



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE ANCASH
“SANTIAGO ANTÚNEZ
DE MAYOLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
GEOLOGÍA Y METALURGÍA**

TESIS

**DISEÑO Y PLANEAMIENTO DE MINADO PARA LA
AMPLIACIÓN DEL LOM DEL TAJO NORTE – ALPAMARCA –
VOLCAN S.A.A – 2019.**

**Para optar el título profesional de:
INGENIERO DE MINAS**

Presentado por:

Bach. REYES ESPIRITU, Marcos Angello

Asesor:

Ing. QUIÑONES POMA, Juan Roger

**HUARAZ – PERÚ
2019**

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: _____

Código de alumno: _____ Teléfono: _____

Correo electrónico: _____ DNI o Extranjería: _____

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

Tesis

Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico

Trabajo de Investigación

Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

3. Título Profesional o Grado obtenido:

4. Título del trabajo de investigación:

5. Facultad de: _____

6. Escuela, Carrera o Programa: _____

7. Asesor:

Apellidos y nombres _____ Correo electrónico: _____

Teléfono: _____ N° de DNI o Extranjería: _____ ORCID: _____

8. Tipo de acceso al Documento

Acceso público* al contenido completo.

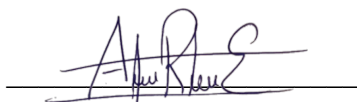
Acceso restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

10. Originalidad del archivo digital

Por el presente deajo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

11. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

12. Para ser llenado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de recepción del documento por el Repositorio Institucional:

Firma:



Varela Wilson Eduardo
CORRESPONSABLE
- UNASAM -

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

A mis abuelos, tío y a mi familia por el apoyo incondicional, que me brindaron durante mi formación profesional como Ingeniero de Minas.

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar primeramente mis más profundos agradecimientos a:

A Dios nuestro señor, por ser mi guía y compañía en cada momento a lo largo de mi carrera, y mi formación profesional.

A mis Abuelos, Tío quienes fueron el pilar en toda mi formación por apoyarme y darme ánimo cuando las fuerzas desfallecen.

A la “**Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo**” mi alma Mater que me ha acogido durante los años de mi formación académica profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas por las enseñanzas impartidas en mi formación académica, a mi asesor el ingeniero Juan Roger Quiñones Poma quien guió el desarrollo del presente trabajo.

Y por último a la compañía Minera Volcan S.A.A – Unidad Alpamarca por la confianza depositada en mi persona para desempeñarme ampliando mis conocimientos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “**DISEÑO Y PLANEAMIENTO DE MINADO PARA LA AMPLIACIÓN DEL LOM DEL TAJO NORTE ALPAMARCA VOLCAN S.A.A - 2019**”, nace de la necesidad de incrementar las reservas el cual influye en el incremento de la vida de la mina para continuar con las operaciones y empatar los proyectos nuevos como son Romina 2 y Carhuacaýan.

Aprovechando la información geológica de las perforaciones diamantinas en la Zona Nito se actualizó el modelo y se evaluó la posibilidad de generar un pushbak en las paredes de la Zona en mención bajo un diseño óptimo y un plan de minado.

PALABRAS CLAVE: Planeamiento de minado, Modelo de Bloques, optimización, Pushback y Diseño.

ABSTRACT

The present research work entitled "MINE DESIGN AND PLANNING FOR THE EXPANSION OF LOM DEL TAJO NORTE ALPAMARCA VOLCAN SAA - 2019", arises from the need to increase reserves which influences the increase in the life of the mine to continue with operations and tie new projects such as Romina 2 and Carhuacaýan.

Taking advantage of the geological information of the diamond drilling in the Nito Zone, the model was updated and the possibility of generating a pushback in the walls of the mentioned Zone was evaluated under an optimal design and a mining plan.

KEY WORDS: Mine planning, Block Model, optimization, Pushback and Design.

INTRODUCCIÓN

En la Unidad Operativa Alpamarca de la Compañía Minera Chungar actualmente se viene produciendo un promedio de 2,625 TMS/día que incluye la Zona Anita Janita, Zona Don Pablo del Tajo Norte Alpamarca siendo uno de los problemas suscitados en los últimos meses y años el agotamiento de Reservas.

No obstante, la empresa con el fin de incrementar las reservas, la productividad y la parte operativa de producción mina, se tiene este nuevo diseño y planeamiento de la Zona Nito como nueva alternativa con el propósito de ampliar la vida de la mina.

Para llevar a cabo este proyecto, se tomará en cuenta diversos factores como la geología del yacimiento, su geomecánica, así como un estudio económico para dilucidar créditos financieros a lo largo de la explotación. En el Capítulo I, se presenta las generalidades que comprenden principalmente la ubicación y acceso de la zona de estudio, y los aspectos geológicos.

En el Capítulo II, se presenta el fundamento teórico en el cual se ha basado el presente trabajo de investigación, así como también la definición de términos para un mejor entendimiento del mismo.

En el Capítulo III, se presentan el planteamiento del problema, los objetivos, justificación, limitaciones, alcances, hipótesis, delimitación de la población y selección de la muestra, y el tratamiento de los datos.

En el Capítulo IV, se presentan los resultados del trabajo de investigación, así como también las respectivas pruebas realizadas a las hipótesis planteadas en el presente trabajo de investigación.

INDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
PALABRAS CLAVE	III
ABSTRACT	IV
INTRODUCCIÓN	V
INDICE.....	VII

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Entorno físico.....	10
1.1.1. Ubicación y Acceso.....	10
1.1.2. Fisiografía.....	11
1.1.3. Recursos Naturales.....	11
1.1.4. Clima.....	11
1.2. Entorno Geológico.....	12
1.2.1. Geología Regional	12
1.2.2. Geología Local.....	17
1.2.3. Geología Estructural.....	20
1.2.4. Geología Económica.....	22

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Marco Teórico.....	25
2.1.1 Antecedentes de la Investigación.....	25
2.1.2 Definición de Términos.....	27
2.2. Fundamentación Teórica.....	28
2.2.1 Planificación Minera.....	28

2.2.2	Reservas de Mineral.....	28
2.2.3	Horizontes de Planificación.....	28
2.2.3.1	Planificación de Largo Plazo.....	28
2.2.3.2	Planificación de mediano Plazo.....	29
2.2.3.3	Planificación corto plazo.....	29
2.2.3.4	Selección del Pit Final.....	30
2.2.3.5	Estrategia de ley de corte.....	31
2.2.3.6	Evaluación Económica y selección del Pit.....	33
2.2.3.7	Selección de Fases.....	34
2.2.3.8	Diseño Minero.....	35
2.2.3.9	Plan de Producción.....	36
2.2.3.10	Componentes Geométrico.....	37
2.2.3.11	Dimensionamiento de flota de equipos.....	40
2.2.3.12	El flujo de caja.....	40
2.2.3.13	Valor presente neto.....	40

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1.	El problema.....	42
3.1.1	Descripción de la realidad problemática.....	42
3.1.2	Formulación interrogativa del problema.....	43
3.1.2.1	Problema General.....	43
3.1.2.2	Problema específico.....	43
3.1.3	Objetivos de la Investigación.....	43
3.1.3.1	Objetivo General.....	43
3.1.3.2	Objetivos específicos.....	43
3.1.4	Justificación.....	43
3.1.5	Limitaciones.....	43
3.1.6	Alcances.....	44
3.2.	Hipótesis.....	44
3.2.1	Hipótesis General.....	44
3.3.	Variables.....	44
3.3.1	Variable Independiente.....	44
3.3.2	Variable Dependiente.....	44
3.4.	Diseño de la Investigación.....	45
3.4.1	Tipo de investigación.....	45
3.4.2	Nivel de investigación.....	45
3.4.3	Diseño de la investigación.....	45
3.4.4	Método.....	45
3.4.5	Población y muestra.....	45
3.4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	45
3.4.7	Tratamiento de datos.....	46

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1	Análisis e interpretación de la información.....	47
4.1.1	Optimización.....	47
4.1.2	Inputs de optimización.....	48
4.1.2.1	Parámetros Modificadores.....	48
4.1.2.2	Precio de los metales.....	48
4.1.2.3	Costos.....	49
4.1.2.4	Recuperaciones.....	49
4.1.2.5	Términos Comerciales.....	49
4.1.3	Evaluación Económica del cono óptimo por L-G.....	50
4.1.4	Diseño Operativo del tajo.....	51
4.1.4.1	Criterios de diseño.....	51
4.1.4.2	Parámetros de diseño.....	51
4.1.4.3	Diseño Final.....	53
4.1.5	Reservas de mineral.....	55
4.1.6	Cálculo de la vida útil de la mina.....	55
4.1.7	Plan de Minado.....	56
4.1.8	Infraestructura.....	56
4.1.9	Operaciones Unitarias.....	61
4.1.10	Costo de Inversión CAPEX.....	61
4.1.11	Rentabilidad del Proyecto.....	61
4.1.12	Estudio Geomecánico.....	62
4.1.13	Recomendaciones para el control de la estabilidad de taludes.....	63
4.1.14	Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.....	65
4.2	Discusión de Resultados.....	68
	CONCLUSIONES.....	69
	RECOMENDACIONES.....	70
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
	ANEXOS.....	72

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 ENTORNO FISICO

1.1.1. Ubicación y Acceso

La Mina Alpamarca se encuentra ubicada al Este de la Cordillera Occidental, en la meseta de Junín – Pasco, en el centro del Perú, políticamente pertenece al Distrito de Santa Bárbara de Carhuacayan, Provincia de Yauli, Departamento de Junín, sin embargo los terrenos superficiales pertenecen a la Comunidad de San José de Baños, Distrito de Atavillos Alto, Provincia de Huaral, Departamento de Lima; con coordenadas centrales UTM: 8 759,700 Norte y 341,900 Este a una altitud media de 4,700 m.s.n.m **(Ver anexo 10)**.

El acceso a la zona de la mina desde la ciudad de Lima se realiza por vía terrestre a través de la Carretera Central que une Lima – La Oroya– Cerro de Pasco de 300 km, cuya carretera está asfaltada. En el km 289 hay un desvío a partir del cual mediante un recorrido de 76 km se llega a Alpamarca, pasando por Huayllay y el poblado de Chuquiquirpay. Hasta

Huayllay la carretera está asfaltada y luego la carretera solo está afirmada.

La otra vía de acceso y que es transitada con mayor frecuencia por la empresa, es la ruta de Lima, Canta y Alpamarca de 172 Km (**Ver cuadro 01**).

Cuadro 1: Recorrido Lima – Alpamarca.

Ruta	Tipo de vía	Km.	Tiempo promedio (Hrs.)
Lima – Canta	Asfaltada	110	3
Canta - Alpamarca	Afirmada	62	2
TOTAL		172	5

Fuente: Elaboración propia.

1.1.2. Fisiografía

Su territorio está marcado por la presencia de los dos flancos de la cadena de los Andes, la Cordillera Occidental y la Oriental. La capital del departamento, Cerro de Pasco, se ubica en la Meseta de Bombón, una extensa planicie que se prolonga hasta el departamento de Junín.

1.1.3. Recursos Naturales

Por estar ubicado por encima de los 4000 metros de altitud y por las inclemencias del clima, la vegetación que se desarrolla en abundancia es el Ichu que alcanzan hasta un metro de altura.

Sobresale el potencial minero, así como la crianza de ganado ovino, auquénido y vacuno.

1.1.4. Clima

Las características climáticas se resumen en dos estaciones bien marcadas: una de sequía que comprende entre los meses de mayo a septiembre acentuándose las temporadas de frío en los meses de junio a agosto presentándose temperaturas de 5° C a 15° C en el día con descensos bruscos hasta – 10° C en las noches y un período

de lluvias desde octubre hasta abril acentuándose en los meses de enero a marzo.

1.2 ENTORNO GEOLÓGICO

1.2.1 Geología Regional

La unidad estratigráfica más antigua que se puede apreciar es la Formación Jumasha de edad Cretáceo Superior, la cual aflora ampliamente en la zona de la Cordillera de Puagjanca. Está compuesta de calizas de color gris algo micrítica a calcarenita con niveles aislados de margas y lutitas. La Formación Jumasha sobreyace en concordancia a la Formación Pariatambo y subyace a la Formación Celendín, esta última es de edad Cretáceo Superior y está conformada por una secuencia lutácea y calcárea, que se expone ampliamente en la cordillera de Puagjanca.

La Formación Casapalca denominada Capas Rojas de edad Cretáceo Superior, sobreyace en discordancia a la Formación Celendín y está caracterizada por presentar una secuencia de limoarenitas y margas de color rojizas y en menor proporción secuencias de calcarenitas y calizas. Encima de la Formación Casapalca aflora en discordancia la Formación Yantac de edad Terciario Inferior, caracterizada por presentar una secuencia volcánico-sedimentaria lacustrina, compuesta por calizas y calcarenitas que se intercalan con niveles de tobas volcánicas andesíticas a dacíticas.

Cubriendo parcialmente a las unidades estratigráficas antes mencionadas, se encuentran los complejos volcánicos dómicos piroclásticos y lávicos del Grupo Calipuy, que aparecieron como consecuencia de eventos magmáticos que comenzaron en el Eoceno. Cubriendo parcialmente el área de estudio se encuentran depósitos cuaternarios (coluviales, fluvioglaciales y eluviales).

Según la apreciación de campo, la columna estratigráfica regional (ver Imagen 02) y la columna estratigráfica generalizada del Perú Central de la zona de cordilleras, se determina que la estratigrafía del área de estudio es la siguiente:

Cretáceo:

- **Formación Pariatambo (Ki-p)**

Conformado por calizas con capas de carbón bituminoso (asfaltitas). Esta formación sobreyace a la Formación Chulec.

- **Formación Jumasha (Ks-j)**

Conformado por calizas grises, aflorando ampliamente en las Cordilleras de Puagjanca y La Viuda, se caracteriza por estar muy plegada presentando anticlinales y sinclinales. Esta formación sobreyace a la Formación Pariatambo.

- **Formación Celendín (Ks-c)**

Consiste en calizas grises y margas pardas a amarillentas, se puede apreciar en el pie de la ladera Este de la Cordillera Puagjanca más no en el área de estudio. Esta formación sobreyace estratigráficamente a la Formación Jumasha.

Cretáceo – Terciario Inferior:

- **Formación Casapalca (Kp-ca)**

Denominada también “Capas Rojas”, está conformado por pelitas, margas, calizas, areniscas, conglomerados y chert. Aflora ampliamente en el área de la U.E.A. Alpamarca con una orientación general de NW-SE con un

ancho del orden de los 2.5 km, formando estructuras anticlinales y sinclinales con ejes de orientación andina.

Por lo general estas Capas Rojas consisten en sedimentos, cosa que no sucede cerca de la laguna Naticocha, donde se presenta asociada a una andesita porfirítica a manera de sills o derrames (Harrison, J., 1956).

Terciario:

- **Formación Calipuy (P-vca)**

Consiste en lavas, flujos piroclásticos, stocks andesíticos, dacíticos y domos riolíticos.

Descansa en discordancia sobre la Formación Casapalca y fue depositada después del periodo de plegamiento, erosión y levantamiento que afectaron a la Formación Casapalca.

Aflora ampliamente en el área de Río Pallanga más no en Alpamarca.

- **Formación Yantac (P-y)**

Es una formación volcano-sedimentaria que consiste en calizas, areniscas calcáreas, margas que se intercalan con niveles de tobas volcánicas andesíticas y dacíticas. Sobreyace en discordancia a la Formación Casapalca.

Cuaternario:

Está representado por materiales inconsolidados de cobertura, distribuidos irregularmente en el área de estudio y comprende los depósitos coluviales, fluvio glaciares, eluviales, bofedales, etc.

Rocas intrusivas:

Las rocas intrusivas que afloran en el área de estudio comprenden grupos de intrusivos menores a manera de diques, sills y apófisis de característica hipabisal relacionados a yacimientos hidrotermales.

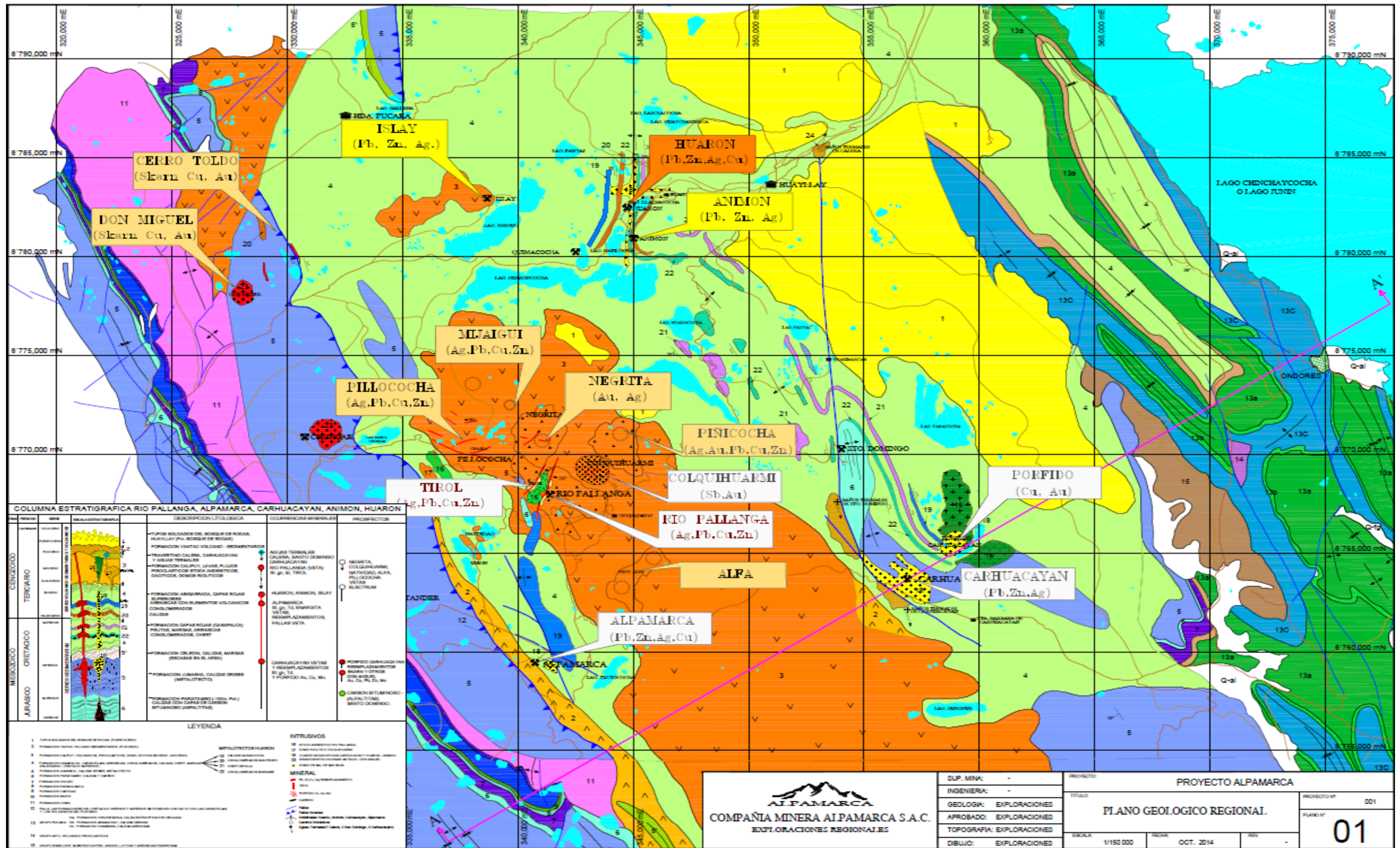


Imagen 01: Geología Regional

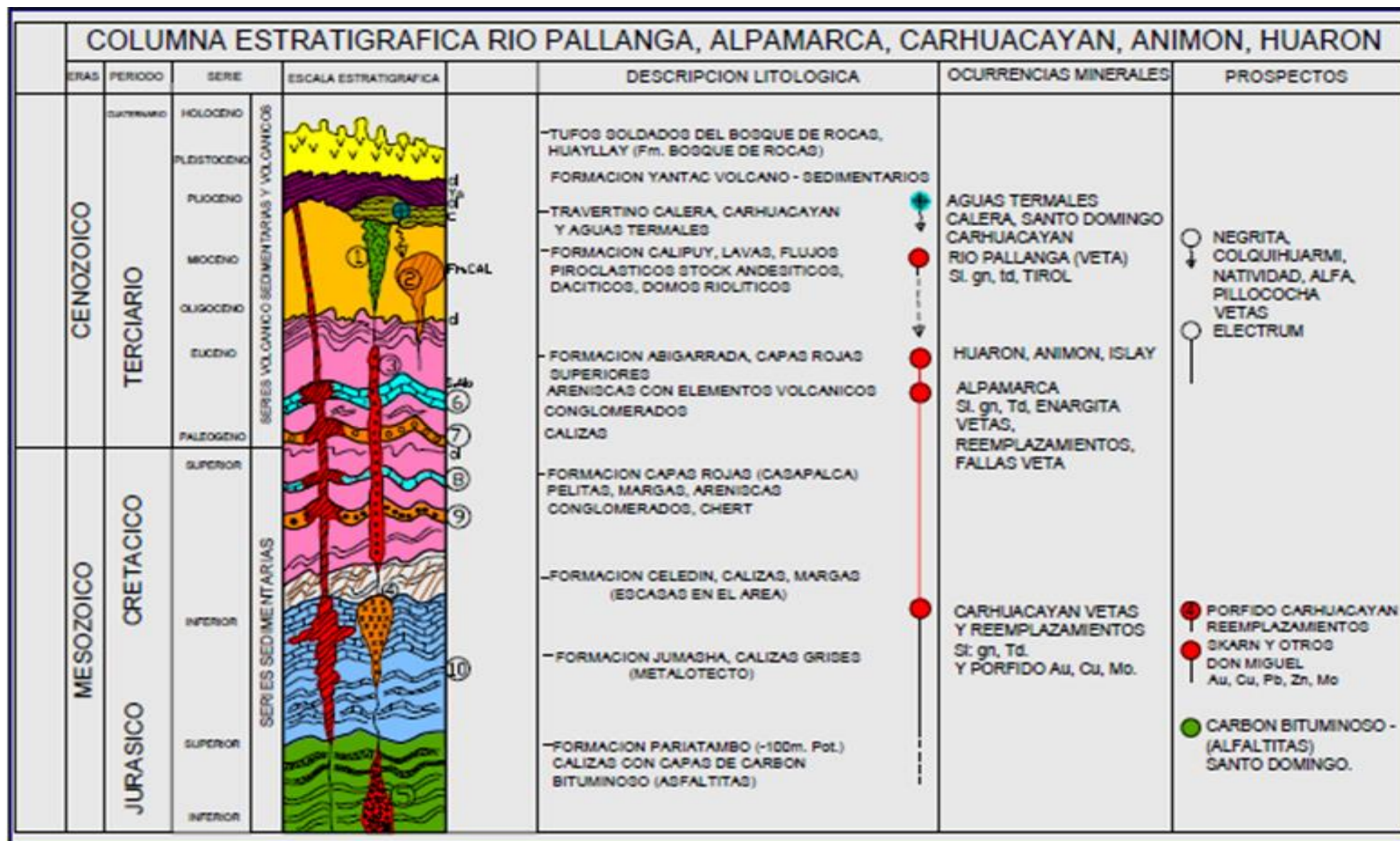


Imagen 02: Columna estratigráfica del distrito minero Carhuacayán

1.2.2 Geología Local

En el área de Alpamarca afloran secuencias pelíticas – clásticas y calcáreas de la Formación Casapalca de edad Cretácea Superior llamadas regionalmente Capas Rojas. Presentan un replegamiento alineado de NW a SE, coincidentes con el rumbo andino, con buzamientos de 60° a 85° tanto al NE y al SW. La litología lo conforman limolitas, limoarenitas, margas, calcarenitas y calizas.

En el Cerro Alpamarca afloran los niveles superiores de la Formación Casapalca, caracterizado por la presencia de secuencias plegadas de volcánicos piroclásticos que se alternan con niveles calcáreos (formando sinclinales y anticlinales). En el sector Oeste y Este, la Formación Yantac suprayace en discordancia a la Formación Casapalca, presentando una secuencia volcánico-sedimentaria de edad Terciario Inferior, la cual presenta capas con buzamientos de bajo ángulo a subhorizontales.

En el Tajo Alpamarca, en el cual está presente la Formación Casapalca, se aprecia hacia el sector Sur del Tajo Alpamarca (Tajo Don Pablo) el afloramiento de estratos de caliza en la parte central longitudinal, flanqueada por estratos de margas de color gris y rojizo con intercalaciones aleatorias de caliza gris a negra. De manera semejante, en la parte Norte del Tajo Alpamarca (Tajo Norte o Juanita) y en la parte intermedia del Tajo Alpamarca (Tajo Central o Fortuna y parte de Anita) se observa la presencia de un paquete intrusivo andesítico longitudinal, colindando en algunos tramos por el lado Este con estratos de caliza y por el lado Oeste con estratos de margas. En el área del Tajo Nito se aprecia estratos de caliza intercaladas con margas grises y en la parte SW paquetes de margas epidotizadas.

La mineralización está dada por la presencia de galena, esfalerita, pirita, calcopirita, sulfosales de Ag, calcita, $OxFe$, $OxMn$, cuarzo y $OxCu$. Los óxidos nombrados generalmente están presentes en las partes altas de las vetas. El modo de presentación de los minerales es en forma de estructuras tipo vetas, vetillas, venillas, disseminados y en núcleos aislados. La mineralización es de edad Mioceno y está relacionada a intrusiones subvolcánicas de mediana profundidad y en general al volcanismo Calipuy que aún se observa en las partes altas de la meseta de Junín, como flujos de piroclásticos, lavas y domos andesíticos y dacíticos.

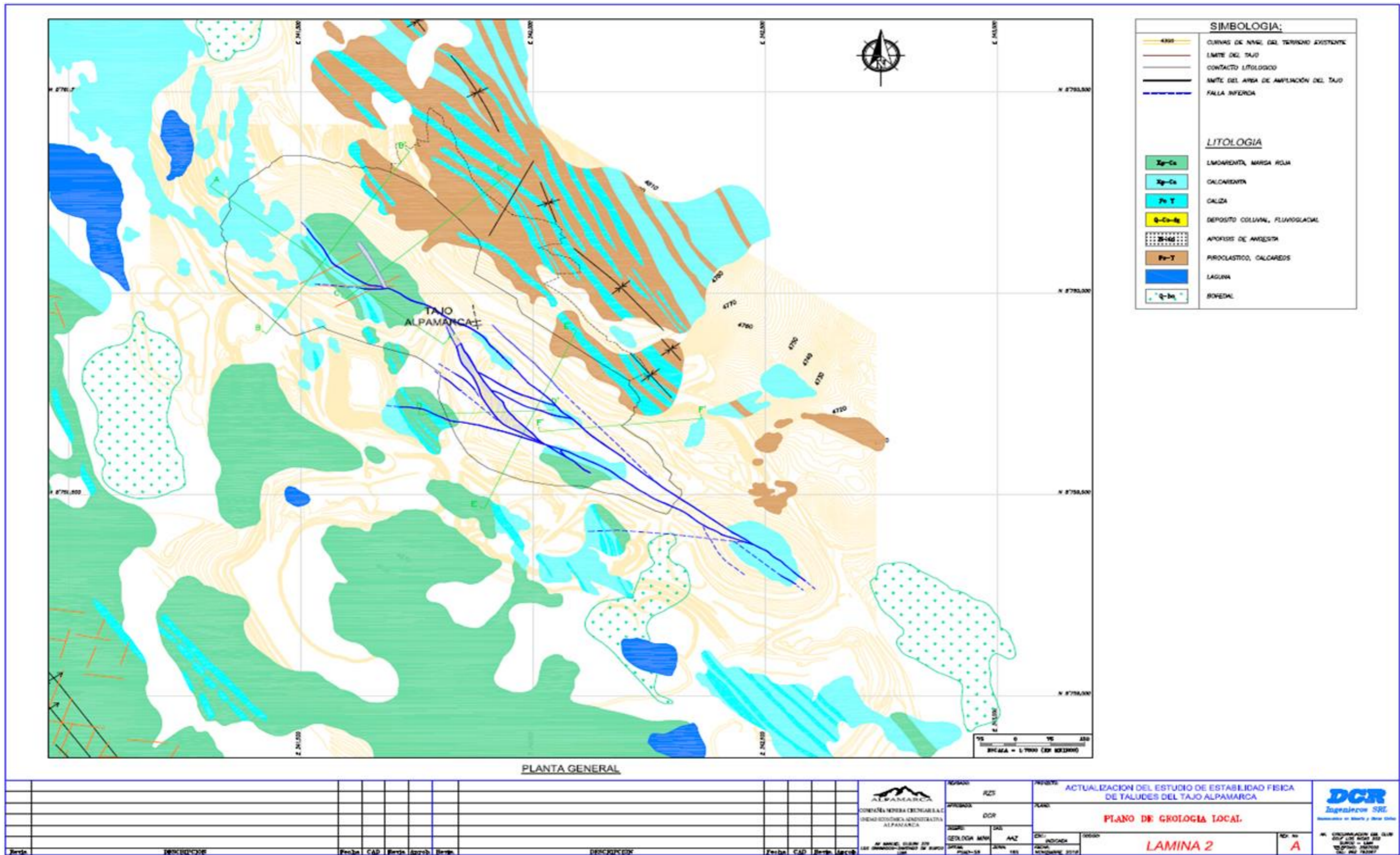


Imagen 03: Geología Local

1.2.3 Geología Estructural

Las capas sedimentarias tienen un rumbo NW-SE con buzamientos de 60° a 85° al NE y SW formando un anticlinal erosionado. Hacia el lado del Tajo Juanita el anticlinal tiene un eje con orientación que varía de N0°-10°W y hacia el lado del Tajo Sur o Don Pablo un eje con orientación que varía de N20°-50°W.

En el área del Tajo Norte o Juanita se aprecia una gran perturbación estructural de los estratos, debido al tectonismo, presentándose como paquetes de estratos dislocados con rumbos y buzamientos variables que van de N80°W - 70°-75°SW, N20°W - 70°NE y N0°- 20°W - 70°W-SW, por lo general asociados a la presencia de fallas; varias de estas fallas no se han podido determinar con exactitud debido a que están cubiertas por material no consolidado producto de derrumbes o deslizamientos. En el Tajo Nito la orientación de los estratos es de N10°E - 45°NW y N0°-30°W - 80°NE.

Las estructuras principales lo conforman: el sistema de Veta-Falla Alpamarca, Veta Bondadosa y Milagros de rumbo N35° W y buzamiento 60°-85° NE, y las vetas tensionales Fortuna, Nueva Fortuna, Nueva Fortuna 1 y la Tapada de Alpamarca de rumbo N80° W y buzamiento 58°-75° NE.

En la Falla Principal (Alpamarca) también se han instalado intrusivos, sea como diques o apófisis de andesita y dacitas porfiríticas. Los intrusivos son previos a la mineralización y posiblemente en dos etapas.

En general, Alpamarca muestra una gran actividad tectónica que ha perturbado varias áreas, pudiéndose apreciar que el arreglo estructural del área de estudio lo determinan las siguientes estructuras:

Falla Alpamarca. - Es una falla longitudinal de escala kilométrica, de rumbo preferencial N35°W y buzamiento 65°-80°NE. Con esta falla están involucradas las labores mineras a cielo abierto y subterráneo en una longitud de 1,350 m, comprendida entre el Tajo Nito y el Tajo Don Pablo.

Falla Fortuna. - Es una estructura tensional a la Falla Alpamarca, de 450 m de longitud, rumbo N80°W y buzamiento 68°-75°NE, que se intercepta con la Falla Alpamarca, generándose en la zona de intersección una zona de cizallamiento (shear zone) que es materia de investigación.

Estructura La Tapada. - Tiene rumbo N80°W y buzamiento 75°NE, con un afloramiento discontinuo de 1,500 m de estructuras bandeadas.

Estructura Falla1.- Es una falla con rumbo N40°W y buzamiento sub vertical, con venillas de calcita, microplegues clastos de calcita en una matriz de panizo; la mineralización es en forma de lentes.

Estructura Ramal 1.- Es una estructura con rumbo N55°W y buzamiento sub vertical.

Estructura Falla Exito. - Es una falla tensional a la Falla Alpamarca, de 200 m de longitud, rumbo N81°W y buzamiento 76°-78°NE, que se intercepta con la Falla Alpamarca, generándose en la zona de intersección una zona de cizallamiento (shear zone) que es materia de investigación.

Estructura Intermedia. - Es una estructura tensional a la Falla Alpamarca, de 150 m de longitud, rumbo N85°W y buzamiento 65°-68°NE, que se intercepta con la Falla

Alpamarca, generándose en la zona de intersección una zona de cizallamiento (shear zone) que es materia de investigación.

Estructuras Menores. - Se han reconocido 12 estructuras menores, de las cuales 8 estructuras se localizan en el extremo NW del Tajo Nito en la zona llamada San Miguel, donde se observan labores subterráneas antiguas, una estructura al NE (Veta Bondadosa: N35°W - 80° NE), una estructura lenticular hacia el NW (Veta Milagros: N35°W - 68° NE), y la Estructura Nueva Fortuna 1 (ramales lenticulares con rumbo 63°W y buzamiento 45°- 65°NE).

1.2.4 Geología Económica

Alpamarca es un yacimiento mesotermal, el control litológico son las margas, calcarenitas y calizas que en superficie presentan una alteración hidrotermal bien marcada como la epidotización, silicificación restringida a las vetillas de sulfuros, débil argilización y piritización (a nivel de planos de fractura generalmente).

La falla regional Alpamarca, es una gran falla andina de rumbo 35°NW, con relleno de mineral de Pb, Zn, Ag con muy poco Cu, cuyos minerales son galena, esfalerita, plata en cobres grises, tenantita – tetraedrita, óxidos de hierro y muy escasa calcopirita. Los minerales de ganga son calcita, cuarzo y pirita.

La parte mineralizada conocida es de 1,300 m aproximadamente. La falla continua tanto hacia el NW como al SE, pero sin mineralización. Es una falla con numerosos ramales que se desprenden de ella hacia la caja piso (al SW), la intersección de estas fallas menores con la principal ha causado zonas de fracturas y mineralización.

En superficie se observa la presencia de minerales oxidados y sulfatos que deben controlarse en la explotación para

obtener buenos resultados económicos. Los afloramientos se ubican a altitudes entre los 4,730 msnm y 4,690 msnm y los trabajos antiguos con minería subterránea han llegado a los 4,480 msnm.

Estructuras mineralizadas:

- **Falla Alpamarca.** - Compreendida entre el Tajo Nito y el Tajo Don Pablo y una profundidad estimada de 250 m, donde a lo mejor se ha trabajado solamente la mineralización pegada a la Falla Alpamarca, en un ancho de minado estimado de 1.60 m.
- **Falla Fortuna.** - La estructura Fortuna ha sido mineralizada y trabajada.
- **Estructura Nueva Fortuna.** - Esta expuesta 25 m abierta al Este, siendo cubierta por la desmontera y hacia el Oeste se observa solamente venilleo de calcita con la misma orientación y buzamiento, pareciera que la mineralización fuera limitada, todavía es materia de investigación con sondajes diamantinos.
- **Estructura La Tapada.** - Es un afloramiento discontinuo de 1,500 m de estructuras bandeadas, con relleno de cuarzo, galena argentífera, esfalerita, calcita, pirita, OxFe y OxCu, se emplaza en margas y calcarenitas de la Formación Casapalca.
- **Estructura Falla1.** - Tiene venillas de calcita micropliegue clastos de calcita en una matriz de panizo, la mineralización es en forma de lentes. Veta que en los sondajes se cortó vacío, lo que indican que esta trabajada.

- **Estructura Ramal 1.-** Tiene mineralización de esfalerita, galena, pirita, tetraedrita, calcita, calcopirita, etc.

Categoría	Anita Juanita	Don Pablo	Total	% Distribución
Probado	1,549,730	448,517	1,998,247	77%
Probable	387,432	211,067	598,499	23%
Total	1,937,162	659,584	2,596,746	100%

Cuadro 2: Reservas Tajo Norte Alpamarca

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Antecedentes de la Investigación

La tesis **“Diseño óptimo del tajo abierto ciénaga norte para la generación de la máxima rentabilidad en la unidad minera Tantahuatay de la compañía minera Coimolache S.A. periodo 2015 – 2017”**. Sustentado por Padilla Vilar, Fernando Jorge, para optar el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo en donde tiene las siguientes conclusiones:

- Una vez valorizados cada uno de los bloques del modelo, se genera el tajo más económico, con un ancho de rampa de 8 m. la berma de 3.00 m. la cuneta de 1m. la altura de diseño del tajo se ha optado bancos de 8 m en el Límite Final, que para el talud de cara de banco de 70° y taludes inter-rampas de 40° y 44° que dan banquetas de seguridad con anchos de 4.3 m y 4.0 m, respectivamente. En el suavizado del Límite Final, se ha considerado un talud interrampa de 48° , para las zonas, Norte y Sur. Dentro del Límite Final de Minado Operativo, se han calculado las reservas de mineral y de ESTÉRIL que serán removidas, durante la vida del proyecto.

Las reservas calculadas dentro del Límite Final, son de 9'092,975.00 TM, con 0.856 g Au/TM.

Los parámetros para la optimación del tajo son:

- Bloques valorizados.
- Topografía inicial.
- Angulo de talud mínimo.
- Angulo de talud inter – rampa.

La Tesis **“Planeamiento de minado del Tajo Alpamarca”** sustentado por Paul Christian, Gonzales Hidalgo, para optar el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Nacional de Ingeniería en donde tiene las siguientes conclusiones:

- El tajo operativo ha sido diseñado en base al Shell óptimo obtenido de acuerdo al algoritmo de Lerchs–Grossman en el software Minesight. Según el código NI-43-101 y el código JORG las reservas de mineral en tajo operativo es de 4'222,200 TM con una ley de 3.09 Oz/TM de Ag, 1.83 % de Pb, 1.83 % de Zn y 0.16 % de Cu.
- Los recursos inferidos cubicados dentro del límite del tajo operativo y que se encuentran hasta 45 metros debajo de la superficie, se ha incorporado como reservas para una segunda alternativa del plan de minado, debido a la continuidad de las vetas hasta aflorar en la superficie. El cálculo de las reservas del modelo de bloques elaborado con estas condiciones muestra la existencia de 5'453,771 TM de mineral con leyes de 3.04 Oz/TM de Ag, 1.29% de Pb, 1.83% de Zn y 0.11% de Cu, logrando incrementarse las reservas en 1'231,571 TM de mineral.
- Los recursos inferidos que se está incluyendo al plan de minado, serán incorporados como reservas, mediante un estudio de exploraciones complementarias de mapeo y muestreo mediante trincheras las vetas que afloran en

superficie, así como con la ejecución de un programa de perforaciones diamantinas especialmente en la zona Noroeste del actual tajo.

- Según los objetivos de tratamiento de mineral de 1,500 TMD, para la primera alternativa, el tiempo de vida del tajo para la primera alternativa es de 7.8 años. En el programa, el tratamiento de mineral se iniciaría en enero del 2013, luego de la etapa de preparación y desbroce de los bancos superiores que empezaría en agosto del 2011.
- En la segunda alternativa del plan de minado, la explotación de mineral se estaría iniciando en julio del 2012, tiempo en que empezaría el tratamiento. El tiempo de vida sería de 10 años.

2.1.2 Definición de Términos

LOM: Vida de la mina (Life of Mine).

Talud: Es la superficie inclinada de un cerro, montaña, plano o cualquier parte de la superficie de la tierra, el ángulo con que dichas superficies se desvían de la horizontal.

Anfo: Es un agente explosivo de bajo precio cuya composición es 94.3% de Nitrato de Amonio y 5.7% de gas-oil, que equivalen a 3.7 litros de este último por cada 50kg de Nitrato de Amonio.

Burden: Es la distancia entre un taladro cargado con explosivos a la cara libre de una malla de perforación. El burden depende básicamente del diámetro de perforación, de las propiedades de las características del explosivo a emplear.

Desbroce: Es la relación de extracción de estéril mineral.

Esponjamiento: Es la variación de volumen de material in situ a ser volado.

Factor de Potencia y/o Factor de Carga: Es la relación entre el número de kilogramos de explosivos empleados en una voladura determinada y el número de toneladas a romper producto de esa voladura o el correspondiente en metros cúbicos a romper. Las unidades son kg/TM o kg/m³.

Tajo: Método de explotación de mineral a cielo abierto.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 Planificación Minera

(Rubio, 2018) dice que la Planificación Minera es aquella actividad de la Ingeniería de Minas que define el proceso mediante el cual se transforma el recurso mineral en el mejor negocio productivo para el accionista. La Planificación Minera busca conjugar y activar las fuentes de renta con que cuenta el negocio minero tales como el tamaño, la ley, la ubicación y las características generales del recurso geológico, las condiciones operacionales y de gestión, el poder de mercado, entre otras respetando las restricciones impuestas por el mercado y el entorno para definir una promesa productiva en el tiempo que permita maximizar la renta económica del activo.

2.2.2 Reservas Mineras

La determinación de las reservas tiene como objetivo evaluar el subconjunto de los recursos geológicos que son potencialmente extraíbles. De esta manera, para poder determinar las reservas mineras se deben incluir conceptos tales como el tiempo y las restricciones operacionales que son necesarias introducir para poder acceder y explotar el recurso mineral.

2.2.3 Horizontes de Planificación

Comúnmente en minería se establecen tres horizontes de planificación: planificación de largo plazo, planificación de mediano plazo, y planificación de corto plazo.

2.2.3.1 Planificación de largo plazo

En el plan minero de largo plazo se define un plan de acuerdo a los objetivos estratégicos de la compañía minera. Se realiza un perfil de la vida de la mina que conlleva una gran incertidumbre. Este plan por lo

general abarca períodos anuales, aunque puede abarcar períodos trimestrales en los primeros años del plan de la vida de la mina. En este plan se definen los siguientes aspectos principales:

- Reservas Mineras.
- Vida de la Mina.
- Leyes de corte en el tiempo.
- Estimación de las inversiones relacionadas con el tamaño de las plantas de procesamiento de mineral, y requerimientos de equipos en el tiempo.
- Secuencia de explotación por fase y por banco a una escala de tiempo anual.
- Los planes de largo plazo abarcan las siguientes etapas: optimización, diseño de fases, programas de producción y evaluación de los planes.

2.2.3.2 Planificación de mediano plazo

El plan minero de mediano plazo es un plan que no debiera abarcar un horizonte mayor a 5 años. Los períodos de tiempo por lo general son trimestrales o mensuales. En este plan se establecen los siguientes aspectos:

- Secuencia de explotación por fase y por banco a una escala de tiempo mensual o trimestral.
- Detalle del requerimiento de equipos.

2.2.3.3 Planificación de corto plazo

En el plan minero de corto plazo se trata de conciliar la información procedente del plan minero de mediano plazo con las contingencias que son propias de toda operación minera. En este horizonte no se debiera abarcar más de un año, y los períodos de tiempo son mensuales, semanales y diarios. En las grandes operaciones mineras también se define un área específica de la planificación de corto plazo

denominada planificación operacional, la cual tiene por objetivo velar por el cumplimiento diario y semanal de los planes de corto plazo. Se definen principalmente los siguientes aspectos:

- Secuencia de explotación en base a un período mensual, semanal y diario.
- Detalle del requerimiento de equipos en base a una retroalimentación con la operación minera.

2.2.3.4 Selección del Pit Final y Pit Anidados

El límite económico de un tajo, llamado pit final, define la envolvente que es económicamente explotable de un depósito. Para ello, en un comienzo los bloques del modelo son valorizados, asumiendo precios y costos fijos. Luego se procede a un cálculo, mediante la ejecución secuencial de una metodología manual o numérica como el modelo de Lerchs y Grossman, lo que lleva a comprobar si el valor económico de un bloque de mineral permite la extracción de los bloques de estéril precedentes, incorporando restricciones geométricas de precedencias verticales asociadas a un ángulo de talud, tal como se observa en la imagen 4.

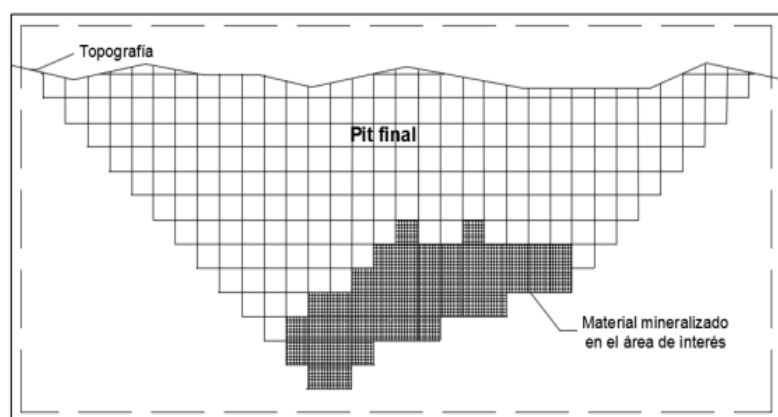


Imagen 04: Vista en perfil de la envolvente económica

El cálculo de beneficio neto de cada bloque, para la definición de envolvente económica, se realiza de manera simplificada según la Ecuación 1.

$$B = \text{Máx} \left\{ \begin{array}{l} [(P - Cr) * R * L * f - Cm - Cp] * T, \\ -Cm * T \end{array} \right. \quad (1)$$

Donde:

P = Precio de venta.

Cr = Costos de refinación y venta.

R = Recuperación metalúrgica.

L = Ley del metal contenido en mineral.

F = Factor de conversión de unidades.

Cm = Costo mina.

Cp = Costo planta.

T = Tonelaje de material (mineral o estéril).

Para la generación de los pits anidados, se utiliza un factor multiplicador del beneficio asociado a la extracción de cada bloque, este factor corresponde a un ponderador del precio. De esta manera se definen desde pequeños a grandes pits en tamaño, que van paralelamente de bajos a altos precios en los metales de interés.

Como resultado, se sabrá con la selección del pit final qué bloques pueden ser extraídos, y cuáles deben ser dejados en el yacimiento, mientras que con la generación de pits anidados se conocerá a priori como los límites de la mina evolucionaran a través del tiempo.

2.2.3.5 Estrategia de Ley de Corte

En función de los costos estimados para la evaluación del yacimiento, se define una ley que permita discriminar un bloque como mineral o estéril, la cual se denomina “ley de corte crítica”. Esta ley incide en la definición de los límites económicos de la explotación de un pit, al definir un modelo económico de beneficio nulo al extraer la última expansión marginal. Teniendo

en cuenta lo anterior y recurriendo al formulismo se tiene que, tanto para la última expansión marginal, como para cada bloque de sebo cumplir con la Ecuación 2.

$$B = I - C \geq 0 \quad (2)$$

Donde:

I = Ingresos por venta del metal.

C = Costos incurridos en la obtención del metal.

El modelo permite obtener las líneas finales del rajo en una zona tal que el estéril es pagado únicamente por el mineral, sin que se produzcan pérdidas ni ganancias. De la ecuación anterior se desprende que la mínima ley que define que será mineral, es aquella en que para cada bloque los ingresos por venta igualan a los costos de obtención del metal, resultando en la Ecuación 3.

$$\text{Ley de corte crítica} = \frac{(Cm + Cp)}{R * f * (P - Cr)} \quad (3)$$

Esta ley permite generar un inventario de reservas dentro del yacimiento, con la ayuda de una “curva de tonelaje-ley”, el cual determina la sensibilidad del yacimiento respecto a la variación en la ley de corte. Dentro de las reservas mineras, que son limitadas por el pit final, existe estéril cuya extracción es pagada por mineral; por lo que, si puede pagar los costos asociados a su manejo posterior y procesamiento, convendrá destinar este material a la planta, o acopio de material marginal, en vez de un botadero. Es así como se define una ley de corte marginal, que permitirá decidir qué material es enviado a planta, acopio de

material marginal o botadero, y cuyo formulismo queda representado en la Ecuación 4.

$$\text{Ley de corte marginal} = \frac{Cp}{R * f * (P - Cr)} \quad (4)$$

Esta ley es resultado de la definición de beneficio de la Ecuación 1, donde se iguala el flujo neto de efectivo de tratar el material como mineral y estéril. Tal como se observa en la Ecuación 4, la ley es independiente del costo mina y de la distribución de ley en el cuerpo mineralizado.

2.2.3.6 Evaluación Económica y selección del Pit

Luego de la generación de los pits anidados se efectúa una evaluación económica preliminar para seleccionar el pit final óptimo, para ello se genera un programa de producción donde se fija el precio, ritmo de producción mina y planta, tasa de descuento, gastos de administración y ventas, etc. En esta evaluación se calcula para cada pit anidado el valor presente neto asociado a dos secuencias de extracción, denominadas worst case y best case. El primero corresponde a la concreción del plan minero mediante la extracción banco a banco del material que está dentro de la envolvente económica (Imagen 05), mientras que el segundo corresponde al plan resultante de la extracción pit a pit del material contenido en la envolvente económica, removiendo los bancos de cada pit en orden descendente (Imagen 06). Esto permite dimensionar los dos escenarios extremos que acotan en términos económicos la solución del problema del plan minero de largo plazo.

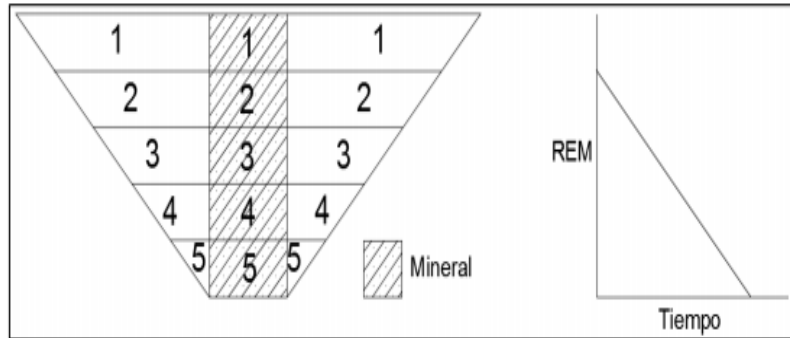


Imagen 05: *Secuencia de extracción worst case*

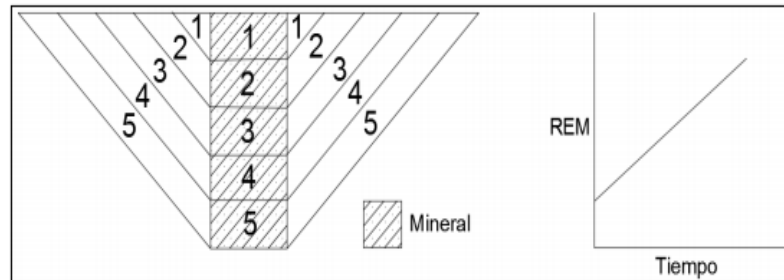


Imagen 06: *Secuencia de extracción best case*

En esta evaluación se calcula para cada pit anidado el valor presente neto asociado a dos secuencias de extracción, denominadas "Worst Case" y "Best Case". El primero corresponde a la concreción del plan minero mediante la extracción banco a banco del material que está dentro de cada envolvente económica, mientras que el segundo corresponde al plan resultante de la extracción pit a pit del material contenido en la envolvente económica.

Esto permite dimensionar los dos escenarios extremos que acotan en términos económicos la solución del problema del plan minero de largo plazo. La elección del pit final dependerá de los objetivos estratégicos de la compañía minera y del criterio que utilice el planificador.

2.2.3.7 Selección de Fases

Las fases en el proceso tradicional de planificación de largo plazo corresponden a un subconjunto de los pits anidados contenidos dentro del pit final. Las fases

seleccionadas y el plan minero están fuertemente entrelazados y se determinan de manera secuencial en un proceso iterativo donde el programa de producción se calcula maximizando el beneficio total del plan variando las proporciones de cada fase (previamente definida) consumidas período a período. De acuerdo con esta metodología se debe seleccionar los pits anidados que corresponderán a cada fase a través de un ejercicio de prueba y error buscando la cantidad y disposición espacial de fases que conduzcan al mejor plan de producción. Típicamente para la construcción del plan de producción se considera un número mínimo y máximo de bancos que deben ser extraídos de una fase para que la fase siguiente comience a ser extraída y un número máximo de bancos que pueden estar en explotación en una fase por período.

2.2.3.8 Diseño Minero

Finalmente se procede a operativizar el resultado del plan de producción propuesto por la metodología previamente descrita, efectuando el diseño operativo de fases e incorporando las rampas de acceso que determinarán el punto de entrada a cada banco.

Una mina de rajo requiere coordinar la ejecución de sus actividades productivas diarias con la ejecución de actividades de construcción y habilitación de rampas de acceso, las que deben satisfacer las siguientes restricciones.

- Permitir el acceso libre, seguro y a tiempo a una zona determinada, de acuerdo con el programa de producción. Esta tarea no es tan sencilla, especialmente en condiciones en que se realizan variadas actividades en el mismo

sector, por lo que su planificación debe generar el menor impacto negativo en el resto de la operación.

- Cumplir con las restricciones geométricas de los equipos y las actividades de transporte, de modo de garantizar que los equipos que circulen por las rampas lo hagan en condiciones seguras para su operación, y evitando su deterioro prematuro.
- Cumplir con las restricciones geomecánicas del sector, ya que se debe estar exento de cualquier riesgo de inestabilidad en la mina.
- Permitir la extracción de todo el material relacionado con el sector.
- Permitir la realización de actividades paralelas en completa seguridad.

2.2.3.9 Plan de Producción

En el plan o programa de producción se define la secuencia de extracción, siendo un proceso iterativo con el diseño de fases, para lograr el mejor agendamiento del plan, ya que el resultado del plan dependerá de las fases que se determinen, es decir, se busca maximizar el VAN reportado del programa de producción, variando el tamaño y ubicación de las fases. En este contexto una fase que tenga buenos beneficios económicos en su diseño, puede que no tenga un aporte de valor al VAN, al incorporar la variable tiempo; con la tasa de descuento. No obstante, puede ser que aquella misma fase aporte valor al plan en términos de reservas mineras.

Es importante mencionar que el plan minero puede ser prediseñado luego de la etapa de definición de fases, para luego ser suavizado al incorporar las rampas de

acceso, adecuándolo a las condiciones actuales del diseño operativo de la mina. Con el resultado de este plan se podrá cuantificar las reservas mineras, los movimientos de mineral por periodo, y consecuentemente, la vida de la mina realmente proyectada en el largo plazo (entre otros). Esto permitirá dar un valor económico al negocio minero, que justificará los costos de capital y operación.

2.2.3.10 Componentes Geométrico de un Talud

Los componentes geométricos de un talud minero permiten realizar el proceso de optimización y de diseño operativo del tajo, aspectos que son fundamentales a la hora de establecer un programa de producción y dar valor económico al negocio minero. Los componentes geométricos además de ser relevantes en términos económicos lo son también en términos de seguridad operativa, pues éstos están asociados a un criterio de aceptabilidad del diseño que permite conocer la estabilidad de los taludes del tajo.

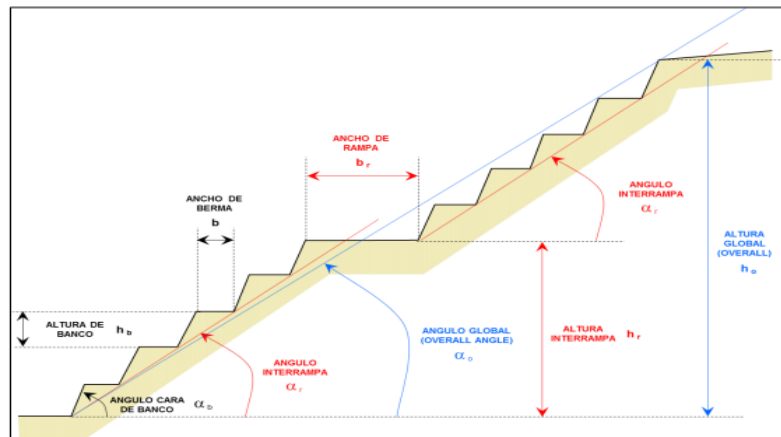


Imagen 07: Componentes geométricos de un talud minero

Tal como puede ser observado en la Ilustración 5, los principales componentes geométricos de un talud minero son:

- **Ángulo caro de banco:** Corresponde al ángulo que es formado entre el plano horizontal y la pared del

banco. En la mayoría de los rajes abiertos de roca dura posee rangos entre los 55° y los 80°.

- **Altura de banco:** Es la altura que típicamente debe adaptarse a las características del equipo de carguío que operará en la mina.
- **Ancho de berma:** Es la distancia medida entre la pata del banco y la cresta del banco. **Ángulo inter-rampa:** Es el ángulo entre la pata del talud por donde pasa un segmento de rampa y el pie del banco inmediatamente superior.
- **Ángulo global de talud:** Es el ángulo medido entre la pata del banco más profundo del rajo y la cresta del banco que interseca la superficie topográfica original.
- **Altura de talud global:** Corresponde a la altura proyectada en el eje vertical entre la pata del banco más profundo del rajo y la cresta del banco que interseca a la superficie topográfica original.
- **Ancho de rampa:** Corresponde al ancho del segmento por donde circularán los equipos de transporte.
- **Distancia de Seguridad:** Considera el efecto visual que se produce al conducir un equipo de gran altura, lo cual hace que el conductor perciba los objetos a una distancia menor de la que en realidad se encuentran. Esta distancia de seguridad deberá ser mayor a dicha distancia de percepción.

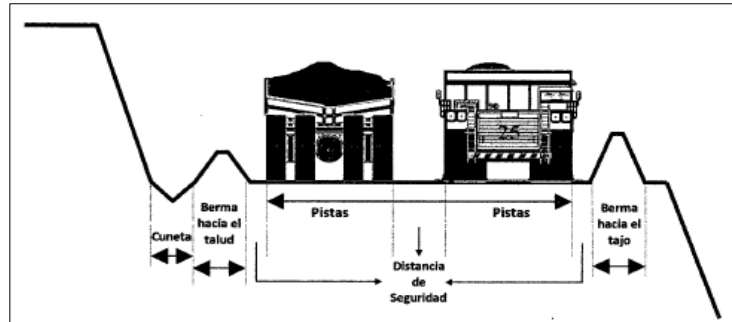


Imagen 08: Diseño de Accesos.

- **Ancho Mínimo de Operación**

El ancho mínimo de carguío es:

$$AMC = BS + DS + 0.5 \times Ac + 2 \times RGc + 0.5 \times Ac + DS + DD$$

$$AMC = BS + 2 \times DS + Ac + 2 \times RGc + DD$$

Donde:

Bs = Baranda de seguridad

Ac = Ancho de camión

DS = Distancia de seguridad

RGc = Radio de Giro del equipo de carguío o radio mínimo de operación.

DD = Derrames

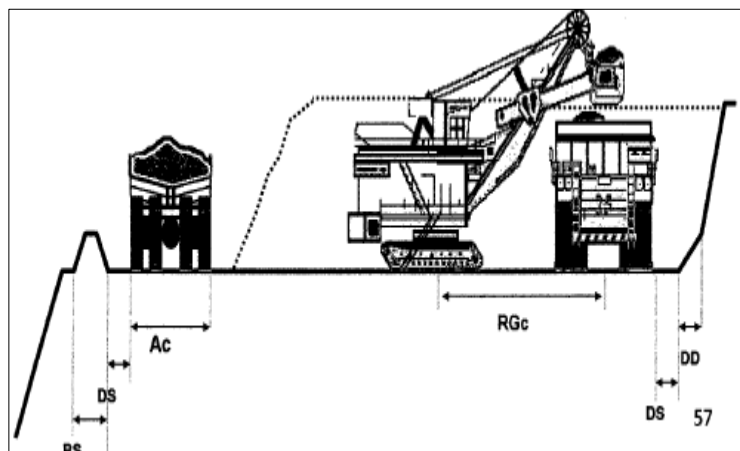


Imagen 09: Anchos de Minado.

2.2.3.11 Dimensionamiento de la flota de equipos.

Según **Koniaris**, una de las etapas más relevantes en un proyecto es la adecuada selección de los equipos industriales involucrados en el proceso productivo, ya que los costos proyectados para el proyecto pueden diferir en gran medida con respecto a los estimados/reales en función de la selección de la maquinaria a utilizar. Es así como, en la extracción de un yacimiento, el dimensionamiento de los equipos resultará del análisis de una gran cantidad de información, tanto tecnológica como práctica, las cuales permitirán determinar las mejores alternativas para la extracción y el manejo de los recursos involucrados.

2.2.3.12 El flujo de caja.

El objetivo fundamental del flujo de caja es apreciar, por período, el resultado neto de ingresos de dinero menos giros de dinero, es decir, en qué período va a sobrar o a faltar dinero y cuánto, a fin de tomar decisiones sobre qué se hace: “O invertir el dinero cuando sobra, es decir, cuando hay excedente de caja, o conseguir el dinero que se necesita para operar, bien con socios o con financiadores”.

2.2.3.13 Valor presente neto (NPV).

El NPV es un índice financiero que nos permite medir los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto será viable. La

$$NPV = -I + \sum_{n=1}^n \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Ecuación 1

fórmula que nos permite calcular el valor presente neto es:

Dónde:

NPV = Valor presente neto.

-I = Inversión inicial en el proyecto.

Qn = Flujos futuros de n periodos.

r = Tasa de descuento.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 EL PROBLEMA

3.1.1 Descripción de la realidad Problemática

La Unidad Operativa Alpamarca de la Compañía Minera Chungar S.A.C, actualmente viene produciendo un promedio de 2,625 TM/día que incluye la Zona Anita Juanita y la Zona Don Pablo del tajo Norte Alpamarca siendo uno de los problemas suscitados en los últimos meses el agotamiento de las reservas.

No obstante, con el fin de incrementar las reservas, la productividad y la parte operativa de producción mina, se tiene este nuevo diseño y planeamiento de la Zona Nito como nueva alternativa con el propósito de ampliar la vida de la mina.

Para llevar a cabo este proyecto, se tomará en cuenta diversos factores como la geología del yacimiento, su geomecánica, así como un estudio económico para dilucidar créditos financieros a lo largo de la explotación.

3.1.2 Formulación interrogativa del problema

3.1.2.1 Problema general

¿Cómo permitirá el diseño y planeamiento de minado la ampliación del LOM del Tajo Norte Alparmarca – Volcán S.A.A – 2019.?

3.1.2.2 Problema específico

¿Cómo se relaciona la geomecánica para la ampliación del LOM del Tajo Norte Alparmarca – Volcán S.A.A – 2019.?

¿De qué manera se relaciona el planeamiento de minado con el diseño para la ampliación del LOM del Tajo Norte Alparmarca – Volcán S.A.A – 2019.?

3.1.3 Objetivos de la investigación.

3.1.3.1 Objetivo General.

Desarrollar el diseño y planeamiento de minado para la ampliación del LOM del Tajo Norte Alparmarca Volcán S.A.A 2019.

3.1.3.2 Objetivos Específicos.

Determinar la relación de la geomecánica para la ampliación del Tajo Norte Alparmarca Volcán S.A.A 2019.

Determinar la relación del planeamiento de minado con el diseño para la ampliación del Tajo Norte Alparmarca Volcán S.A.A 2019.

3.1.4 Justificación

Debido al agotamiento de reservas en el Tajo Norte Alparmarca y aprovechando la información Geológica se evalúo el escenario de realizar un Pushback en la Zona Nito

para incrementar las reservas y realizar un plan de minado el cual sea sostenible y rentable.

3.1.5 Limitaciones

El presente trabajo de investigación se encuentra limitado bajo los siguientes criterios:

- **Limitaciones de Tiempo**

La investigación se realizó durante el periodo de los primeros meses del presente año 2019 el cual demandó tiempo al recopilar información.

3.1.6 Alcances

El alcance del trabajo es no experimental, explicativa y aplicada.

3.2 HIPOTESIS

3.2.1 Hipótesis general

Con el diseño y planeamiento de minado se logrará la ampliación del LOM del Tajo Norte Alpamarca Volcan S.A.A - 2019.

3.3 VARIABLES

3.3.1 Variable independiente

Ampliación del LOM Tajo Norte Alpamarca Volcán S.A.A - 2019.

3.3.2 Variable dependiente.

Diseño y planeamiento de minado.

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1 Tipo de investigación.

Es aplicativo porque se planeará en función al diseño la ampliación de la vida de mina del Tajo Norte.

3.4.2 Nivel de la investigación.

De acuerdo con el área donde se realiza la investigación, se define descriptivo.

3.4.3 Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación es no experimental – transversal.

3.4.4 Método.

Para el desarrollo de esta investigación, se identificaron a través de revisión documental, la observación directa de los procesos y equipos que requieren para la seguridad, la salud ocupacional y de la protección al medio ambiente.

3.4.5 Población y muestra.

- **Población.**

La Población o universo de estudio está representada por las Zonas (Nito, Anita Juanita y Don Pablo)

- **Muestra.**

La muestra estará compuesta por la Zona Nito.

3.4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La técnica que se utilizó para la recolección de información son las siguientes:

- Datos de campo (Perforaciones Diamantinas).

- Papers de Diseño y Planeamiento de Minado.
- Modelos de Bloques.

Los instrumentos usados son las siguientes:

- Reporte diario de Producción, semanales, mensuales y anuales.

3.4.7 Tratamientos de datos.

Los datos obtenidos de campo se procesaron en las hojas de cálculo de Excel, con el programa Studio OP se calculó la reserva del mineral y la ley del yacimiento, con ello proceder a modelar el límite final óptimo de minado y los requerimientos para la explotación del mineral cubicado y su inversión requerida.

CAPITULO IV

RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Análisis e interpretación de la información

4.1.1 Optimización del Pit

La determinación de los límites económicos del tajo se ha realizado sobre la base del cálculo del valor de mineral que está sustentado por los parámetros de precio, recuperación del mineral en la planta concentradora y los costos utilizados para el proyecto. Los datos de valorización han sido proporcionados por la Compañía Minera Chungar S.A.C - UP - Alpamarca.

Con la finalidad de generar el cono óptimo de minado del Tajo Norte bajo el algoritmo de Lerch – Grossman (LG), se ha rebloqueado el modelo original a un conjunto de celdas uniformes de manera que pueda ser admitida por el software de optimización el NPV Scheduler y puedan ser manipulables. Las celdas patrón del modelo inicial, tienen las dimensiones de 2.5x5.0x5.0 metros.

4.1.2 Inputs de optimización.

4.1.2.1 Parámetros Modificadores

Cuadro 3: Parámetros Generales

1.1. Aspectos Generales		Valor
Producción	TMPD	2,625
Dilución externa	%	0%
Recuperación de mineral	%	95%
Densidad de Desmorte	t/m3	2.54
Ángulo global de talud	°	De acuerdo a la zonificación geomecánica
Modelo de recursos	fecha	Dic-18
Tamaño de bloques	m	2.50x5.0x5.0
Contenido metálico	%	% de mineral
Optimizador		NPV Scheduler
Metodología		Lerchs -Grossmann
Restricción de recursos		Inferido

El estudio de estabilidad de taludes realizado por DCR Ingenieros, divide el área del tajo en 9 sectores, para cada sector recomienda los ángulos estables de los bancos y de taludes inter-rampas, así como los ángulos generales del tajo para cada sector.

En el **Cuadro 4** se muestran los sectores de tajo y los ángulos recomendados.

Cuadro 4: Sectores y Ángulos del Tajo (Fuente DCR)

Sector de Diseño	Talud de banco				Talud Interrampa		Talud General o Final	
	Altura de banco (m)	Talud de banco (°)	Ancho de berma mínima (m)	Distancia horizontal pie a pie (m)	Según diseño geométrico propuesto por Chungar (°)	Recomendado por DCR (°)	Según diseño geométrico propuesto por Chungar (°)	Recomendado por DCR (°)
1	10	65	5.35	10	43	45	38	43
2	10	65	5.7	10.35	44	44	42	42
3 ⁽²⁾	10	65	5.7	10.35	44 - 48	44	45	42
4	10	65	5.35	10	43	45	30	43
5	10	65	5.35	10	44	45	36	43
6	10	65	5.7	10.35	44	44	40	42
7	10	65	5.35	10	43	45	41	43
8	10	65	5.35	10	43	45	40	43
9	10	65	5.35	10	44	45	37	43

4.1.2.2 Precios de los metales

Los precios considerados son precios presupuesto o Budget.

Cuadro 5: Precios de los Metales

1.2. Precio de los metales		Valor
Zinc	TMF	2500
Plomo	TMF	2075
Cobre	TMF	6500
Plata	Oz_Troy	14.5

4.1.2.3 Costos y Ley de Corte Económica y Marginal

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se han considerado los costos de operación mina, procesamiento en la planta y gastos administrativos brindados por la Compañía Minera Chungar – UP Alpamarca.

Cuadro 6: Ley de corte (Fuente Propia)

1.3. Costos		Valor
Minado de mineral	USD/t	1.64
Minado de desmonte	USD/t	1.54
Procesamiento	USD/t	3.92
Deposito de relaves	USD/t	4.30
Energía	USD/t	1.59
Mantenimiento	USD/t	1.58
Administración	USD/t	4.80
Remanejo de mineral	USD/t	0.10
Responsabilidad Social	USD/t	0.030
Incremento de costo por banco (ref#4670)	USD/5m	0.015
NSR Corte económico	USD/t	17.86
NSR Corte in US\$/t	USD/t	16.32

$$C_{proc.} = \text{Miningore} + \text{Miningwaste} + \text{transporte} + \text{Processing} + \text{Relaves} + \text{Energia} + \text{Mantenimiento} + \text{Adm. Mina} + \text{Resp. Socia}$$

$$l = 16.32 \text{ \$/t}$$

4.1.2.4 Recuperaciones

Cuadro 7: Recuperación Metalúrgica Propia)

1.4. Recuperación Metalúrgica promedio		Valor
Conc. Plomo		
Cu	%	77.00
Pb	%	91.08
Zn	%	8.33
Ag	%	82.13
Conc. Zinc		
Cu	%	9.57
Pb	%	1.22
Zn	%	83.46
Ag	%	7.02

4.1.2.5 Términos comerciales

Cuadro 8: Términos Comerciales (Fuente Propia)

1.5. Términos Comerciales		Valor
Conc. Bulk		
Merma comercial	%	0.30%
Pb	%	95%, DM 3%
Ag	oz/t %	95%, DM 50 gr
Maquila (US\$ CIP)	USD/t	55.9
Conc. Zinc		
Merma comercial	%	0.30%
Zn	%	85%, DM 8%
Ag	oz/t %	-3 oz/t x 70%
Maquila (US\$ CIP)	USD/t	192.1

4.1.3 Evaluación Económica del Cono Óptimo por L – G.

El cono óptimo de minado ha sido determinado usando el algoritmo de optimización de Lerchs and Grossman, usando el software de optimización NPV Scheduler. Buscado maximizar la rentabilidad y el LOM del proyecto a partir del modelo económico y teniendo en consideración los ángulos de taludes finales recomendados por cada sector. (Ver Imagen 10,11,12).

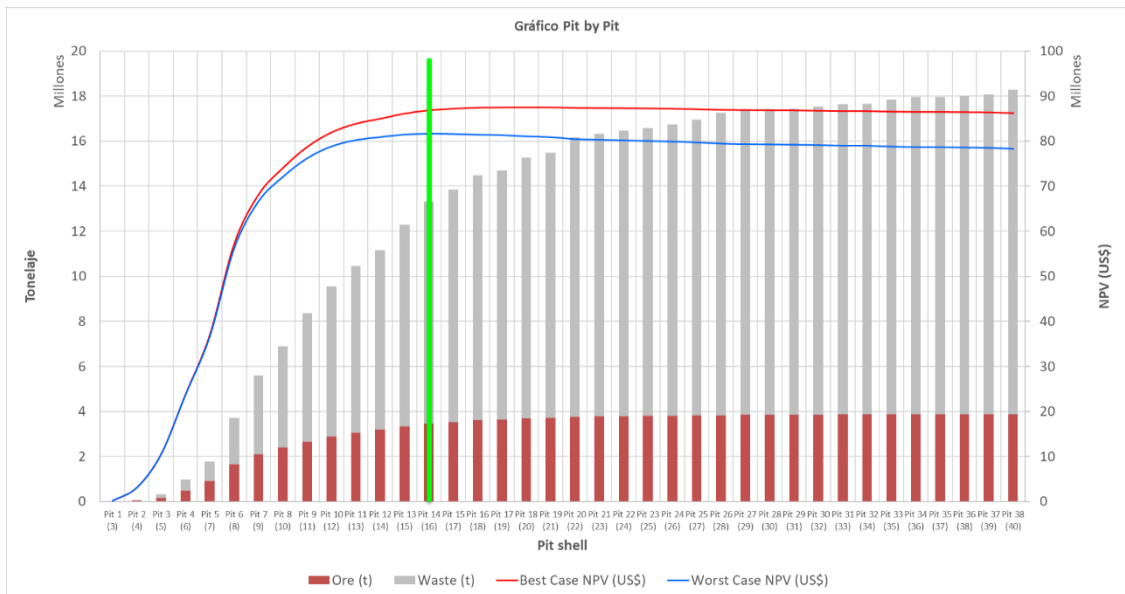


Imagen 10: Pits Anidados (Fuente Propia)

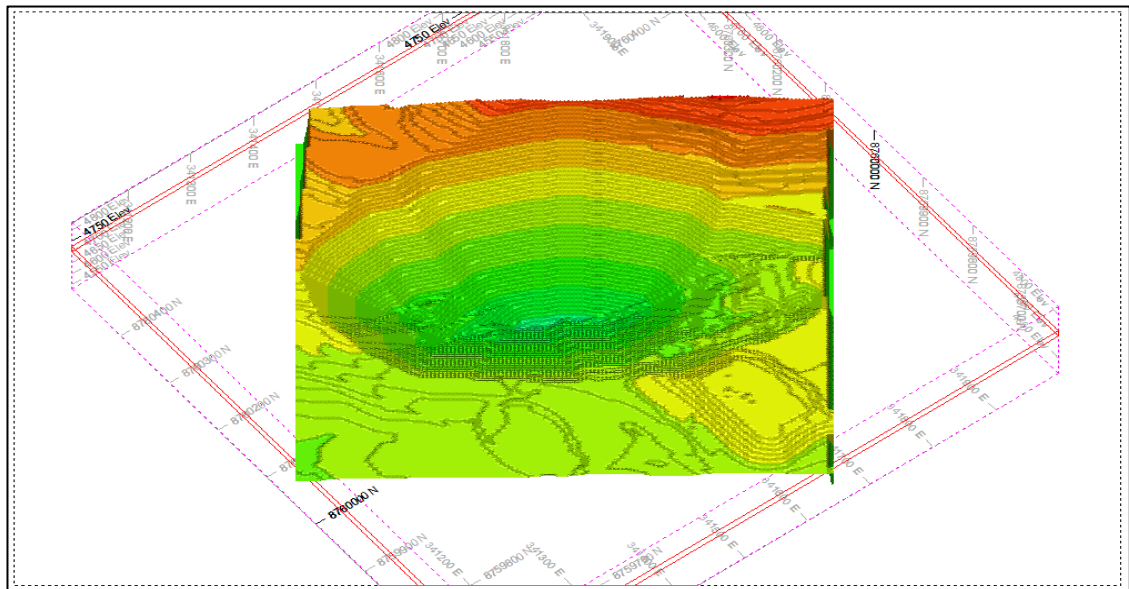


Imagen 11: Cono Optimo Tajo Nito (Fuente Propia)

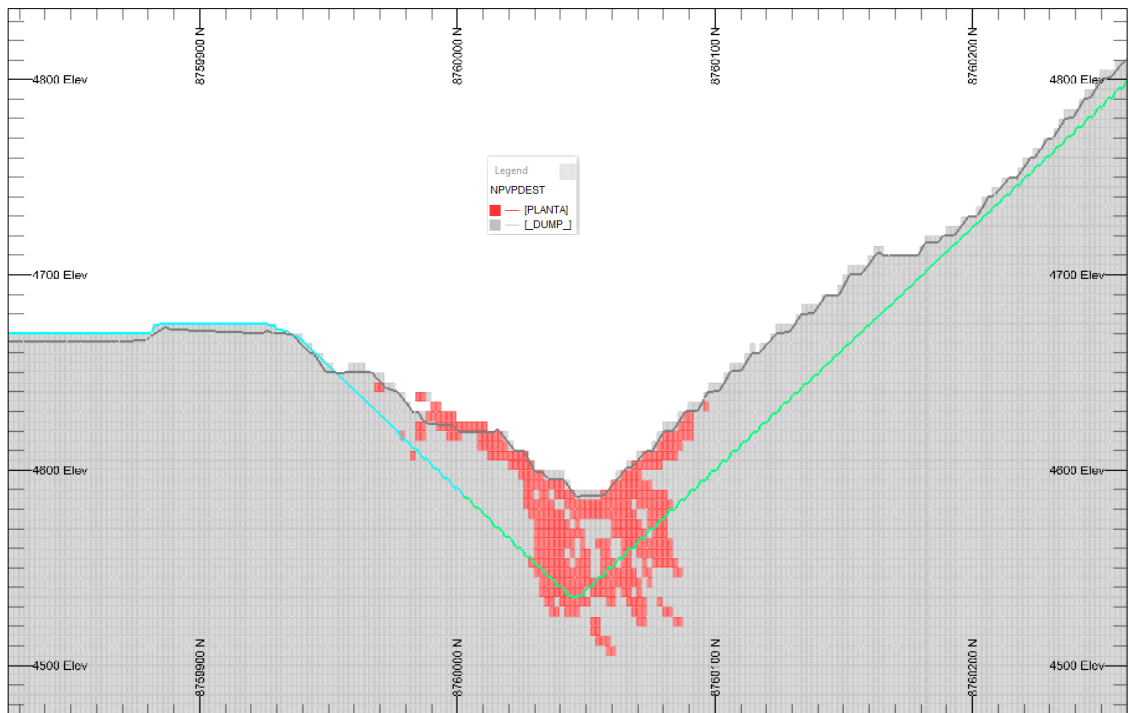


Imagen 12: Sección Transversal Tajo Nito – Modelo de Bloques y Pits Óptimos (Fuente Propia)

4.1.4 Diseño Operativo del Tajo

Se trabajó en tres escenarios basados en la delimitación de fases de minado mencionado tomando como referencia el cono óptimo Pit14 elegido previamente.

4.1.4.1 Criterios de Diseño

Para el cálculo de minado, se han considerado las siguientes densidades de rocas In situ los cuales están en base al modelo de recursos.

DESCRIPCIÓN	DENSIDAD
Roca estéril	2.54
Roca mineralizada	2.70

4.1.4.2 Parámetros de Diseño

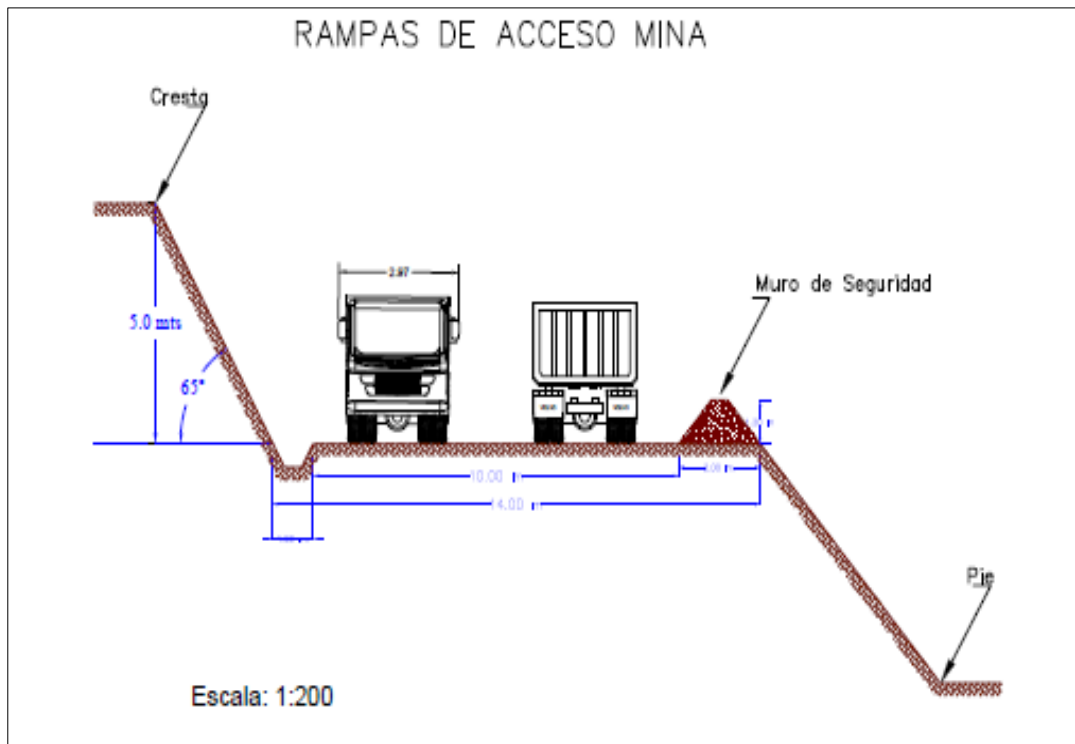
El dimensionamiento de los bancos y taludes se ha llevado a cabo, considerando el estudio de estabilidad de taludes elaborada por la consultora de DCR Ingenieros, así como los equipos de mina que fueron seleccionados y teniendo en cuenta la necesidad de

mantener accesos razonables sustentados en el estudio “Parámetros de Minado Tajo Alpamarca” realizado por Metals Mining Consulting para el Tajo Abierto de Alpamarca.

Cuadro 9: Parámetros Geométricos de los Tajos

PARÁMETROS	UNID	CANTIDAD	COMENTARIOS
Altura de Banco	m	5.0	Reducción de dilución
Altura de doble banco	m	10.0	Altura de banco en límite final del tajo
Angulo de Talud de Banco	°	65 - 70	Variable según las recomendaciones del estudio de estabilidad de taludes
Berma de seguridad	m	5.7	Son distintos para diferentes ángulos de taludes en los diferentes sectores.
Ángulo de talud Ínter rampas	°	48 y 38	Variable según los sectores del tajo.
Radio de curvatura	m	9.20	Radio medio.
Ancho de rampa	m	14	Por dimensión de equipos
Ancho de banco operacional	m	26.0	Determinado en el estudio
Gradiente de Rampa	%	10.0	máximo

Imagen 13: Parámetros de la Vía de Acceso



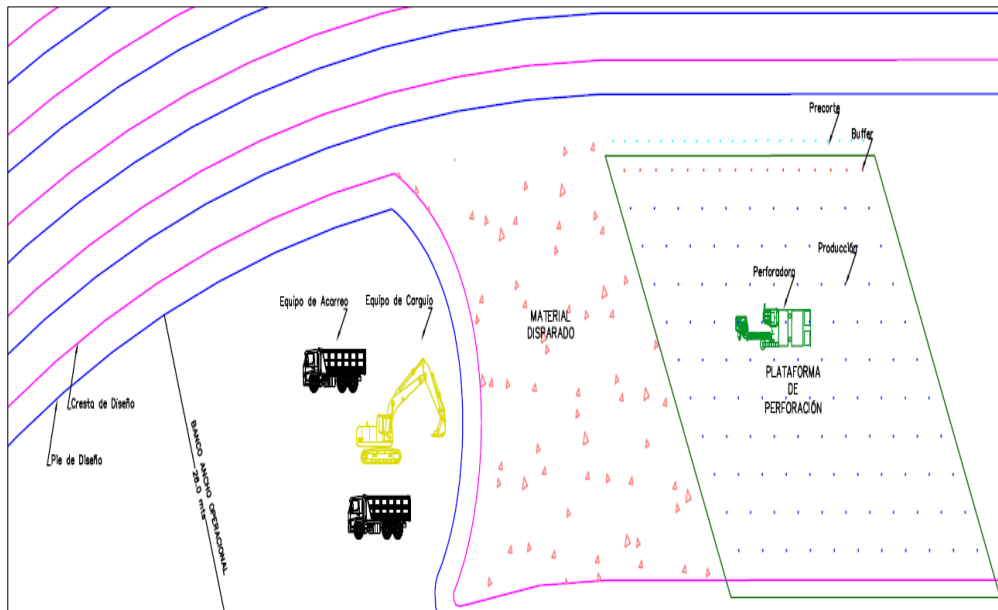
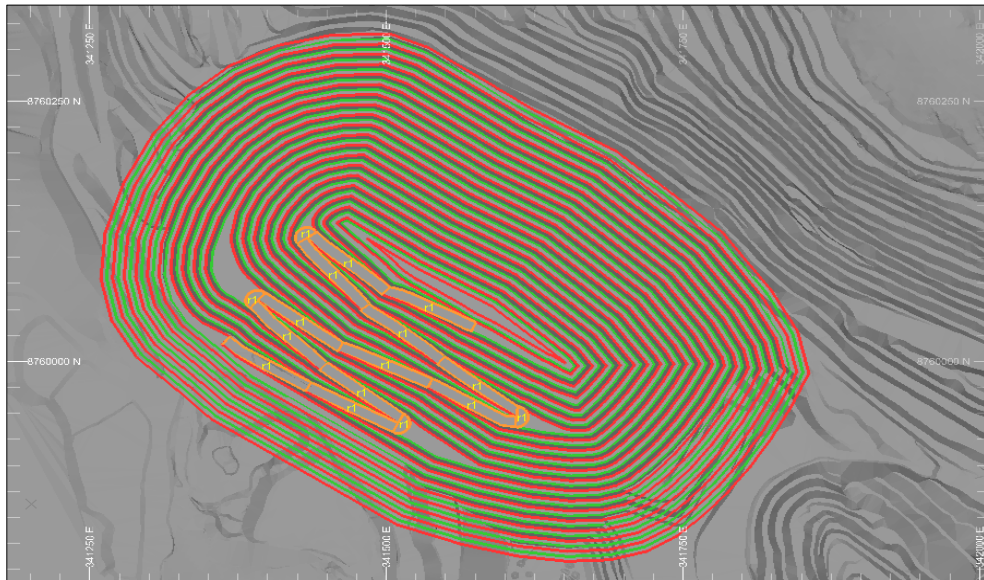


Imagen 14: Parámetros de anchos de minado

4.1.4.3 Diseño Final

Así también, conforme a los criterios de diseño descritos se obtuvo un diseño final el cual es atractivo en la recuperación de reservas y buena rentabilidad.

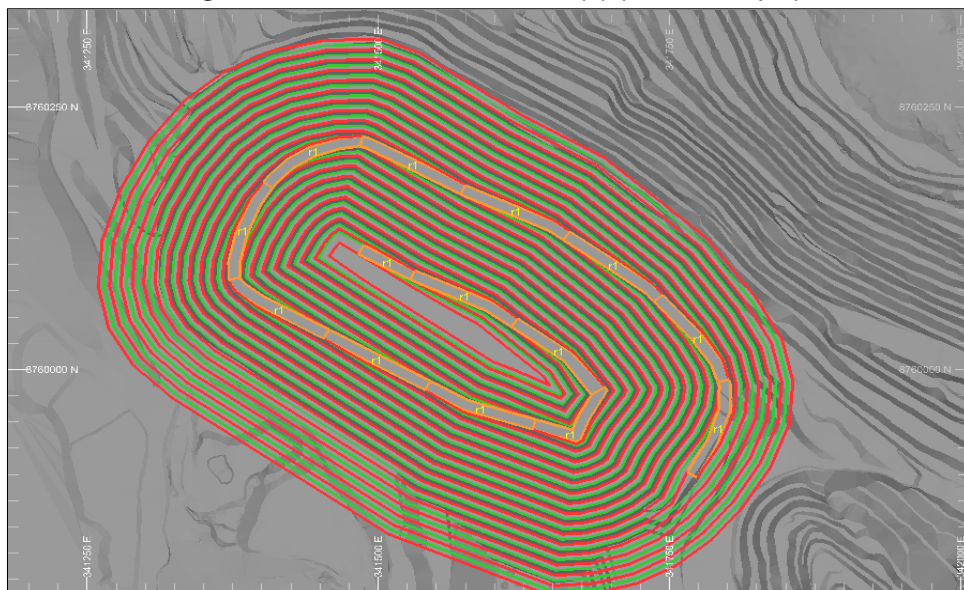
Imagen 15: Diseño Zona Nito (1) (Fuente Propia)



Descripción	Categoría	TMS	Zn%	Pb%	Cu%	Ag Oz	NSR	Desmonte	SR
Tajo Nito	Probado	2,145,258	1.12	0.90	0.06	2.15	65.41		
	Probable	715,371	1.11	0.89	0.07	2.10	64.40		
Sub Total		2,860,629	1.11	0.89	0.06	2.14	65.16	8,733,610	3.05

Cuadro 10: Reservas Diseño 1 (Fuente propia)

Imagen 16: Diseño de la Zona Nito (2) (Fuente Propia)



Descripción	Categoría	TMS	Zn%	Pb%	Cu%	Ag Oz	NSR	Desmorte	SR
Tajo Nito	Probado	1,845,555	1.14	0.88	0.06	2.04	63.83		
	Probable	451,245	1.15	0.87	0.06	2.03	63.76		
Sub Total		2,296,800	1.14	0.88	0.06	2.04	63.81	10,541,660	4.59

Cuadro 11: Reservas Diseño 2 (Fuente Propia)

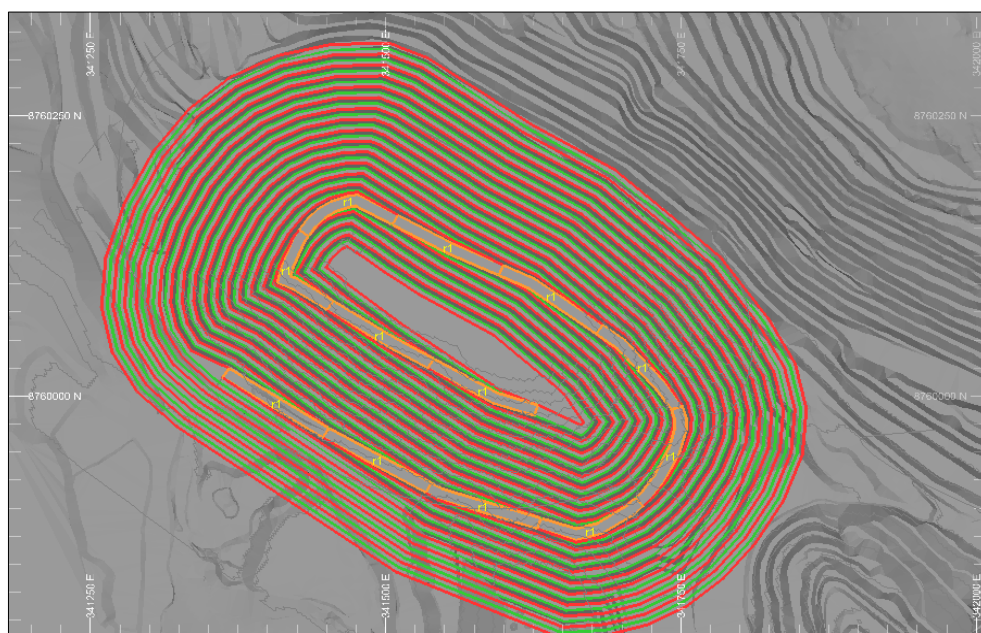


Imagen 17: Diseño de la Zona Nito (3) (Fuente Propia)

Descripción	Categoría	TMS	Zn%	Pb%	Cu%	Ag Oz	NSR	Desmorte	SR
Tajo Nito	Probado	1,987,555	1.10	0.89	0.06	2.08	63.98		
	Probable	345,488	1.04	0.89	0.07	2.11	63.32		
Sub Total		2,333,043	1.09	0.89	0.06	2.09	63.82	9,841,255	4.22

Cuadro 12: Reservas Diseño 3 (Fuente Propia)

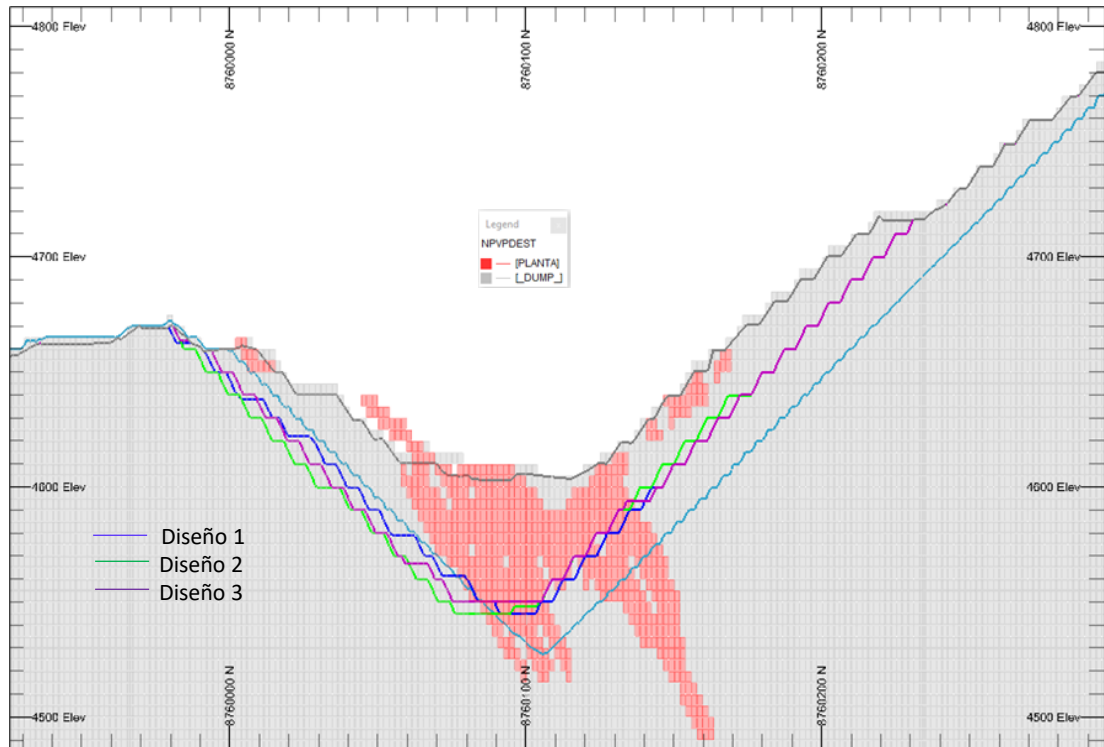


Imagen 18: Sección Diseño, Pit Óptimo, Topografía de la Zona Nito y Modelo de Bloques (Fuente Propia)

4.1.5 Reservas de mineral

Las reservas y recursos calculadas al 23 de febrero del 2019 se resumen en el siguiente Cuadro:

Cuadro 13: Reservas Tajo Norte (Fuente Planeamiento)

Categoría	Anita Juanita	Don Pablo	Total	% Distribución
Probado	1,549,730	448,517	1,998,247	77%
Probable	387,432	211,067	598,499	23%
Total	1,937,162	659,584	2,596,746	100%

4.1.6 Cálculo de la vida útil de la mina

Para llevar a cabo una aproximación de la vida de la mina tomaremos el Tonelaje estimado de las reservas minables.

Cuadro 14: Vida Útil de la Mina (Fuente Propia)

Días por año	365 Días
Días de Parada por mantenimiento Planta	5 Días
Días Efectivos	360 Días
Tonelaje por día	2,625 TMS
Tonelaje por mes	78,750 TMS
Tonelaje por año	950,000 TMS
Reservas	5,457,375 TMS
Vida útil de la Mina	6 Años

4.1.7 Plan de Minado

Con las reservas estimadas y trabajadas en el presupuesto 2019 el LOM del Tajo Norte se estimó solo al tercer trimestre del 2021 como se muestra en el cuadro.

Cuadro 15: Vida Útil de la Mina (Fuente Propia)

	Descripción	U/M	LOM			Total
			2019	2020	2021	
Total	Ore	tms	950,250	950,250	696,246	2,596,746
	Zn	%	0.98	0.87	0.82	0.90
	Pb	%	0.86	0.78	0.70	0.79
	Cu	%	0.05	0.04	0.04	0.05
	Ag	Oz	1.97	1.96	1.99	1.97
	NSR	\$/t	59.91	56.69	55.11	57
	Waste	t(000)	2,167,260	1,691,341	859,871	4,718,472
	Total	t(000)	3,117,510	2,641,591	1,556,117	7,315,218
	SR	#	2	2	1	2

Además, la estrategia de desarrollo consiste en recuperar las reservas de la Zona Nito y dar una holgura al desarrollo del Proyecto Romina II para maximizar el valor del yacimiento global.

Con el nuevo escenario propuesto de realizar un Pushback en la Zona Nito el cual nos permita ampliar el LOM se tuvo lo siguiente.

Cuadro 16: Vida Útil de la Mina Actual (Fuente Planeamiento)

	Descripción	U/M	LOM						Total
			2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Total	Ore	tms	950,250	950,250	950,250	950,250	950,250	706,125	5,457,375
	Zn	%	0.98	0.87	0.97	1.06	1.10	1.18	1.02
	Pb	%	0.86	0.76	0.76	0.87	0.92	0.94	0.85
	Cu	%	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05
	Ag	Oz	1.97	1.97	1.98	2.17	2.11	2.25	2.07
	NSR	\$/t	59.91	47.29	26.52	25.26	0.00	0.00	62
	Waste	t(000)	4,233,132	3,438,246	2,873,929	1,950,027	1,356,155	517,040	14,368,529
	Total	t(000)	5,183,382	4,388,496	3,824,179	2,900,277	2,306,405	1,223,165	19,825,904
	SR	#	4	4	3	2	1	1	3

4.1.8 Infraestructura

Actualmente se cuenta con una capacidad de almacenamiento en el botadero de 10,252,297.832 m³ y se tiene una planta concentradora que entró en funcionamiento en el 2014 y una relavera con una vida útil de 7,759627.10 m³.

ALPAMARCA								
VIDA UTIL RELAVERA ALPAMARCA								
ETAPA	ELEVACIÓN (msnm)	VOLUMEN PARCIAL (m ³)	VOLUMEN ACUM. (m ³)	FECHA INICIO	FECHA FINAL	TONELADAS/DIA	UNIDAD MINERA	DENSIDAD
II	4676.00	203,583.19	203,583.19	03/05/2019	01/08/2019	2,650.00	ALPAMARCA	1.4
III	4680.00	875,851.01	1,079,434.20	01/08/2019	05/11/2020	2,650.00	ALPAMARCA	1.4
IV	4684.00	954,831.36	2,034,265.56	05/11/2020	24/03/2022	2,650.00	ALPAMARCA	1.4
V	4688.00	1,032,455.30	3,066,720.86	24/03/2022	20/09/2023	2,650.00	ALPAMARCA	1.4
VI	4691.00	824,874.55	3,891,595.41	20/09/2023	28/11/2024	2,650.00	ALPAMARCA	1.4
VII	4694.00	868,397.90	4,759,993.31	28/11/2024	01/03/2026	2,650.00	ALPAMARCA	1.4
VIII	4697.00	937,348.91	5,697,342.22	01/03/2026	09/07/2027	2,650.00	ALPAMARCA	1.4
IX	4700.00	998,266.66	6,695,608.88	09/07/2027	17/12/2028	2,650.00	ALPAMARCA	1.4
X	4703.00	1,064,018.22	7,759,627.10	17/12/2028	02/07/2030	2,650.00	ALPAMARCA	1.4

Cuadro 17: Vida útil de la Relavera.

4.1.9 Operaciones Unitarias

En la unidad Alpamarca tenemos 04 operaciones unitarias fundamentales para el logro de la extracción del mineral, iniciamos con la Perforación, voladura, carguío y transporte. Para definir la flota de equipos se estimaron las horas anuales de trabajo que se requiere por cada actividad en función de la eficiencia conocida de cada equipo.

Para cumplir con el plan se ha calculado para cada año la necesidad de los equipos principales.

a) Perforación

Los trabajos de perforación y voladura tienen por objetivo garantizar el abastecimiento de mineral y desmonte disparado en forma sostenida para su extracción, acorde con el plan de minado establecido, garantizando homogeneidad y buena fragmentación del material.

La capacidad productiva de estas cuatro perforadoras cubre los requerimientos de la producción planificada.

Cant.	Marca	Modelo	Observación
1	EPIROC	POWER ROCK T45	Diámetro 4"
1	EPIROC	POWER ROCK T45	Diámetro 4"
1	INGERSOLL RAND	DM45	Diámetro 6 3/4"
1	SOOSAN	STD 11E	Diámetro 4"

Cuadro 18: Requerimiento de perforación

Tipo de roca	TR	Unidad	Mineral	Desmorte
Altura de banco	Hb	m.	5	10.0 - 5.0
Diámetro de broca	Dbr	pul.	4	6 3/4"
Diámetro de taladro	Dt	m.	0.101	0.171
Densidad del material	δ_i	Tm/m3	2.77	2.54
Longitud de taladro	Lt	m.	5.5	10.50 - 5.50
Longitud de sobre perforación	Ls	m.	0.5	0.5
Espaciamiento	a	m.	3.5	6
Burden	b	m.	3.5	5.5

Cuadro 19: Parámetros de perforación y voladura.

b) Voladura

➤ Parámetros de voladura

Los principales parámetros de la voladura están constituidos por ancho y longitud del bloque, destinado a la perforación y voladura (Altura y ángulo de talud de banco, ancho y longitud del bloque), cantidad de explosivo, fragmentación requerida, enmarcados en el proceso tecnológico adoptado en el proceso de explotación.

En la Imagen 19, se ilustra los parámetros geométricos de la voladura.

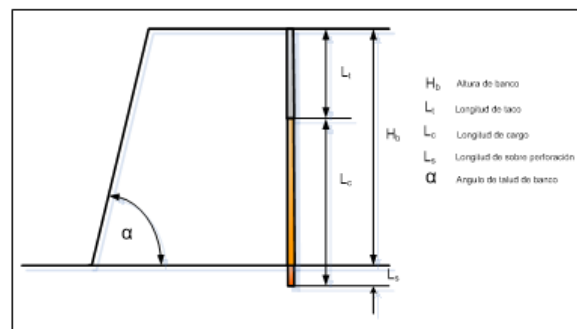


Imagen 19: Parámetros de Voladura

En el Cuadro 20 se muestra los parámetros de voladura asumidos en el estudio.

PERFORACION	Unidad	Desmante	Mineral
Altura de banco	m	10	5
Sobre Perforación	m	0.5	0.5
Espaciamiento	m	6	3.5
Burden	m	5.5	3.5
Diámetro de Broca	m	0.171	0.101
Diámetro de Taladro	m	0.171	0.101
Densidad material	Tm/m ³	2.54	2.64
Toneladas por taladro	Tm/talad.	838	162
Rendimiento	TM/m	80	29
VOLADURA			
Mezcla Explosiva		Examon	Examon
Emulsión			
Anfo			
Densidad explosivo	Kg/m ³	0.81	0.81
Tipo de Carga		C.Fondo	C.Fondo
Explosivo por Taladro	Kg	98.6	19.2
Factor de potencia	Kg/TM	0.118	0.119
Factor de carga	Kg/m ³	0.299	0.314

Cuadro 20: *Parámetros de Perforación y Voladura*

➤ **Explosivos y accesorios de voladura**

En el cálculo de los parámetros de la voladura de un taladro se considera: Longitud y diámetro del taladro, Capacidad de carga en un metro de taladro, elementos constructivos de carga explosiva en el taladro (diseño de carga).

Para las condiciones del Tajo Alpamarca, se han considerado utilizar explosivo ANFO en época de estiaje (de mayo a octubre) y en época de precipitaciones fluviales (de noviembre a abril) Heavy ANFO constituidas por una mezcla de 40% de ANFO y 60% de emulsión.

Como iniciador de la carga se utilizará booster de ½ Lb. y para el amarre de las troncales y de columna de carga se utilizará cordón detonante de 5 gr., retardos en superficie y mecha lenta con fulminante para iniciar la voladura.

En el Cuadro 21, se muestra el cálculo de explosivos requeridos por taladro y los accesorios

de voladura respectivos, así como las ratios de consumo de estos.

DISTRIBUCION DE CARGA	Unidad	Desmorte	Mineral
Altura de fondo	m	5	2.3
Taco Intermedio	m		
Deck	m		
Taco Superior	m	5.5	3.2
EXPLOSIVO			
Kilos Explosivo/Taladro		99	19
Examón	Kg	0	0
Emulsión	Kg	39	8
Nitrato de Amonio	Kg	56	11
Petróleo	Gl	1.11	0.22
ACCESORIOS x TALADRO			
Booster 1/2 Lb	Unid.	1	1
Cord. Det. 5 gr (taladro)	m.	10.8	5.8
Secuencia de disparo	para 40 tal		
Cord. Det. (Superficie)	m.	4.961	1.694
Mecha Lenta	m.	0.007	0.004
Fulminante	Unid.	0.041	0.016
Retardo superficial	Unid.	0.33	0.187
N° TALADROS			
N° de Taladros por turno	N° Tal/turno	36	64
N° de Taladros por día	N° Tal/día	73	128

Cuadro 21: Explosivo y Accesorios de Voladura

c) Carguío

Se requerirá 3 excavadoras:

Cant.	Marca	Modelo	Observación
1	CAT	CAT 336 D2L	Capacidad 2.4 m3
1	CAT	CAT 336 D2L	Capacidad 2.4 m3
1	CAT	CAT 349 D2L	Capacidad 3.2 m3

Cuadro 22: Requerimiento de Excavadoras (Fuente Propia)

d) Transporte

Para el transporte de mineral y desmorte se requerirá 17 volquetes.

Cant.	Marca	Modelo	Observación
10	VOLVO	FX 480 8 X 4	Capacidad 20 m3
7	MERCERDES BENZ	ACTROS 4140	Capacidad 20 m3

Cuadro 23: Requerimiento de Volquetes (Fuente Propia)

e) Servicios

Los equipos de servicios como las líneas amarillas requeridas para el plan de minado se muestran en el cuadro siguiente:

Servicios	Descripción	UM	Total	Total	Total
	Motoniveladora MN-02	Horas	3,960	3,960	3,960
	Cargador Frontal 890 H	Horas	2,640	2,640	2,640
	Luminarias	Horas	36,000	36,000	29,400
	Rompebancos	Horas	5,400.00	3,600	3,600
	Rompebancos	Unid	100%	1	1
	Motoniveladora MN-02	Unid	100%	1	1
	Cargador Frontal 890 H	Unid	1.00	1	1
	Luminarias	Unid	10	10	8
	Costos de servicios	US\$/t	0.42	0.41	0.40

Cuadro 24: Requerimiento de Equipos de Servicio (Fuente Propia)

4.1.10 Costo de Inversión (CAPEX)

En vista que la Compañía Minera Chungar S.A.C cuenta con la mayoría de los equipos y que las operaciones estarían ejecutadas por empresas especializadas. En este presupuesto no se incluyen los costos generales, administrativos, así como la utilidad de los equipos.

La inversión significativa estará en el pre striping, cuyo monto total de inversión es de 11'350,520 US\$. De los cuales 5'512,520 US\$ corresponden al pre striping.

4.1.11 Rentabilidad del Proyecto

Se ha evaluado el proyecto con una tasa de descuento del 10%. Para el escenario base de cotización de Plomo US\$ 2,075 / TMS, Zinc US\$ 2,500 / TMS, Cobre US\$ 6,500 / TMS, Plata US 14.50 / oz, con los cuales el proyecto es muy rentable (evaluación parcial), ya que genera un VAN (US\$ 127'101,545).

Alpamarca	Unidad	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Mineral a Extraer	K TM	950	950	950	950	950	706
Desmante a extraer	K TM	2,167	1,691	860	860	860	860
Toneladas por día	TM	2,625	2,625	2,625	2,625	2,625	2,635
Zn	%	0.98	0.87	0.97	1.06	1.10	1.18
Pb	%	0.86	0.76	0.76	0.87	0.92	0.94
Cu	%	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06
Ag	oz/t	1.97	1.97	1.98	2.17	2.11	2.25
Mineral Tratado	K TM	950	950	950	950	950	706
Toneladas por día	TM	2,625	2,625	2,625	2,625	2,625	2,635
Zn	%	0.98	0.87	0.97	1.06	1.10	1.18
Pb	%	0.86	0.76	0.76	0.87	0.92	0.94
Cu	%	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06
Ag	oz/t	1.97	1.97	1.98	2.17	2.11	2.25
Recuperaciones							
Zn	%	87%	85%	85%	86%	84%	85%
Pb	%	90%	90%	90%	89%	90%	89%
Cu	%	72%	75%	72%	72%	72%	72%
Ag	%	90%	91%	90%	90%	90%	90%
Concentrados							
Zinc	K TM	14.70	12.80	14.19	17.04	18.45	14.87
Plata	K TM	13.59	12.40	12.22	12.89	14.24	10.67
Producción de Finos							
Zn	K TMF	8.07	7.01	7.87	8.27	9.22	7.46
Pb	K TMF	7.38	6.66	6.44	7.17	7.96	5.97
Cu	K TMF	0.34	0.32	0.31	0.31	0.31	3.01
Ag	M oz	16.84	16.89	15.60	16.82	17.65	14.08
Valor bruto de Producción	Mill USD	55.94	52.91	51.25	54.25	57.25	48.25
Ded.por Pagables	Mill USD	-6.1	-7.0	-7.5	-6.5	-7.5	-7.5
Desc.Comeciales	Mill USD	-1.8	-1.6	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8
Valor Neto de Producción	Mill USD	48.05	44.30	41.95	45.95	47.95	38.95
Zn	Mill USD	15.50	13.17	15.14	12.14	12.14	12.14
Pb	Mill USD	13.39	11.32	10.33	12.33	13.33	10.33
Cu	Mill USD	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Ag	Mill USD	17.00	17.00	17.08	19.08	18.11	17.08
Coto de Producción	Mill USD	-21.3	-17.5	-14.7	-17.8	-16.5	-16.3
Coto de Producción	USD/TM	-22.6	-18.5	-14.9	-18.7	0.0	0.0
Gasto de Ventas	Mill USD	-1.1	-1.0	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3
Gasto de Ventas	USD/TM	55.7	51.6	51.7	51.7	51.7	51.7
Contrib.antes de Inv.	Mill USD	25.6	25.8	25.9	26.8	30.2	21.3
Inversiones Operativas	Mill USD	-5.1	-5.9	-3.8	-4.8	-4.8	-3.8
Contribución Final	Mill USD	20.4	19.8	22.1	21.9	25.3	17.4

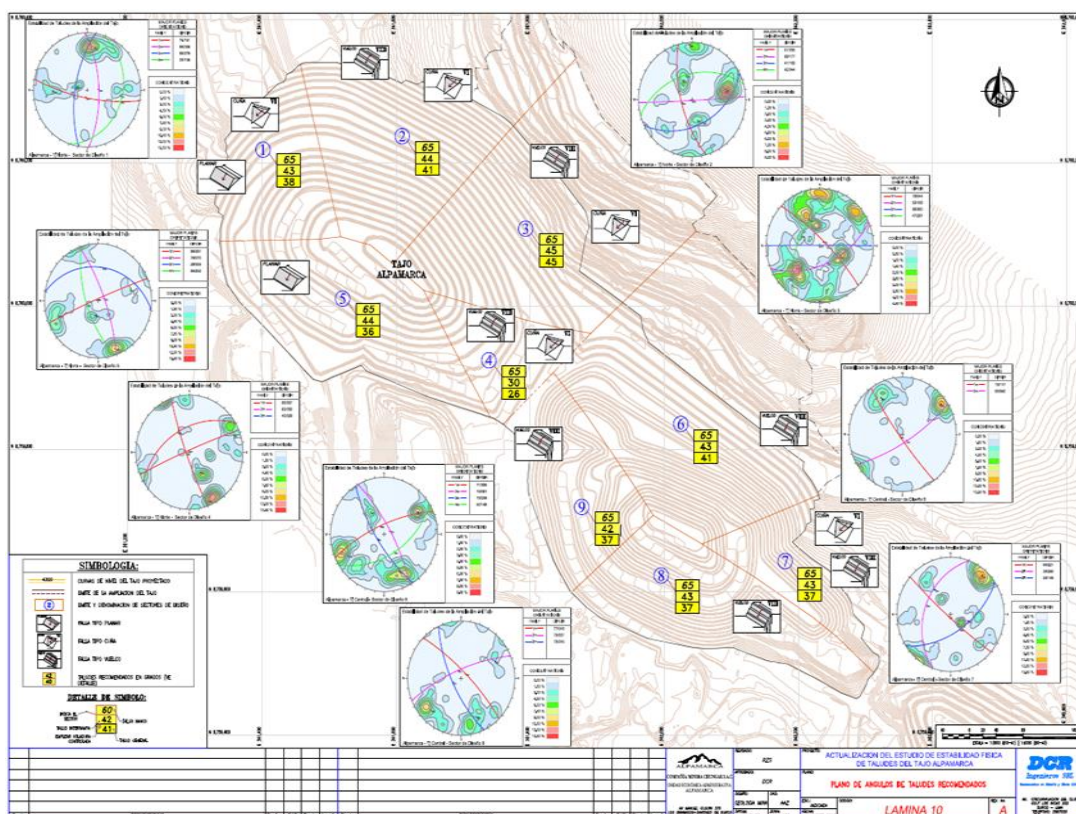
127.1

Cuadro 25: Contribución Final (Fuente Propia)

4.1.12 Estudio Geomecánico

Como parte de la ingeniería y el minado a cielo abierto del tajo Norte, la E.E. DCR Ingenieros en coordinación con Compañía Minera Chungar S.A.C. ha realizado una actualización del Estudio de Estabilidad Física de Taludes del Tajo Norte. Esto con el objetivo de evaluar el comportamiento o condiciones de estabilidad física de la masa rocosa involucrada con los taludes del Tajo, en función a los planes de minado y previa determinación de los parámetros requeridos, a fin de suministrar los ángulos de taludes para el planeamiento y diseño del minado del proyecto de ampliación del Tajo Alpamarca.

Imagen 20: Plano de ángulos recomendados (Fuente DCR)



La geometría adoptada para estos análisis fue talud de banco de 65° y 10 m de altura en la cara final de los taludes.

Los resultados de los análisis probabilísticos realizados en las condiciones más críticas son similares a los conseguidos con los análisis cinemáticos (ver Cuadro 23), Los valores altos del factor de seguridad indican que es posible alcanzar taludes de bancos de hasta 65°, por lo que es posible asumir taludes de bancos de hasta 60° con bermas de 6m de ancho como mínimo.

4.1.13 Recomendaciones para el control de la estabilidad de taludes

Los resultados que se presentan en este informe están basados en la información geotécnica obtenida durante los trabajos de campo del área de estudio, información existente producto de los estudios geotécnicos previos y resultados de varios análisis de estabilidad, conforme en

el futuro se disponga de más información, a medida que avance el minado, este diseño deberá ser mejorado progresivamente, para lo cual se deben de tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

Sector de diseño	Sección de análisis	Altura de talud (m)	Angulo de talud (°)		Factor de Seguridad			
			Inter-rampa	General	Estático		Sseudoestático	
					Drenado	No drenado	Drenado	No drenado
1	A-A'	135	43	38	3.135	2.623	2.504	2.083
2	B-B'	235	44	41	1.876	1.876	1.551	1.508
3	C-C'	308	45	45	1.598	1.268	1.306	1.018
4	A-A'	105	30	26	2.977	2.977	2.308	2.279
5	B-B'	100	44	36	2.411	2.411	1.994	1.924
6	E-E'	144	43	41	1.564	1.339	1.267	1.055
7	F-F'	100	43	37	1.976	1.596	1.578	1.259
8	E-E'	105	43	37	1.968	1.660	1.572	1.318
9	D-D'	112	42	37	2.190	1.746	1.734	1.365

Cuadro 26: Resultados del análisis cinemático por sectores de diseño DCR

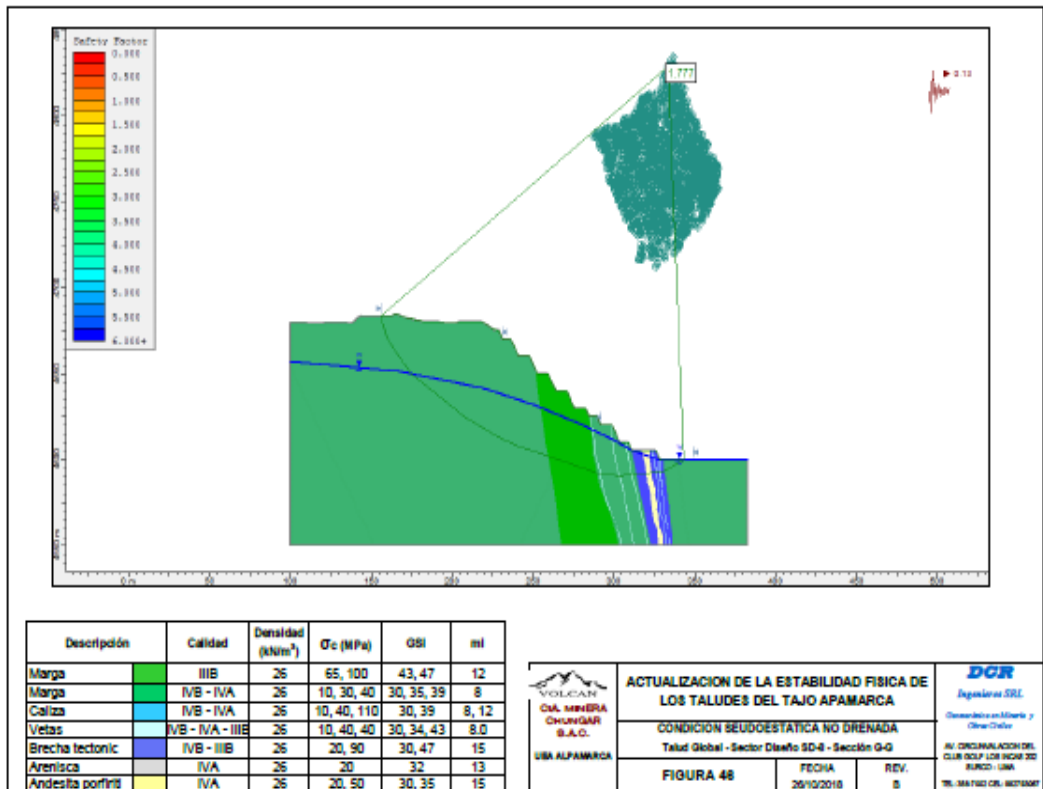


Imagen 21: Sección Pseudoestática no drenada Pared Oeste (Fuente DCR)

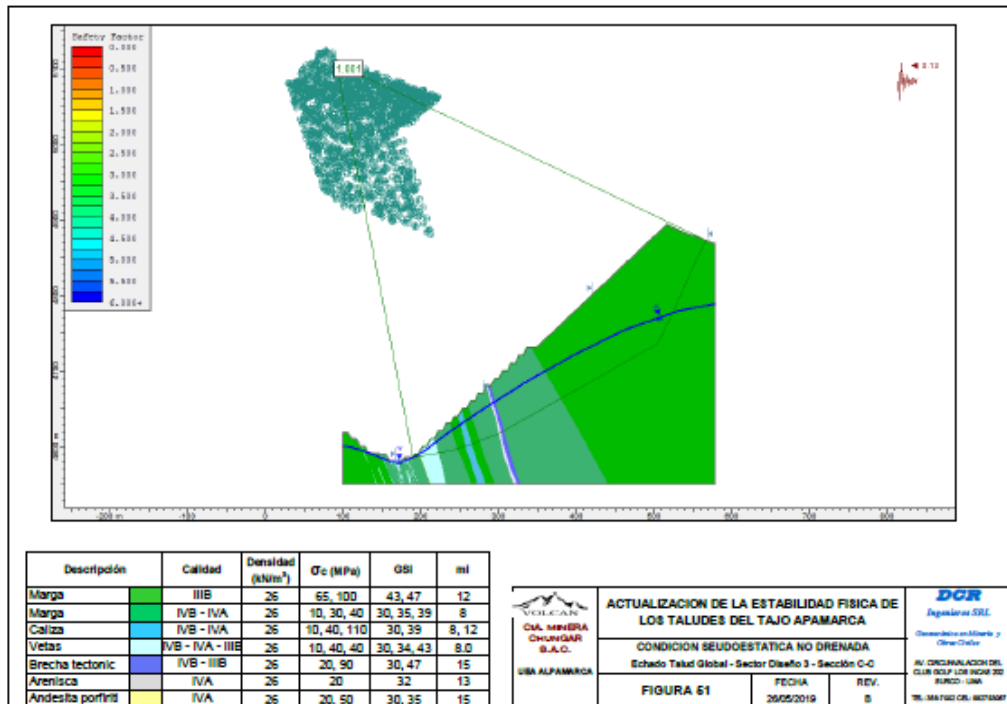


Imagen 22: Sección Pseudoestática no drenada Pared Este (Fuente DCR)

4.1.14 Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional

La Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional está basada en el Sistema Integrado de Gestión, el cual está conformado por cuatro pilares fundamentales:

1. **IPERC BASE:** Evaluación de riesgos
2. **PODER:** Condiciones
3. **SABER:** Conocimiento
4. **QUERER:** Comportamiento

En torno al cual se tienen establecidas nueve Herramientas Temáticas de Gestión, siendo una de ellas **“TRABAJO SEGURO”** la cual es base fundamental de la Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.

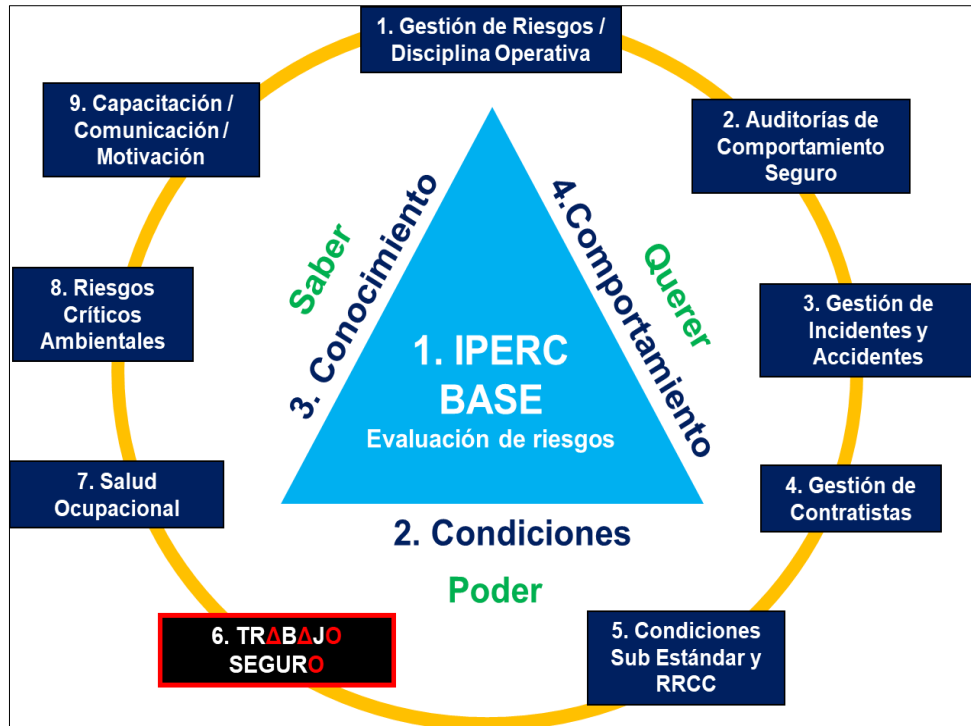


Imagen 23: Sección Pseudoestática no drenada Pared Este (Fuente

TRABAJO SEGURO es un programa que nos proporciona normas claras y procesos definidos para la gestión de los peligros más críticos que pueden derivar en accidentes mortales. Este programa ya ha sido implementado en varias operaciones a nivel mundial y fue desarrollado tomando en cuenta las mejores prácticas de la industria minera. Incluye una serie de protocolos para controlar situaciones de peligro, procesos de comunicación, material de formación y otros documentos de apoyo. Este programa es una iniciativa para consolidar el valor del RESPETO hacia las personas.

a) VISION

«Al 2021, ser una de las principales empresas mineras diversificadas en metales base y preciosos, líder en crecimiento y excelencia operativa, actuando con responsabilidad social y con un equipo humano comprometido y altamente calificado».

b) MISION

«Somos un grupo minero de origen peruano que persigue la maximización de valor de sus accionistas a través de la excelencia operativa y de los más altos estándares de seguridad y manejo ambiental, contribuyendo al desarrollo de su personal y de su entorno».

c) Objetivos Estratégicos al 2021

La Empresa ha determinado **cinco objetivos estratégicos** hacia donde deben estar dirigidos los esfuerzos de todos sus integrantes: Seguridad como primer Objetivo Estratégico.

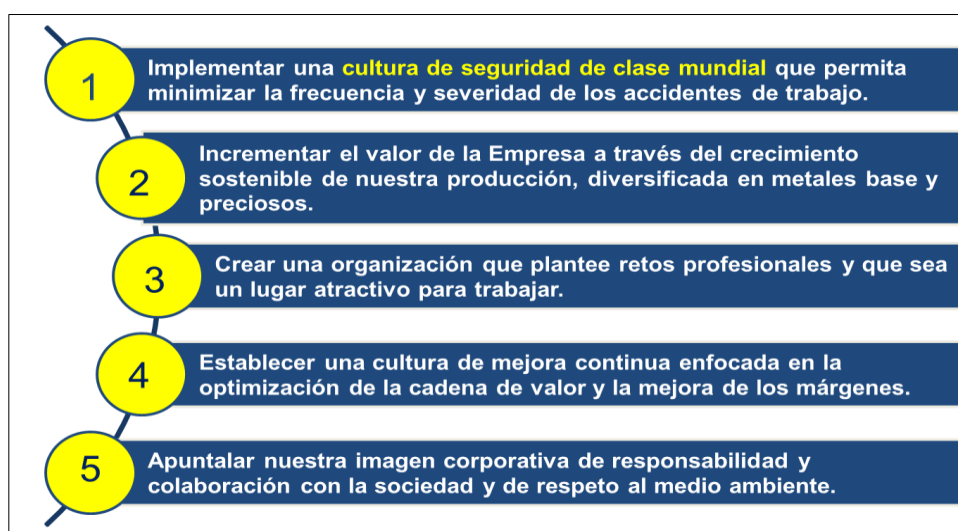


Imagen 24: Objetivos Estratégicos

d) Nuestros Valores

- **Seguridad:** Nuestras acciones buscan mitigar todos los riesgos para que en nuestro día a día se garantice la INTEGRIDAD y SALUD de nuestros colaboradores.
- **Integridad:** Nuestro comportamiento refleja una actitud honesta, justa, ética y transparente en todas nuestras acciones.

- **Compromiso:** Nos sentimos parte de un gran proyecto corporativo en el cual creemos firmemente y por el cual damos lo mejor de nosotros mismos.
- **Excelencia:** Buscamos alcanzar permanentemente los más altos estándares de desempeño en nuestro trabajo para lograr resultados sobresalientes.
- **Respeto:** Nuestras acciones buscan generar armonía en las relaciones con nuestros colaboradores, comunidades, medio ambiente, clientes y accionistas.

4.2 Discusión de Resultados

- Bajo el diseño óptimo trabajado se estima 2,860,629 TMS de mineral con leyes medias de 1.11%Zn, 0.89% Pb, 0.06%Cu y 2.14 Oz Ag y desmonte de 8,733,610 TMS con un Striping de 3.05 el cual proyecta un incremento de la Vida del Tajo hasta el 2024 generando una contribución de **MUS\$ 127.1**.

CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño óptimo y el plan de minado donde se determinó que es factible la ampliación del LOM del Tajo Norte Alpamarca Volcán S.A.A. hasta el 2024 con un VAN de US\$ 127'101,545 el cual lo hace un proyecto rentable.
- De acuerdo con las evaluaciones de estabilidad en las zonas críticas del Tajo Norte se determinó que el factor de seguridad (FS) en condiciones Pseudoestática no drenadas fueron 1.296 en el diseño óptimo con el que se realizó el plan de minado.
- Se eligió el diseño del escenario 1 con 2,860,629 TMS de mineral con leyes medias de 1.11%Zn, 0.89% Pb, 0.06%Cu y 2.14 Oz Ag y desmonte de 8,733,610 TMS con un Striping de 3.05.

RECOMENDACIONES

- Completar en este año 2019, el recrecimiento de la relavera a la cota 4685.
- Continuar con las campañas de perforación diamantinas en zona Anita Juanita y Don Pablo para poder estimar recursos.
- Continuar con las campañas de perforación diamantina para el proyecto subterráneo.
- Continuar con las buenas prácticas de seguridad y que la seguridad está sobre la producción.
- Perforar los precortes completos debido a que estos generan un plano de corte de liberación de las energías y evitan las disturbancias en los taludes finales y que la voladura sea controlada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Parra, Andrés. 2006. Generación y Aplicación de un Sistema de Análisis para Planes de Producción. Memoria de Título. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- Castillo, L. (2009). Memoria para optar al título de ingeniero civil de minas: "Modelos de Optimización para la Planificación Minera a Cielo Abierto". Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Chura, Henry. (2019). Optimizar el Planeamiento a Largo Plazo de la Mina a Tajo abierto Tacaza – Ciemsa empleando los softwares mineros Gemcom Whittle y Minesight. Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Rojas, Oswaldo. (1999). Planeamiento a Mediano y Largo Plazo – U.P. Andaychagua Centromin Perú. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica.
- Gonzales, Paul. (2013). Planeamiento de Minado del Tajo Alpamarca. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica.
- Padilla, Fernando. (2014). Diseño óptimo del Tajo abierto Ciénaga norte para la generación de la máxima rentabilidad en la Unidad minera Tantahuatay de la compañía minera Coimolache s.a. periodo 2015 – 2017. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- DCR Ingenieros S.R.Ltda. (2019). U.E.A Alpamarca Informe Técnico.
- Dagdelen, K. (2001). Open Pit Optimization - Strategies for Improving Economics of Mining. Proceedings of the 17th International Mining Congress and Exhibition of Turkey (IMCET), (págs. 117-121). Ankara, Turkey.

- Whittle, D. (2011). Open Pit Planning and Design. En P. Darling (Ed.), SME Mining Engineering Handbook (Vol. 1, págs. 877-901). E.E.U.U.: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
- Vásquez, A., Galdames, B., & Le-Feaux, R. (2007). Diseño y Operaciones de Minas a Cielo Abierto. Santiago, Chile: Departamento de Ingeniería Civil de Minas, Universidad de Chile.
- Vargas, M. (2011). Tesis para optar al grado de magíster en minería: "Modelo de Planificación Minera de Corto y Largo Plazo Incorporando Restricciones Operacionales y de Mezcla. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- Hustrulid, W., Kuchta, M., & Martin, R. (2013). Open Pit Mine Planning & Design (3rd Edition) (Vol. 1. Fundamentals). Boca Raton, Florida: CRC Press and London, U.K.: Taylor and Francis.

ANEXOS

Anexo 01: Plan de Extracción Acumulado

	Descripción	U/M	LOM					Total	
			2019	2020	2021	2022	2023		2024
Total	Ore	tms	950,250	950,250	950,250	950,250	950,250	706,125	5,457,375
	Zn	%	0.98	0.87	0.97	1.06	1.10	1.18	1.02
	Pb	%	0.86	0.76	0.76	0.87	0.92	0.94	0.85
	Cu	%	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05
	Ag	Oz	1.97	1.97	1.98	2.17	2.11	2.25	2.07
	NSR	\$/t	59.91	47.29	26.52	25.26	0.00	0.00	62
	Waste	t(000)	4,233,132	3,438,246	2,873,929	1,950,027	1,356,155	517,040	14,368,529
	Total	t(000)	5,183,382	4,388,496	3,824,179	2,900,277	2,306,405	1,223,165	19,825,904
	SR	#	4	4	3	2	1	1	3

Zona Nito	Ore	tms	162,637	492,046	549,571	950,250	706,125	2,860,629	
	Zn	%	0.86	1.10	1.15	1.10	1.18	1.11	
	Pb	%	0.70	0.78	0.93	0.92	0.94	0.89	
	Cu	%	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	
	Ag	oz/t	1.87	2.04	2.22	2.11	2.25	2.14	
	NSR	USD/t	53.88	61.58	67.51	64.86	68.60	65.10	
	Waste	t(000)	2,065,872	1,746,905	1,736,820	1,310,818	1,356,155	517,040	8,733,610
	Total	t(000)	2,065,872	1,909,542	2,228,866	1,860,389	2,306,405	1,223,165	11,594,239
	SR	#	11	4	2	1	1	3	

Zona Anita Juanita	Ore	tms	587,146	524,532	424,805	400,679	1,937,162
	Zn	%	0.98	0.80	0.83	0.94	0.89
	Pb	%	0.90	0.73	0.74	0.79	0.80
	Cu	%	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05
	Ag	oz/t	1.98	1.95	1.92	2.09	1.98
	NSR	USD/t	60.64	54.57	54.88	59.91	57.58
	Waste	t(000)	1,282,590	1,074,509	1,074,509	639,209	4,070,817
	Total	t(000)	1,869,736	1,599,041	1,499,314	1,039,888	6,007,979
	SR	#	2	2	3	2	2

Zona Don Pablo	Ore	tms	363,104	263,081	33,399	659,584
	Zn	%	0.98	1.02	1.01	1.00
	Pb	%	0.80	0.86	0.75	0.82
	Cu	%	0.05	0.05	0.05	0.05
	Ag	oz/t	1.96	2.07	1.84	2.00
	NSR	USD/t	59	62	57	60
	Waste	t(000)	884,670	616,832	62,600	1,564,102
	Total	t(000)	1,247,774	879,913	95,999	2,223,686
	SR	#	2	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02: Plan de Extracción 2019

	Descripción	U/M	Plan de Producción 2019												Total 2019
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Total	Ore	tms	73,500	73,500	81,375	78,750	81,375	78,750	78,750	81,375	78,750	81,375	76,125	86,625	950,250
	Zn	%	0.99	0.99	0.92	0.92	0.93	0.98	0.88	1.06	1.11	1.12	1.02	0.85	0.98
	Pb	%	0.91	0.87	0.85	0.74	0.84	0.80	0.78	0.85	0.94	0.99	1.01	0.80	0.86
	Cu	%	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05
	Ag	Oz	1.73	1.78	1.87	1.95	2.05	1.99	1.92	2.13	2.08	2.06	2.02	2.05	1.97
	NSR	\$/t	56.93	57.05	57.16	56.78	60.02	59.04	56.20	63.36	64.89	65.55	63.50	58.12	60
	Waste	t(000)	390,057	403,156	375,389	380,178	397,389	388,291	391,107	201,622	381,003	188,758	347,037	389,145	4,233,132
	Total	t(000)	463,557	476,656	456,764	458,928	478,764	467,041	469,857	282,997	459,753	270,133	423,162	475,770	5,183,382
	SR	#	5	5	5	5	5	5	5	2	5	2	5	4	4

Zona Nito	Ore	tms													
	Zn	%													
	Pb	%													
	Cu	%													
	Ag	oz/t													
	NSR	USD/t													
	Waste	t(000)	200,123	201,222	201,455	203,244	201,455	203,545	201,144	20,112	201,223	20,114	200,000	212,235	2,065,872
	Total	t(000)	200,123	201,222	201,455	203,244	201,455	203,545	201,144	20,112	201,223	20,114	200,000	212,235	2,065,872
SR	#														

Zona Anita Juanita	Ore	tms	48,500	47,000	45,949	50,296	49,221	48,625	47,505	51,253	49,794	51,253	46,125	51,625	587,146
	Zn	%	0.99	0.99	0.88	0.94	0.93	0.98	0.88	1.06	1.11	1.12	1.02	0.85	0.98
	Pb	%	0.90	0.87	0.89	0.82	0.92	0.83	0.85	0.88	0.98	1.06	1.05	0.80	0.90
	Cu	%	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05
	Ag	oz/t	1.69	1.81	1.87	1.97	2.08	1.99	1.91	2.14	2.11	2.06	2.04	2.05	1.98
	NSR	USD/t	56.12	57.62	57.12	58.56	61.72	59.62	57.21	64.16	65.84	66.58	64.36	58.12	61
	Waste	t(000)	104,523	106,523	108,523	101,523	110,523	104,512	103,452	102,156	103,246	108,520	104,523	124,566	1,282,590
	Total	t(000)	153,023	153,523	154,472	151,819	159,744	153,137	150,957	153,409	153,040	159,773	150,648	176,191	1,869,736
	SR	#	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tajo Don Pablo	Ore	tms	25,000	26,500	35,426	28,454	32,154	30,125	31,245	30,122	28,956	30,122	30,000	35,000	363,104
	Zn	%	0.99	0.99	0.98	0.89	0.93	0.98	0.88	1.06	1.11	1.12	1.02	0.85	0.98
	Pb	%	0.95	0.87	0.79	0.62	0.72	0.73	0.65	0.78	0.88	0.87	0.95	0.80	0.80
	Cu	%	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05
	Ag	oz/t	1.79	1.71	1.87	1.90	2.00	1.99	1.94	2.10	2.04	2.06	2.00	2.05	1.96
	NSR	USD/t	58	56	57	54	57	58	55	62	63	64	62	58	59
	Waste	t(000)	85,411	95,411	65,411	75,411	85,411	80,234	86,511	79,354	76,534	60,124	42,514	52,344	884,670
	Total	t(000)	110,411	121,911	100,837	103,865	117,565	110,359	117,756	109,476	105,490	90,246	72,514	87,344	1,247,774
	SR	#	3	4	2	3	3	3	3	3	3	2	1	1	2

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03: Plan de Extracción 2020

	Descripción	U/M	Plan de Producción 2020												Total 2020
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Total	Ore	tms	73,500	73,500	81,375	78,750	81,375	78,750	78,750	81,375	78,750	81,375	76,125	86,625	950,250
	Zn	%	0.82	0.82	0.89	0.81	0.90	0.98	0.80	0.93	0.93	0.88	0.88	0.82	0.87
	Pb	%	0.70	0.70	0.73	0.66	0.76	0.77	0.65	0.80	0.82	0.81	0.87	0.84	0.76
	Cu	%	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
	Ag	Oz	2.00	1.86	2.05	2.09	2.16	2.36	1.83	1.86	1.85	1.83	1.84	1.87	1.97
	NSR	\$/t	55.40	53.16	57.56	55.85	59.94	64.54	51.50	56.28	56.59	55.22	56.27	55.47	57
	Waste	t(000)	373,638	389,533	356,350	352,513	366,353	230,368	240,094	235,715	216,713	225,407	214,349	237,213	3,438,246
	Total	t(000)	447,138	463,033	437,725	431,263	447,728	309,118	318,844	317,090	295,463	306,782	290,474	323,838	4,388,496
SR	#	5	5	4	4	5	3	3	3	3	3	3	3	4	
Zona Nito	Ore	tms	15,204 23,746 24,243 23,711 20,233 19,008 36,492												162,637
	Zn	%	1.05 0.80 0.78 0.88 0.87 0.95 0.82												0.86
	Pb	%	0.60 0.51 0.61 0.71 0.67 0.85 0.84												0.70
	Cu	%	0.05 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04												0.04
	Ag	oz/t	1.85 1.85 1.87 1.80 1.83 1.98 1.90												1.87
	NSR	USD/t	55.13 49.81 51.30 53.23 52.90 59.31 55.85												53.88
	Waste	t(000)	214,545	224,545	204,541	212,540	213,545	104,546	100,245	98,745	90,143	90,412	88,552	104,546	1,746,905
	Total	t(000)	214,545	224,545	204,541	212,540	213,545	119,750	123,991	122,988	113,854	110,645	107,560	141,038	1,909,542
SR	#	7 4 4 4 4 5 3												11	
Zona Anita Juanita	Ore	tms	40,936	38,932	45,949	54,296	54,801	45,421	38,456	42,564	38,455	42,588	42,556	39,578	524,532
	Zn	%	0.70	0.77	0.75	0.67	0.79	0.94	0.79	0.97	0.89	0.78	0.80	0.82	0.80
	Pb	%	0.68	0.74	0.60	0.51	0.61	0.71	0.67	0.91	0.87	0.85	0.85	0.85	0.73
	Cu	%	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	Ag	oz/t	2.02	1.82	1.98	2.13	2.16	2.51	1.71	1.77	1.80	1.73	1.72	1.80	1.95
	NSR	USD/t	53.25	52.25	52.48	52.07	55.95	65.49	49.69	57.16	55.78	52.58	52.88	54.42	55
	Waste	t(000)	84,525	90,425	86,325	87,562	90,454	84,567	85,323	95,745	92,345	98,454	84,572	94,212	1,074,509
	Total	t(000)	125,461	129,357	132,274	141,858	145,255	129,988	123,779	138,309	130,800	141,042	127,128	133,790	1,599,041
SR	#	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Tajo Don Pablo	Ore	tms	32,564	34,568	35,426	24,454	26,574	18,125	16,548	14,568	16,584	18,554	14,561	10,555	263,081
	Zn	%	0.98	0.88	1.06	1.11	1.12	1.02	0.85	1.06	1.11	1.12	1.02	0.85	1.02
	Pb	%	0.73	0.65	0.88	0.98	1.06	1.05	0.80	0.78	0.88	0.87	0.95	0.80	0.86
	Cu	%	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05
	Ag	oz/t	1.99	1.91	2.14	2.01	2.16	2.40	2.05	2.10	2.04	2.06	2.00	2.05	2.07
	NSR	USD/t	58	54	64	64	68	70	58	62	63	64	62	58	62
	Waste	t(000)	74,568	74,563	65,484	52,411	62,354	41,255	54,526	41,225	34,225	36,541	41,225	38,455	616,832
	Total	t(000)	107,132	109,131	100,910	76,865	88,928	59,380	71,074	55,793	50,809	55,095	55,786	49,010	879,913
SR	#	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	4	2	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 04: Plan de Extracción 2021

	Descripción	U/M	Plan de Producción 2021												Total 2021
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Total	Ore	tms	73,500	73,500	81,375	78,750	81,375	78,750	78,750	81,375	78,750	81,375	76,125	86,625	950,250
	Zn	%	0.98	0.99	0.98	0.98	1.13	1.00	0.95	0.98	0.94	0.93	0.94	0.90	0.97
	Pb	%	0.78	0.80	0.79	0.74	0.81	0.65	0.58	0.75	0.78	0.76	0.85	0.85	0.76
	Cu	%	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
	Ag	Oz	2.00	1.88	2.02	2.08	2.08	2.28	1.91	1.89	1.92	1.88	1.94	1.93	1.98
	NSR	\$/t	58.97	57.62	59.50	59.68	63.23	61.80	54.17	56.85	57.07	55.94	58.47	57.60	58
	Waste	t(000)	323,225	339,415	300,866	300,917	291,876	187,779	183,778	192,300	187,792	192,709	174,807	198,465	2,873,929
	Total	t(000)	396,725	412,915	382,241	379,667	373,251	266,529	262,528	273,675	266,542	274,084	250,932	285,090	3,824,179
	SR	#	4	5	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	3
Zona Nito	Ore	tms	24,711	24,278	48,919	45,426	49,949	43,628	42,528	42,923	43,505	40,132	43,980	42,067	492,046
	Zn	%	1.35	1.25	1.13	1.21	1.35	1.05	1.08	0.98	0.98	0.98	0.98	0.92	1.10
	Pb	%	0.94	0.90	0.91	0.90	0.94	0.60	0.51	0.61	0.71	0.67	0.85	0.84	0.78
	Cu	%	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
	Ag	oz/t	2.04	2.01	2.04	2.04	2.02	2.09	2.09	2.00	2.01	2.03	2.10	2.06	2.04
	NSR	USD/t	68.03	65.38	64.17	65.26	67.81	58.83	57.99	56.58	58.11	57.74	61.63	59.96	61.58
	Waste	t(000)	204,545	220,545	214,541	213,355	201,422	103,212	98,455	96,555	95,447	94,255	90,235	104,253	1,736,820
	Total	t(000)	229,256	244,823	263,460	258,781	251,371	146,840	140,983	139,478	138,952	134,387	134,215	146,320	2,228,866
	SR	#						2	2	2	2	2	2	2	4
Zona Anita Juanita	Ore	tms	34,156	30,456	32,456	33,324	31,426	35,122	36,222	38,452	35,245	41,243	32,145	44,558	424,805
	Zn	%	0.70	0.77	0.75	0.67	0.79	0.94	0.79	0.97	0.89	0.88	0.88	0.88	0.83
	Pb	%	0.68	0.74	0.60	0.51	0.61	0.71	0.67	0.91	0.87	0.85	0.85	0.85	0.74
	Cu	%	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	Ag	oz/t	2.02	1.82	1.98	2.13	2.16	2.51	1.71	1.77	1.80	1.73	1.72	1.80	1.92
	NSR	USD/t	53.25	52.25	52.48	52.07	55.95	65.49	49.69	57.16	55.78	54.18	54.16	55.37	55
	Waste	t(000)	84,525	90,425	86,325	87,562	90,454	84,567	85,323	95,745	92,345	98,454	84,572	94,212	1,074,509
	Total	t(000)	118,681	120,881	118,781	120,886	121,880	119,689	121,545	134,197	127,590	139,697	116,717	138,770	1,499,314
	SR	#	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	3
Tajo Don Pablo	Ore	tms	14,633	18,766											33,399
	Zn	%	1.01	1.02											1.01
	Pb	%	0.73	0.75											0.75
	Cu	%	0.05	0.05											0.05
	Ag	oz/t	1.89	1.81											1.84
	NSR	USD/t	57	56											57
	Waste	t(000)	34,155	28,445											62,600
	Total	t(000)	48,788	47,211											95,999
	SR	#	2	2											2

Fuente: Elaboración propia

Anexo 05: Plan de Extracción 2022

	Descripción	U/M	Plan de Producción 2022												Total 2022
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Total	Ore	tms	73,500	73,500	81,375	78,750	81,375	78,750	78,750	81,375	78,750	81,375	76,125	86,625	950,250
	Zn	%	1.14	1.01	1.05	1.06	1.05	1.04	1.05	1.10	1.09	1.03	1.04	1.05	1.06
	Pb	%	0.83	0.82	0.84	0.86	0.89	0.90	0.90	0.88	0.88	0.85	0.89	0.87	0.87
	Cu	%	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	Ag	Oz	1.98	2.13	2.07	2.11	2.29	2.09	2.29	2.20	2.08	2.28	2.14	2.29	2.17
	NSR	\$/t	62.19	62.03	62.20	63.39	66.43	63.29	66.57	65.84	63.75	65.38	63.84	66.17	64
	Waste	t(000)	187,108	201,312	186,707	181,654	187,200	194,700	133,010	127,109	128,799	140,896	135,774	145,758	1,950,027
	Total	t(000)	260,608	274,812	268,082	260,404	268,575	273,450	211,760	208,484	207,549	222,271	211,899	232,383	2,900,277
	SR	#	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Zona Nito	Ore	tms	43,344	42,265	48,919	45,426	48,920	48,626	46,294	47,249	42,295	47,150	42,580	46,503	549,571
	Zn	%	1.29	1.06	1.14	1.14	1.12	1.10	1.13	1.22	1.23	1.10	1.12	1.15	1.15
	Pb	%	0.92	0.89	0.90	0.94	0.95	0.94	0.93	0.92	0.94	0.94	0.92	0.92	0.93
	Cu	%	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	Ag	oz/t	1.89	2.14	2.12	2.12	2.46	2.13	2.45	2.32	2.15	2.25	2.15	2.42	2.22
	NSR	USD/t	64.29	64.31	65.48	66.10	71.16	65.60	71.01	70.10	67.88	67.39	65.78	70.33	67.51
	Waste	t(000)	124,556	142,566	132,455	125,423	128,456	132,455	84,555	84,555	81,244	88,455	84,552	101,546	1,310,818
	Total	t(000)	167,900	184,831	181,374	170,849	177,376	181,081	130,849	131,804	123,539	135,605	127,132	148,049	1,860,389
	SR	#						3	2	2	2	2	2	2	2
Zona Anita Juanita	Ore	tms	30,156	31,235	32,456	33,324	32,455	30,124	32,456	34,126	36,455	34,225	33,545	40,122	400,679
	Zn	%	0.94	0.94	0.90	0.94	0.95	0.93	0.94	0.94	0.93	0.93	0.95	0.94	0.94
	Pb	%	0.71	0.71	0.74	0.76	0.80	0.84	0.85	0.84	0.81	0.71	0.84	0.82	0.79
	Cu	%	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	Ag	oz/t	2.11	2.10	2.00	2.10	2.03	2.02	2.05	2.03	2.01	2.34	2.12	2.15	2.09
	NSR	USD/t	59.16	58.95	57.27	59.69	59.29	59.56	60.23	59.93	58.95	62.62	61.39	61.35	60
	Waste	t(000)	62,552	58,746	54,252	56,231	58,744	62,245	48,455	42,554	47,555	52,441	51,222	44,212	639,209
	Total	t(000)	92,708	89,981	86,708	89,555	91,199	92,369	80,911	76,680	84,010	86,666	84,767	84,334	1,039,888
	SR	#	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2
Tajo Don Pablo	Ore	tms													
	Zn	%													
	Pb	%													
	Cu	%													
	Ag	oz/t													
	NSR	USD/t													
	Waste	t(000)													
	Total	t(000)													
	SR	#													

Fuente: Elaboración propia

Anexo 06: Plan de Extracción 2023

	Descripción	U/M	Plan de Producción 2023												Total 2023
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Total	Ore	tms	73,500	73,500	81,375	78,750	81,375	78,750	78,750	81,375	78,750	81,375	76,125	86,625	950,250
	Zn	%	1.10	1.02	1.01	1.02	1.05	1.14	1.04	1.05	1.15	1.24	1.24	1.12	1.10
	Pb	%	0.92	0.79	0.88	0.95	0.95	0.94	0.95	0.93	0.94	0.94	0.95	0.92	0.92
	Cu	%	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	Ag	Oz	1.92	2.01	2.03	2.01	2.15	2.13	2.15	2.32	2.15	2.02	2.25	2.14	2.11
	NSR	\$/t	61.84	60.02	61.47	62.61	65.01	66.30	64.92	67.67	66.49	66.09	69.69	65.70	65
	Waste	t(000)	124,452	148,555	132,555	128,778	132,455	132,255	98,425	94,215	88,225	87,555	86,243	102,442	1,356,155
	Total	t(000)	197,952	222,055	213,930	207,528	213,830	211,005	177,175	175,590	166,975	168,930	162,368	189,067	2,306,405
	SR	#	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1

Zona Nito	Ore	tms	73,500	73,500	81,375	78,750	81,375	78,750	78,750	81,375	78,750	81,375	76,125	86,625	950,250
	Zn	%	1.10	1.02	1.01	1.02	1.05	1.14	1.04	1.05	1.15	1.24	1.24	1.12	1.10
	Pb	%	0.92	0.79	0.88	0.95	0.95	0.94	0.95	0.93	0.94	0.94	0.95	0.92	0.92
	Cu	%	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	Ag	oz/t	1.92	2.01	2.03	2.01	2.15	2.13	2.15	2.32	2.15	2.02	2.25	2.14	2.11
	NSR	USD/t	61.84	60.02	61.47	62.61	65.01	66.30	64.92	67.67	66.49	66.09	69.69	65.70	64.86
	Waste	t(000)	124,452	148,555	132,555	128,778	132,455	132,255	98,425	94,215	88,225	87,555	86,243	102,442	1,356,155
	Total	t(000)	197,952	222,055	213,930	207,528	213,830	211,005	177,175	175,590	166,975	168,930	162,368	189,067	2,306,405
	SR	#	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1

Zona Anita Juanita	Ore	tms													
	Zn	%													
	Pb	%													
	Cu	%													
	Ag	oz/t													
	NSR	USD/t													
	Waste	t(000)													
	Total	t(000)													
	SR	#													

Tajo Don Pablo	Ore	tms													
	Zn	%													
	Pb	%													
	Cu	%													
	Ag	oz/t													
	NSR	USD/t													
	Waste	t(000)													
	Total	t(000)													
	SR	#													

Fuente: Elaboración propia

Anexo 07: Plan de Extracción 2024

	Descripción	U/M	Plan de Producción 2024									Total 2024
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
Total	Ore	tms	73,500	73,500	81,375	78,750	81,375	78,750	78,750	81,375	78,750	706,125
	Zn	%	1.19	1.15	1.14	1.13	1.15	1.13	1.13	1.20	1.35	1.18
	Pb	%	0.90	0.90	0.94	0.95	0.95	0.96	0.93	0.95	0.96	0.94
	Cu	%	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06
	Ag	Oz	2.15	2.12	2.15	2.33	2.46	2.24	2.33	2.34	2.15	2.25
	NSR	\$/t	66.50	65.62	59.97	64.66	64.71	63.57	64.37	63.73	65.21	69
	Waste	t(000)	70,122	62,455	60,355	58,440	54,155	58,466	59,487	52,334	41,226	517,040
	Total	t(000)	143,622	135,955	141,730	137,190	135,530	137,216	138,237	133,709	119,976	1,223,165
	SR	#	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Zona Nito	Ore	tms	73,500	73,500	81,375	78,750	81,375	78,750	78,750	81,375	78,750	706,125
	Zn	%	1.19	1.15	1.14	1.13	1.15	1.13	1.13	1.20	1.35	1.18
	Pb	%	0.90	0.90	0.94	0.95	0.95	0.96	0.93	0.95	0.96	0.94
	Cu	%	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06
	Ag	oz/t	2.15	2.12	2.15	2.33	2.46	2.24	2.33	2.34	2.15	2.25
	NSR	USD/t	66.50	65.62	66.39	69.28	71.64	68.11	68.97	70.56	69.86	68.60
	Waste	t(000)	70,122	62,455	60,355	58,440	54,155	58,466	59,487	52,334	41,226	517,040
	Total	t(000)	143,622	135,955	141,730	137,190	135,530	137,216	138,237	133,709	119,976	1,223,165
	SR	#	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Zona Anita Juanita	Ore	tms										
	Zn	%										
	Pb	%										
	Cu	%										
	Ag	oz/t										
	NSR	USD/t										
	Waste	t(000)										
	Total	t(000)										
SR	#											

Tajo Don Pablo	Ore	tms										
	Zn	%										
	Pb	%										
	Cu	%										
	Ag	oz/t										
	NSR	USD/t										
	Waste	t(000)										
	Total	t(000)										
SR	#											

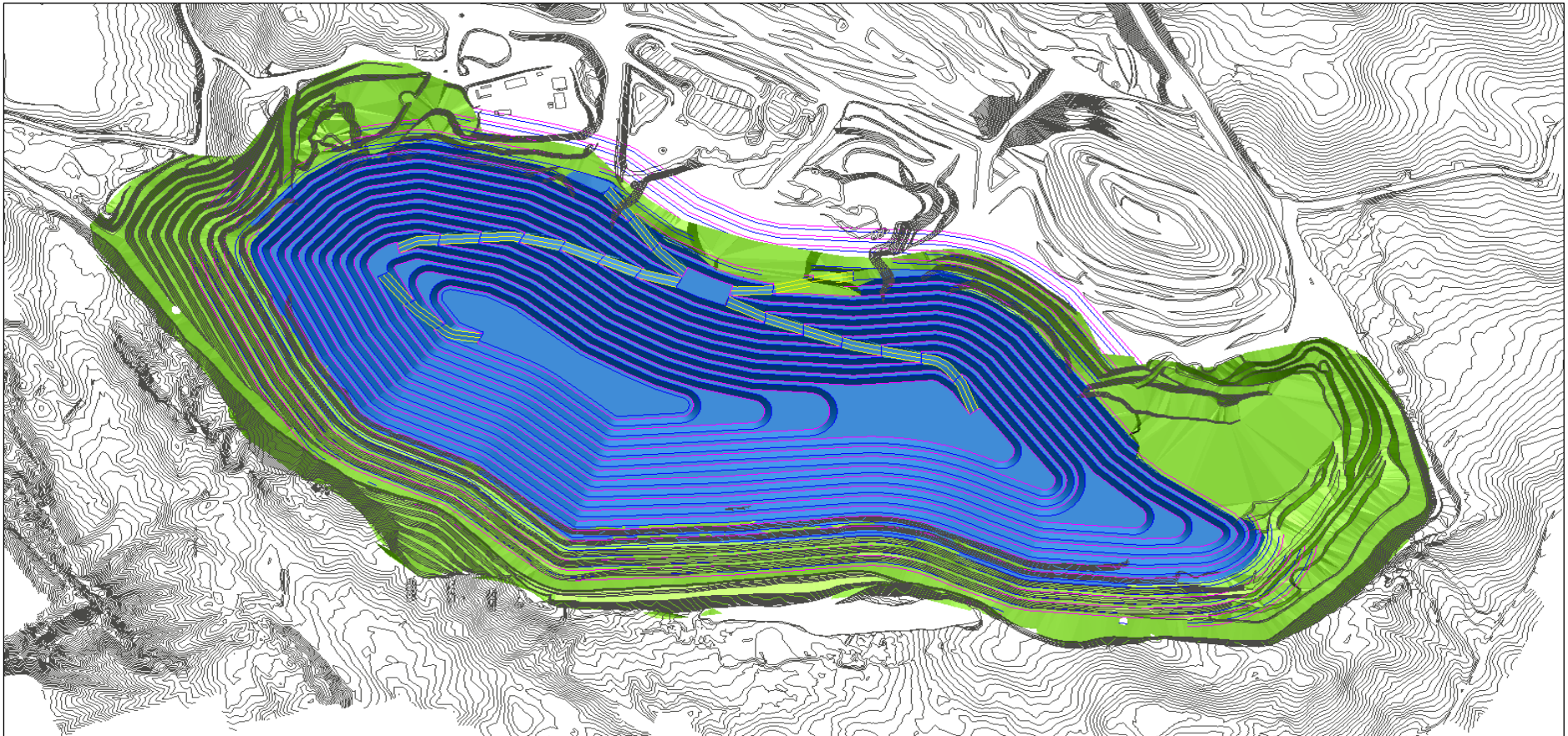
Fuente: Elaboración propia

Anexo 08: Matriz de consistencia

Título	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Diseño de la Investigación
Diseño y Planeamiento de minado para la ampliación del LOM del tajo Norte Alpamarca - Volcan S.A.A - 2019.	<p>GENERAL:</p> <p>¿Cómo permitirá el diseño y planeamiento de minado la ampliación del LOM del Tajo Norte Alpamarca – Volcán S.A.A – 2019.?</p> <p>ESPECIFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo se relaciona la geomecánica para la ampliación del LOM del Tajo Norte Alpamarca – Volcán S.A.A – 2019.? 2. ¿De qué manera se relaciona el planeamiento de minado con el diseño para la ampliación del LOM del Tajo Norte Alpamarca – Volcán S.A.A – 2019.? 	<p>GENERAL:</p> <p>Desarrollar el diseño y planeamiento de minado para la ampliación del LOM del Tajo Norte Alpamarca Volcán S.A.A 2019.</p> <p>ESPECIFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar la relación de la geomecánica para la ampliación del Tajo Norte Alpamarca Volcán S.A.A 2019. 2. Determinar la relación del planeamiento de minado con el diseño para la ampliación del Tajo Norte Alpamarca Volcán S.A.A 2019. 	<p>Hipótesis de Investigación (Hi):</p> <p>Con el diseño y planeamiento de minado se logrará la ampliación del LOM del Tajo Norte Alpamarca Volcán S.A.A -2019.</p>	<p>INDEPENDIENTE:</p> <p>Ampliación del LOM Tajo Norte Alpamarca Volcán S.A.A - 2019.</p> <p>DEPENDIENTES:</p> <p>Diseño y planeamiento de minado.</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Es aplicativo porque se planeará en función al diseño la ampliación de la vida de mina del Tajo Norte.</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>De acuerdo con el área donde se realiza la investigación, se define descriptivo.</p> <p>Método:</p> <p>Para el desarrollo de esta investigación, se identificaron a través de revisión documental, la observación directa de los procesos y equipos que requieren para la seguridad, la salud ocupacional y de la protección al medio ambiente.</p> <p>Población.</p> <p>La Población o universo de estudio está representada por las Zonas del Tajo Norte Alpamarca (Nito, Anita Juanita y Don Pablo)</p> <p>Muestra.</p> <p>La muestra estará compuesta por el la Zona Nito.</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 09: Diseño de Botadero

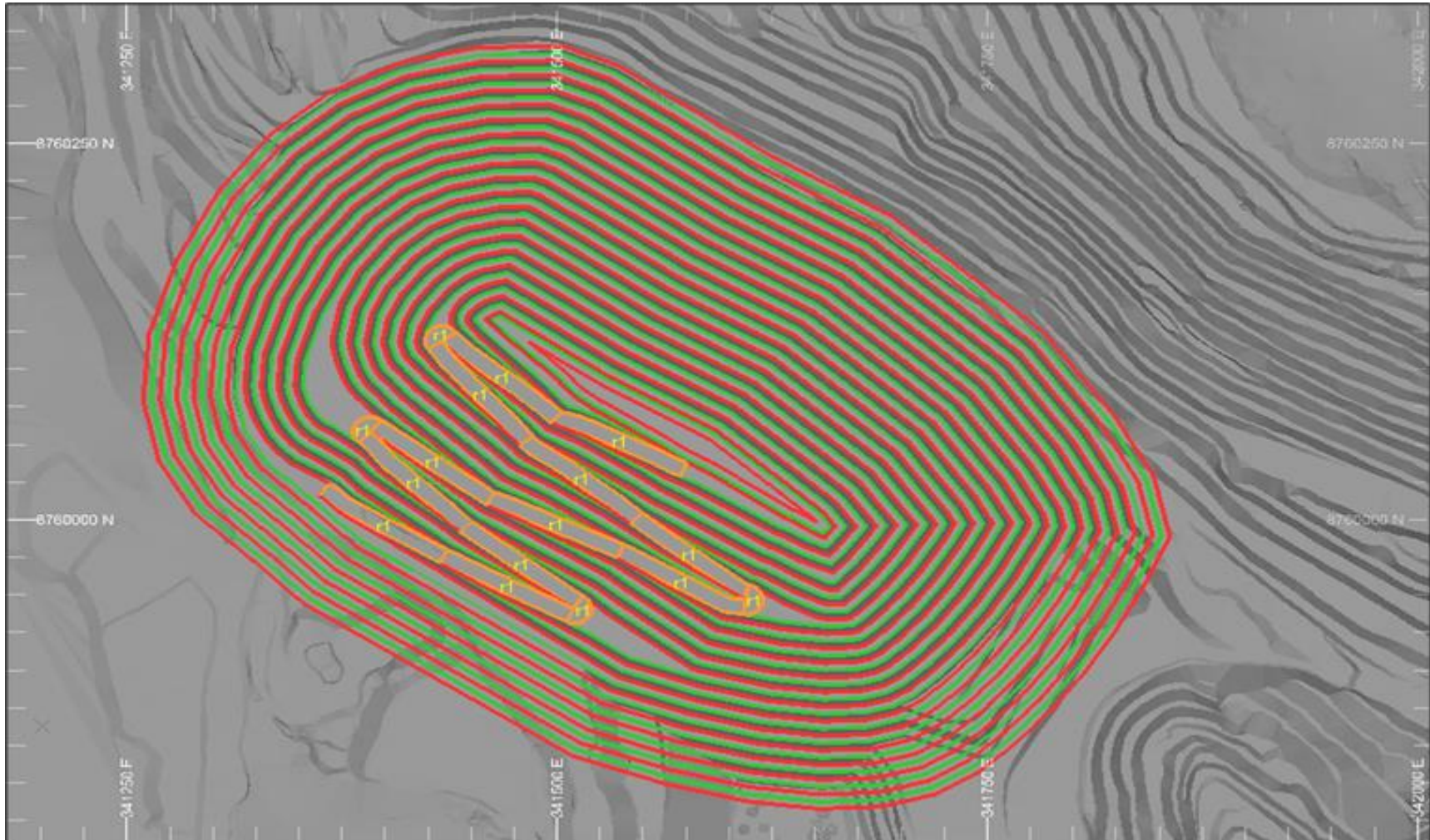


Fuente: Elaboración propia

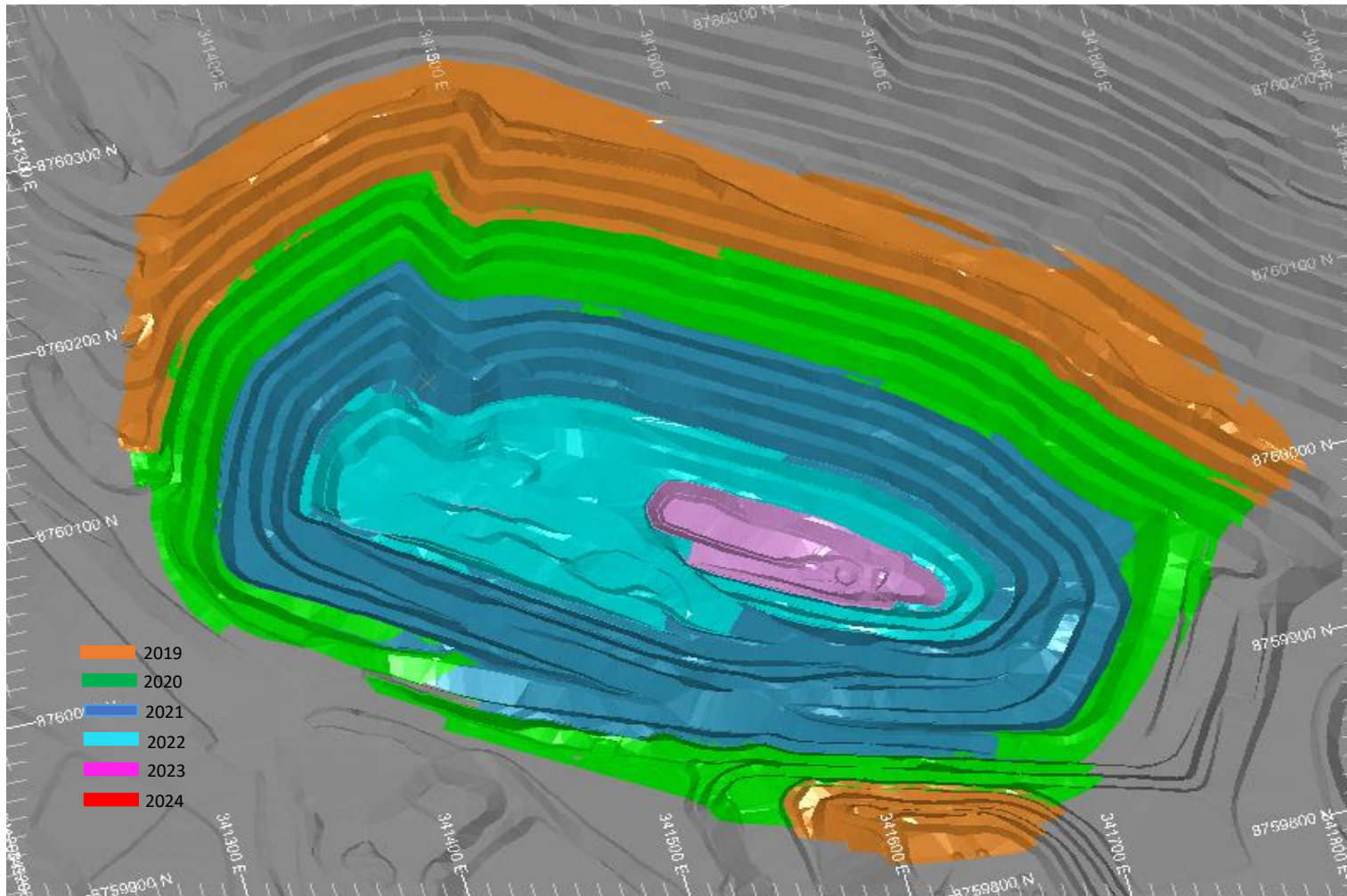
Anexo 10: Plano de Ubicación



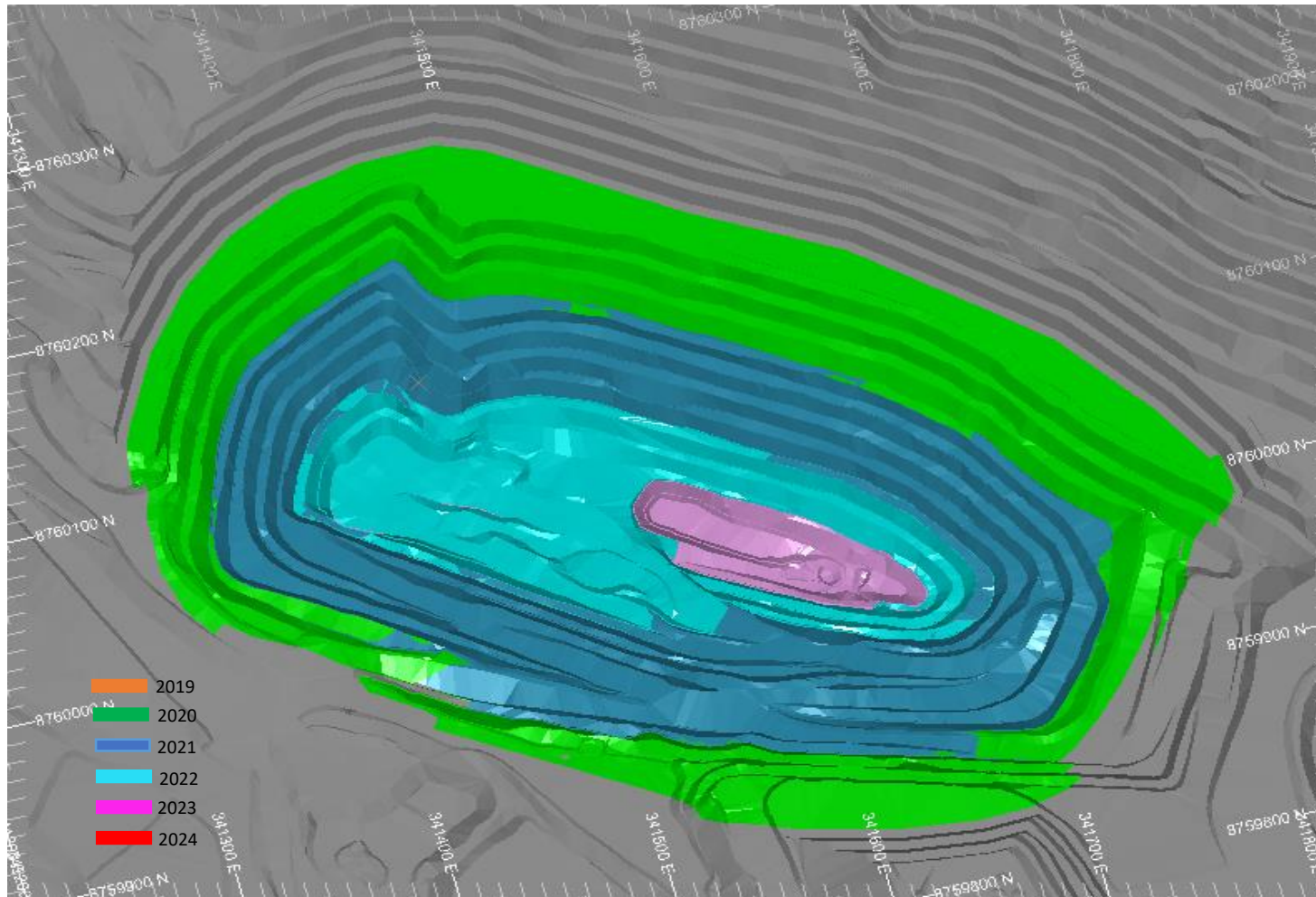
Anexo 11: Diseño óptimo



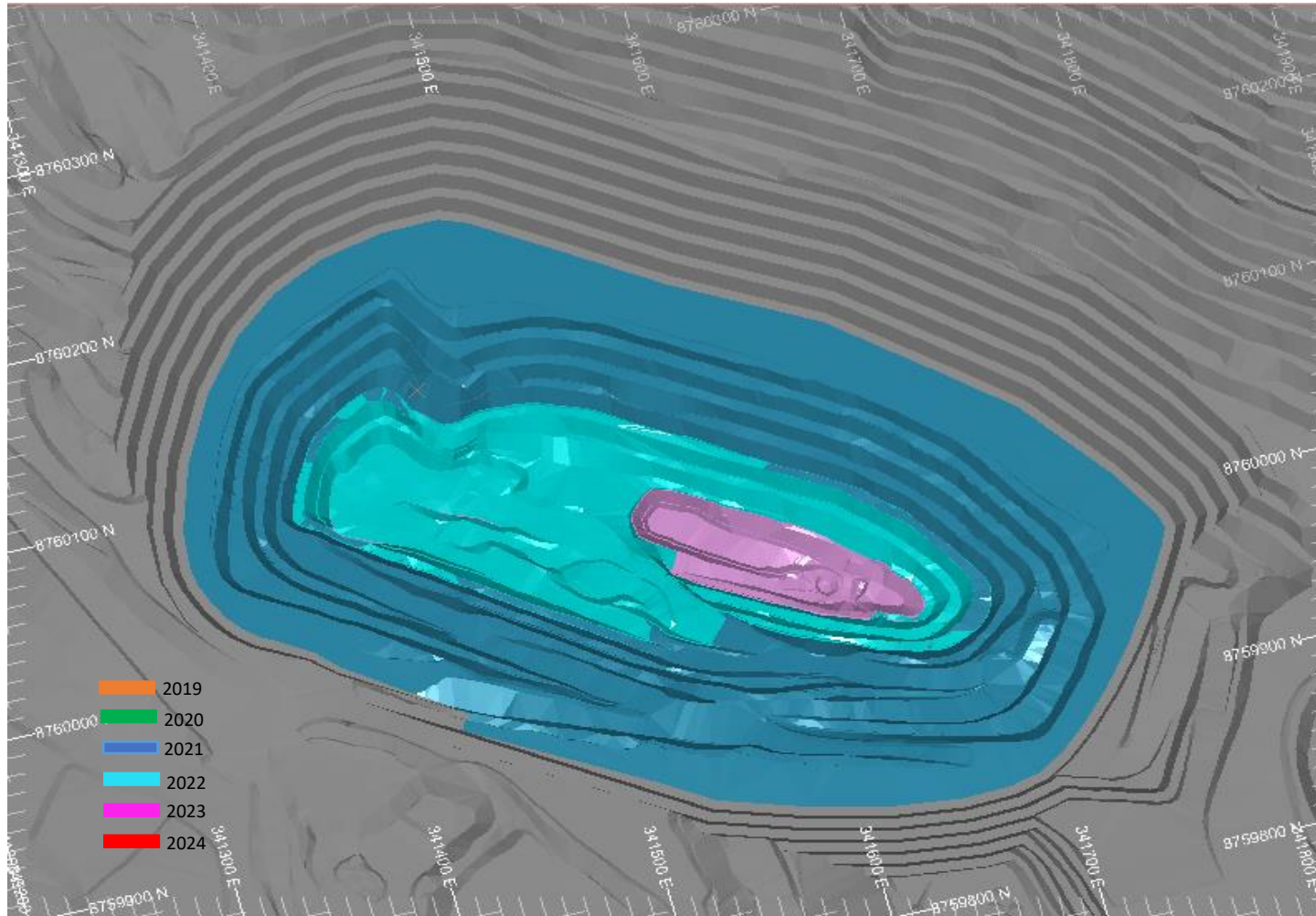
Anexo 12: Secuencia de Extracción 2019



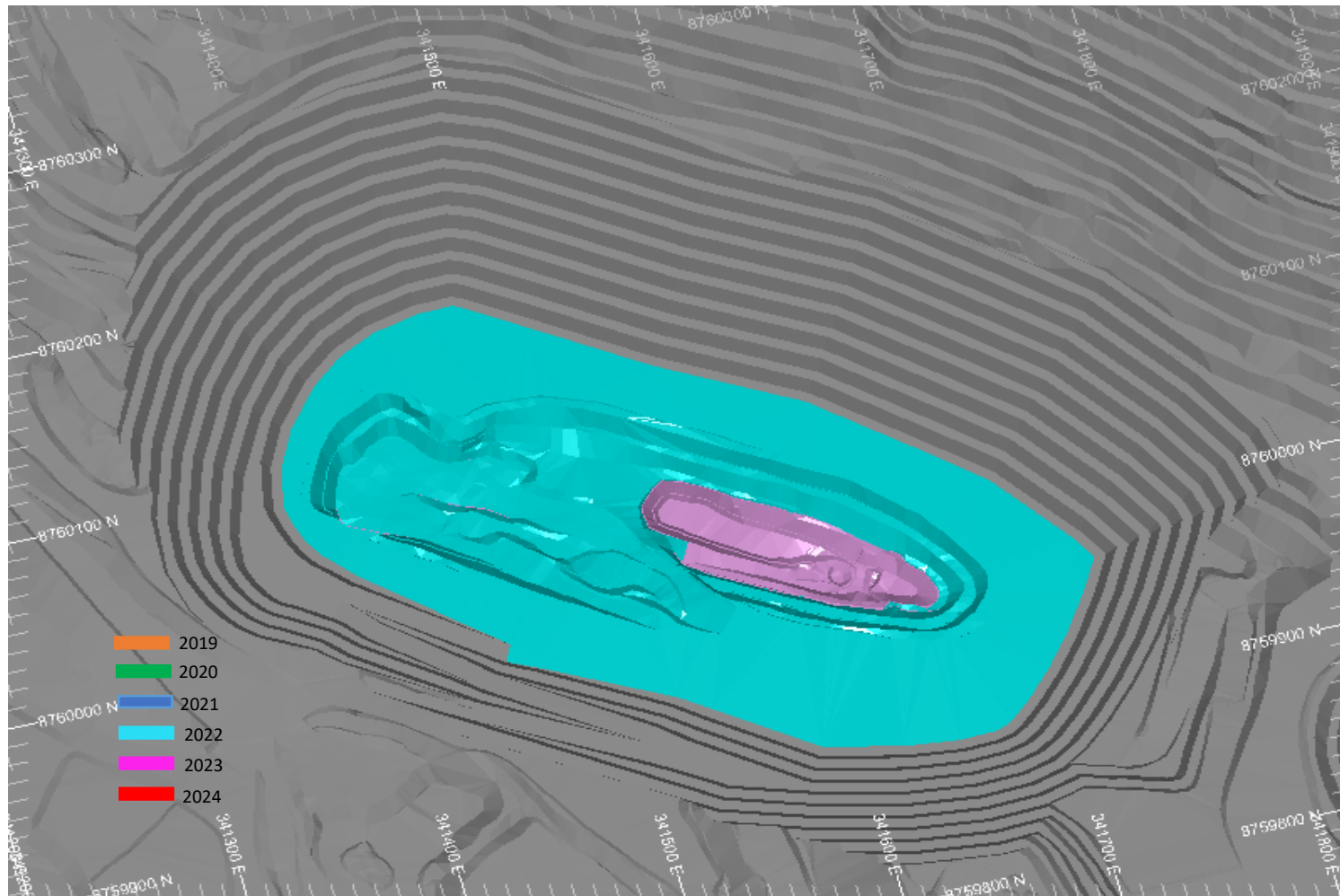
Anexo 13: Secuencia de Extracción 2020



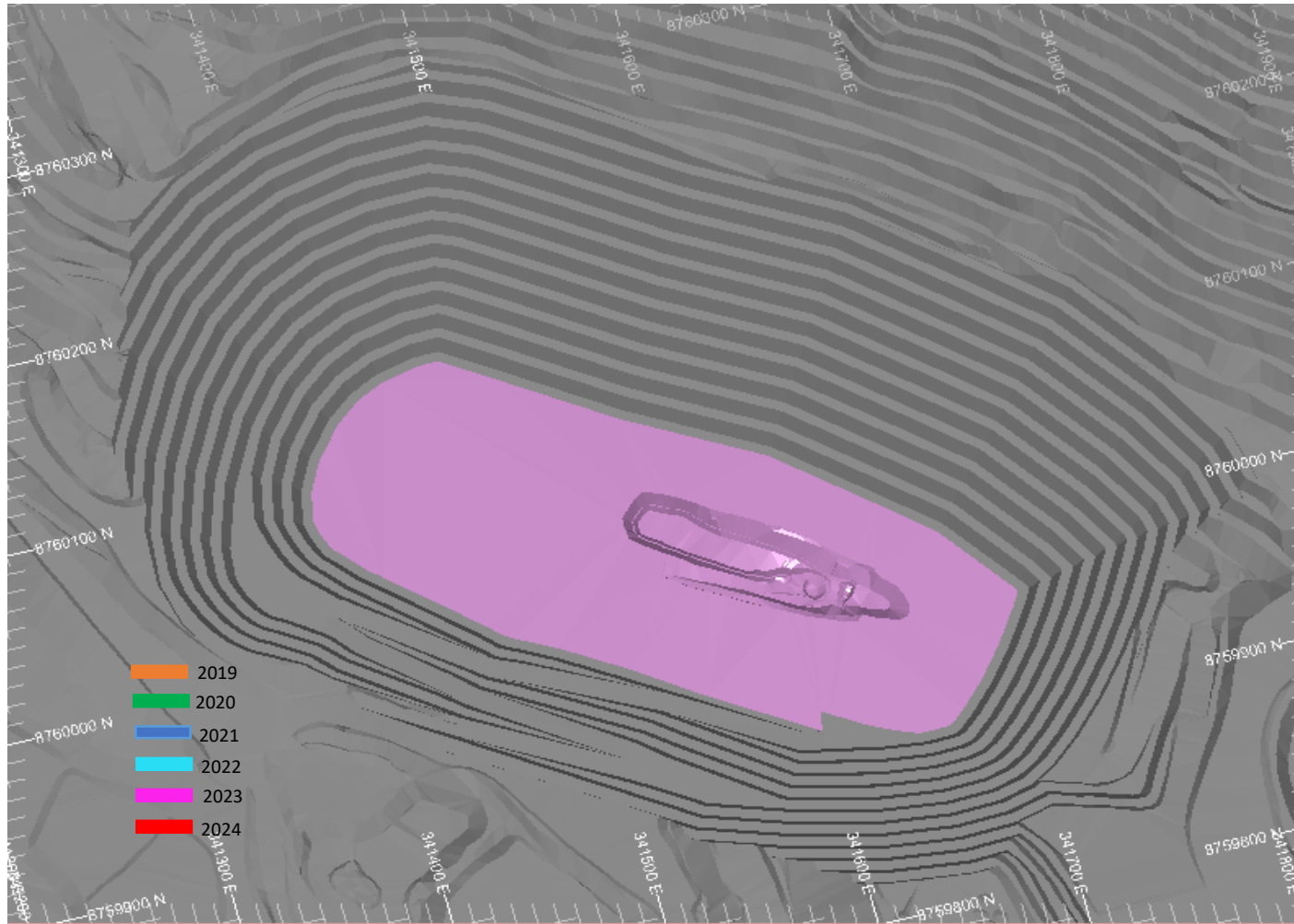
Anexo 14: Secuencia de Extracción 2021



Anexo 15: Secuencia de Extracción 2022



Anexo 16: Secuencia de Extracción 2023



Anexo 17: Secuencia de Extracción 2024

