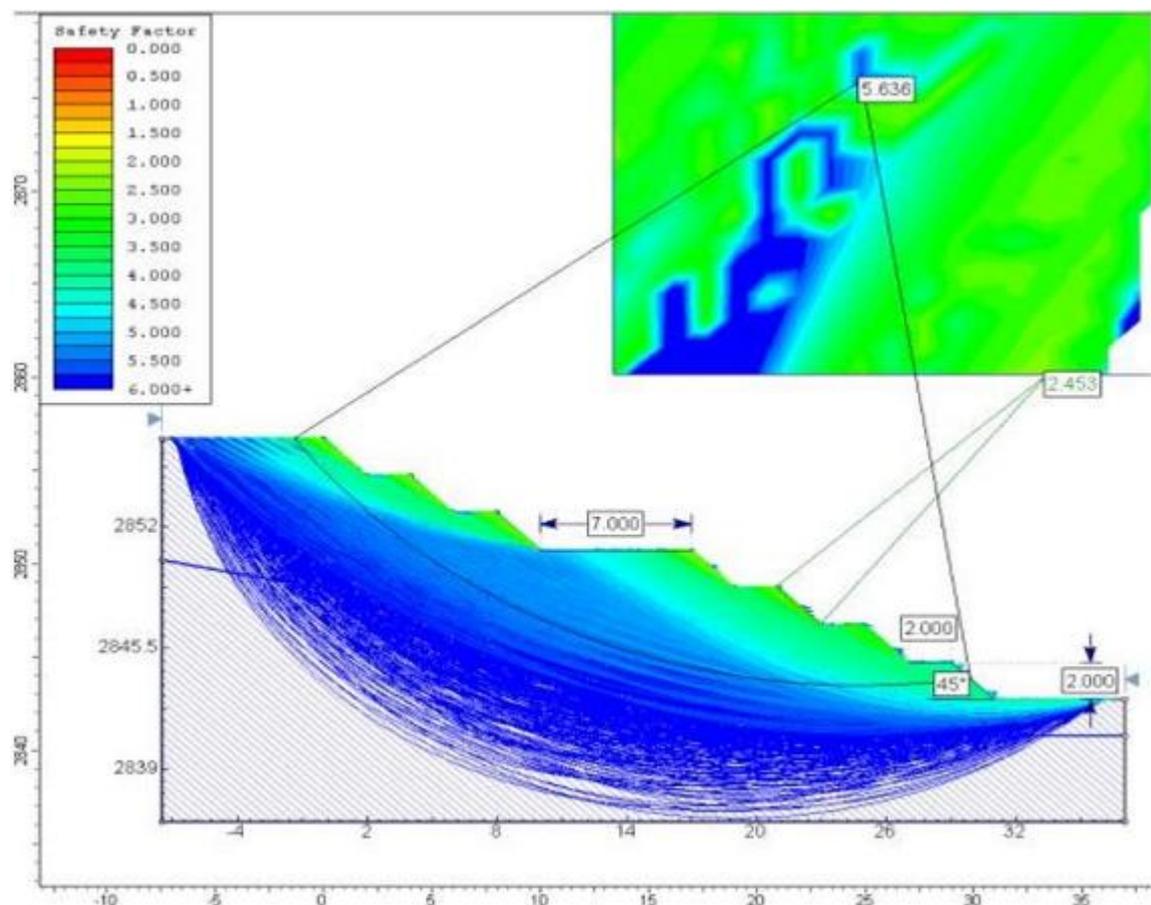


Figura 14. Inestabilidad del talud en condiciones estáticas de la cantera 01, análisis Bishop Simplificado

Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura muestra la inestabilidad de talud. Factor de seguridad global del tajo es de 2.827, y factor seguridad parcial incluyendo la rampa es de 1.418, en condiciones Pseudoestáticas bajo el método de Bishop Simplificado.

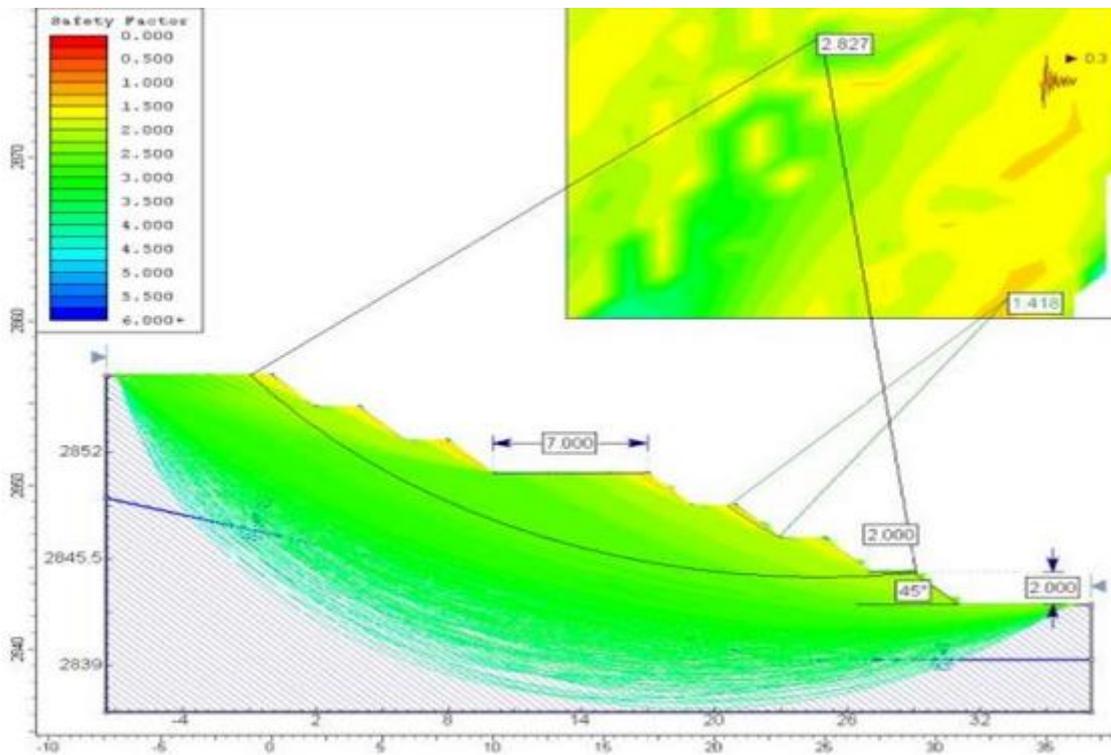


Figura 15. Inestabilidad del talud en condiciones pseudoestáticas de la cantera 01, análisis Bishop Simplificado

Fuente: elaboración propia

La siguiente figura muestra la inestabilidad de talud. Factor de seguridad global del tajo es de 1.418, y factor seguridad parcial incluyendo la rampa es de 2.629, en condiciones Pseudoestáticas bajo el método de Janbu Simplificado.

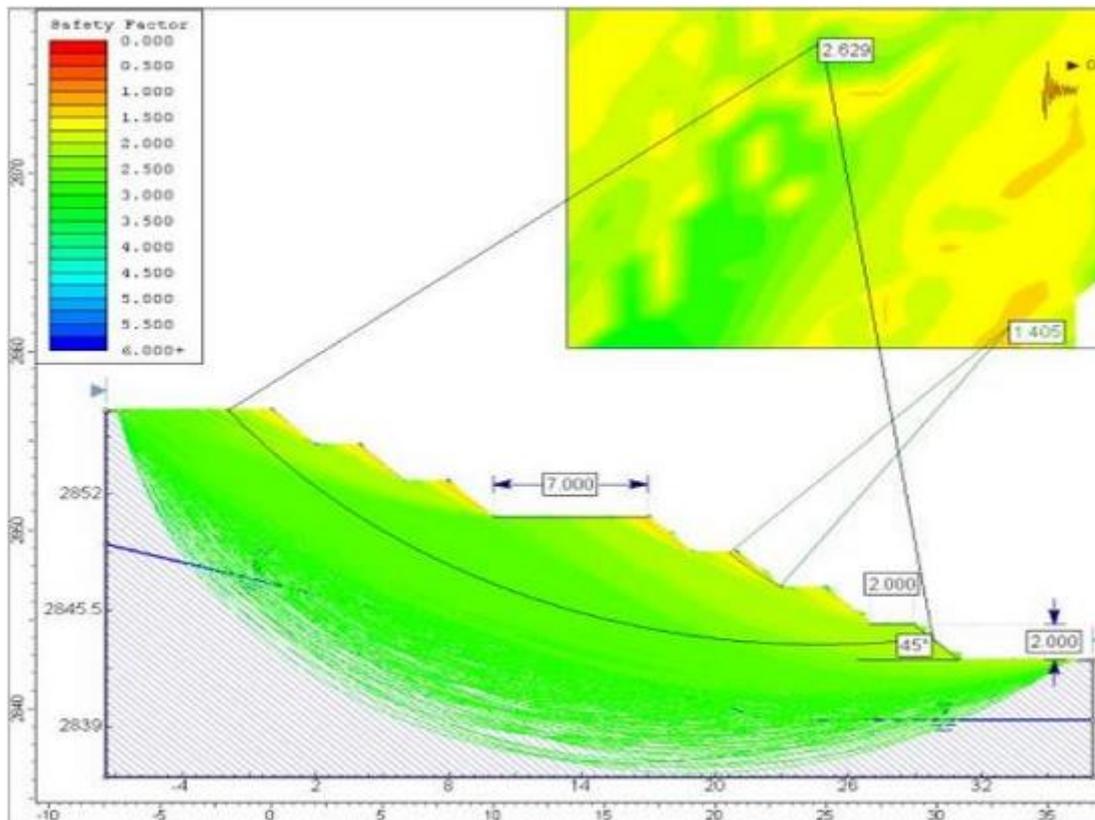


Figura 16. Inestabilidad del talud en condiciones pseudoestáticas de la cantera 01, método de Janbu Simplificado

Fuente: elaboración propia

3.8. Recursos minerales y volumen del material a extraer

El Proyecto Minero no Metálico Consorcio Montealto S.A.C., constará de la extracción de roca caliza de un área ubicada en la Concesión minera “COLQUIRRUMI N°49-A-H”. El mineral se extraerá bajo el método de tajo abierto.

Para el cálculo del volumen total del material se utilizó el método de secciones transversales en el programa AUTOCAD CIVIL 3D y para el cálculo de reservas minerales se utilizó la metodología clásica: $T = A \times P \times Pe$.

Dónde:

T: Tonelaje proyectado. (m3)

A: Área de operaciones. (m2)

P: Profundidad aplicada de dicha sección. (m)

PE: Peso específico de Caliza (TM/m3)



Figura 17. Figura Secciones transversales de la cantera del Proyecto Consorcio Montealto S.A.C.

Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Volúmenes totales de la cantera 01 del Proyecto Consorcio Montealto S.A.C.
Fuente: elaboración propia

Tabla de volúmenes totales CANTERA_01				
P.K.	Área de desmorte	Área de terraplén	Vol. desmorte	Vol. desmorte acum.
0+05.00	410.51	0.00	0.00	0.00
0+10.00	564.53	0.00	2822.55	2822.55
0+15.00	524.66	0.00	2623.30	5445.85
0+20.00	461.93	0.00	2309.65	7755.50
0+25.00	401.95	0.00	2009.75	9765.25
0+30.00	345.32	0.00	1726.60	11491.85
0+35.00	291.79	0.00	1458.40	12950.25
0+40.00	241.68	0.00	1208.40	14158.65
0+45.00	127.12	0.00	635.60	14794.25
0+50.00	91.38	0.00	456.92	15251.17
0+55.00	56.20	0.14	281.01	15532.18
0+60.00	17.41	0.02	84.02	15616.20

Figura 19. Volúmenes totales de la cantera 01 del Proyecto Consorcio Montealto S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

El programa AutoCAD Civil 3D emite el resultado de 12 secciones para la cantera dando el resultado directo del área según la progresiva de la sección multiplicado por la separación entre secciones (5m), por lo tanto, el volumen final de material de la CANTERA 01 es de 15616.20 m³.

3.8.1 Calculo de Reservas Probadas

Mineral para el cual su tonelaje es calculado a partir de sus dimensiones reveladas en afloramientos, trincheras, trabajos y huecos de perforación diamantina y cuya ley es computada de los resultados de un muestreo detallado. Para este caso el área superficial de las dos canteras del proyecto Consorcio Monte alto S.A.C., se determinó en el programa ArcGIS.

Datos

- Área terreno superficial Cantera 01: 1827.81 m²
- Área terreno superficial Cantera 02: 1322.46 m²
- Potencial del mineral: 8 m
- Densidad de roca caliza: 2.7 TM/m³

Cálculos

- Área superficial de la cantera: 3150.27 m²
- Volumen de mineral del yacimiento: 3150.27 m²* 8 m
- Volumen de mineral del yacimiento: 25200 m³
- Peso en toneladas del yacimiento: 25200 m³ * 2.7 TM/m³
- Peso en toneladas del yacimiento: 68040 TM
- Material útil 90 %: 61236 TM

3.8.2 Reservas Probables

El tonelaje y la ley son calculados parcialmente de dimensiones específicas, muestras o información de producción y en parte de proyecciones para una distancia razonable sobre evidencia geológica. Para este caso se usará directamente los datos de volumen total, entregados por el programa AutoCAD CIVIL 3D y con una proyección a 14 metros de profundidad.

Datos

Volumen de las 2 canteras: 27980.70 m³

Densidad de roca caliza: 2.7 TM/m³

Cálculos

Volumen de mineral del yacimiento: 27980.70 m³

Peso en toneladas del yacimiento: 27980.70 m³ * 2.7 TM/m³

Reservas totales del yacimiento: 75547.89 TM

Material Útil 90%: 67992.30 TM

Reservas Probables: 67992.30 TM - 61236 TM = 6756.3TM

Tabla 8.

Detalle de reservas probadas, probables y totales del Proyecto Consorcio Monte alto S.A.C.

Reservas Probadas	Reservas Probables	Reservas Totales
61236 TM	6756.3TM	67992.3 TM

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9.

Programa de producción del Proyecto Consorcio Monte alto S.A.C.

Extracción de la Roca caliza			
Días laborables/Mes	Producción diaria	Producción mensual	Producción anula
22	40 TM	880 TM	10560 TM

Fuente: Elaboración Propia

3.9. Vida útil de la cantera

El tiempo de vida del proyecto, en la etapa de operaciones está determinada en función a las reservas de roca caliza, además de la producción estimada anual, como se demuestran en los siguientes cálculos:

La reserva total del Proyecto Minero no Metálico Consorcio Montealto S.A.C., asciende a 67992.3 TM de material y el consumo proyectado por día es: 40 TM/día. Mostrando el siguiente tiempo de vida a 22 días laborales por mes en 12 meses y con un porcentaje de material útil del 90%.

$$Vida\ útil = \frac{Reserva\ util}{Produccion\ anual}$$

$$Vida\ útil = \frac{67992.3\ TM}{10,560.00\ TM/año}$$

$$Vida\ útil = 6.348\ años = 6\ años\ y\ 5\ meses$$

3.9.1. Diseño de los límites de explotación

Como la explotación del Proyecto Minero no Metálico Consorcio Monte alto S.A.C., se realizará en una zona alejada donde no existen poblaciones, el límite de explotación, está determinado por el límite de las dos canteras, límites de explotación). ver Anexo 5.

3.9.2. Cálculos de diseño de perforación y voladura

Basándose en la estabilidad de taludes, clasificación geomecánica y las dimensiones de la cantera, el estudio presenta los resultados de los cálculos de diseño de perforación y voladura para una altura de banco y diámetro de broca como se indican a continuación:

Altura de banco: 2 m

Diámetro de taladro: 1

3.9.3. Cálculo de la altura crítica del banco

La altura crítica es función del diámetro del taladro: $(\varnothing). H_{Critica} = \varnothing (mm)15$

Para $\varnothing = 1.0'' = 25.4 \text{ mm}$

$H_{CRITICA} = 25.4 \text{ mm} / 15 = 1.69 \text{ m}$

$H_{CRITICA} = 1.69 \text{ m}$

3.9.4. Altura de banco

La altura del banco debe ser mayor que la altura crítica, para ello, a continuación, se realiza el cálculo de la altura crítica que está en función directa del diámetro del taladro.

$H_{Banco} \geq H_{Critica} \geq 1.69 \text{ m}$.

$H_{Banco} = 2 \text{ m} \geq 1.69 \text{ m}$

3.9.5. Selección del explosivo

La selección de explosivos se realizará a través del siguiente cuadro, teniendo en cuenta los datos de resistencia a la compresión simple de la roca Caliza y el espaciamiento promedio de las fracturas.



Figura 20. Interacción empírica entre el explosivo y las propiedades del macizo rocoso de la cantera del Proyecto Consorcio Monte alto S.A.C.

En el caso del Proyecto Consorcio Monte alto S.A.C., la resistencia a la compresión simple es 106 MPa y el espaciamiento promedio de las fracturas es de 0.2 a 0.6, de esta manera se puede seleccionar un ANFO aluminizado o un explosivo en base de Nitroglicerina, como la Dinamita.

3.9.6. Sobreperforación (SP)

La sobre perforación es igual a doce veces el diámetro del taladro

$$SP = 12 \varnothing$$

$$SP = 12 (25.4 \text{ mm}) = 304.8 \text{ mm}$$

$$SP = 0.30 \text{ m}$$

Longitud de taladro (LT)

La longitud de perforación es igual a la altura de banco más la sobre perforación.

$$LT = (H) + SP$$

$$LT = 2 + 0.3$$

$$LT = 2.3 \text{ m}$$

3.9.7 Cálculo de Taco (T)

Es la longitud del taladro que se coloca el material inerte (detritos o arcilla).

$$T = 30 \times \emptyset \text{ (Para cantera)}$$

$$T = 30 \times (25.4 \text{ mm}) = 762 \text{ mm}$$

$$T = 0.7 \text{ m}$$

3.9.7 Cálculo del Burden (B)

El burden es la distancia entre la fila de taladro y la cara libre.

Roca dura RMR de 53 a 56.

$$B = 36 \emptyset$$

$$B = 36 \times 25.4 = 914.4 \text{ mm}$$

$$B = 0.9 \text{ m}$$

3.9.8 Cálculo del espaciamiento (E)

Es la distancia entre los taladros de una fila

$$E = K_e \times B$$

$$K_e = 1$$

$$E = 1 \times B$$

$$E = 0.9 \text{ m}$$

3.9.9 Cálculo de Carga de Fondo (CF)

Es la columna de carga de explosivo iniciando del fondo del taladro para obtener una mejor distribución de carga explosiva.

$$CF = 1.3 B$$

$$CF = 1.3 \times 0.9 = 1.17$$

$$CF = 1.17 \text{ m}$$

3.9.10 Carga de Columna (CC)

Es la columna de carga de explosivo que va luego de la carga de fondo.

$$CC = LT - (CF + T)$$

$$CC = 2.3 \text{ m} - (1.17 + 0.70 \text{ m})$$

$$CC = 2.3 \text{ m} - 1.87 \text{ m}$$

$$CC = 0.43 \text{ m}$$

3.9.11 Cantidad de Explosivo por taladro (Q)

La cantidad de explosivo por taladro es la suma entre la carga de fondo y la carga de columna, el cálculo se realiza de la siguiente forma:

Cantidad de explosivo en el fondo del taladro (Qf)

$$Qf = \frac{de (3.15)\emptyset(CF)}{8}$$

Dónde:

de: densidad del explosivo

∅: diámetro del taladro

CF: longitud de carga de fondo

$$Qf = \frac{1.14 (3.15) \cdot 0.0254(1.17) * 1000}{8}$$

$$Qf = 0.03388Kg$$

Cantidad de explosivo en la columna del taladro (Qc)

$$Qc = \frac{de (3.15)\emptyset(cc)}{4}$$

Dónde:

de: densidad del explosivo.

Ø: diámetro del taladro

CC: longitud de carga de columna

Entonces:

$$Q_c = \frac{1.14 (3.15) * 0.254(0.43) * 1000}{4}$$

$$Q_c = 0.24Kg$$

Cantidad de explosivo total por taladro (Q)

$$Q = Q_f + Q_c$$

$$Q = 0.3388 + 0.249 = 0.587 \text{ Kg.}$$

$$Q = 0.587 \text{ Kg}$$

3.9.12 Parámetros de Perforación

Altura de banco = 2 m

Altura de Banco Parcial = 1.69 m

Diámetro de taladro = 25.4 mm = 1.0”

Sobre perforación = 0.30 m

Longitud de perforación = 2.3 m

Burden = 0.90 m

Espaciamiento = 0.90 m

Carga de fondo = 1.17 m

Carga de columna = 0.43 m

Explosivo carga de fondo = 0.3388 Kg

Explosivo carga columna = 0.249 Kg

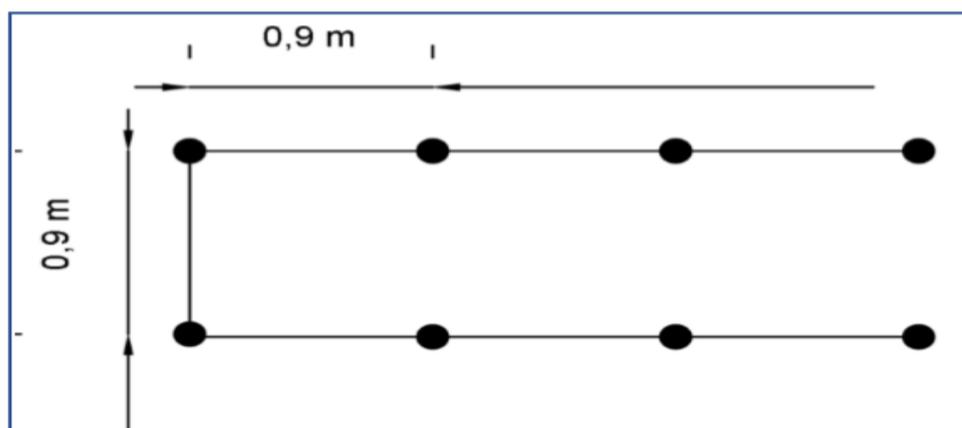


Figura 21. Trazado de la malla de perforación

Fuente: elaboración propia

3.9.13 volumen de taladro

$$V = B \times E \times H$$

$$V = 0.9\text{m} \times 0.9\text{m} \times 2\text{m}$$

$$V = 1.62 \text{ m}^3/\text{taladro}$$

3.9.13 Toneladas

$$T = V \times P_e$$

$$T = 1.62 \text{ m}^3 \times 2.7 \text{ Tn/m}^3$$

$$T = 4.37 \text{ Tn}$$

3.9.14 Parámetros de Voladura

Tonelaje programado por mes: 880TM

Tonelaje por día: 40 TM

Taladros por disparo: 04 taladros

Cartuchos por taladro: 03 cartuchos

Cartuchos por disparo: 12 cartuchos

Tonelaje por taladro: 4.37 TM

Profundidad por taladro: 2.3 metros

Fulminante N° 6 por taladro: 1 unidad

Peso de cartucho de dinamita: 0.0801 kg.

Mecha de seguridad por taladro: 2.43 metros

3.9.15 Cálculo de explosivos por día

Taladros por día: 04taladros

Cartuchos por día: 12 cartuchos

1 taladro se carga: 0.4141 Kg

Fulminantes por día: 04 fulminantes

Mecha lenta: 9.50 metros por día.

3.10 Reglamento interno de seguridad y salud ocupacional

Introducción

El Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo de Consorcio Monte alto S.A.C. (RISST) es expedido de conformidad con la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo; su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 005-2012-TR y el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería aprobado por Decreto Supremo N° 024-2016-EM. Este Reglamento forma parte del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo desarrollado por Consorcio Monte alto S.A.C., no solamente en cumplimiento de la referida normatividad sino porque el principal valor de nuestra organización es LA SEGURIDAD Y SALUD de todo el personal.

Consorcio Monte alto S.A.C., es consciente que la protección de la seguridad y salud de sus trabajadores es una de sus principales obligaciones a fin de alcanzar exitosamente los objetivos de su actividad económica. En tal sentido, Consorcio Monte alto S.A.C., recoge a través del presente documento las normas mínimas que, con carácter imperativo, deberán mantenerse y cumplirse en materia de seguridad y salud en el trabajo, haciendo que los distintos procesos, las instalaciones y toda actividad laboral desplegada en relación a nuestra actividad coadyuven a la creación de un entorno de trabajo seguro y saludable.

Consortio Monte alto S.A.C., considera que es su responsabilidad la prevención de accidentes y la seguridad de su personal y que esta responsabilidad debe ser compartida por cada trabajador mediante el estricto cumplimiento de las disposiciones y reglas que contiene el presente Reglamento.

Las disposiciones contenidas en el presente Reglamento han sido aprobadas por el Gerente General de Consortio Monte alto S.A.C., con el objeto de dotar al personal de la misma de los elementos necesarios para evitar accidentes y hacer el trabajo más seguro.

Objetivos

- Prevenir los riesgos laborales.
- Desarrollar un ambiente adecuado para los trabajadores, con las medidas de seguridad adecuada.
- Inducir a los trabajadores en prácticas de seguridad.
- Otorgar a los trabajadores todos los implementos adecuados para su seguridad (EPP).

Actividades

Como parte de las actividades del programa se pueden mencionar:

- La capacitación del personal en salud ocupacional (agentes físicos, químicos y biológicos), riesgos de salud ocupacional ergonómicos del centro de trabajo.
- Identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER).
- Señalización de áreas de trabajo y código de colores.
- Frecuencia de inspecciones y control.
- Preparación y respuesta ante emergencias.
- Llevar un control estricto de las emisiones que se podrían generar por efectos de la actividad minera, evitando de esta forma perjudicar la salud y el bienestar de los

trabajadores.

- Los trabajadores que estén en lugares de generación de ruido prolongado deberán usar tapones de oído
- Todo personal que realice trabajos con material extraño que pueda herir los ojos deberán usar lentes protectores adecuados a cada riesgo.
- Todo personal deberá contar con equipo de protección respiratorio con filtros especiales para las partículas sólidas, para protegerse de la generación de partículas en suspensión por tránsito de vehículos, operaciones de transporte y acarreo de mineral y desmonte.
- Todo personal deberá tener los implementos de protección necesarios para cada tipo de actividad a realizar, tales como: casco, zapatos de seguridad, lentes protectores, equipo de protección respiratorio con filtros especiales para las partículas sólidas y tapones de oído para la generación de ruido prolongado.
- Capacitación sobre normas de seguridad y salud ambiental.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Según el autor GROSCHÉ, Carlos, (2010). En su proyecto Mejora Del Camino Can Cabot De Munt indica: que el levantamiento topográfico exige una planificación previa de la metodología de trabajo a realizar, con el objetivo de optimizar recursos y obtener los mejores resultados para conseguir los objetivos expuestos, para la realización de los cálculos topográficos se ha utilizado el programa Excel de Microsoft Office. Este programa ofrece múltiples ventajas a la hora de crear hojas de cálculo en las cuáles podemos desarrollar múltiples operaciones matemáticas requeridas para llegar a la creación de un plano topográfico en coordenadas UTM. Por lo cual el levantamiento topográfico que se realizó para la investigación fue con la finalidad de dimensionar el área de estudio para ello se utilizó un GPS que nos permitió hallar los puntos (X, Y, Z), cuales vienen hacer el norte este y la altitud de cada coordenada. Según la tabla 2 indica las coordenadas de la concesión la cual delimita el área de estudio, siguiendo esas coordenadas se pudo hacer el levantamiento del área cual se va incrementar la producción, las coordenadas que se hallaron al hacer el levantamiento se llevaron al programa Excel para luego llevarlo al programa del AutoCAD y realizar el plano topográfico.

La Geología regional del área de estudio se realizó con la finalidad de poder identificar que depósitos existen, en la Figura 3 se aprecia la litología del proyecto que consta de calizas gris oscuras en bancos uniformes pertenecientes a la Formación Cajamarca. Los estratos de calizas varían de 50 cm. hasta 1 m. de espesor, La litología del área del proyecto consta de calizas gris oscuras en bancos uniformes pertenecientes a la Formación Cajamarca. Los estratos de calizas varían de 50 cm. hasta 1 m. de espesor.

El cálculo de reservas se realizó con la finalidad de encontrar las reservas probadas y probables según indica la tabla 8 lo cual nos indica que se tiene como vida útil de la cantera de 06 años y 5 meses teniendo una producción diaria de 40 TM, producción mensual de 880 TM y producción anual de 10560 TM.

Se propone el método de explotación es tajo abierto debido a que la capa de material estéril es delgada, y además porque el volumen de la roca es grande. Debido a estas características se optó por un método de extracción por banqueo descendente como se aprecia en las siguientes representaciones. La superficie del terreno es de pendiente promedio con los siguientes ángulos: Angulo global 27° , ángulo de banco 45° , ángulo final de talud 23° Además, se puede apreciar que la capa de material estéril (depósito cuaternario) es de 2 m. Según HERRERA HEBERT, Juan (2006) en su estudio: “MÉTODOS DE MINERÍA A CIELO ABIERTO “, indica que el método por descubiertas se aplica en yacimientos tumbados u horizontales, con unos recubrimientos de estéril, la maquinaria que se utiliza depende del volumen de reservas extraíbles, en las pequeñas minas se utiliza los equipos convencionales como son los tractores de orugas, las excavadoras hidráulicas, palas cargadoras, etc.

4.2 Conclusiones

La geología de la zona está constituida por material sedimentario perteneciente a la Formación Cajamarca, que está constituida de secuencias calcáreas del Cretáceo Superior, cuya potencia está determinada hasta los 400 metros; se destaca por su homogeneidad litológica y ocurrencia en bancos gruesos y duros por presentar una estratificación regular y uniforme de coloración grisácea. En cuanto a la geomecánica según el RMR es una roca de buena calidad.

Analizando los diversos factores hidrológico e hidrogeológico se concluye que por el área de estudio pasa la Quebrada Shiguas la cual parte sur de la concesión, con una dirección NW – SE, drenando sus aguas al río Arascorque además el área efectiva de explotación, presenta en toda su extensión parte de un acuífero tipo kárstico en rocas sedimentarias calcáreas de la formación Cajamarca.

Se realizó la clasificación del macizo rocoso obtenido como resultados un valor RMR de 52; para una nominación de un macizo rocoso de regular calidad - Clase III. Por ajuste de orientación de discontinuidades, GSI entre 55 y 60 dando una calidad regular, El SMR arrojó un valor de 61 determinando que el talud es bueno, Para el análisis de estabilidad de talud se realizó con software Bishop y Janbu, para hallar el factor de seguridad el cual tiene un valor de 6

El método de explotación es a cielo abierto mediante bancos ascendentes, la cara del banco es de 600, el ancho de vía 6 metros, la pendiente de vía debe tener 10%, 2 metro de ancho de banqueta y la altura del banco debe ser 2 metros. El factor de seguridad es mayor a 6 por lo cual se descarta fallas circulares.

REFERENCIAS

- Alcidez (2015), «*Realizar el plan de minado mediante la optimización del proceso productivo del proyecto minero el pedregal para el año 2012,*» Pedregal, 2015.
- Bautista, (2017) *Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la unidad operativa Pallancata – proyecto Pablo – compañía minera Ares s.a.c,* Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Castro, (2015) «*Propuesta de implementación de plan minado en la cantera de dolomita Jajahuasi 2001 de la comunidad campesina Llollapampa-Provincia de Jauja,*» Huancayo, 2015
- Camejo, C. (2013). *Modificación de Arcillas Comerciales y Naturales para el Diseño de Nuevos Sistemas Catalíticos.* Alcalá.
- Huayta, J. (2015) *Selección y análisis del método de explotación para el minado del manto Intermedio de la U.M. Pachapaqui – Cía. Minera ICM Pachapachi S.A.C.*”, Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga.
- Jorquera, M. (2015). *Método de Explotación Bench & Fill y su Aplicación en Minería Michilla. Santiago, Chile:* Universidad de Chile.
- Quispe, A. (2013) «*Plan de minado aplicado en la corporación Minera Ananea S. A.,*» Ingeniería Geológica y Minería, Lima, 2013.

Laura, R. (2014) *Selección del método de explotación para la optimización del minado en el Tajeo 493 en la cia minera caudalosa*. U.E.A huachocolpa uno, Universidad Nacional del Centro del Perú.

López, J. (2014). *Estudio de Materiales Compuestos Obtenidos a Partir de Lodos Celulósicos de la Industria Papelera, Cemento y Arcilla*. Lima.

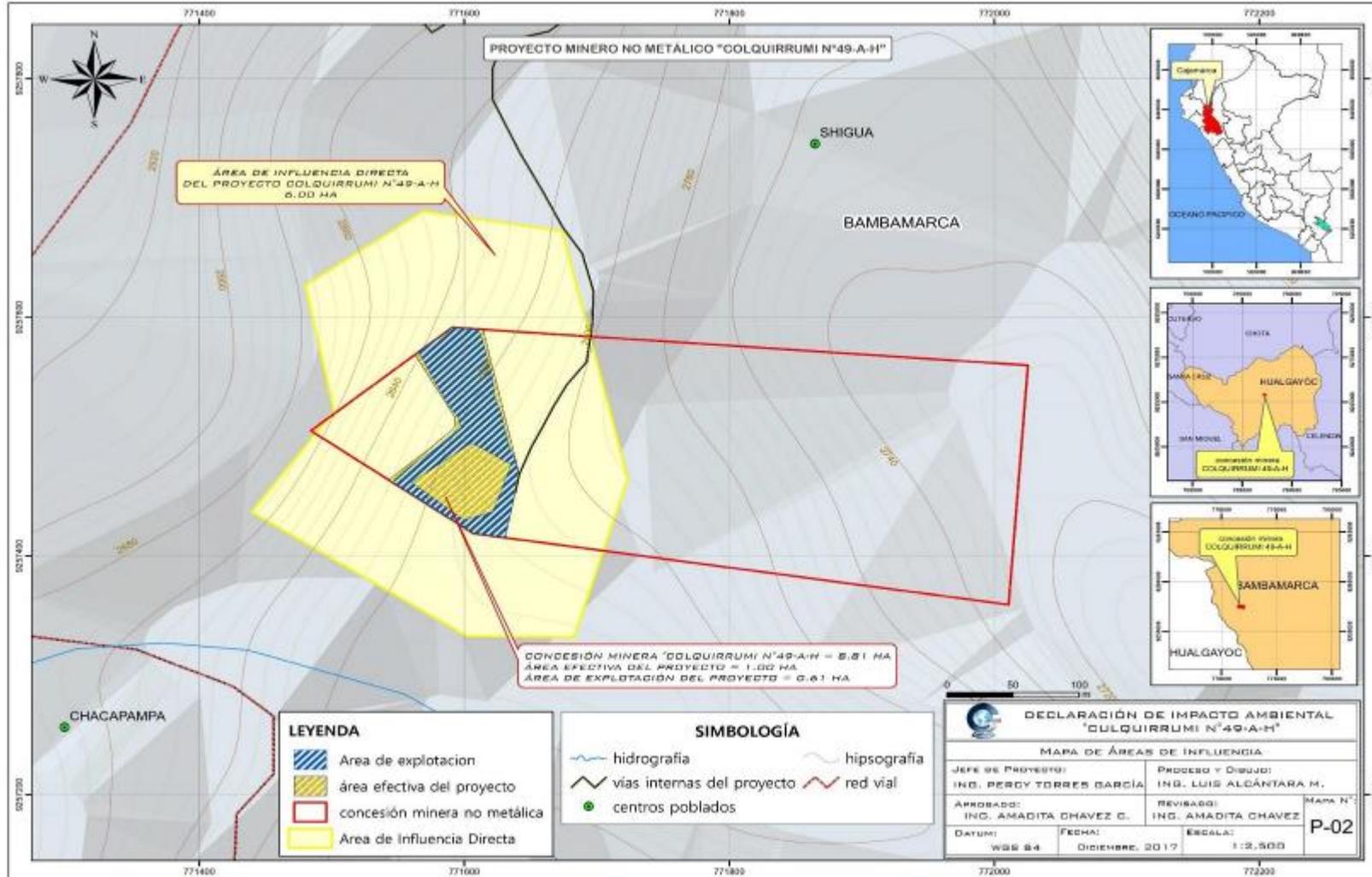
Rivera, F. (2015) *Método de Minado sublevel stoping en la corporación minera Castrovirreyna S. A., Lima*: Universidad Nacional de Ingeniería.

Rodríguez, E. (2014). *Evaluación del Comportamiento Geomecánico de Arcillas en el Sector de Campoalegre – Ciudad de Barranquilla*. Bogotá

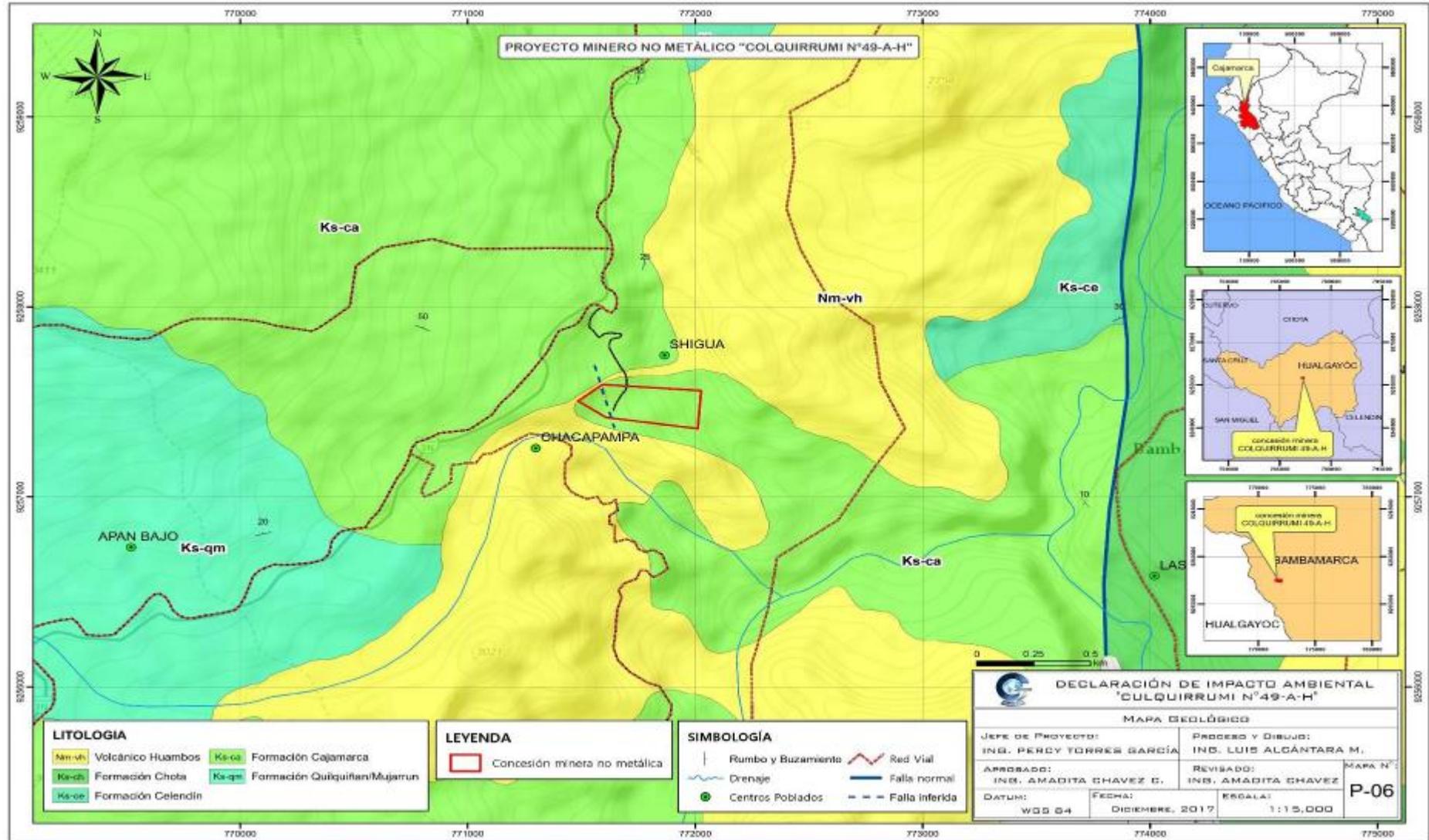
Sánchez, A. (2015). *Impactos causados por la Industria de Extracción de Arcilla del municipio de Puerto Salgar Cundinamarca*. Universidad de Cundinamarca, 245-287. Cundinamarca, Bogotá, Colombia: ASOPROD. Recuperado el 22 de abril de 2017.

ANEXOS

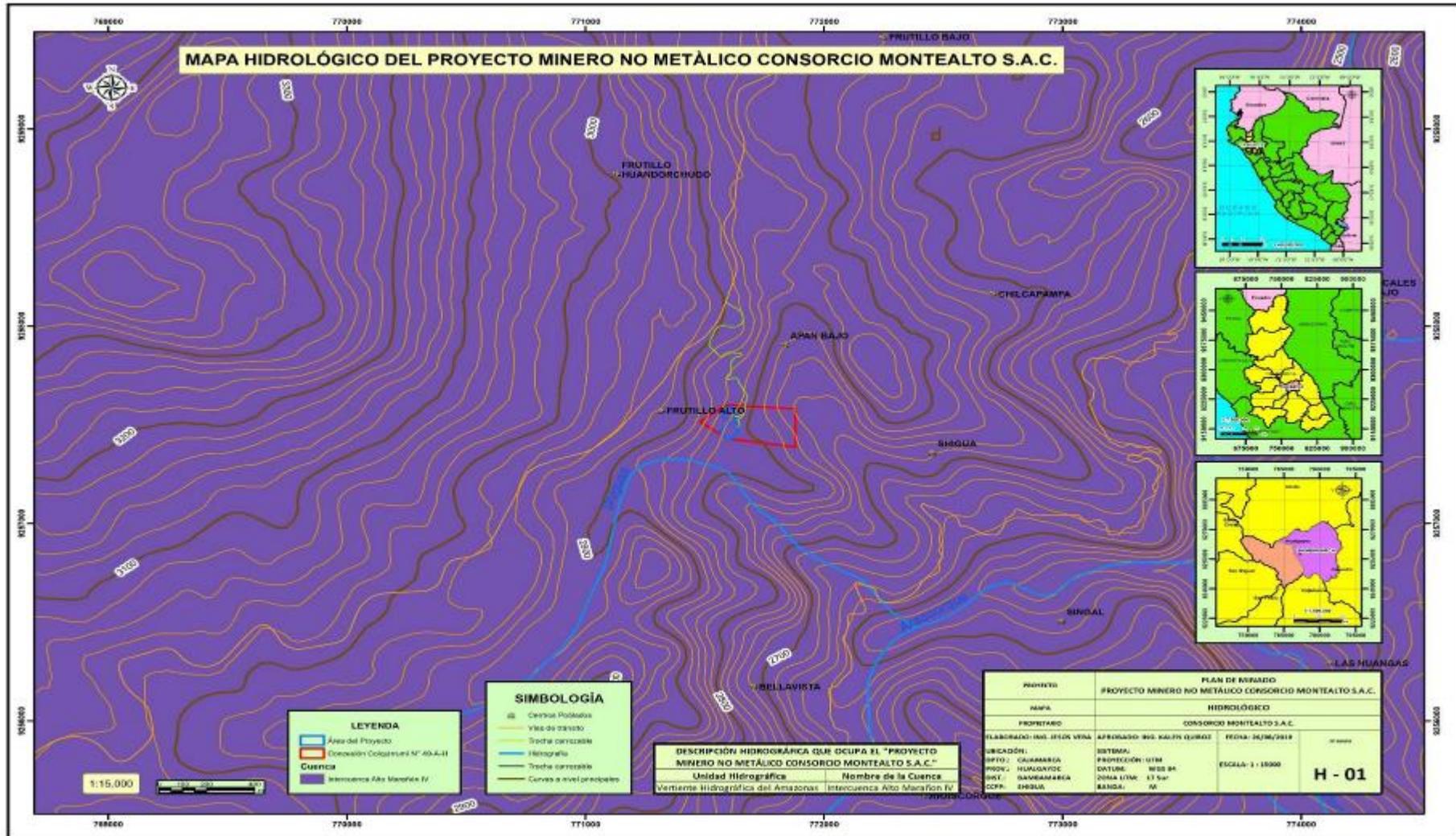
Anexo1: Áreas de influencia de la concesión minera



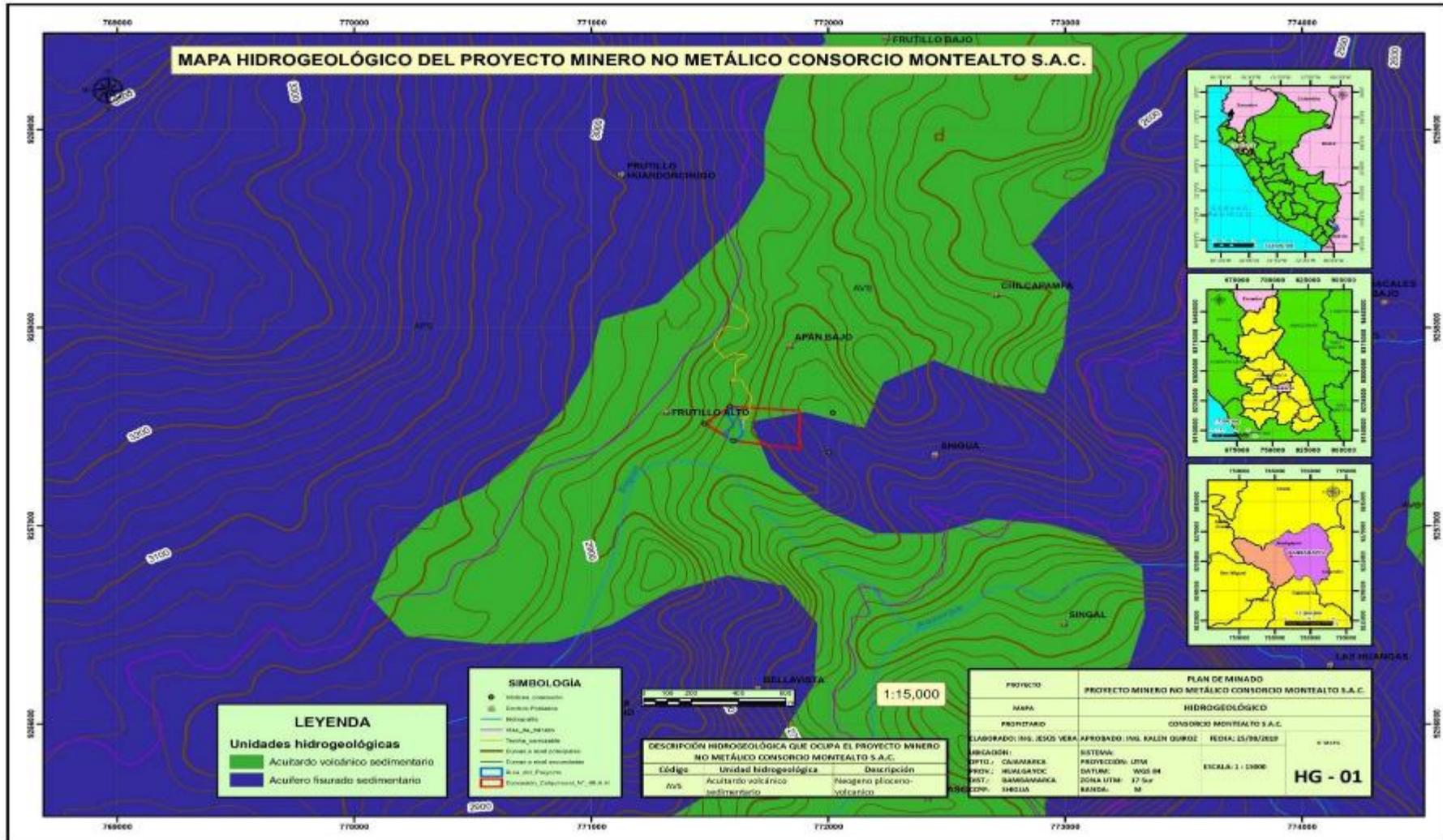
Anexo2: Mapa geológico de la concesión minera



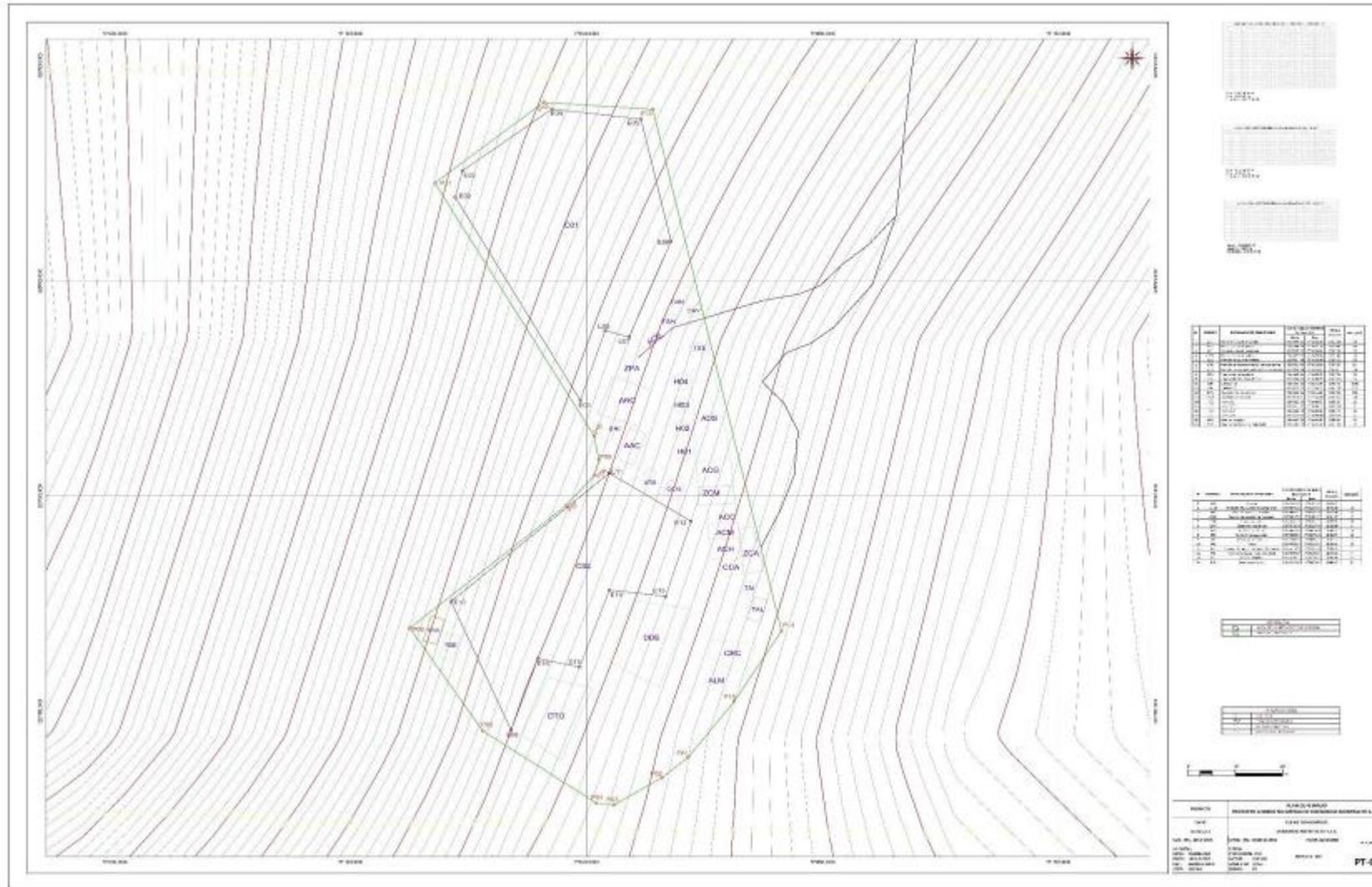
Anexo 3: Mapa Hidrológico



Anexo 4: Mapa Hidrogeológico



Anexo 5: Plano topográfico de la concesión minera



Anexo 6: Galería fotográfica



