

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Planeamiento de minado a corto plazo para optimizar
la producción en la Unidad Minera Pallancata de
Hochschild Mining S.A.**

Edwin Orlando Ticllasuca Lima

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2019

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

ASESOR

Ing. Benjamín Manuel Ramos Aranda

AGRADECIMIENTO

Agradezco al equipo de planeamiento de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. por facilitar información para el desarrollo de la investigación, en especial en las áreas de producción que comprende voladura, perforación y chancado.

Asimismo, agradezco a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la universidad Continental por inculcarme con los conocimientos necesarios los cuales fueron empleados en la realización de la presente investigación. Un especial agradecimiento a mi asesor, quien me brindó las pautas necesarias para el desarrollo de la investigación.

Y finalmente, un agradecimiento sincero a todas las personas que contribuyeron de forma indirecta en la realización del presente documento.

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia, soporte y fuente de inspiración para continuar adelante con el cumplimiento de mis metas y objetivos.

ÍNDICE

PORTADA.....	I
ASESOR	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE	V
LISTA DE TABLAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE PLANOS	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	14
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.1.2. Formulación del problema	15
1.2. Objetivos.....	15
1.2.1. Objetivo general	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	16
1.3. Justificación e importancia	16
1.4. Hipótesis y descripción de las variables.....	16
1.4.1. Hipótesis general.....	16
1.4.2. Hipótesis específicas.....	17
1.5. Identificación de Variables	17
1.5.1. Variable independiente.....	17
1.5.2. Variable dependiente.....	17
1.6. Matriz de operacionalización de variables	17
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.	18
2.1.1. Antecedentes internacionales.	18
2.1.2. Antecedentes nacionales.	19
2.2. Generalidades de la Unidad Minera Pallancata	22
2.2.1. Ubicación y accesos.....	22
2.2.2. Marco geológico	23
2.2.3. Tipo de yacimiento	23
2.2.4. Minerales	23
2.2.5. Descripción geológica general del yacimiento	24
2.2.6. Descripción de las estructuras mineralizadas.....	25
2.2.7. Alteración.....	26
2.2.8. Geología	27
2.2.9. Proceso productivo.....	38
2.3. Bases teóricas	47
2.3.1. Planeamiento de minado a corto plazo	47
2.3.2. Layout de mina	61
2.4. Definición de términos básicos.....	62
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	65
3.1. Método y alcance de la investigación.....	65
3.1.1. Método de la investigación	65
3.1.2. Alcance de la investigación	65
3.2. Diseño de la investigación.....	65
3.2.1. Tipo de investigación.....	66
3.2.2. Nivel de investigación.....	66
3.3. Población y muestra	66

3.3.1.	Población.....	66
3.3.2.	Muestra.....	66
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	67
3.4.1.	Técnicas utilizadas en la recolección de datos	67
3.4.2.	Instrumentos utilizados en la recolección de datos.....	67
CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		68
4.1.	Resultados del tratamiento y análisis de la información	68
4.1.1.	Planeamiento de minado a corto plazo	68
4.2.	Indicadores KPI	91
4.3.	Costos anuales	91
4.4.	Ingresos anuales:	93
4.5.	Margen Operativo 2018:.....	94
4.6.	Pruebas de hipótesis	96
4.7.	Discusión de resultados	99
CONCLUSIONES.....		101
SUGERENCIAS		102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		103
ANEXOS		106

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las Variables	17
Tabla 2: Minerales ganga y minerales mena	24
Tabla 3: Componentes para ampliación de capacidad de la Unidad Minera Pallancata.....	69
Tabla 4: Inventario de recursos minerales de la Unidad Minera Pallancata.....	71
Tabla 5: Método de minado de la Unidad Minera Pallancata	71
Tabla 6: Recuperación de minado de la Unidad Minera Pallancata	72
Tabla 7: Inventario de posibles reservas de la Unidad Minera Pallancata	72
Tabla 8: Plan de Avances (mineral y desmonte) del Proyecto Pablo de la Unidad Minera Pallancata	73
Tabla 9: Plan de laboreo de la Unidad Minera Pallancata	74
Tabla 10: Extracción de la Unidad Minera Pallancata	75
Tabla 11: Generación de desmonte de la Unidad Minera Pallancata.....	77
Tabla 12: Distancia de traslado de desmonte de la Unidad Minera Pallancata	78
Tabla 13: Materiales para perforación de la Unidad Minera Pallancata	80
Tabla 14: Explosivos y accesorios para perforación de la Unidad Minera Pallancata	81
Tabla 15: Tipo de relleno para la Unidad Minera Pallancata	83
Tabla 16: Equipos para la Unidad Minera Pallancata	83
Tabla 17: Plan de insumos para la Unidad Minera Pallancata	84
Tabla 18: Plan de consumo de insumos para la Unidad Minera Pallancata	85
Tabla 19: Descripción de equipos para la Unidad Minera Pallancata	86
Tabla 20: Plan necesidad de equipos para la Unidad Minera Pallancata	87
Tabla 21: Frecuencia de viajes para la Unidad Minera Pallancata.....	87
Tabla 22: Plan de consumo de energía para la Unidad Minera Pallancata.....	89
Tabla 23: Plan de personal para la Unidad Minera Pallancata.....	90
Tabla 24: Proveedores para la Unidad Minera Pallancata	91
Tabla 26: Costos anuales planificado de la Unidad Minera Pallancata	92
Tabla 27: Costos anuales reales de la Unidad Minera Pallancata	92
Tabla 28: Ingresos anuales planificados de la Unidad Minera Pallancata.....	93
Tabla 29: Ingresos anuales reales de la Unidad Minera Pallancata.....	93
Tabla 30: Evaluación financiera del plan de producción proyectado de la Unidad Minera Pallancata	94
Tabla 31: Evaluación financiera del plan de producción real de la Unidad Minera Pallancata	95
Tabla 32: Comparación entre producción planeada y real de la Unidad Minera Pallancata	96
Tabla 33: Comparación entre producción planeada y real de la Unidad Minera Pallancata según método.....	97
Tabla 34: Comparación entre producción planeada y real de la Unidad Minera Pallancata según tajo.....	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Plano de ubicación y acceso a la mina Pallancata	22
Figura 2: Pallancata en el contexto del arco volcánico y su relación espacial con otros yacimientos similares.	25
Figura 3: Plano estructural de la Unidad Minera de Pallancata.....	29
Figura 4: Modelo de Riedel Sinextral – Pallancata.	30
Figura 5: Geología regional del área de emplazamiento de la Unidad Minera Pallancata.	32
Figura 6: Leyenda geológica de la hoja 30p de la carta geológica nacional.	32
Figura 7: Plano geológico del área de emplazamiento de la Unidad Minera Pallancata.....	35
Figura 8: Vista de Google Earth del área de emplazamiento de la mina Pallancata.....	37
Figura 9: CRC-Breasting.	41
Figura 10: CRC-Breasting.	41
Figura 11: Bench & Fill.	42
Figura 12: Diseño de malla e indicadores de voladura de roca dura.....	42
Figura 13: Diseño de malla e indicadores de voladura de roca suave.	43
Figura 14: Estándar de limpieza con equipo.....	44
Figura 15: Estándar de limpieza con Scoop 0.75 YD3.	45
Figura 16: Tipos de relleno aplicados en la Unidad Minera de Pallancata.	47
Figura 18. Layout de Unidad Minera de Pallancata.	62
Figura 18. Plan de Avances (mineral y desmonte) del Proyecto Pablo de la Unidad Minera Pallancata.....	73
Figura 19. Extracción de la Unidad Minera Pallancata.	76
Figura 20. Generación de desmonte de la Unidad Minera Pallancata.	77
Figura 21. Plano de rutas de la Unidad Minera Pallancata.....	79
Figura 22. Frecuencia de viajes para la Unidad Minera Pallancata.....	88
Figura 23. Producción mensual de la Unidad Minera Pallancata.	97
Figura 24. Producción según tajo de la Unidad Minera Pallancata.	98

LISTA DE PLANOS

Plano 1 Planta Longitudinal: Zona Pablo	108
Plano 2 Planta & Sección Profundización: Zona Pablo	109
Plano 3 Superficie: Unidad Minera Pallancata.....	111
Plano 4 Producción planeada	113
Plano 5 Secuensamiento avances	115

RESUMEN

La investigación tiene por objetivo elaborar un plan de minado a corto plazo para optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. Para el desarrollo de la investigación se ha optado por emplear el método analítico, siendo el estudio de un alcance descriptivo-explicativo. El diseño de la investigación fue pre experimental, de manera que se observó los resultados de la implementación del plan de minado, durante un periodo de 12 meses durante el año 2018. La técnica para la recolección de datos fue la revisión documental y el acopio de datos correspondientes de la Unidad Minera. Finalmente, se concluye que el planeamiento consistió en la estimación de los recursos minerales y reservas para la explotación, el plan de laboreo, el programa de avances, la generación de desmonte, el ciclo de minado, el plan de consumo de insumos (materiales y equipos), proyección de personal y de proveedores. Este planeamiento contribuyó a que la producción real (767,562.77 Ton) alcanzó un incremento del 3% de lo planeado (749,441.93 Ton), asimismo los costos reales fueron US\$ 95.62/ton resultando ligeramente inferior a lo planificado de US\$ 95.91/ton. Este crecimiento de producción permitió el incremento de finos de Plata y Oro, los cuales generaron mayores ingresos por ventas de plata equivalente, generando un aumento del margen operativo bruto en US \$ 408,130. De acuerdo a la evaluación económica del plan de producción proyectado y real del 2018, se observa una mejora sustancial en el tonelaje extraído y con la consecuente reducción de costos e incremento de los ingresos. Así mismo, considerando una tasa de descuento del 12% se realizó una evaluación del flujo de caja proyectado y real generando un incremento en el Valor Presente Neto (NPV) de US \$ 630,207 y de la Tasa Interna de Retorno del 19%, incrementando la rentabilidad operativa de la Unidad Minera Pallancata.

Palabras clave; Plan de minado, corto plazo, producción y optimización.

ABSTRACT

The research aims to develop a short-term mining plan to optimize production at the Mining Unit Pallancata de Hochschild Mining S.A. For the development of research, the analytical method was chosen, the study being descriptive-explanatory. The research design was pre-experimental, so that the results of the mining plan implementation were observed, during a period of 12 months during the year 2018. The technique for data collection was the documentary review and the collection of corresponding data in the Mining Unit. Finally, it is concluded that the planning consisted of the estimation of the mineral resources and reserves for the exploitation, the tillage plan, the progress program, the generation of dismantling, the mining cycle, the consumption plan of materials (materials and equipment), projection of personnel and suppliers. This planning contributed to the real production (767,562.77 Ton) reached an increase of 3% of the planned (749,441.93 Ton), also the real costs were US \$ 95.62 / ton resulting slightly lower than the planned of US \$ 95.91 / ton. This increase in production allowed the increase in Silver and Gold fines, which generated higher revenues from sales of equivalent silver, generating an increase in gross operating margin of US \$ 408,130. According to the economic evaluation of the projected and actual production plan of 2018, there is a substantial improvement in the tonnage extracted and with its consequent reduction of costs and increase in revenues. Likewise considering a discount rate of 12%, an evaluation of the projected and real cash flow was carried out, generating an increase in the Net Present Value (NPV) of US \$ 630,207 and the Internal Rate of Return of 19%, increasing profitability Operation of the Pallancata Mining Unit.

Keywords: Mining plan, short term, production, optimization

INTRODUCCIÓN

El planeamiento de minado actual viene aplicando técnicas determinísticas y tradicionales para la explotación de metales y minerales, los cuales generan una reducción en la explotación y por consiguiente una contracción en la producción. Esto genera, que los niveles de producción no sean los deseados y, por lo tanto, no se alcanzan las estimaciones programadas. Frente a los sucesos que se evidencian, la realización del planeamiento operativo es un diagnóstico de las posibilidades, mediante un proceso intelectual que consiste en el análisis integral de los factores de producción dentro de la empresa, sus limitaciones internas y externas; y todo aquel que guarda relación con la elección de un objetivo a lograrse.

La planificación debe servir como fuerza impulsora de la actividad empresarial a todos los niveles, trazando el camino a seguir en las operaciones en cada una de los subsistemas de la empresa. Asimismo, la planificación y el control debe formar el par regulador que permita adaptar el sistema a su medio, dentro de los márgenes que le son exigidos para mantener su equilibrio correcto. Es importante establecer que la planificación a corto plazo busca maximizar el beneficio para que se alinee con las oportunidades futuras de la empresa según la vida de la mina (LOM), a través de la previsión de medios y presupuestos económicos que son necesarios durante la operación diaria. Además, resulta importante coordinar la acción de los miembros de la empresa en el cumplimiento de las funciones empresariales de producción finanzas, comercialización, mantenimiento, personal, comunicaciones, entre otros, para asegurar que la disponibilidad de los equipos, maquinarias, insumos y mano de obra.

Esta investigación toma como lugar de estudio a la Unidad Minera Pallancata, la cual es una mina subterránea mecanizada, ubicada en el departamento de Ayacucho (provincia de Parinacochas). Es así que se ha planteado como objetivo general elaborar un plan de minado a corto plazo para optimizar la producción en la Unidad Minera en estudio. Para ello se ha optado por la técnica de recopilación de información de la Unidad Minera, así como la verificación del cumplimiento del plan de minado a corto plazo desarrollado en la investigación.

El presente documento está compuesto por cuatro capítulos. El primer capítulo expone el planteamiento del problema de investigación; el segundo capítulo desarrolla el marco teórico revisado; el tercer capítulo detalla la metodología de la investigación; el cuarto capítulo indica los resultados alcanzados, así como la discusión de los resultados.

Finalmente se presenta, las conclusiones y las recomendaciones de la investigación.

El Autor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La planeación minera tradicional estima los cuerpos minerales por medio de modelos simples, los cuales no permiten observar la variabilidad e incertidumbre asociada a este. Por lo anterior, conseguir una mejor aproximación en cuanto a las reservas de un depósito, producción de mineral y mejoramiento de la planeación contribuirá con el objetivo principal de todo proyecto minero que será alcanzar la capacidad potencial (1).

Franco, Branch, y Jaramillo señalan que el planeamiento de minado actual viene aplicando técnicas determinísticas y tradicionales para la explotación de metales y minerales, los cuales generan una reducción en la explotación y por consiguiente una contracción en la producción (2). Esto genera, que los niveles de producción no sean los deseados y, por tanto, no se alcanzan las estimaciones programadas.

Frente a los sucesos que se evidencian, la realización del planeamiento operativo es un diagnóstico de las posibilidades, mediante un proceso intelectual que consiste en el análisis integral de los factores de producción dentro de la empresa, sus limitaciones internas y externas; y todo aquel que guarda relación con la elección de un objetivo a lograrse (3). El plan, constituye el resultado de todo proceso de planeamiento, de este modo, los objetivos de la organización, sus políticas, estrategias, presupuestos, procedimientos, reglas y programas que se traducen en

un plan, para cumplir los objetivos de la empresa en cuanto a acciones y resultados. Asimismo, resulta relevante tener en cuenta lineamientos y guías normativas que contribuyan en la planificación adecuada para el desarrollo de actividades mineras (4).

Esta investigación toma como lugar de estudio a la Unidad Minera Pallancata, la cual es una mina subterránea mecanizada, ubicada en el departamento de Ayacucho (provincia de Parinacochas). El tipo de yacimiento es epitermal en vetas, productora de metales preciosos cuyo producto principal son la plata y el oro, con una producción sostenida de 2000 toneladas diarias, con una ley de cabeza promedio de 320.95 gr/tn. de Ag y 1.24 gr/tn y potencia 8.89 m. de Au (5). El nivel de producción que sostiene la unidad resulta ser un umbral que requiere de muchos esfuerzos físicos y humanos, por lo que resulta ser un tema de estudio necesario que requiere contar con un plan de minado a corto plazo.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.2.1. Problema general

¿Cómo optimizar la producción basado en el planeamiento de minado a corto plazo en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.?

1.1.2.2. Problemas específicos

¿De qué manera se puede verificar los avances y de la producción de corto plazo para la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.?

¿De qué manera se puede prever el consumo de recursos (físicos y humanos) a corto plazo para la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un plan de minado a corto plazo para optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formular un plan de avances y de producción a corto plazo para la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.
- Estimar la proyección de consumo de recursos (físicos y humanos) a corto plazo para la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La investigación se justifica porque la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. requiere de un plan de minado a corto plazo que le permita optimizar su nivel de producción. Generalmente, se ha visto que la unidad solo realiza planes de minado a mediano y largo plazo, pero no cuentan con una programación para atender los requerimientos a corto plazo, de manera que se requiere elaborar un plan de minado a corto plazo. Asimismo, la investigación se justifica de manera teórica y práctica. Es teórica, dado que se cuenta con métodos de planeamiento de minado (determinístico y estocástico; a corto, mediano y largo plazo; y otros). Mientras que será práctica, dado que se tomará información de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

Asimismo, la investigación es importante toda vez que el desarrollo del plan de minado a corto plazo en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. permite solucionar los problemas de consumo de recursos físicos y humanos, así como contar con un monitoreo de avances físicos y de la producción. Esto contribuye a que la unidad tenga previsto los materiales y recursos necesarios.

1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La formulación de un planeamiento de minado a corto plazo permitirá optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El desarrollo de un plan de avances y de producción a corto plazo será un instrumento dado que se deberá alcanzar las metas programadas dentro de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.
- El desarrollo de la proyección de consumo de recursos (físicos y humanos) a corto plazo optimizará la eficiencia dentro de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

1.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

1.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Variable independiente: Planeamiento de minado a corto plazo

1.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Variable dependiente: Producción minera

1.6. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La matriz se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1: Operacionalización de las Variables

Variables	Tipo de variable	Indicadores	Escala
Producción minera	Variable dependiente	Producción por día (TM/día)	TM/día
		Producción por mes (TM/mes)	TM/mes
		Proyección de reservas	TM
		Ley de cut-off (g/TM)	g/TM
Planeamiento de minado a corto plazo	Variable independiente	Análisis geomecánico	
		Tipos de minado (Bench and Fill, Subnivel ascendente con relleno cementado, Corte relleno semi mecanizado)	
		Plan de avances de explotación (%)	%
		Plan de producción (avance porcentual)	%
		Consumo de recursos (Costos S/)	S/

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Vargas realizó una investigación titulada “**Modelo de planificación minera a corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla**” en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile departamento de Ingeniería de Minas. La investigación tuvo como objetivo, desarrollar una herramienta que permita evaluar múltiples escenarios de toma de decisiones para la planificación de corto y mediano plazo, integrando mezclas de mineral con diferentes propiedades geometalúrgicas. Se concluyó, la utilización de programación entera mixta en la construcción del modelo permite obtener mejoras en el proceso de planificación de mediano y corto plazo tanto en lo que se refiere a la recuperación de cobre fino como a la disminución del nivel de remanejo. Para un horizonte temporal Quarter el optimizador recupera cerca de un 37% extra de cobre fino en relación con la solución manual con una disminución en el remanejo cercana a un 60%. Por otra parte, para el horizonte Forecast se registra un incremento del 20% en la recuperación planificada de toneladas de finos de cobre. Ambos resultados se obtienen para un tamaño de MRU de 40 metros y 50 metros respectivamente (6).

Finalmente, la investigación concluye en que, las funciones principales de la planificación son ritmos de explotación, reconocimiento constante del recurso mineral, leyes de corte; el Planeamiento de Minado y el diseño debe tomar en cuenta las estructuras predominantes emplazadas en la zona del proyecto, es decir a la estructura geológica. Por lo tanto, el plan de producción se encontrará sujeto a las variables del yacimiento, es decir, tanto geológicas, geomecánica y las variables económicas en base a los programas de desarrollo preparación y explotación (6).

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Piérola desarrolló la investigación titulada “**Optimización del plan de minado de cantera de caliza La Unión Distrito de Baños del Inca – Cajamarca**” en la Universidad Nacional del Altiplano en la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, el objetivo fue la evaluación de las características geomecánicas del yacimiento, reservas minerales y el ciclo de operaciones unitarias de perforación, voladura, carguío y transporte en la cantera de caliza. La metodología de investigación fue el cuantitativo; de tipo aplicada y descriptiva; nivel descriptivo y explicativo. La población estuvo compuesta por la cantidad de datos de campo de la caracterización del macizo rocoso, reservas minerales los tiempos, espacios del ciclo operativo de la cantera de caliza. Finalmente, concluye en que se ha logrado optimizar el plan de minado en la cantera de caliza, con los resultados de la caracterización de macizo rocoso de calizas demuestran que un RMR 57 es una roca de calidad regular con una densidad en banco de 2.51 TM/m³, con una potencia del estrato de 4.00 m a 5.00m aproximadamente, las reservas minerales de cantera de caliza es de 855972.00 TM (7).

Spelucín elaboró la investigación titulada “**Desarrollo del Plan de Minado para el Proyecto Conga**”, en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Trujillo. Desarrolló una compilación de su experiencia profesional. Concluyendo que es necesario realizar un adecuado dimensionamiento de las flotas que serán utilizadas, ya que, de esto dependerá el ritmo de producción de la mina y por lo tanto, es una variable muy sensible para la evaluación económica, ya que involucra gasto de capital como costo operativo e incide directamente en el ritmo de producción y por lo consiguiente en la obtención de metal y el retorno del proyecto (8).

Bautista en su investigación titulada “Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la Unidad Operativa Pallancata – Proyecto Pablo – Compañía Minera Ares S.A.C.” desarrollada en la Universidad Nacional del Altiplano, en la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas. Se planteó como objetivo desarrollar un diseño y planeamiento de minado, para incrementar la producción diaria de la Unidad Operativa Pallancata. La metodología utilizada fue de tipo descriptivo, no experimental orientándose al Diseño y Planeamiento de Minado Subterráneo. La investigación concluyó, con la explotación del Proyecto Pablo se logró incrementar la producción diaria con 320 toneladas a la producción diaria de la mina; entre tajos convencionales y avances se logró contribuir a 948 TM/día de un programado de 887 TM/día, con el aporte del Proyecto Pablo, se incrementó los niveles de producción diaria como en el acumulado mensual de 19,461 TM/mes a 29,384 TM/mes en promedio (9).

Quispe desarrolló la investigación titulada, “Plan de minado Subterráneo aplicado en la Corporación Minera Ananea S.A.”, con el fin de optar el título profesional de ingeniero de minas. El objetivo fue Conducir las operaciones mineras de tipo artesanal – empírico de la empresa, hacia un modelo de operación de minería de mediana escala. Dentro de la metodología de investigación se hizo uso de la recopilación de información tanto primarias como secundarias, además, se aplicó entrevistas a ingenieros y trabajadores (10).

Cruz, en su investigación titulada “Planeamiento de Minado a Corto Plazo con la Implementación de Herramientas Informáticas en la Cia. Minera Catalina Huanca S.A.C. Trafigura BEHEER B.V. MINING” presentada a la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Geología, Geofísica y Minas. Su objetivo fue implementar el uso de los softwares (Datamine, AutoCAD) para el planeamiento de minado a corto plazo en las operaciones de la Compañía Minera Catalina Huanca. La metodología de investigación fue de tipo descriptiva cuasi experimental, el diseño fue el inductivo, respecto a la población se tomó como muestra el Tajo 188, Rampa 188, Tajo 441. La investigación concluye que mediante la implementación del uso de los softwares Datamine, AutoCAD en el planeamiento de minado a corto plazo dio resultados positivos en la determinación de volúmenes y tonelaje a minar en el tajo 441 veta Piedad; además, la utilización de las herramientas informáticas aplicadas en minería ayudó en el planeamiento y las operaciones de minado (11).

Castro realizó la investigación titulada “Propuesta de Implementación de Plan de Minado en la Cantera de Dolomita Jajahuasi 2001 de la Comunidad Campesina Llocllapampa – Provincia de Jauja”, en la Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería de Minas. Su objetivo fue determinar la factibilidad de la implementación de un plan de minado en la cantera. La metodología de investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo, el método no experimental, diseño el tipo descriptivo simple. Respecto a la población comprende al yacimiento con una extensión de 50 hectáreas y los trabajadores que lo conforman. La investigación concluyó, en que la implementación de un plan de minado es factible debido a que el cálculo de reservas arroja que se tiene 22’3634,470.51 TM de mineral entre las reservas probadas y probables, representando una vida de mina de 65 años, fue calculado mediante un levantamiento topográfico con la estación total R2 Plus 500 que permite tener todos los puntos a detalle, y con ayuda del software MineSight se modeló y cubicó el yacimiento. Además, estado situacional, la cantera se encuentra en una etapa de explotación falaz ya que al no contar con estudios que determinen la magnitud del yacimiento no se pueden tener objetivos y metas claras (12).

Mena ejecutó la investigación titulada, “Planeamiento de minado subterráneo para vetas angostas: caso práctico; mina Esperanza de Caravelí” de Compañía Minera Titán S.R.L”. Para optar el título de Ingeniero de Minas. El objetivo de la investigación fue desarrollar un modelo que sirva como guía, a mediano plazo para una mina aurífera subterránea de vetas angostas. La investigación concluyó en que el método de minado que se adecua es el de corte y relleno por su mayor selectividad y dada la potencia de las vetas en la mina con un promedio de 0.52 m (13).

Charaja realizó la investigación titulada, “Planeamiento estratégico y operacional con uso del software Datamine en mina subterránea condestable”, para optar el título de Ingeniero de Minas. El objetivo de la investigación fue la aplicación del software minero para el planeamiento de minado a corto y mediano plazo. La investigación fue de diseño experimental, de tipo descriptiva. Finalmente concluye que la aplicación del software Minero logró optimizar la producción, además, de permitir la obtención de resultados más rápidos y precisos. por lo tanto, viene a ser una herramienta moderna que facilita y permite ampliar la perspectiva del profesional minero en el desarrollo del diseño y planeamiento de minado (14).

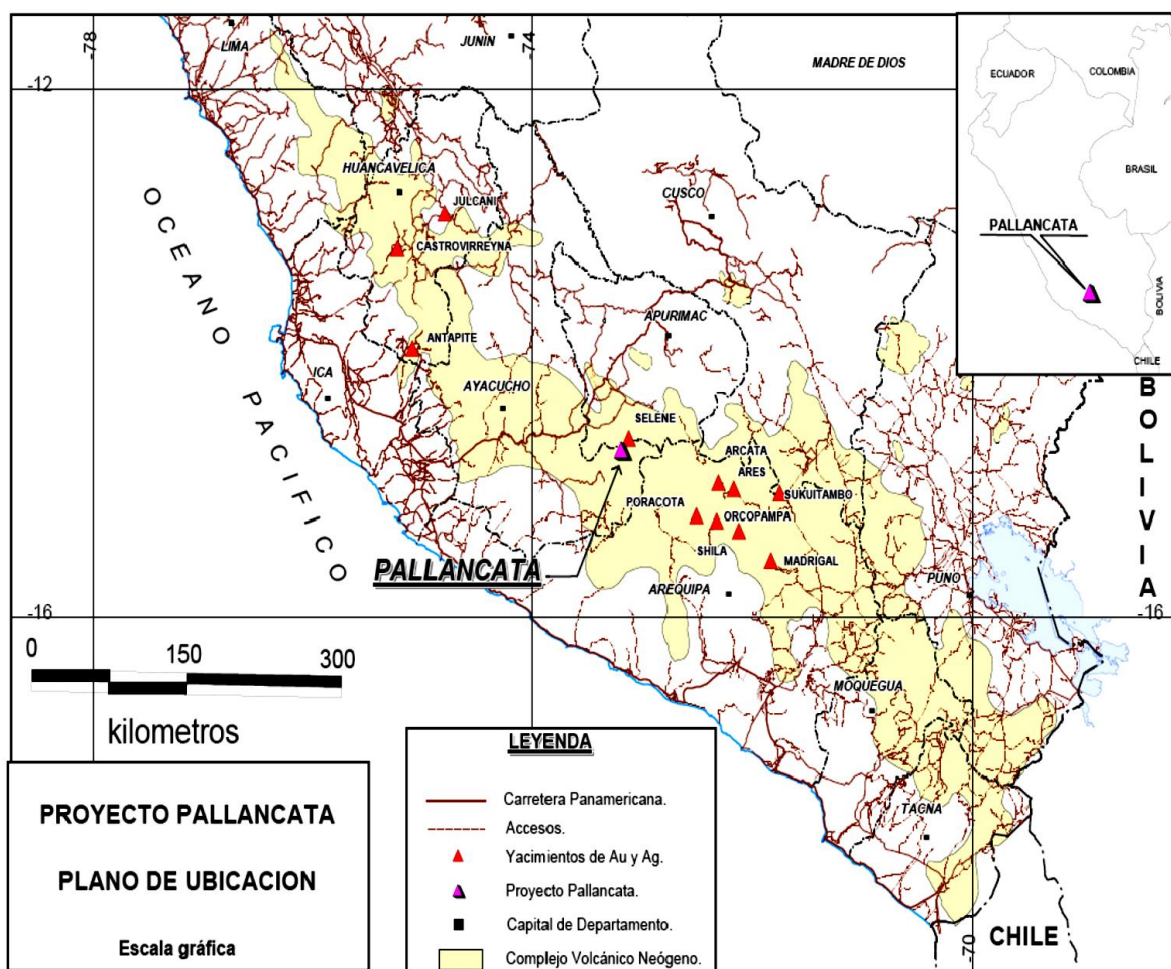
2.2. GENERALIDADES DE LA UNIDAD MINERA PALLANCATA

2.2.1. UBICACIÓN Y ACCESOS

El yacimiento de Pallancata se ubica aproximadamente a 520 km al sureste de Lima, en el distrito de Coronel Castañeda, provincia de Parinacochas, departamento de Ayacucho, sobre los 4200 m.s.n.m. La mina Selene-Explorador, del grupo Hochschild, es la operación más cercana y se encuentra a 10 km al noreste.

Se accede al Proyecto, vía Lima-Nazca-Puquio-Izcahuaca a través de 770 km. de carretera asfaltada y de allí 45 km. de trocha carrozable hasta la propiedad. El viaje dura aproximadamente 13 horas.

Figura 1: Plano de ubicación y acceso a la mina Pallancata.



Fuente: Hochschild Mining S.A. (15)

2.2.2. MARCO GEOLÓGICO

La mina Pallancata se encuentra dentro de un distrito minero ubicado en el arco magmático miocénico del sur de los andes peruanos. Este arco se desarrolló en un margen activo (Benavides-Caceres, 1999) como respuesta a la subducción de la Placa oceánica de Nazca debajo del margen occidental de la placa continental Sudamericana. La orientación de la convergencia durante el Mioceno fue en promedio de N78°E, aproximadamente, oblicua al margen andino, y la tasa de convergencia fue en promedio de 10.8 cm/año (Minster y Jordan, 1978). Este movimiento de placas ha variado en velocidad y azimut a lo largo del tiempo, dando como resultado una variación en los esfuerzos compresivos que controla la actividad magmática (Pilger, 1984). En la Figura 2 se muestra la ubicación de la mina Pallancata en el contexto del arco volcánico y su relación espacial con otros yacimientos similares de Ag y Au.

2.2.3. TIPO DE YACIMIENTO

El origen del yacimiento es hidrotermal de baja a intermedia sulfuración, está compuesta de ganga de cuarzo granular mediano a fino, cuarzo oqueroso, cuarzo en bandas con textura crustiforme y lattice texture en algunos casos, también relleno de arcillas puntualmente en pequeñas fracturas (illita y esmectita).

2.2.4. MINERALES

MENA: Sulfosales de Plata (pirargirita, proustita, pearceíta, polibasita), acantita, electrum, galena argentífera.

Ganga: Metálica (pirita, galena, esfalerita, calcopirita); no metálica (cuarzo, calcita, fluorita, adularia, baritina).

En la veta Pallancata se han reconocido hasta 8 etapas en el desarrollo de la estructura, involucrando el crecimiento de minerales ganga y minerales de mena paragnéticamente tal como se muestra en la Tabla 2: .

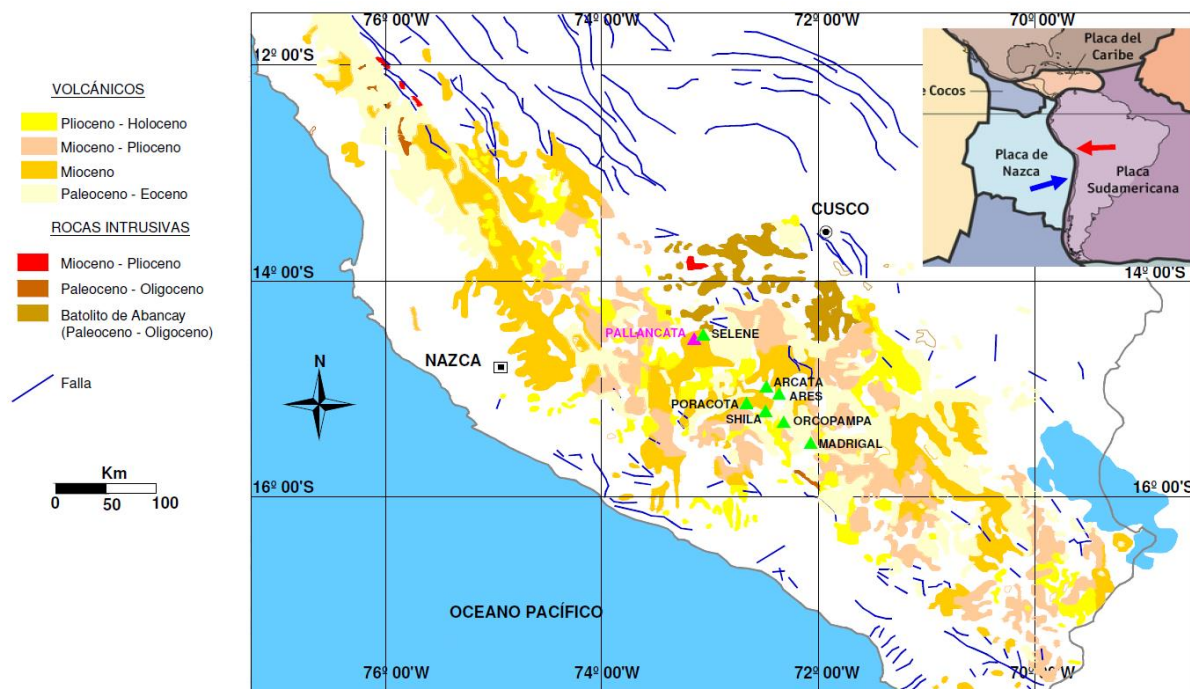
2.2.5. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA GENERAL DEL YACIMIENTO

El yacimiento de Pallancata según sus características geológicas puede ser clasificado como un depósito epitermal cuarzo-adularia, de baja a intermedia sulfuración, el cual se encuentra emplazado en la franja de volcánicos del Cenozoico representados por secuencias piroclásticas de tobas lapilli, tobas ceniza y volcanoclásticos re TRABAJADOS (arenisca y aglomerado volcánico), también, se da la presencia de flujos de lava porfírica-afanítica de composición andesítica. Presencia de domos aflorantes de composición riodacítica que son posteriores a algunos sistemas de vetas.

Tabla 2: Minerales ganga y minerales mena

	Main hydrothermal minerals	Silicification (Stage 0)	Stockwork (Stage 1)	Vein fill Milky Qtz bladed (Stage 2)	Hydrothermal Bx low grade (Stage 3)	Hydrothermal Bx high grade (Stage 4)	"Bonanza" Boiling related (Stage 5)	Drusy Qtz veinlets (Stage 6)	Layered chalcedony filling druses (Stage 7)	Supergene alteration (Stage 8)
GANGUE MINERALS	Quartz + chalcedony	Qtz 0	Qtz 1			Qtz 2			Qtz 3	
	Calcite usually replaced									
	K-Feldspar (<i>adularia</i>)									
	White mica (<i>sericite</i>)									
ORE MINERALS	Marcasite									
	Pyrite									
	Sphalerite									
	Galena									
	Chalcopyrite									
	Pyrargyrite-Proustite									
	Miargyrite									
	Pearceite-Polybasite									
	Au-Ag alloy (<i>electrum</i>)									
	Uytenbogaardtite									
	Acanthite									
	Stephanite									
	Jalpaite									
	Stromeyerite									
	Mckinstryite									
	Freibergite									
	Acanthite II									
	Covellite									

Figura 2: Pallancata en el contexto del arco volcánico y su relación espacial con otros yacimientos similares.



Fuente: Hochschild Mining S.A. (15)

Estructuralmente se conocen 03 sistemas de vetas que a la fecha albergan mineralización: NW, NE y E-W, de los cuales, el más conocido y desarrollado es el sistema NW correspondiente a la Veta Pallancata con una cinemática sinextral - normal. Ensamblajes de alteración asociados a manifestaciones de vetas y brechas son mayormente restringidos a pocos metros de la estructura en superficie con excepción de los sistemas NW y E-W; alteraciones de tipo argílica son poco desarrolladas, mientras que la alteración propilitica tiene un mayor desarrollo.

2.2.6. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

Sector Pallancata: Estructuras vetiformes de 0.80 a 5.00 m. de potencia, compuestas de cuarzo granular, cuarzo bandeado con presencia de sulfuros grises, manifestación de textura crustiforme y lattice texture que en algunos casos cuenta con poco relleno de arcillas en fracturas. Se encuentra emplazado principalmente en secuencia la piroclástica, volcanoclástica re trabajada con lentes de lava porfirítica-afanítica andesítica.

Sector Ranichico: Estructuras vetiformes ramaleadas y brechas de 0.80 a 3 m de potencia, compuestas de cuarzo granular medio-fino con venillas y disseminación principalmente de platas rojas. Se encuentra emplazado en secuencia piroclástica y volcanoclástica retrabajada.

Sector Yanacochita - Farallón: La veta Explorador Pablo que tiene una potencia que puede localmente alcanzar hasta 25.0 metros y en promedio aproximadamente unos 8.0 m, con una extensión reconocida de 1.0 km; a profundidad se observa mineralización metálica, donde se observa sulfosales de plata típicos de la zona tales como proustita y pirargirita (platas rojas) y también minerales de la serie pearceíta-polibasita (platas grises), es muy común la presencia de esfalerita verde-amarillo claro a blanca de tipo blenda rubia, calcopirita y localmente galena. Esta mineralización puede encontrarse disseminada en puntos, cristalizada en oquedades de cuarzo y también en bandas negras de tipo ginguro, éste último típico de zona de ebullición.

2.2.7. ALTERACIÓN

Las alteraciones hidrotermales en Pallancata se presentan en forma de halos restringidos a las zonas de la veta, teniendo hacia el contacto con la estructura de cuarzo masivo un primer halo en el que se observa silicificación intensa con cuarzo de grano fino reemplazando al encajante, además sericita alterando a los feldespatos presentes en la roca a manera de finas venillas, menor clorita e illita y fuerte disseminación de piritita, este halo puede alcanzar espesores de hasta 50m, este halo se caracteriza también por presentar finas venillas irregulares de sílice cristalina, en ocasiones con halos de illita.

Alejándose de la estructura se tiene gradualmente un segundo halo de alteración, alcanzando también algunas decenas de metros de espesor que se plasma en illita más esmectita, dándole una coloración verdosa a la roca, también es frecuente encontrar piritita disseminada, pero en rocas con abundante pómez, suele concentrarse en ellos formando buenos cristales.

Finalmente, se tiene un halo más amplio con una alteración propilítica típica, las rocas presentan una fuerte coloración verdosa (especialmente volcanoclásticos), están alterados en la clorita, calcita y con disseminación de piritita. La calcita se

encuentra tanto en la matriz de la roca, como en venillas que alcanzan algunos centímetros de espesor.

2.2.8. GEOLOGÍA

2.2.8.1. Geología estructural

Se reconoce un importante control estructural en el emplazamiento de yacimientos epitermales, debido al incremento de permeabilidad causado por las fracturas cercanas a la superficie. Muchos depósitos epitermales están regionalmente asociados con estructuras volcánicas. Además, las fallas regionales comúnmente ejercen un importante control en los depósitos epitermales, posiblemente debido a que guían el emplazamiento de la fuente del calor magmático, influenciando la subsecuente actividad hidrotermal.

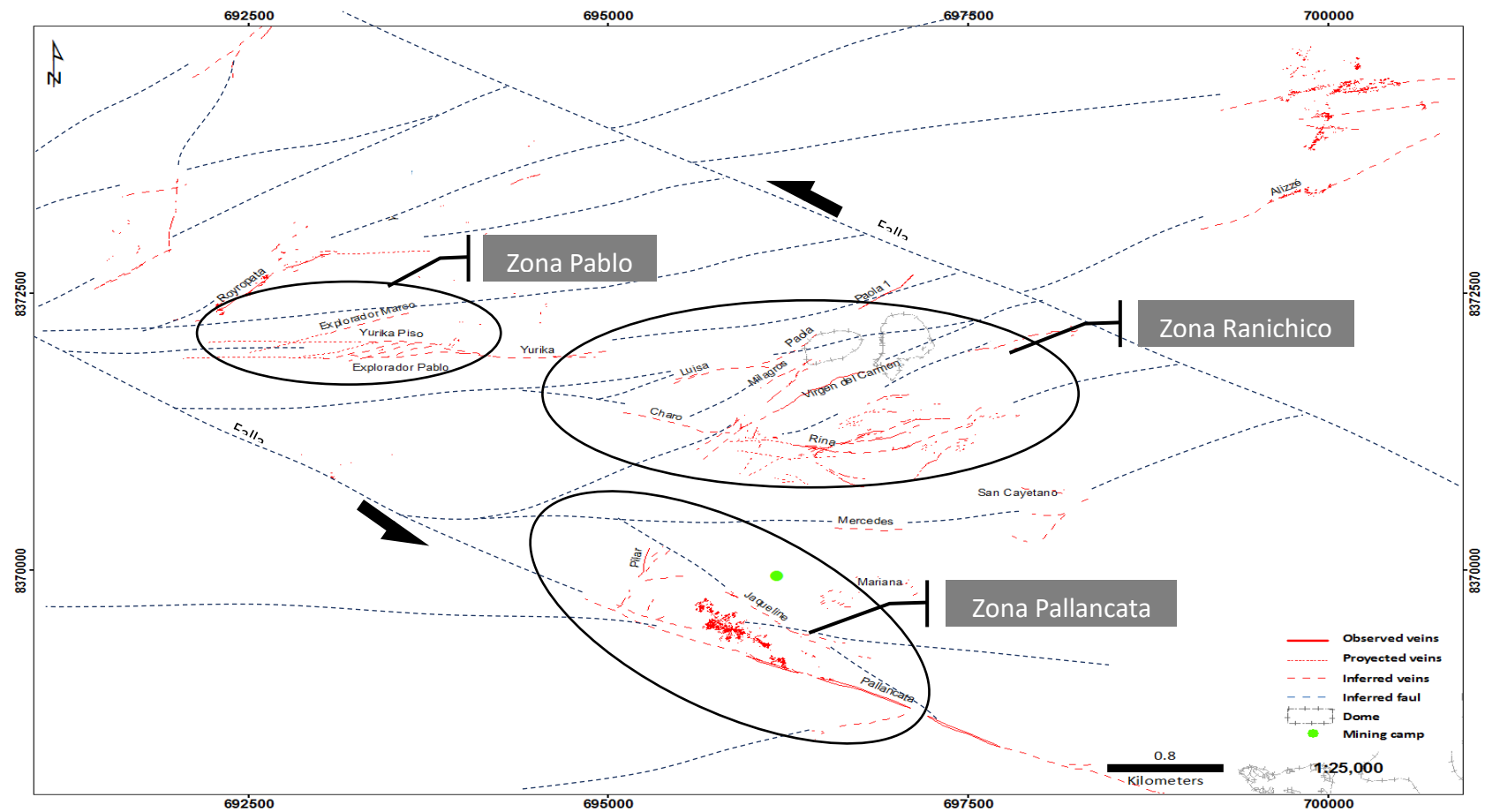
El yacimiento de Pallancata se encuentra controlado por el sistema Nor-Oeste (rumbo andino) corredor Pallancata-Paca estructuras de primer orden, las vetas identificadas en este sistema son las Vetas Pallancata y Rina-Charo ambas de alto ángulo en buzamiento (subverticales) de sinemática sinextral-inversa.

El sistema Nor-Este (antiandino) sistema de segundo orden, pero que alberga estructuras de relleno de cuarzo tales como Royropata, Yanacochita, Bolsa, Makarena que podrían tener relación estructural con las vetas NE de la zona de Selene al norte. Se han identificado lineamientos estructurales y fallas importantes tales como la falla Farallón, y la prolongación Alizzé-Virgen del Carmen.

El sistema Este-Oeste vendría a ser de tercer orden y cronológicamente posterior al sistema NE, aunque no menos importante, ya que, alberga estructuras mineralizadas tales como el sistema Explorador Pablo, Yurika, Yurika Piso, Luisa y Pacapausa, este sistema habría aperturado otro sistema NE de orden inferior en donde se han emplazado estructuras menores tales como en la zona Ranichico donde se tienen las vetas de San Javier, Milagros, Rosmeri, Rina1, Luisa1.

En las figuras siguientes se muestran las principales vetas y lineamientos estructurales y un esquema estructural que explicaría la paragénesis y relación de las mismas en la zona de Pallancata.

Figura 3: Plano estructural de la Unidad Minera de Pallancata.

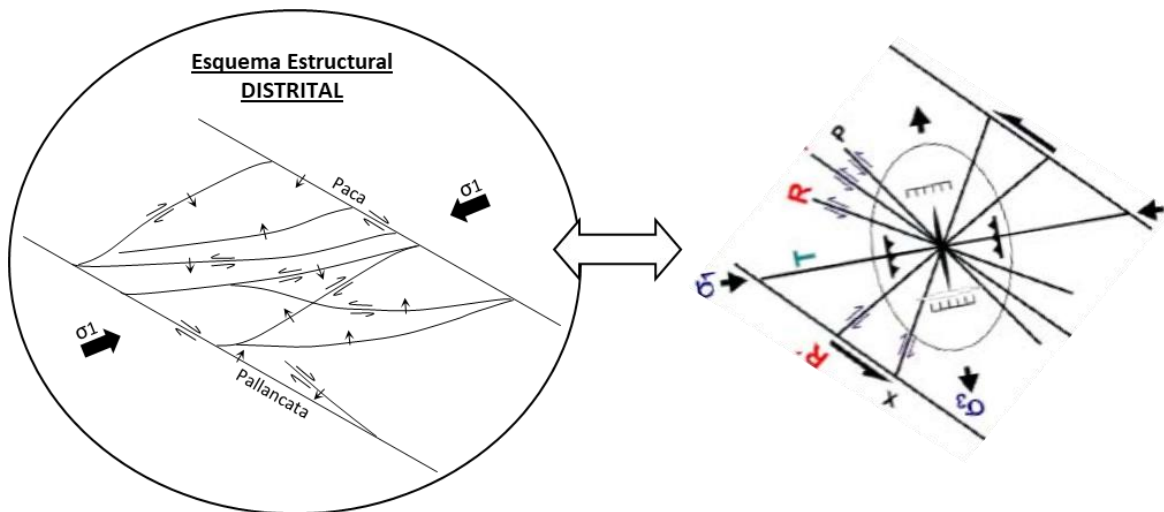


Fuente: Hochschild Mining S.A. (15)

Modelo de Riedel

Estructuralmente el yacimiento de Pallancata puede explicarse mediante el modelo de “Riedel Sinextral”. En congruencia a este modelo se tienen 02 corredores principales de rumbo nor-oeste: Pallancata y Paca. Producto de la acción de los esfuerzos σ_1 y σ_3 se produce una deformación rotacional levógiro con el correspondiente desarrollo de un conjunto de estructuras características para este modelo (R, R', P y T), los cuales se interpretan de acuerdo al elipsoide de deformación infinitesimal de Cox.

Figura 4: Modelo de Riedel Sinextral – Pallancata.



Fuente: Hochschild Mining S.A. (15)

2.2.8.2. Geología regional

La Unidad Minera Pallancata se encuentra en un área de relieve topográfico constituido por colinas y lomadas redondeadas y eventuales riscos con paredes de rocas subverticales con un extenso y llano valle, así como dispersas lagunas y restos de depósitos morrénicos que caracterizan el valle con una altura entre los 4,000 y 4,600 msnm. La laguna de mayor dimensión es la laguna Chucchurani, siguiendo en dimensiones están las lagunas Puca y UchuyPuca. La laguna de mayor influencia en el área de emplazamiento de la veta Pablo es la laguna Pataccocha. Todas las lagunas pertenecen a la cuenca del río Pallancata.

El rasgo morfológico-estructural más importante corresponde a macizos rocosos de origen volcánico y volcanoclásticos, controladas por diversas etapas de erupción y por la fuerte erosión glaciaria que las ha afectado, traduciéndose en grandes artesas y valles glaciares.

Las unidades litoestratigráficas más representativas en el área de la mina Pallancata corresponden a la formación Aniso y a la formación Saycata. La formación Aniso está conformada por secuencias tobáceas areniscas conglomeráticas de fragmentos subredondeados a subangulares de tobas y lavas andesíticas. La formación Saycata se caracteriza por ser una secuencia lávica de composición andesítica con coloraciones claras a oscuras con textura fluidal (ver figuras 3 y 4).

Así mismo, se localizan en forma aislada cuerpos subvolcánicos de composición dacítica de textura porfírica con mayor contenido de cuarzo. Los subvolcánicos cortan a la formación Aniso y Saycata y probablemente en esta litología se encuentre emplazada la veta Pablo.

Figura 6: Leyenda geológica de la hoja 30p de la carta geológica nacional.

CRONOESTRATIGRAFIA			LEYENDA					LITOESTRATIGRAFIA		
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS				ROCAS INTRUSIVAS			
MESOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos	aluviales y fluviales	Or / al / fl					
				deslizamientos	Or-de					
		PLEISTOCENO	Depósitos	glaciofluviales	Opl-gfl					
				morrenicos	Opl-mo					
			Dichoancla erosional	Domo	Opl-ba-d					
				Grupo Barroso	Domo lava	Opl-ba-di				
					Estrato volcán	Opl-ba-ev				
		TERCIARIO	SUPERIOR	Dichoancla erosional	Formación Pampamarca	Ts-pa		Riolitas, Dacitas y Andesitas	T / ri / da / an	
					Formación Seneca	Ts-se		Pacapausa	Tm-to-p	
			MEDIO	Dichoancla angular	Formación Saycata	Tm-sa		Tonalita Cokabamba	Tm-to-c	
	Dichoancla erosional				Tm-an		Tonalita Yaurimoco	Tm-to-y		
	Formación Aniso	Tm-al								
	Dichoancla angular	Tm-ta								
	PALEOZOICO	CRETACEO	MEDIO	Dichoancla angular	Formación Ferrocamba	Km-fe				
Formación mara			Ki-ma							
INFERIOR		Formación Sonays	Ki-so							
			Grupo Yura	Fm. Chuquibambilla	Je-chu					
JURASICO		SUPERIOR	Fm. Pisté	Jms-pl						
		MEDIO								

32

Las formaciones Aniso y Saycata y cuerpos subvolcánicos han sido afectados por las fases Quechua 3 y Quechua 4. La Quechua 3 fue de carácter compresivo y la fase Quechua 4 fue de carácter distensivo.

El clima del área de emplazamiento de la mina Pallancata es frígido y desértico, el mismo que no permite el desarrollo de la vegetación y ganadería, existiendo pequeños caseríos y chozas aisladas donde se crían auquénidos y algunas ovejas.

El drenaje presenta un control litológico-estructural, ya que la dirección de los principales cursos de agua superficiales está controlada por los sistemas preferenciales de fractura y los cambios bruscos de orientación de estos cursos están asociados a la presencia de fallas que cortan en forma transversal el curso de los cauces.

2.2.8.3. Geología local

A. Unidades Litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas predominantes en el área de la mina Pallancata y alrededores se describe a continuación):

Formación Aniso: Esta formación se ubica suprayaciendo de forma concordante a la formación Alfabamba y de forma discordante infrayace a las lavas de la formación Saycata. Se encuentra formada por una secuencia tobácea con areniscas conglomeráticas de fragmentos subredondeados a subangulares de tobas o lavas andesíticas. Otra característica reasaltante es la toba redepositada de coloración blanco amarillenta.

Presenta estratos delgados y definidos, con una estratificación de tipo gradada y sesgada. La zona de deposición ocurre en un ambiente lacustre y subaéreo, esto se evidencia con los tipos de estratificación (laminar, gradada, delgada y sesgada), el adelgazamiento de los estratos y la naturaleza litológica, donde se puede ver una variación lateral de la granulometría que muestra la dirección del aporte como la energía de

transporte. Con todos estos indicios se puede corroborar el ambiente cerrado lagunar al que pertenece.

A esta formación se le da una datación del Mioceno medio al superior. Dicha datación se realizó tomando los criterios de correlación con las edades de las formaciones suprayacentes e infrayacentes, esto debido a que no se encontró ningún fósil o dato radiométrico de datación. Esta unidad estratigráfica es de naturaleza sedimentario-volcánica, cuya secuencia más conspicua se encuentra en la parte alta del pueblo de Aniso, donde se observa tanto la base como el techo. La base de la formación Aniso cubre en forma concordante a la formación Alpabamba y el tope está cubierto en discordancia por lavas de la formación Saycata. El grosor aproximado de esta unidad es de 500 m.

Formación Saycata: Se caracteriza por ser una secuencia lávica de andesitas grises de oscuras a claras, con textura fluida, porfiríticas con fenocristales de feldespatos y máficos. Los análisis petrográficos indican lavas andesíticas basálticas a andesitas anfibolítica. La geomorfología de la zona muestra las secuencias eruptivas y la fuerte acción glaciaria, dejando como evidencia las artesas y valles glaciares que no sirven como patrón de distinción con el Grupo Barroso.

La localidad típica donde presentan los mejores afloramientos se encuentra en los alrededores del caserío de Saycata, situado a 27.5 km del Proyecto. Esta unidad constituye las partes más altas de los cerros Pucacunca y Chachacoma.

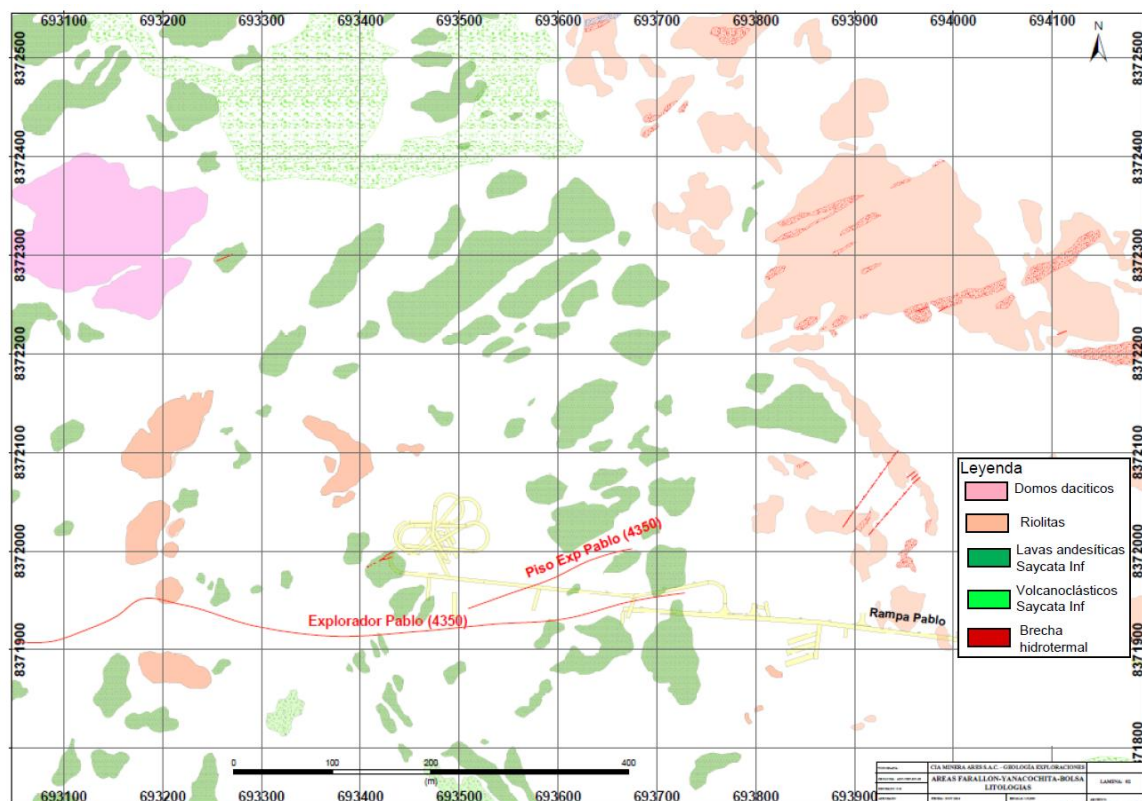
La base de la formación Saycata cubre en discordancia angular a erosional a la formación Aniso y es cortada por diques de composición dacítica a andesítica. En el área del proyecto su tope está cubierto por depósitos cuaternarios. Presenta un grosor aproximado de 200 m.

Unidad Subvolcánica: Constituyen afloramientos rocosos de tipo hipabisal, por su característica petrográfica se puede asociar con rocas volcánicas. En el área de estudio se encuentran cortando a los volcánicos pseudoestratificados, por lo que se les considera como centros volcánicos o puntos por donde los constituyentes volcánicos fluyeron a superficie (cuellos volcánicos).

En el área del proyecto presenta una composición dacítica de coloración blanquecina con un constituyente de cuarzo de 20 a 25% y plagioclasas de 10 a 15% y biotitas de 5 a 10% englobados en una pasta de sílice y feldespatos. Esta unidad corta las formaciones Aniso y Alpbamba, esta última formación no aflora en el área de estudio.

Aparentemente, la veta Pablo se encuentra emplazada en la Unidad Subvolcánica, presentando características geomecánicas competentes (roca Tipo IIIA).

Figura 7: Plano geológico del área de emplazamiento de la Unidad Minera Pallancata..



Fuente: Hochschild Mining S.A. (15)

B. Depósitos Cuaternarios

Depósitos Antrópicos: Estos depósitos se encuentran en dos áreas: una en la parte norte de la cabecera de cuenca y la segunda en el flanco derecho del vaso, ambas al lado y debajo de la carretera que va hacia Pallancata. Proviene de la remoción y apilado de materiales morrénicos,

probablemente con el propósito de utilizarlos en el mantenimiento de la carretera. Están constituidos por grava y cantos de naturaleza volcánica en una matriz limo-arcillosa con algo de arena, en conjunto con baja compacidad.

Depósitos fluvioglaciares recientes: Están conformados por arcillas plásticas con algo de arena, grava fina y abundante materia orgánica. Se encuentran en los cauces de máxima inundación de los drenajes.

Depósitos fluvioglaciares antiguos: Estos depósitos se encuentran adyacentes a los anteriores, formando terrazas más amplias, aunque discontinuas. Se caracterizan por poseer suelos orgánicos, que llegan a los 0.5 m de espesor, muy compresibles, que sobreyacen una grava fina subangulosa con arena y escasos finos, poco densos.

Depósitos coluviales: Estos depósitos se encuentran al pie de las escarpas que forman los afloramientos de riolita. Están constituidos por clastos angulosos de riolita, entre gravas y cantos con escasa arena, en conjunto poco denso. En el extremo sureste tienen poco espesor y dejan ver pequeños afloramientos riolíticos. En la cabecera de cuenca, estos depósitos llegan a formar escombros de pie de ladera bien desarrollados, con espesores significativos.

Depósitos morrénicos recientes: Esta unidad se encuentra en los alrededores de la laguna Patococha. Se caracteriza por su coloración beige blanquecina y una rala vegetación dentro de su ámbito. Da lugar a relieves suaves y laderas con baja pendiente. Sus constituyentes son principalmente grava y cantos de tobas y raramente de otro tipo litológico. La matriz es areno arcillosa. El conjunto forma un suelo compacto.

Depósitos morrénicos antiguos: Con esta designación se ha identificado a remanentes de morrenas laterales; debido a la erosión, solamente quedan cuerpos discontinuos. Además, parte de estas morrenas estarían cubiertas por la anterior, en el fondo del valle. Están constituidos por grava y bloques de composición heterogénea de rocas volcánicas, en una matriz limo arcillosa. El conjunto es compacto y sustenta abundante vegetación de puna (ichu).

C. Condiciones estructurales y sismo-tectónicas

El área de la mina Pallancata fue afectado por las fases tectónicas denominadas Quechua 3 y Quechua 4.

La fase Quechua 3 afectó a las formaciones Alpbamba y Aniso, incluyendo las unidades hipabisales que comprenden rocas del Mioceno medio superior. La fase Quechua 3 se evidencia en base a la discordancia angular existente entre la formación Aniso y la formación Saycata. Las estructuras originadas por esta fase son anticlinales y sinclinales pluri-kilometricos con flancos inclinados entre 10° a 15° y direcciones predominantes NS con la presencia de fallas de desgarre conjugadas relacionadas al plegamiento. La información obtenida en campo permitió determinar que la fase Quechua 3 es de tipo compresional con acortamiento E-W.

Figura 8: Vista de Google Earth del área de emplazamiento de la mina Pallancata.



Fuente: Hochschild Mining S.A. (15)

En la fase Quechua 4, las estructuras son de tendencia andina y de carácter distensional. De acuerdo a las rocas afectadas, esta fase se le considera del Plioceno inferior debido a que en esta fase su máximo

desarrollo coincidió con el inicio de la superficie de erosión denominada "Puna".

D. Condiciones geomorfológicas

El área de emplazamiento de la mina Pallancata se encuentra dentro de la unidad geomorfológica denominada "Colinas y lomadas" y está asociado fundamentalmente a rocas tobáceas piroclásticas redepositadas y lavas con un grado de erosión de moderado a fuerte y con diferencias de cotas de 600 m entre las zonas de cumbres y mesetas (ver Figura 8:).

El origen de la unidad geomorfológica ha sido fuertemente controlado por la acción glacial y la actividad volcánica y en menor proporción por la presencia de lluvias y viento.

2.2.9. PROCESO PRODUCTIVO

Se establece todas las actividades que se han de realizar en la etapa de operación.

2.2.9.1. Perforación y voladura

La perforación se realiza por medio de equipos de perforación convencionales y mecanizados. Equipos Jack Leg para los métodos de explotación convencionales y los equipos mecanizados como los T1D y Raptor; equipos diseñados para el minado masivo que tienen una función de roto percusión haciendo uso de aceros y barras de perforación con el único objetivo de fragmentar la roca y descubrir así el mineral para su posterior beneficio.

2.2.9.2. Perforación en tajeos de explotación

La perforación en tajeos de explotación se realizan con equipos mecanizados para el caso de Pallancata, la perforación realizada en los métodos de explotación Bench Fill & SARC, la perforación se realiza de manera negativa desde un nivel superior a uno inferior en todo el ancho

de la veta siguiendo un diseño óptimo de malla de perforación tomando en consideración el tipo de roca, Potencia y buzamiento.

a. Bench Fill

- Aplicable a potencias de ore ≥ 2.0 m y ≤ 12.0 m.
- Buzamientos mayores 60°
- RMR conforme a lo establecido por el área de geomecánica.
- Long. De Banque de 10-12 m.
- Diámetro de perforación de 51-64mm.
- Equipo de perforación los T1D, Stop Master y los Raptor por su flexibilidad operativa.
- Elevada productividad
- Menor costo de Minado
- Barras acoplables c/d 1.5 m
- Tipo de perforación Vertical.

b. Sub niveles ascendentes con relleno cementado (SARC)

- Aplicable a potencias de ore ≥ 12.0 m
- Buzamiento de veta mayores a 75°
- RMR Establecido por geomecánica conforme al radio hidráulico.
- Longitud de Barreno de 10-12.0 m
- Diámetro de Preforación de 64 mm.
- Equipo de perforación los T1D, Stop Master y los Raptor por su flexibilidad operativa.
- Tipo de perforación negativa y vertical.
- Elevada productividad
- Menor costo de Minado
- Barras acoplables c/d 1.5 m

- Tipo de perforación vertical.

c. Corte Y Relleno Convencional (CRC)

- Aplicable a tajeos con una potencia de ore mayor igual a 0.8 m.
- Buzamientos mayores o iguales a 45°
- Roca de tipo regular a mala, aplicación en breasting.
- Roca de tipo buena a muy buena, aplicable en su variante en realce.
- Baja Productividad
- Diámetro de perforación 38 mm
- Barras de perf. De 3,4 y 5 pies.
- Tipo de perforación vertical y horizontal.

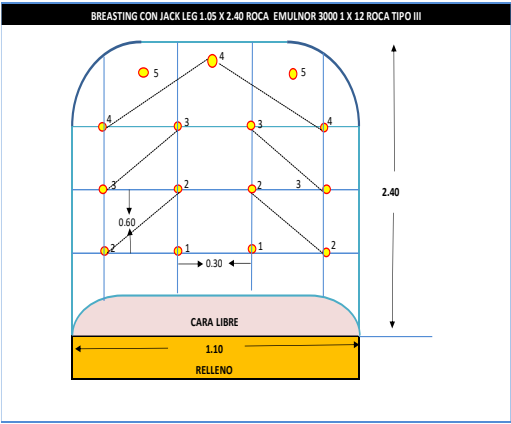
2.2.9.3. Voladura de rocas

Proceso de fragmentación de la roca producto de la detonación y explosión de explosivos que para el caso de la UO Pallancata es una emulsión con un factor de potencia aplicable dependiendo al tipo de roca a fin de tener una fragmentación adecuada y evitar los daños al macizo rocoso, generándose por ende inestabilidades y elevadas diluciones.

Explosivos y accesorios de voladura

- Armada de mecha lenta
- Orden detonante
- Detonador no electrónico
- Emulsión encartuchada
- Mecha rápida
- ANFO (Casos excepcionales).

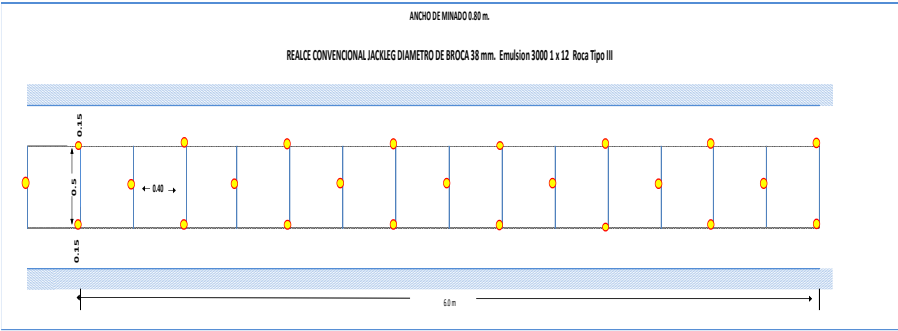
Figura 9: CRC-Breasting.



BREASTING CON JACK LEG 1.20 X 2.40 ROCA TIPO III WINCHE		
PARAMETROS	TIPO III	UNIDADES.
Ancho de Minado	1.2	m.
Altura de minado	2.4	m.
Burden	0.6	m.
Espaciamiento	0.25	m.
Cantidad de taladros	15	Tal.
Long. Del taladro	2.4	m.
Eficiencia en el disparo	2.2	m.
Peso específico del mineral	2.54	Ton/m3
Tonelaje roto	16.15	Tn.
Volumen	6.36	m3
Cart. x tal. (E- 3000 1 X 12")	0	Pzas.
Cart. X tal. (E-1000 1 X 12")	4	Pzas.
Total Cartuchos Explosivos 1000	60	Pzas.
Peso / Cartucho (E - 1000 1 x 12")	0.171	Kg.
Peso / Cartucho (E - 3000 1 x 12")	0.174	Kg.
Kg. Explosivo / Taladro	0.68	Kg./Tal
Kg. Explosivo Total	10.27	Kg.
Factor de Potencia	0.64	Kg./Tn.
Factor de Carga	1.62	Kg./m3
Concentraci3n lineal de carga (E-3000 1"x12")	0.58	Kg./m
Factor de Avance	4.65	Kg./m.
Tonelada x taladro	1.08	Tn./tal.
Toneladas x m2	5.61	Tn/m2
Carmex 7 pies.	0.1238	Pza./Tn.
Pentacord	0.9287	m./Tn.
Mecha Rápida	0.0006	m./Tn.
Detonador no electrico	0.9287	Pza./Tn.
Barras	2.2288	m./Tn.
Brocas	2.2288	m./Tn.

Fuente: Hochschild Mining S.A. (15)

Figura 10: CRC-Breasting.



TIPO III		
PARAMETROS- MAILLA	34	UNID
Ancho de Minado	0.8	m.
Long. Tajo	50.00	m.
Burden	0.40	m.
Espaciamiento	0.50	m.
Cantidad de taladros	187	Tal.
Log. Del taladro	2.40	m.
Eficiencia en el disparo	2.21	m.
Peso específico del mineral	2.54	Ton/m3
Volumen	88.32	m3
Toneladas	224.33	Tn.
Cart. x tal. (E- 3000 1 X 12")	1	Pzas.
Cart. X tal. (E-1000 1 X 12")	5	Pzas.
Tal. Cartuchos Explosivo 3000	187	Pzas.
Tal. Cartuchos Explosivo 1000	935	Pzas.
Kg. Explosivo (E- 1000 1 X 12")	162.3	Kg.
Kg. Explosivo (E- 3000 1 X 12")	32.0	Kg.
Peso / Cartucho (E - 1000 1 x 12")	0.171	Kg.
Peso / Cartucho (E - 3000 1 x 12")	0.174	Kg.
Kg. Explosivo / Taladro	1.080	Kg./Tal
Factor de Potencia	0.67	Kg./Tn.
Factor de Carga	1.84	Kg./m3
Tonelada x taladro	0.83	Tn/tal
Factor de Avance	88.01	Kg./m.
Concentraci3n lineal de carga (E-3000 1"x12")	0.58	Kg./m
Toneladas x m2	5.6	Tn/m2
Panel o Carmex 7 pies.	0.0089	Pza./Tn.
Pentacord	0.0818	m./Tn.
Mecha Rápida	0.0000	m./Tn.
Detonador no electrico	0.0336	Pza./Tn.
Barras	2.0005	m./Tn.
Brocas	2.0005	m./Tn.

Fuente: Hochschild Mining S.A. (15)

ANCHO DE MINADO 1.90 m

REALCE MECANIZADO JACKLEG DIAMETRO DE BROCA 38 mm, Emulsion 3000 1 x 12" - Roca Tipo B III

0.20

0.50

0.50

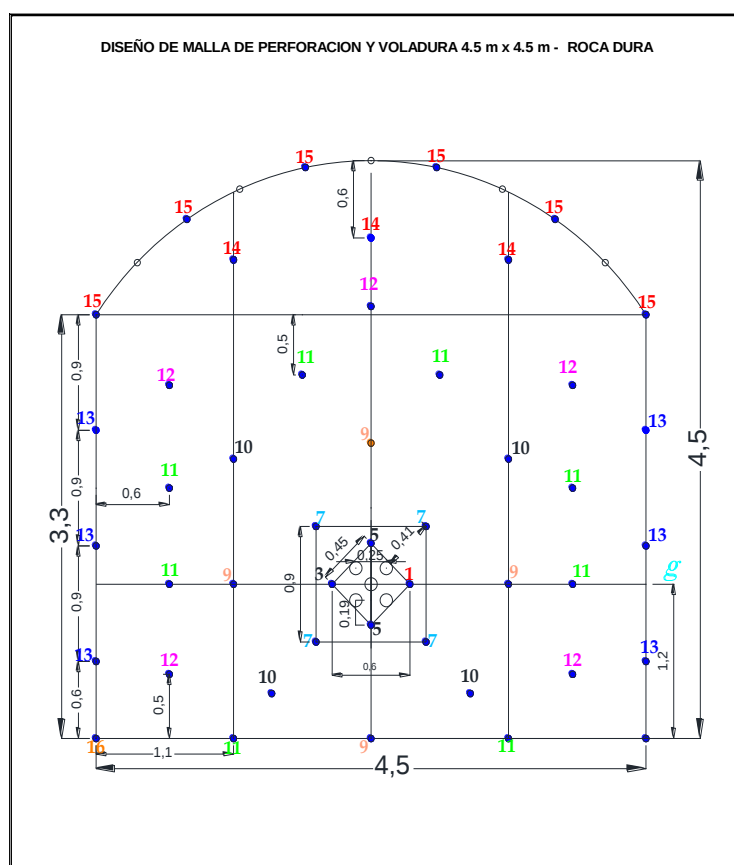
0.60

0.20

5.40

PARAMETROS - MALLA	14	UNID
Ancho de Minado	1.9	m.
Long. Tajo	5.40	m.
Burden	0.40	m.
Espaciamiento	0.40	m.
Cantidad de taladros	45	Tal.
Log. Del taladro	2.40	m.
Eficiencia en el disparo	2.21	m.
Peso específico del mineral	2.54	Ton/m ³
Toleraje roto	57.5	Tn.
Volumen	22.65	m ³
Cart. x tal. (E- 3000 x 1'12")	1	Pzas.
Cart. X tal. (E-1000 x 1'12")	5	Pzas.
Tal. Cartuchos Explosivo 3000	45	Pzas.
Tal. Cartuchos Explosivo 1000	225	Pzas.
Kg. Explosivo (E- 1000 x 1'12")	88.5	Kg.
Kg. Explosivo (E- 3000 x 1'12")	7.8	Kg.
Peso / Cartucho (E- 1000 x 1'12")	0.17	Kg.
Peso / Cartucho (E- 3000 x 1'12")	0.17	Kg.
Kg. Explosivo / Taladro	1.03	Kg./Tal
Factor de Potencia	0.81	Kg./Tn.
Factor de Carga	9.51	Kg./m ³
Toleraje x taladro	1.28	Tn/tal
Concentración lineal de carga (E-3000 "1'12")	0.58	Kg./m
Tolerajes x m2	5.61	Tn/m2
Fanel o Cumes 7 paxes.	0.78	Pza/Tn.
Pentacord o Mecha rápida	0.36	m.
Mecha de Seguridad	0.000	m./Tn.
Barras	1.88	mp./Tn.
Borras	1.88	mp./Tn.

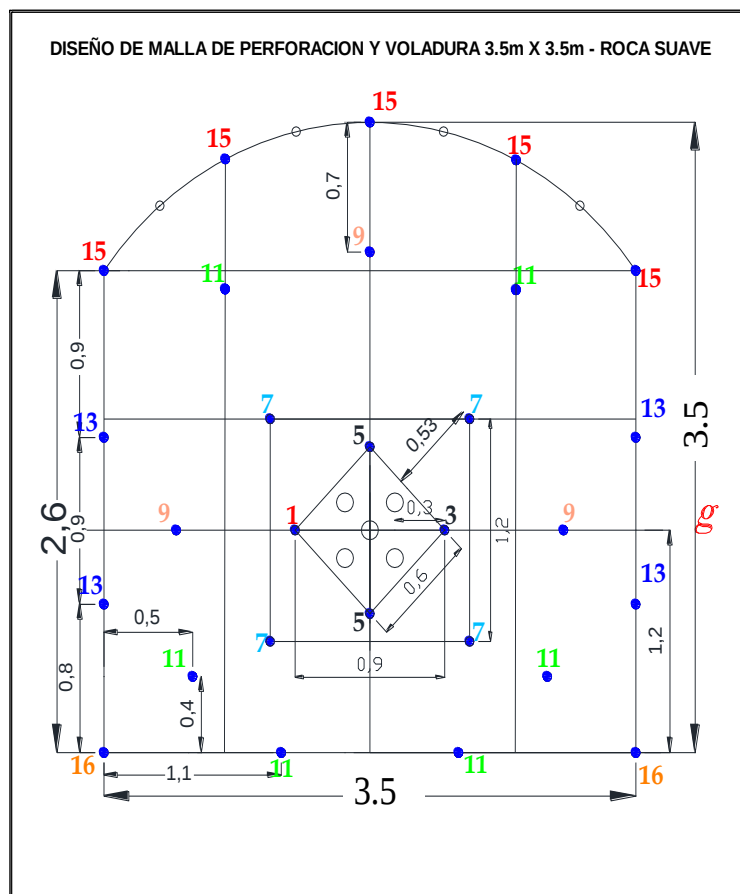
Figura 12: Diseño de malla e indicadores de voladura de roca dura.



DISTRIBUCION DE SECUENCIA DE SALIDAS CON FANEL P.L. (4.00 m)													
SERIE	1	3	5	7	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL
CANT	1	1	2	4	4	4	8	5	6	3	6	2	46

42

DISEÑO DE MALLA DE PERFORACION Y VOLADURA 3.5m X 3.5m



PARAMETROS			
Descripcion		Unid.	Cant.
Perforacion			
Diametro de broca		mm	51
Ancho		m	3.5
Altura		m	3.5
Longitud de barra		m	3.7
Longitud de taladro		m	3.0
Nº de taladros		und	28
Nº taladros de alivio		und	9
Avance efectivo		m	2.9
Metros perforados		m	81
Metros perforador rimado		m	26
Pies perforados		Unid.	280
Pies perforador rimado		Unid.	90
Eficiencia de perforacion		%	82%
Eficiencia de voladura		%	97%
Toneladas por taladro		tn/tal	2.66
Toneladas por metro		tn/m	0.70
Voladura			
Densidad de roca			2.1
Volumen roto		m3	35.53
Tonelada rota		tn	75
Factor de avance		kg/m	19.9
Factor de potencia		kg/tn	0.8
Factor de carga		kg/m3	1.6
Nº cart. prom. por taladro		Unid.	7
Emulnor 5000 1_1/4 X 12 (Pzas)		Kg/ m	7.9
Emulnor 3000 1_1/4 X 12 (Pzas)		Kg/ m	5.0
Emulnor 1000 1_1/4 x 12(Pzas)		Kg/ m	7.1
Accesorios			
Carmex 7 pies		Pza/m	0.69
Pentacord		mp./m	6.90
Mecha Rapida		mm/m	0.003
Detonador No Electrico		Pza/m	9.655
Aceros			
Barras		m.p/m	28.0
Brocas		m.p/m	28.0
Rimadora		m.p/m	28.0
Chank		m.p/m	9.0

2.2.9.4. Limpieza y acarreo

El sistema de acarreo y limpieza mecanizado es el que hace uso de equipos de bajo perfil los LHD, el mismo que recolecta el mineral de los OP y los traslada a las cámaras de carguío.

También es usado para la transferencia de mineral, desde el Tajeo hacia el OP. Generalmente se usa en los métodos de explotación masivos Bench Fill and SARC.

Scoop 6.0 yd³

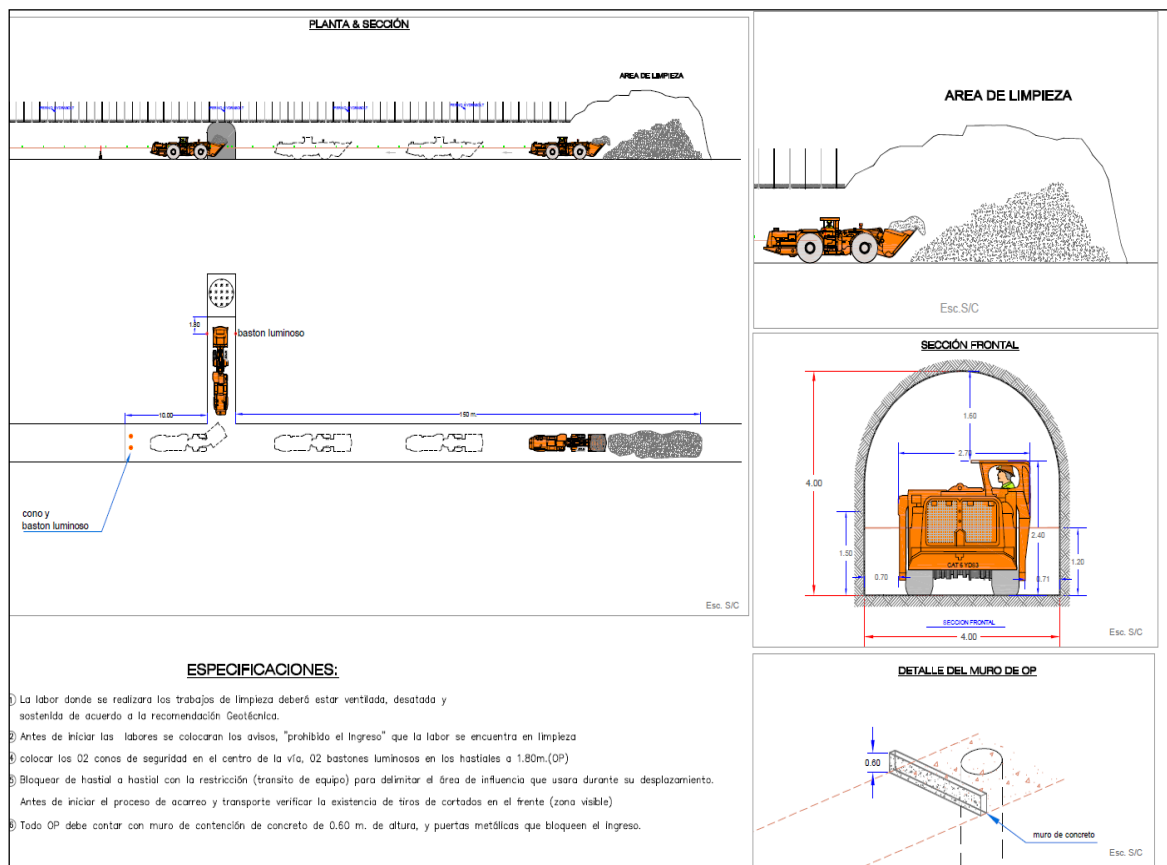
Scoop 4.0 yd³

Scoop 2.0 yd³

Scoop 0.75 yd³

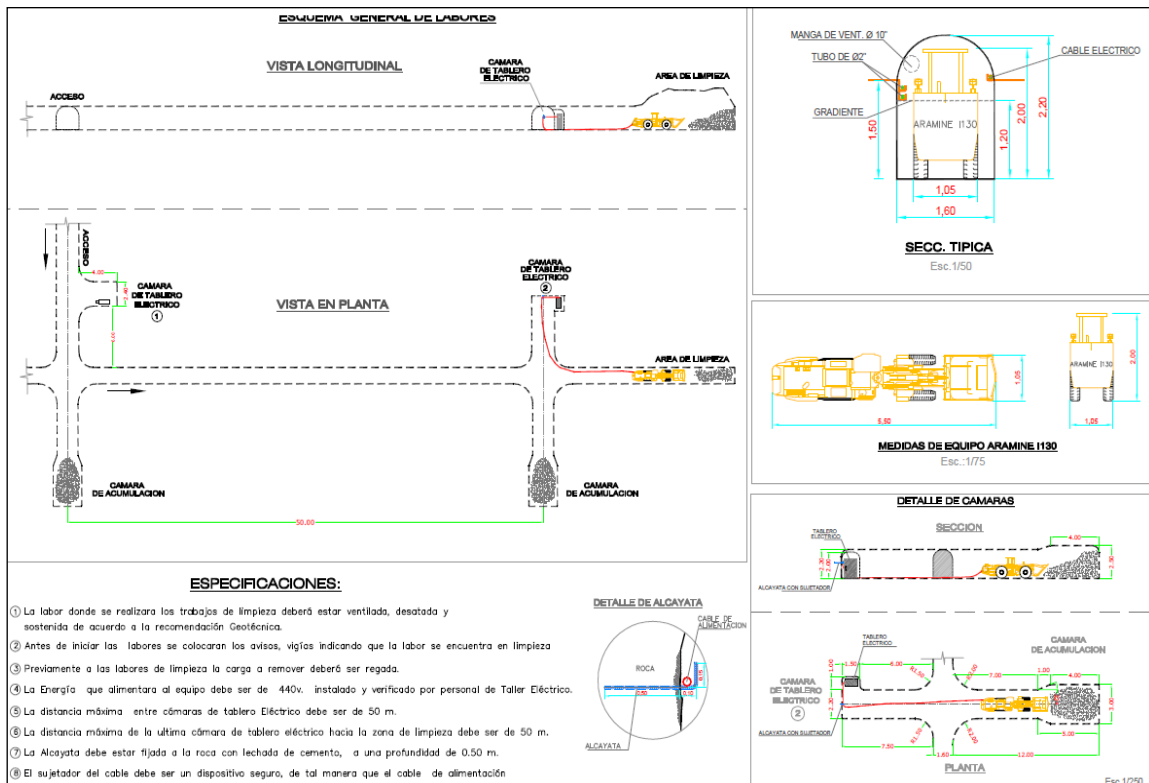
Actualmente se cuenta con una flota de 14 de scooptram.

Figura 14: Estándar de limpieza con equipo



Fuente: Hochschild Mining S.A. (15)

Figura 15: Estándar de limpieza con Scoop 0.75 YD3.



Fuente: Hochschild Mining S.A. (15)

2.2.9.5. Sostenimiento

El sostenimiento en la Unidad Minera Pallancata, como actividad unitaria principal se caracteriza por su función en sostenimiento activo y sostenimiento pasivo, los cuales ayudan a generar el soporte adecuado luego de realizada la excavación.

El objetivo fundamental de los elementos de soporte es generar un área de trabajo seguro a fin de evitar pérdidas materiales y de recursos. Así como para dar continuidad en la preparación y explotación de la labor.

A. Sostenimiento activo

Se entiende como el refuerzo del macizo rocoso en la excavación subterránea por aquellos elementos que actúan inmediatamente al ser instalados, como el perno swellex, expansión y otros que serán explicados más adelante y como parte de conocimiento es necesario conocer los tipos de malla de perforación para diferentes tipos de pernos de anclaje de roca. Los tipos de sostenimiento activo son:

- Pernos Helicoidales de 7,10 pies
- Pernos Split Set 3,4,5,7,10 pies
- Pernos Hydrabolt 5,7,10 pies
- Pernos Swellex 7 pies
- Shotcrete
- Wood Pack y Jack Pack
- Cintas Straps

B. Sostenimiento pasivo

Se entiende por sostenimiento pasivo a aquel elemento que no logra adherirse al macizo rocoso. Los tipos de sostenimiento pasivo son:

- Cuadros de Madera
- Cimbras Metálicas
- Wood Pack
- Malla Electrosoldada

2.2.9.6. Relleno

El relleno usado es parte del proceso después de la extracción de mineral de los tajeos que para el caso de Pallancata los tipos de rellenos a la fecha aplicable son dependiendo del Método de Minado:

- CORTE Y RELLENO: Se usa el relleno hidráulico y relleno detrítico.
- BENCH AND FILL: Se usa el relleno detrítico.
- SARC: Método de explotación por sub niveles ascendentes con relleno cementado, para el cuál se aplican relleno cementado y relleno en pasta.

Figura 16: Tipos de relleno aplicados en la Unidad Minera de Pallancata.

Propiedad	Relleno de Roca	Relleno Hidráulico	Relleno tipo Pasta
Estado	Seco	60-73% sólido	65-85% sólido
Sistema de transporte	chimenea, equipo	sondajes, cañerías a través de gravedad	sondajes, cañerías a través de gravedad
Cemento	si y no	si y no	si
razón agua cemento	baja	alta	baja a alta dependiendo de las especificaciones
Velocidad de depositación	100-400 tons/hr	100-200 tons/hr	50-200 tons/hr
Segregación	en la pila se produce reduciendo su resistencia y rigidez	Se produce segregación lo cual induce baja resistencia	no existe segregación
Rigidez	alta si se instala adecuadamente	baja	baja a alta dependiendo de la composición
Contacto con las paredes	difícil	no se puede	fácil para ajustar a paredes

Fuente: Hochschild Mining S.A. (15)

2.3. BASES TEÓRICAS

2.3.1. PLANEAMIENTO DE MINADO A CORTO PLAZO

2.3.1.1. Definición.

Es la aplicación de los distintos métodos de planificación en la técnica de la minería a cielo abierto y subterránea, siendo su objetivo principal el de planificar, proyectar y determinar mejor el plan de minado, sujeto al mejor conocimiento del yacimiento, ley de mineral, diseño del método de explotación, aplicación de las condiciones geomecánica del yacimiento, mayor extracción de reservas minerales y aplicar criterios económicos dinámicos para optimizar la utilidad por venta de productos minerales.

El planeamiento de minado es establecer que volumen de mineral, con que ubicación y en qué momento extraerlo, con la finalidad de mantener una producción continua mensual (11).

Es conocido que el planeamiento se realiza a corto, mediano y largo plazo, en donde a corto plazo se entiende un planeamiento para un mes y unos pocos meses más, a mediano plazo se considera desde un trimestre hasta un año, a largo plazo desde el primer año hasta la culminación de las reservas (11).

Para el caso de una empresa minera, en la planificación se define el plan minero de producción, en dicho plan identifica el origen, la cantidad y la calidad de material a beneficiar, como también las estrategias, tiempos y recursos requeridos para la materialización de lo programado (16).

El planeamiento de minado contempla algunos objetivos como: (a) Entregar un plan que genere una alimentación a la planta balanceada y regular, (b) Maximizar el V.A.N (valor actual neto) del proyecto, accediendo a las mejores leyes posibles y alimentando la planta con el mejor mineral disponible. (c) Proveer de una carga regular y balanceada a los equipos de trabajo. (d) Definir campañas de desarrollo para maximizar la eficiencia y reducir los costos de minado. (e) Generar geometrías adecuadas de los sectores en producción para maximizar la eficiencia de los equipos, (f) Mantener accesos adecuados y rutas de trabajo eficientes. (g) Generar sistemas de control de producción apropiado y oportuno (16).

Es la aplicación de los métodos de planificación en la técnica de la minería a cielo abierto o subterránea; a causa de la naturaleza teórica en algunas empresas, tiene valor de desarrollo porque en cierta manera están apoyados en la intuición de una persona, basado en el complemento de conocimientos prácticos de complejidad adquirida en muchas empresas afines a la minería (17).

2.3.1.2. Atributos necesarios para el planeamiento de minado.

La planificación minera debe reunir atributos de alta relevancia que es necesario asimilar, aceptar y considerar en cada una de sus tareas constitutivas, tales atributos son (16):

El sistema de planificación minero debe ser COHERENTE, en el sentido de asegurar una plena y permanente armonía entre la estrategia de producción de corto, mediano, largo plazo y la misión empresarial.

Como consecuencia de lo anterior, los planes mineros deben constituir el camino base para acceder al objetivo del negocio, aceptando todas las restricciones técnicas y económicas que imponga el mercado o que definan los propietarios de la empresa o finalmente las condiciones naturales del yacimiento.

El sistema de planificación minero debe ser SISTÉMICO, en el sentido de aceptar que la obtención del plan minero de producción es el resultado de variadas iteraciones y continuas retroalimentaciones que deben verificarse producto de los aportes que hagan los distintos sistemas constituyentes de la empresa. Es decir, el proceso de planificación debe entenderse como un proceso integrador y no como una actividad técnica específica que responde exclusivamente a la problemática del área mina.

El sistema de planificación minero debe ser además DINÁMICO, en el sentido de reconocer que esta tarea está soportada por las mejores estimaciones de las variables relevantes, para el mediano y largo plazo, por lo tanto, resulta natural e imprescindible que la planificación esté sujeta a constantes revisiones en la medida que se disponga de mayor información.

Es indudable, que los cambios en los precios de los productos finales repercuten necesariamente los planes mineros de producción, por ejemplo, si se trata de una empresa que persigue la maximización del rendimiento económico de su operación, la reacción lógica frente a un aumento del precio será aumentar la producción. Cambios en los costos, en los avances tecnológicos, en las restricciones de mercado, en las restricciones de disponibilidad de recursos, entre otros, implicarán revisión y modificación de los planes mineros de producción.

2.3.1.3. Escenarios de planificación.

La caracterización del ambiente en que la planificación se debe desarrollar obedece al tipo de proyecto en el cual se inserta esta actividad. Así los escenarios identificables son básicamente dos (16):

- Escenario de proyectos nuevos.

Esta situación se verifica cuando la planificación corresponde a nuevos yacimientos para los cuales hay que desarrollar toda la estrategia en función de las restricciones técnicas y financieras; a proyectos de innovación que significan, la introducción de alguna tecnología o criterio completamente nuevo para la empresa y a proyectos de ampliación, en los cuales se liberan restricciones operativas y debe encontrarse un nuevo nivel productivo que mejore la posición competitiva de la empresa (16).

- Escenario de faenas en operación.

En este caso normalmente existe una estrategia de planificación, y corresponde por ejemplo a definir cuerpos y/o sectores de reemplazo, políticas de reemplazo de equipos, de exploración y otros. En general, este escenario ofrece un marco menos flexible a la planificación, sin embargo, es posible afirmar, que para todas aquellas empresas mineras que cuentan con restricciones en sus capacidades de tratamiento, al interior de sus funciones productivas (cuya planificación se inserta en este escenario), la planificación minera cumple el papel de definir el rendimiento económico global de la gestión empresarial (16).

2.3.1.4. Niveles de planificación.

Una manera estructurada de enfocar la planificación minera es la incorporación de los Niveles de Planificación, definidos éstos en una primera instancia como planificación CONCEPTUAL y en una etapa siguiente, como planificación OPERACIONAL (16).

A. Planificación conceptual

Corresponde al delineamiento estratégico, que, de manera coherente con la misión y las restricciones existentes, permite analizar y acceder

adecuadamente a las grandes definiciones del negocio minero, tales como método de explotación, ritmos de producción, situación final de la explotación, entre los de mayor relevancia (16).

En este nivel de planificación se busca responder el qué hacer con el recurso geológico de tal modo de lograr los objetivos de la empresa y por ende enmarcarse dentro de la misión definida por ésta. El logro de los objetivos implica un proceso iterativo, ideas preliminares a nivel de perfil son analizadas y un posterior proceso de evaluación conduce a rechazar algunas y a desarrollar otras, para finalmente optar por una o dos opciones para un análisis posterior más detallado.

La principal característica de esta fase de planificación minera radica en que es aquí donde se define la rentabilidad gruesa del proyecto. De hecho, las diferentes ideas vertidas tienen un grado de dispersión, en términos de rentabilidad, que es considerable y que debe ir disminuyendo en la medida que avanza la ingeniería, de lo cual se deduce que, por lo general resulta muy conveniente gastar más tiempo en el desarrollo de buenos conceptos, que avanzar con una idea que no ha sido confrontada con otras opciones.

El producto de esta fase corresponde a la definición de macro decisiones que son controlables por el planificador y que tienen una incidencia en el objetivo planteado. Si dicho objetivo se relaciona con los beneficios actualizados de la operación, entonces las variables fundamentales a definir corresponden a un grupo interrelacionados de variables decisionales que a continuación se describen:

- **Tamaño de la operación**

El tamaño de una operación minera no sólo queda definido por la magnitud de la mina, éste también depende de los procesos posteriores. El análisis del tamaño óptimo para cada una de las instalaciones necesariamente debe analizarse desde una perspectiva global teniendo presente las inversiones, costos de operación y características de la curva Tonelaje-Ley del yacimiento. En diversas ocasiones es la disponibilidad de fondos la restricción principal y en ese caso el problema se reduce a encontrar el tamaño óptimo económico-técnico de cada etapa productiva bajo tal restricción (16).

- **Método de explotación**

El método por elegir deberá presentar las mejores ventajas para el objetivo planteado. Por lo general, los aspectos técnicos que controlan esta decisión han sido ampliamente difundidos, no así los factores económicos que son los de mayor relevancia en esta etapa de planificación. La decisión de mayor importancia a este respecto es si la mina deberá ser subterránea o a tajo abierto o eventualmente cuando será conveniente permutar una inicial explotación a cielo abierto por una subterránea terminal (16).

- **Límites finales**

El límite de explotación es aquella frontera que define hasta donde es conveniente extender una operación minera. Para el caso de una mina a tajo abierto, este límite se conoce como tajo final y en una mina subterránea, se le denomina usualmente envolvente final. La definición de este límite es atemporal, en el sentido de que es conveniente extraer cualquier tonelada que cubra su costo marginal independiente del tiempo en que se extrae (16).

- **Secuencia de explotación**

A partir de una situación inicial, es necesario conocer cuál es el mejor camino para llegar al límite final. La definición de esta secuencia implica un fuerte impacto en el valor presente del negocio y su búsqueda es una tarea compleja que requiere de un análisis individual de opciones. La idea es ir consumiendo el depósito de manera tal que responda a los objetivos planteados en la misión definida por la empresa, cumpliendo las restricciones propias de toda explotación minera, tales como geomecánicas, operacionales, legales, entre otras (16).

- **Estrategia de leyes de corte**

Una vez establecido el tamaño del complejo minero, el límite final y la secuencia de explotación, existe una variable de decisión que afecta directamente al tiempo requerido para consumir el depósito; dicha variable es la Ley de Corte, que en esencia permite discriminar económicamente entre mineral y estéril. Una ley de corte alta implica que la proporción de mineral del depósito es baja y, por lo tanto, la vida de la

mina se reduce y viceversa. Entre estos dos extremos, existe una estrategia que conlleva a una maximización del beneficio actualizado. Si el modelo matemático que resuelve esta incógnita está bien formulado, la estrategia óptima por lo general significa leyes de corte decrecientes en el tiempo, este vector en definitiva permite conocer la cantidad (tonelaje) y calidad (ley) de las reservas mineras o extraíbles (16).

- **Planes mineros de producción**

Bajo este concepto se debe cuantificar las necesidades de recursos humanos, físicos y financieros que permitan materializar las metas de producción en el tiempo. También aquí se desarrollan los trabajos que permiten recomendar la estrategia de alimentación a planta, si la empresa en cuestión tiene posibilidades de producción entre varios sectores o entre diferentes yacimientos (16).

Todas las variables decisionales anteriormente descritas no son independientes, sino que por el contrario tienen una relación funcional entre ellas y para su optimización es necesario recurrir a un análisis circular. Allí se tiene además las distintas fuentes de información necesarias para establecer el escenario en donde se desarrollará este proceso de planificación. La información geológica, geotécnica, y metalúrgica constituyen una entrada esencial para el análisis de cualquier proyecto minero; el cual además se ve influenciado por una serie de variables exógenas, tales como el precio de venta del producto.

B. Planificación operacional

Es el conjunto de tareas que define las soluciones de corto plazo, al generar las proposiciones que optimizan en forma permanente el concepto del negocio minero diseñado en la fase anterior (16).

Como aspectos relevantes de esta actividad están las constantes optimizaciones que son factibles de incorporar a toda explotación minera tales como: equipos más eficientes, optimización de infraestructura de servicios, cambios en métodos constructivos, incorporación de materiales con nueva tecnología, softwares más poderosos y otros.

En general, en este nivel de planificación se insertan los esfuerzos que el planificador hace permanentemente por introducir modificaciones en las

distintas operaciones unitarias y de apoyo, existentes en toda explotación minera, con el fin de mejorar eficiencias y costos.

Lo importante de entender es que toda la actividad que en este contexto se desarrolla, está insertada en la estructuración dada al proyecto en su fase previa de planificación conceptual y que, en consecuencia, no es esperable un cambio que afecte significativamente el nivel de rentabilidad del proyecto.

2.3.1.5. Horizontes de la planificación minera.

Entre los horizontes de la planificación minera se tienen tres tipos como la planificación de largo, mediano y corto plazo, hitos que históricamente han estado asociados a períodos (16).

A. Planeamiento de minado a corto plazo

Generalmente, el planeamiento a corto plazo contempla aspecto de detalle de ingeniería, donde se desarrolla diarios, semanales y mensuales, para las diferentes áreas, tales como: desarrollo primario, exploraciones, preparaciones, minado y diseño generales. Dentro de la mina Pallancata, el planeamiento a corto plazo se elabora en forma mensual y todos los programas de trabajo están enmarcados dentro del planeamiento a mediano plazo establecido con anterioridad. Para cumplir con los objetivos y metas trazados en el planeamiento a corto plazo, es necesario darles seguimiento a todos los trabajos programados, tal que los problemas se asistan con una solución óptima y oportuna para dar continuidad al proyecto (18).

El planeamiento de minado a corto plazo, se realiza para períodos mensuales, con información del modelo de bloques se definen sólidos (o volúmenes) geométricos por bancos, el tamaño y forma de estos volúmenes se adecuan a la calidad del mineral, es decir tonelaje de mineral, ley tonelaje de desmonte (11).

Como es de suponer el planeamiento a corto plazo no es un proceso de optimización, aún no se ha creado un algoritmo que permita conseguir la optimización matemática y técnica de un planeamiento, es claro que el objetivo será de conseguir la máxima rentabilidad con mínimo costo, sin

embargo la técnica aplicable pasa actualmente por análisis de multi opciones de extracción de mineral, consistente en realizar una combinatoria de volúmenes de extracción, hasta lograr una secuencia de extracción de mineral que permita cumplir con la producción del mes y con las condiciones de operatividad minera (11).

Se define como aquella actividad de planificación cuyo horizonte es un año o menos, por lo que su detalle y concepción está fuertemente condicionado por la realidad contingente de la faena o proyecto y corresponde a un detalle de todas las actividades que se desarrollan en el año. Es frecuente que la revisión de estos planes sea trimestralmente. Evidentemente el marco de referencia de esta planificación lo constituye el planeamiento a mediano plazo (16).

- **Ley de Producción**

Es la ley promedio que se envía a la planta, esta ley resulta de la mezcla de distintos bloques de mineral con leyes todas por encima de la ley de corte, Esta ley debe dar ingreso por ventas suficiente para cubrir los costos de operación o “cash costs”, los costos financieros, recuperar las inversiones y obtener una utilidad distribuable para los accionistas, que justifique la tenencia de las acciones o rentabilidad (19).

2.3.1.6. Planeamiento de minado a mediano plazo

El planeamiento de mediano plazo es de mayor envergadura, que el de corto plazo. Un planeamiento de mediano plazo comprende de 2 a 3 años, donde se prevén los objetivos y metas a alcanzar, siendo los esquemas de trabajo más generalizados que el anterior, pero naturalmente se contempla los aspectos paramétricos del minado, tales como: metrajes de avances de desarrollo, tonelajes, leyes, costo y presupuesto (20).

Es comúnmente aquella actividad de planificación que abarca de uno a cinco años, dependiendo del tamaño de la operación y/o las políticas de la empresa. Esta actividad se inserta en la planificación de largo plazo, en el contexto de lograr cumplir con la estrategia delineada, siendo la base de la estimación y evaluación económica de la empresa, puesto que

las decisiones que se adopten para este horizonte tendrán una flexibilidad a los cambios limitados (16).

- **El tamaño de producción**

Trabajamos con una operación en marcha, con un tamaño ya definido sin embargo permanentemente estamos tratando de maximizar nuestra capacidad de producción, en estas condiciones se trabaja con un tamaño de producción igual a la menor capacidad instalada o se plantea ampliar los cuellos de botella y llevar la capacidad a la mayor instalada (19).

- **Equipamiento.**

En una operación de mediano plazo se cuenta con equipos existentes. Además, para la programación de los equipos se utiliza los rendimientos de los registros de producción de los últimos 12 meses (año anterior), caso de perforación y carguío (19).

B. Planeamiento de minado a largo plazo

El nivel de planeamiento llega a los niveles jerárquicos altos, donde se planean estrategias generales para optimizar sus costos, recursos, inversiones a nivel corporativo. Sin embargo, en el nivel bajo (operativo) se pueden trazar esquemas de trabajo proyectados al futuro no inmediato.

El desarrollo de un plan de explotación de minas a largo plazo, tiene como propósito concentrar las estrategias para el desarrollo global del yacimiento, a través de una secuencia de excavaciones óptima orientada a señalar la dirección lógica para el agotamiento de las reservas y procurando lograr un desarrollo armónico en las operaciones mineras, en el marco de un mejor aprovechamiento, que maximice la recuperación de la mena y minimice la extracción de estéril de acuerdo a las mezclas de mineral necesarias entre los sectores involucrados en el plan de minado (17).

Es básicamente una planificación conceptual donde se establece la estrategia global de la empresa, para un horizonte superior a 5 años y que muchas veces va hasta el agotamiento del yacimiento. Otra de sus características es que la flexibilidad que presenta para la toma de decisiones es alta, vale decir es posible introducir cambios estructurales

en la concepción del negocio. Desde un punto de vista estrictamente económico el concepto de largo plazo tiene implícito el cambio, es decir, en el caso extremo nada es fijo y permanente. De acuerdo con lo anterior, en el proceso de planificación de largo plazo debieran liberarse gran parte de las restricciones que se verifican en el corto y mediano plazo (16).

El nivel de planeamiento llega a los niveles jerárquicos altos, donde se planean estrategias generales para optimizar sus costos, recursos, inversiones a nivel corporativo. Sin embargo, en el nivel bajo (operativo) se pueden trazar esquemas de trabajo proyectados al futuro no inmediato (18).

2.3.1.7. Control del planeamiento de minado

Consiste en procurar que todo se desarrolle de acuerdo al programa establecido y comprende (16).

- **Control inicial**

Consiste en la comprobación de que los hombres, máquinas, equipos a utilizar y los tiempos establecidos para cada fase de operación, estén bien programados. Que los cálculos estén bien establecidos para cada ciclo de trabajo.

- **Control procesal**

Consiste en la comparación de resultados que se van obteniendo con la programación durante el planeamiento.

- **Control final**

Consiste en la comparación de metas obtenidas con las metas programadas y comprende el control de calidad, control de cantidad y control de costos.

2.3.1.8. Proceso productivo

A. Exploración

La exploración es la primera parte de un largo proceso. Consiste en ubicar zonas donde exista la presencia de minerales cuya explotación sea económicamente rentable (21).

Inicialmente se utilizan reportes satelitales para determinar zonas mineralizadas en los lugares a explorar. Después, los geólogos recogen muestras (rocas) del suelo para conocer los elementos y minerales que las conforman. Si los análisis dan resultados positivos se procede con la perforación: se sacan muestras de diferentes profundidades (testigos) para determinar tipo, cantidad, profundidad y otras características del mineral. Finalmente se investiga y determina cuánto mineral existe en la zona.

Todas estas investigaciones se realizan siempre previa autorización de la autoridad competente y de los pobladores de las zonas a explorar.

B. Pre minado

Antes de iniciar el trabajo de explotación en sí, es necesario retirar del terreno la capa superficial de tierra orgánica (top soil) que permite el crecimiento de vegetación en la superficie. Esto se hace con equipo pequeño, y deja las condiciones para que en la etapa de minado se pueda explotar con equipo gigante (21).

Esta capa se almacena en áreas especiales para ser utilizada posteriormente en los trabajos de restauración del terreno o cierre de mina, el que ya se viene ejecutando en aquellas zonas donde ya se dejó de explotar. El trabajo es realizado con equipo y mando de obra local.

C. Minado

Consiste en la extracción del material que contiene oro y plata. Se inicia con la perforación del terreno para hacer unos agujeros que luego son llenados con material explosivo. Éstos, al detonar, fragmentan la roca y remueven subterráneamente el material exponiéndolo a la superficie. En esta etapa se aplican los más altos estándares de cuidado en seguridad (21).

D. Carguío y acarreo

Las explosiones que se realizan y la posterior remoción de tierra empiezan a formar grandes huecos en la tierra llamados tajos. Camiones gigantes (que pueden cargar hasta 250 toneladas de tierra) llevan el mineral extraído del tajo a la pila de lixiviación (o PAD), que es la estructura donde se acumula el mineral extraído del cerro para ser lixiviado y así recuperar el oro existente (21).

Todos los camiones y las palas están controlados a través de un sistema computarizado que permite conocer por satélite su ubicación exacta en todo momento.

2.3.1.9. Optimización en la minería

La misión empresarial, la cual forma parte integral del sistema de administración racional de una empresa, se constituye como la base que guía todos los esfuerzos para el logro de los objetivos delineados al interior de ésta. Tal logro de objetivos se obtiene mediante una relación funcional entre la misión empresarial y los demás subsistemas involucrados, es decir, decisión, planificación, organización, dirección y control (16).

Al estar claramente definida la misión u objetivo de la empresa y además los criterios de planificación fusionados con tal función objetivo, entonces es posible intuir que los planes mineros desarrollados estarán concebidos para cumplir con la misión empresarial.

De acuerdo con distintas misiones, en distintas empresas e incluso al interior de una misma empresa, es obvio que se planificará con criterios económicos diferentes, lo cual redundará en planes mineros diferentes.

Dentro del negocio minero, la gestión de planificación se ha desarrollado fundamentalmente en base a tres misiones empresariales típicas, las cuales se detallan a continuación:

A. Maximización de la recuperación del yacimiento

Esta misión induce a beneficiar todo material, que al menos pague sus costos marginales de tratamiento (16). El impacto de esta misión dentro

del proceso de planificación minera se traduce en los siguientes conceptos:

Mineral es todo material cuyo costo marginal de tratamiento es menor o igual a su ingreso marginal. Tal definición permite definir una ley de corte fija en el tiempo.

El raciocinio utilizado en la definición de mineral no incluye consideraciones que permitan mejorar el rendimiento económico del negocio, al considerar y valorizar las restricciones de capacidad, como un costo de oportunidad.

Las secuencias de explotación privilegian aspectos operacionales de producción y extraen el máximo de material desde diferentes sectores con leyes mayores o iguales a la ley de corte establecida.

B. Maximización de permanencia en el negocio minero

En tal misión, tras un análisis de perspectivas de costos de productores competitivos, se define un nivel mínimo que aceptará la operación productiva (16). En base a este costo, es factible discriminar entre mineral y estéril; a dicho costo, se le denomina Costo de Corte. En consecuencia, esta misión genera el siguiente supuesto dentro del proceso de planificación minera:

- Mineral es todo material cuyo costo marginal de producción es menor o igual que el Costo de Corte prefijado. También es posible razonar a través de una ley de corte, pero cuyo beneficio marginal es positivo y fijado con anterioridad por la unidad de planificación.
- Esta metodología, basada centralmente en los costos de producción, no considera la pérdida en que se incurre en aquellos escenarios en que el precio del producto en cuestión se sitúa muy por encima del Costo de Corte prefijado.
- La metodología, además, no considera el concepto valor del dinero en el tiempo en la definición de mineral: por lo tanto, no pondera económicamente el obtener flujos monetarios en distintos tiempos.

C. Maximización del valor presente neto

Esta misión estructura la planificación minera tras una meta de intentar lograr el mejor rendimiento económico actualizado del negocio minero. Tal rendimiento económico se obtiene cuando la planificación minera envía a proceso el mejor material y deja en stock o in situ el material que hace disminuir la renta actualizada del negocio (16).

La definición del mejor material y por lo tanto, lo que es mineral, está asociado a un Costo de Oportunidad, el cual es equivalente a reconocer el valor del dinero al interior del proceso de planificación minera.

Al definir que un material va a proceso, no basta con constatar que su renta marginal sea positiva, además es necesario probar que su renta es superior al costo de postergar el resto del yacimiento, por un tiempo equivalente al que demanda el tratamiento del material en análisis.

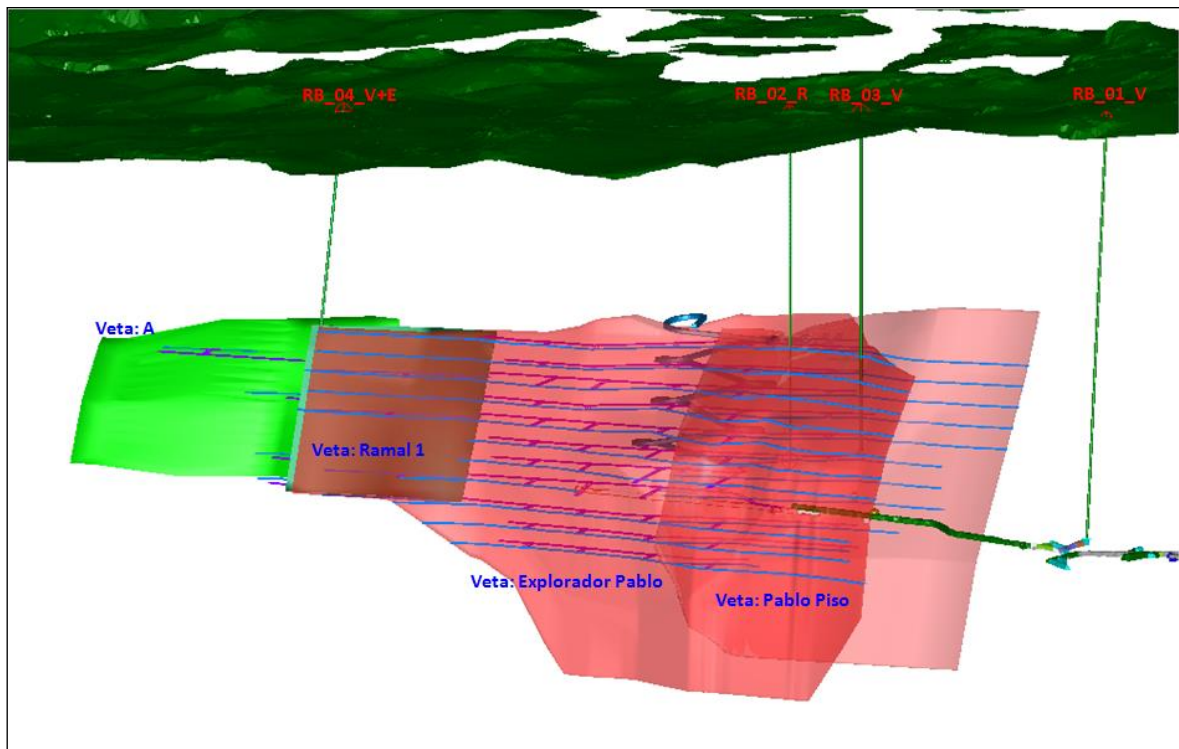
De acuerdo con los conceptos antes enunciados para la presente misión, deducimos que mineral es todo material que, tras su proceso de beneficio, hace incrementar el valor presente de los flujos monetarios del negocio en cuestión.

De lo anunciado resulta evidente la importancia de la misión, puesto que ésta por sí sola guiará todo el proceso de planificación. Es importante destacar que sólo la última misión se fundamenta en una racionalidad económica más rigurosa y consistente con la misión empresarial observada en otros rubros de la economía, además es la que actualmente motiva a la mayoría de las empresas del rubro minero.

2.3.2. LAYOUT DE MINA

En el layout adjunto se muestra las labores de accesibilidad (rampas y by pass), desarrollo (galerías) y preparación (cruceros y subniveles) y las chimeneas (RB's) tanto para ventilación como para el relleno.

Figura 17. Layout de Unidad Minera de Pallancata.



Fuente: Hochschild Mining S.A. (15)

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Avance físico. Es la longitud en que se encuentra una labor (ya sea las cruzadas, los tambores, el frente de trabajo como guías, entre otros) de una mina, abierta o elaborada en un período establecido (jornada, semana, mes u otro). El avance indica el nivel de rendimiento de una operación minera (22).

Corto plazo: Periodo de tiempo en el que no es posible la variación de algún factor productivo (factores fijos). Por lo usual los recursos fijos del empresario son su capital, la organización administrativa, la tecnología y el edificio (local, centro de producción). Al grupo de recursos fijos de una empresa tiene la denominación de planta, por lo tanto, la planta viene a ser un recurso fijo en el corto plazo (23).

Costos: De manera general se puede decir que es la medida de lo que se tiene que sacrificar o dar para la obtención o producción de algo. Otra manera de definirlo es como un desembolso, una erogación o un gasto en especie o dinero, servicios o acciones de capital, hecho a fin de recibir un activo. También se refiere a la destrucción o transformación del valor de algo durante el transcurso de actividades onerosas que se destinan a la utilidad o producción de bienes (22).

Explotación minera: Extracción de minerales, rocas o ambos, con el fin de disponer de ellos y tratarlos en temas utilitarios, comerciales o industriales (24).

Geomecánica: Es aquella ciencia que trata sobre el estudio de la deformación de las rocas y suelos, hasta terminar en su falla, como respuesta a cambios de presión, esfuerzo, temperatura y otros parámetros ambientales más (25).

Ley cutt off: Llamada ley de recorte, el cual es “la concentración mínima que debe tener un elemento en un yacimiento para ser económicamente explotable, es decir, la concentración que hace posible pagar los costos de su extracción, su tratamiento y su comercialización”. También se dice que es aquella ley por debajo de la cual un yacimiento minero no es económicamente explotable. Y finalmente hace referencia al “contenido mínimo del metal en el mineral para que pueda ser considerado como reservas” (22).

Plan: Es un documento en el que se detalla cómo se implementará un proyecto, haciendo una lista de todos los ejecutantes, sus tareas, cometidos y responsabilidades necesarias y ordenadas por fechas para su ejecución y cumplimiento (26).

Planeamiento: Consiste en establecer el curso de una acción que se tiene que seguir, dentro del cual se establecen principios de orientación, secuencia de operaciones a realizarse, y la determinación de cantidades y tiempos que se necesitan para su desarrollo (27).

Planeamiento de minado: Planear hace referencia a establecer objetivos y determinar los medios más idóneos para su logro. También es analizar y visualizar los problemas anticipadamente, planeando soluciones y estableciendo los pasos requeridos para su desarrollo. En el caso de la minería y el minado; es establecer cuál, qué cantidad, en qué momento y con qué ubicación de volumen de mineral se desea extraer, con el fin de mantener continua la producción por periodo semanal, mensual, trimestral, anual, etc. (10)

Producción minera: Es la fase dentro del ciclo minero cuyo objetivo es “la extracción, la preparación o el beneficio, el transporte y la comercialización del mineral”. Esta fase es la de mayor duración, usualmente oscila entre los 10 y 30 años, dependiendo del tipo de explotación, nivel de reservas, y las condiciones del contrato (22).

Recursos físicos: Representan la concentración natural de material gaseoso, sólido o líquido que están sobre o dentro de la corteza terrestre, cuya explotación es potencial o es actual (28).

Recursos humanos: Se refiere a “todas las personas que trabajan en la organización por lo que la correcta gestión de los mismos afecta a todos los niveles de la empresa”, es decir

es el grupo de colaboradores o empleados que pertenecen a una organización, un sector económico e incluso de una economía completa (29).

Reserva: Es una proporción de los recursos demostrados e identificados que cumplen mínimamente con los requisitos de la producción minera y que pueden ser económicamente explotados o extraídos al momento de su determinación (24).

Unidad minera: Unidad económica dentro del sector minero que se encuentra controlada por sola una entidad propietaria o también llamada controladora. Esta unidad se dedica a realización de alguna actividad minera asignada, como la explotación, extracción, beneficio de minerales no metálicos y metálicos. La composición de unidad minera suele estar conformada por una o varias minas, y plantas de beneficio los cuales pueden trabajar con minerales ajenos o propios (30).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación se empleó el método analítico cuantitativo (31), es decir, se describió la situación actual de la explotación de los minerales dentro de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. Posteriormente, se establecieron los métodos de minado apropiados, de tal forma que se optimice la producción diaria y mensual.

3.1.2. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Por otra parte, la investigación tiene un alcance descriptivo-explicativo, tal como lo indican Hernández, y otros (32). El alcance descriptivo se refiere a consignar las características adscritas a las variables de estudio basado en lineamientos teóricos y normativos. Asimismo, el alcance explicativo está definido por evidenciar las causas y efectos vinculados entre las variables de estudio. Es importante señalar que el alcance descriptivo dentro de la investigación está referida al análisis actual del planeamiento de minado; mientras que el alcance explicativo detalla el efecto que tiene el planeamiento de minado a corto plazo en el nivel de producción diaria y mensual de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo aplicada, pues se desarrolló un caso práctico asociado a la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. teniendo en cuenta los lineamientos teóricos del planeamiento a corto plazo.

3.2.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de nivel explicativo, dado que se evaluó el efecto del planeamiento de mina en el corto plazo en el nivel de producción minera de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

Por otra parte, la investigación aplicó un diseño pre experimental (31). Este diseño consiste en evaluar en un principio las características de las variables, posteriormente se desarrolla un experimento y finalmente se evaluará la situación final.

O1 → X → O2

Dónde: X es el planeamiento de minado a corto plazo; O1 es la evaluación del nivel de producción (mensual y diario), medido antes de lo establecido por el planeamiento de minado; y O2 es el posttest, es decir los resultados del nivel de producción optimizado mediante el planeamiento de minado.

Además, es necesario considerar que la evaluación será desarrollada mediante una simulación respecto al nivel de producción de corto plazo, esto debido a que la implementación del planeamiento de minado requiere de un presupuesto ostentoso, el cual no está en la capacidad del investigador.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

Para el estudio se considera como unidad de análisis a la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. En vista de que el planeamiento de minado se realizó dentro de la institución, la población de información corresponde a la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. asociada a los años de funcionamiento de los cuales se puede extraer información.

3.3.2. MUESTRA

Por otra parte, la muestra de estudio corresponde a un periodo delimitado en el cual se aplica el planeamiento de minado correspondiente a una proyección del planeamiento de corto plazo para 12 meses durante el 2018. Asimismo, dentro de la mina se cuenta con diversas labores de avance; sin embargo, para tener un mejor alcance en el desarrollo de la investigación se precisa solo trabajar con: labores mineras de acceso (galería principal, pique y rampas), labores mineras de preparación (tales como chimenea, coladero, frente de explotación, tolva subterránea, y galerías secundarias) y labores mineras auxiliares (cortadas o cruceros y chimenea de ventilación).

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica para la recolección de datos fue la revisión documental y el acopio de datos correspondientes a la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A (32).

3.4.2. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos para recolectar los datos fueron las tablas de datos para acopiar información. La información fue obtenida de fuente primaria, debido a que se realizaron visitas a la unidad minera para recabar los datos respecto a la producción minera y a los métodos de minado que se vienen ejecutando en la misma.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En los siguientes numerales se presentan los resultados del tratamiento y análisis de los datos recabados dentro de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

4.1.1. PLANEAMIENTO DE MINADO A CORTO PLAZO

4.1.1.1. Introducción

La Unidad Minera Pallancata, de la Compañía Minera Ares SAC, de acuerdo a su estrategia de plan de trabajo empresarial para las exploraciones y operaciones mineras para la continuidad de la misma, ha logrado identificar una zona de recursos minerales asociados a un yacimiento de plata y oro ubicada en la zona sur del departamento de Ayacucho, por lo cual, se está realizando los trabajos necesarios acorde a la legislación de trámites para diversos permisos de Desarrollo, Preparación y Explotación de la nueva zona denominada "PABLO".

Tabla 3: Componentes para ampliación de capacidad de la Unidad Minera Pallancata

Componentes	Actividades
Todos los componentes	Manejo, transporte y disposición de residuos domésticos, industriales y peligrosos
	Manejo, transporte y disposición de insumos (aceites, combustibles)
	Manejo de efluentes domésticos
	Transporte y movilización de equipos, materiales y personal
Nuevas labores subterráneas en la zona Pablo e implementación de Raise Borers (Chimeneas)	Desbroce y retiro de suelo orgánico (raise borer)
	Transporte y disposición de suelo orgánico (raise borer)
Ampliación depósito de desmonte Pallancata	Desbroce y retiro de suelo orgánico
	Transporte y disposición de suelo orgánico
	Transporte de material de relleno
	Implementación del dique o muro de retención
	Implementación de la poza de colección de aguas de contacto y de no contacto
	Habilitación de acceso
	Implementación del sistema de drenaje superficial de los accesos de mina y de inspección
Sistema de tratamiento de aguas de contacto	Nivelación y compactación de la plataforma
	Implementación de la losa de concreto
	Instalación de equipos y puesta en servicio
Instalación de la sub estación eléctrica de transformación (SET) RB 01 Pablo	Desbroce y retiro de suelo orgánico
	Transporte y disposición de suelo orgánico
	Nivelación y compactación de la plataforma
	Instalación de equipos, puesta en servicio y cerco perimétrico
	Implementación de losa de concreto KM05
Línea de transmisión eléctrica 33 kV	Desbroce y retiro de suelo orgánico
	Excavación e implementación de estructuras (postes)
	Tendido de conductores (línea de transmisión eléctrica) y puesta en servicio
	Desbroce y retiro de suelo orgánico

Habilitación de accesos (zona de Pablo)	Transporte y disposición de suelo orgánico
	Nivelado y compactación

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, dentro de los márgenes establecidos topográficamente y de acuerdo a nuestras normas y políticas de seguridad, salud, medio ambiente y relaciones comunitarias, acompañadas de estándares y procedimientos de trabajo establecidos en la compañía en las diversas actividades mineras que establecen la calidad de trabajo en sus procesos. Ha establecido elaborar el Plan de Minado de la nueva zona en referencia "PABLO"; considerando aspectos técnicos sustentatorios y de ingeniería básica y de detalle para los diversos componentes relacionados al proyecto de operaciones mineras en la zona denominada Pablo.

Actualmente se cuenta con la Resolución Directoral 342-2017-SENACE-DCA, que aprueba la Segunda Modificatoria del Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de Capacidad de 1,500 a 3,000 TMD. Donde la Cia. Minera Ares declara componentes adicionales para dar las condiciones adecuadas de Salud e Higiene Ocupacional y el normal funcionamiento de las operaciones en la Zona de Pablo.

El presente Plan de Minado, tiene como objetivo describir y detallar los parámetros, programas, secuencias para la explotación de la Veta Explorador Pablo de la Unidad Minera de Pallancata, iniciando por la estimación de los recursos minerales, el cálculo de las reservas, el proceso de accesibilidad, desarrollo y preparación, el proceso de explotación y finalmente el relleno de las excavaciones abiertas.

4.1.1.2. Estimación de los recursos minerales

La estimación de los recursos minerales se ha realizado teniendo en cuenta la información de los cortes logrados por los taladros de perforación diamantina (DDH); así mismo sobre la base de los parámetros económicos como: Las cotizaciones y cut off. Los resultados

de la estimación y sus consideraciones se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 4: Inventario de recursos minerales de la Unidad Minera Pallancata

Recursos Minerales	Toneladas t	Ley Ag g/t	Ley Au g/t	Ag Eq g/t	Pot m	Ag Eq M Oz
Medido & Indicado	742,364	454.92	1.56	570.60	9.4	13.6
Inferido	1,747,439	314.27	1.10	395.53	6.4	22.2
Total Med+Ind+Inf	2,489,803	356.20	1.24	447.73	7.3	37.0

AgEq = Ley Ag + Ley Au * 74

Parámetros Económicos

Cotizaciones:	Plata =	16.5	\$/Onza
	Oro =	1,200	\$/Onza

Valor Punto

Plata	0.4241	\$/g
Oro	31.134	\$/g

Cut Off

Cut Off : Marginal	59.80	\$/t
Cut Off : Marginal	141.00	g/t Ag Equivalente
Cut Off : Económico	83.40	\$/t

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3. Cálculo de las posibles reservas

Para el cálculo de las posibles reservas, se ha clasificado de los recursos minerales disponibles, luego en función a la calidad del macizo se ha definido los métodos de explotación a utilizar.

A. Parámetros geotécnicos

Los parámetros geotécnicos definidos para cada método de minado y que nos garantizan la estabilidad de las excavaciones a realizar son los que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5: Método de minado de la Unidad Minera Pallancata

Método de Minado	Dimensiones de Block		
	Ancho (m)	Altura (m)	Longitud (m)
Subniveles Ascendentes con Relleno Cementado (SARC)	6	12	> 12
Banqueo y Relleno ó "Bench and Fill"	> 2 y < 10	12	Max: 35 m
Corte y Relleno Semimecanizado (CRSM)	< 2	2	> 80

Fuente: Elaboración propia

B. Recuperación de minado

Este elemento también es muy importante en las consideraciones para el cálculo de las reservas detallada en la Tabla 6.

Tabla 6: Recuperación de minado de la Unidad Minera Pallancata

Método de Minado	Recuperación de Minado (%)
Corte y Relleno Semi_Mecanizado (CRSM)	96.5%
Bench and Fill (Banqueo y Relleno)	95.0%
Subniveles Ascendentes con Relleno Cementado (SARC)	95.0%

Fuente: Elaboración propia

C. Inventario de posibles reservas

En función a las consideraciones anteriormente descritas, además de tener en cuenta la potencia y buzamiento de las vetas y considerando el modificador de la dilución en función a la calidad del macizo, las dimensiones de las excavaciones, y las dimensiones de los equipos se ha calculado las posibles reservas, las mismas que se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7: Inventario de posibles reservas de la Unidad Minera Pallancata

Método Minado/Equipo Limpieza / Sostenimiento	Toneladas (t)	Leyes			Potencia (m)	Dilución (%)	AgEq Moz	Inc. (%)
		Ag (g/t)	Au (g/t)	AgEq (g/t)				
Corte y Relleno Convencional: Perfor_Jackleg_Vertical /Limp_Winche	107,279	320	0.96	391	1.2	30.8%	1.35	8%
Corte y Relleno Convencional: Perfor_Jackleg_Horizontal /Limp_Winche	29,567	212	0.87	277	1.3	44.8%	0.26	2%
Corte y Relleno Semi_Mecan: Perfor_Jackleg_Vertica /Limp_Microscoop	106,536	352	1.25	445	2.2	26.6%	1.52	8%
Taladros Largos (Longitudinal): Perfor_Simba_Vertical(+)/Limp_Scooptram	482,910	341	1.17	427	4.0	17.7%	6.64	38%
Taladros Largos (TRANSVERSAL): Perfor_Simba_Vertical(+)/Limp_Scooptran	246,721	318	1.14	403	15.6	15.1%	3.19	20%
Cruceros (TL_T)	86,952	294	1.07	374	15.2	25.0%	1.04	7%
Subniveles (TL_L)	160,209	319	1.07	399	4.5	35.0%	2.05	13%
Desquiches (TL_L)	44,556	302	1.11	384	5.3	26.5%	0.55	4%
TOTAL POSIBLE RESERVAS	1,264,730	325.2	1.13	409	6.71	22.7%	16.61	100%

AgEq = Ley Ag + Ley Au * 74

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4. Programa de avances

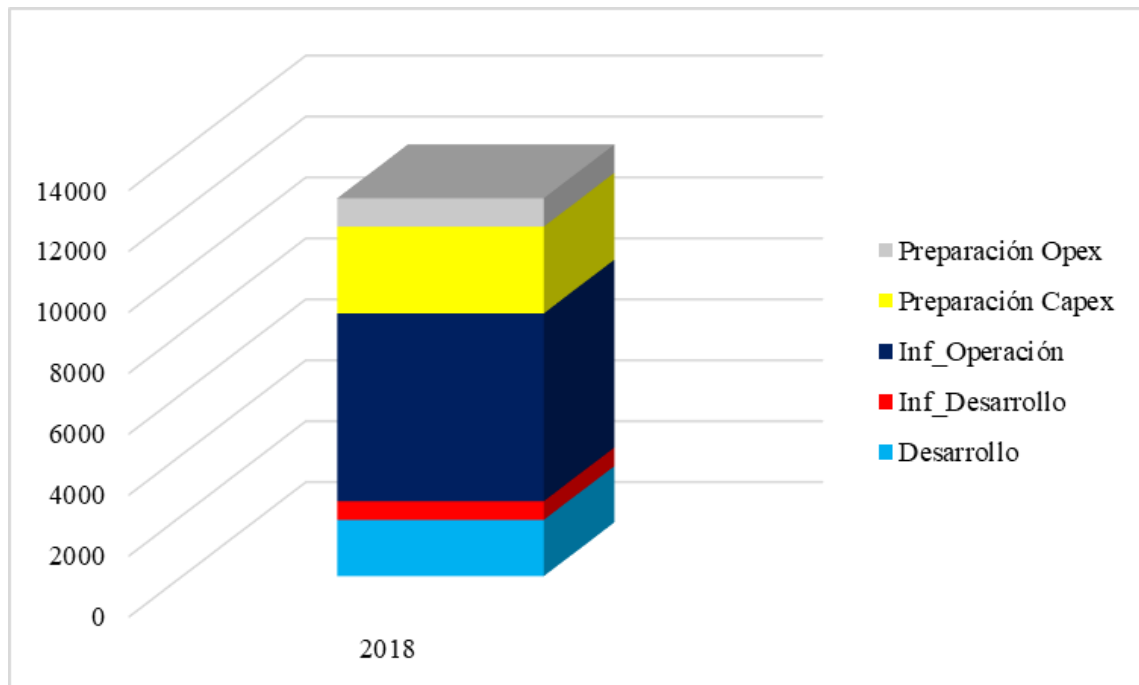
En el cuadro adjunto se detallan los avances a realizar, se ha diferenciado por la fase que le corresponde; es decir, Infraestructura de desarrollo, desarrollo, Infraestructura de operación, preparación capex y preparaciones opex.

Tabla 8: Plan de Avances (mineral y desmonte) del Proyecto Pablo de la Unidad Minera Pallancata

FUENTE	UNIDAD	2018
Desarrollo	m	1,849
Inf_Desarrollo	m	611
Inf_Operación	m	6,166
Preparación Capex	m	2,845
Preparación Opex	m	934
TOTAL	m	12,404

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Plan de Avances (mineral y desmonte) del Proyecto Pablo de la Unidad Minera Pallancata.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Plan de laboreo de la Unidad Minera Pallancata

PLAN DE LABOREO (AVANCES) PROYECTO PABLO (Metros)																
FASE	TIPO DE LABOR	SECCION	TIPO MATERIAL	2018												TOTAL
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
INFRAESTRUCTURA RECURSO	CX	4.5 x 4.5	DESMONTE		34		19					40	33	10		136
	RP	4.5 x 4.5	DESMONTE	70	60	70	70	70		35	50	50				475
DESARROLLO	GL	4.0 x 4.0	MINERAL	80	90	90	90	80	130	130	140	160	290	230	235	1,745
	RF	2.5 x 2.1	DESMONTE	5	5	5	5	6	9	14	8	9	15	14	12	104
INFRAESTRUCTURA OPERACIÓN	BP	4.0 x 4.0	DESMONTE	235	200	170	350	340	380	390	285	290	400	395	415	3,850
	CA	3.5 x 3.5	DESMONTE			10										10
		4.0 x 4.0	DESMONTE		22	21	64	18	24	25	40	45	15	37	16	327
		4.5 x 4.5	DESMONTE			18										18
		6.0 x 4.5	DESMONTE		18											18
	CX	4.5 x 4.5	DESMONTE													0
	RF	2.5 x 2.1	DESMONTE	17	15	15	24	32	29	35	41	44	30	30	23	332
	VE	4.0 x 4.0	DESMONTE	20	20	30	60	255	235	113	176	238	122	143	199	1,611
		4.5 x 4.5	DESMONTE													0
PREPARACIÓN CAPEX	RF	2.5 x 2.1	DESMONTE	5	3	3	3	8	12	15	18	18	21	20	15	140
	SN	4.0 x 4.0	MINERAL	40	110	290	410	390	230	250	210	190	160	235	190	2,705
PREPARACIÓN OPEX	CX	10 x 4.0	MINERAL	70	81	54	77	120	121	72	88	50	77	53	71	934
TOTAL				541	658	776	1,172	1,318	1,170	1,078	1,055	1,134	1,163	1,166	1,176	12,404

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9 se detalla, los avances al detalle mensualmente por cada periodo. Así mismo, en los últimos períodos hay muy pocos o nulos avances, lo cual se explica por el proceso mismo de explotación que primero se requiere preparar las labores para finalmente explotar.

Programa de producción

La extracción de las posibles reservas se realizará por intermedio de aplicación de tres (03) métodos de minado, los mismos que han sido seleccionados teniendo en cuenta: La potencia, el buzamiento, la calidad de las rocas encajonantes, y el valor del mineral. El resumen del programa de producción se muestra a continuación:

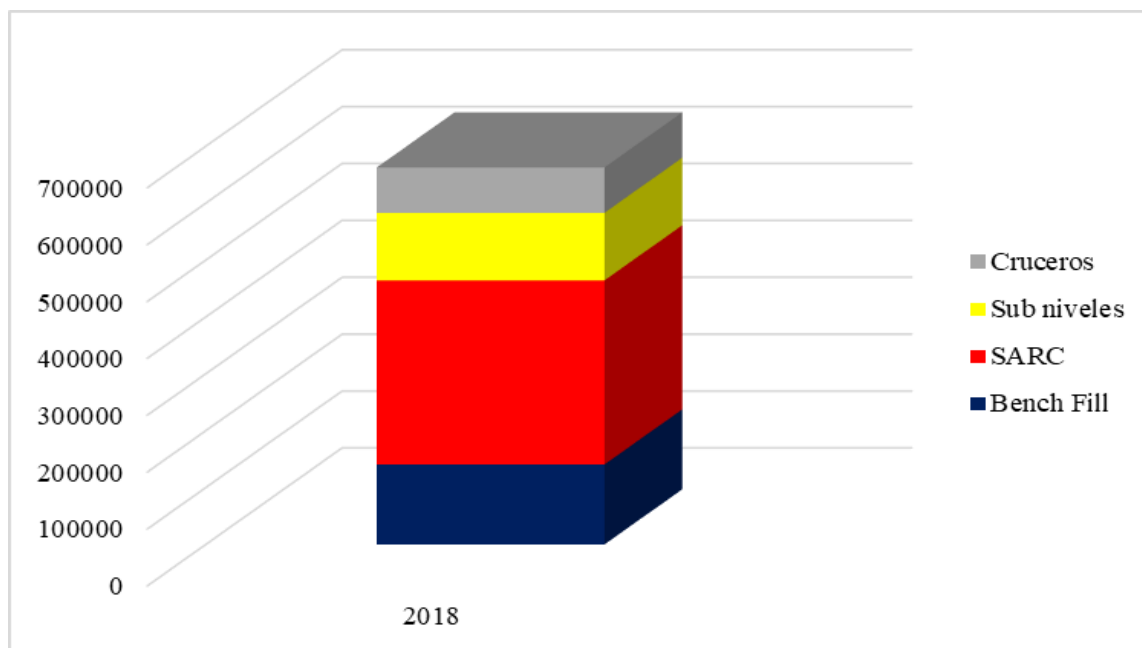
Tabla 10: Extracción de la Unidad Minera Pallancata

Fuente	Bench Fill	SARC	Subniveles	Cruceros	Total
Ton	140,619	323,607	118,729	79,786	662,741
Ag (g/t)	479	276	290	281	322
Au (g/t)	1.56	0.97	1.00	1.01	1.1
Pot (m)	4.02	15.03	5.07	15.3	10.94
Dil (%)	22.80%	15.10%	28.60%	25.20%	20.40%
Producción	TDP	1877			

Bench Fill: Banqueo y relleno; SARC: Subniveles Ascendentes con Relleno Cementado

Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Extracción de la Unidad Minera Pallancata.



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra los programas de producción por cada periodo y con el detalle del método de explotación.

PLAN DE MINADO PROYECTO PABLO														
FUENTE	UNIDAD	2018												TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
BENCH FILL	tonn	5,512			9,097	11,899	14,778	16,221	16,563	20,615	16,683	17,098	12,154	140,619
	Ag (g/t)	666	0	0	669	409	402	510	477	528	482	359	457	479
	Au (g/t)	2.15	0.00	0.00	2.03	1.30	1.25	1.70	1.62	1.73	1.54	1.21	1.56	1.56
	Pot(m)	6.11	0.00	0.00	3.06	3.99	2.30	4.01	4.77	3.73	3.99	4.73	4.40	4.02
	Dil(%)	20.0%	0.0%	0.0%	22.9%	23.2%	47.6%	27.2%	19.6%	18.2%	16.2%	16.2%	17.9%	22.8%
SARC	tonn	16,031	24,090	28,654	20,717	23,309	30,924	31,176	31,268	24,943	32,574	29,161	30,759	323,607
	Ag (g/t)	291	346	312	255	324	290	173	273	204	295	239	326	276
	Au (g/t)	1.00	1.15	1.07	0.86	1.09	1.01	0.67	0.97	0.77	1.06	0.90	1.11	0.97
	Pot(m)	13.86	11.71	13.61	12.39	14.07	14.47	16.20	13.80	13.63	17.20	19.97	16.91	15.03
	Dil(%)	15.0%	15.4%	15.7%	15.2%	15.0%	15.1%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.1%
CSRM	tonn	4,735	3,666	3,933	4,278	8,095	12,563	12,769	12,716	14,632	11,643	13,147	16,552	118,729
	Ag (g/t)	197	522	262	255	236	366	248	282	257	282	299	315	290
	Au (g/t)	0.74	1.62	0.90	0.91	0.86	1.19	0.91	1.03	0.87	1.07	1.00	1.00	1.00
	Pot(m)	7.49	3.46	9.42	8.01	10.91	7.03	5.97	4.70	3.61	2.97	2.97	2.60	5.07
	Dil(%)	27.5%	21.8%	23.0%	27.1%	25.3%	23.3%	30.1%	24.6%	33.4%	33.8%	22.7%	36.5%	28.6%
AVANCES	tonn	5,471	5,620	4,214	5,519	4,621	8,152	8,275	8,035	6,314	8,114	6,976	8,474	79,786
	Ag (g/t)	351	291	345	335	263	255	257	350	158	255	268	283	281
	Au (g/t)	1.18	0.98	1.17	1.14	0.96	0.92	0.97	1.25	0.58	0.94	0.96	1.06	1.01
	Pot(m)	14.98	8.30	12.98	12.86	11.43	17.92	14.96	15.37	16.72	17.96	16.68	17.96	15.30
	Dil(%)	25.0%	26.9%	25.0%	25.0%	25.7%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.2%
TOTAL	tonn	31,749	33,376	36,801	39,611	47,924	66,417	68,441	68,582	66,505	69,014	66,382	67,939	662,741
	Ag (g/t)	352	356	311	361	324	325	277	333	312	334	285	341	322
	Au (g/t)	1.19	1.17	1.07	1.17	1.09	1.09	1.00	1.17	1.07	1.16	1.01	1.16	1.10
	Pot(m)	11.76	10.23	13.09	9.84	10.78	10.78	11.25	10.12	8.65	11.70	12.33	11.32	10.94
	Dil(%)	19.5%	18.0%	17.5%	19.6%	19.8%	25.1%	21.9%	19.1%	21.0%	19.6%	17.9%	22.0%	20.4%
Producción	TPD	1,058	1,151	1,227	1,366	1,597	2,214	2,360	2,286	2,293	1,917	2,766	2,516	1,877

LEYENDA:

BENCH FILL: Banqueo y Relleno **SARC:** Subniveles Ascendentes con Relleno cementado

Fuente: Elaboración propia

Generación de Desmonte

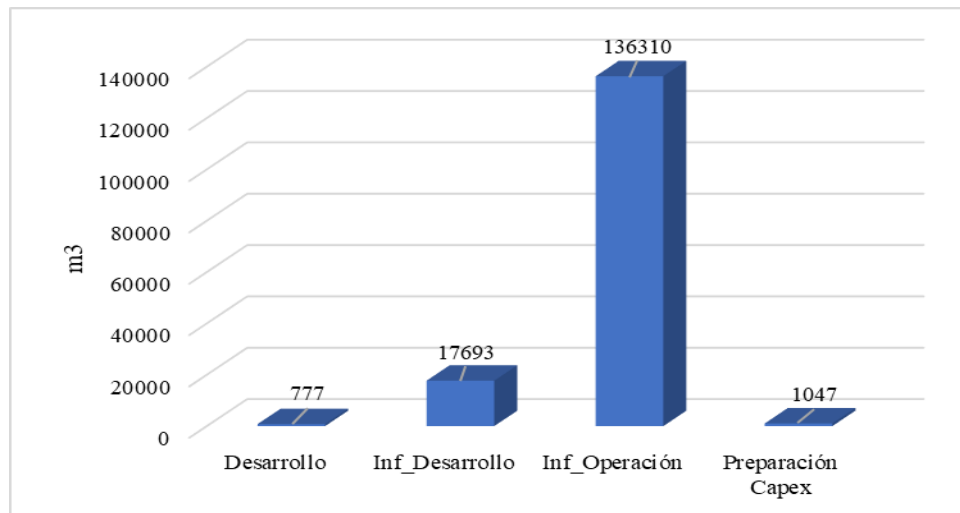
La realización de los avances para poner en producción el Proyecto, producen mineral –los que se encuentran dentro de la estructura mineralizada- y desmonte los que se encuentran en las rocas encajonantes, el desmonte generado se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11: Generación de desmonte de la Unidad Minera Pallancata

Fuente	Unidad	2018
Desarrollo	m3	777
Inf_Desarrollo	m3	17,693
Inf_Operación	m3	136,310
Preparación Capex	m3	1,047
Total	m3	155,827

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Generación de desmonte de la Unidad Minera Pallancata.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Distancia de traslado de desmante de la Unidad Minera Pallancata

Origen	De: Nv. 4354 Proy_Pablo (Km)	De: Boca Mina Ranichico (m)	De: Planta Selene (Km)	De: Desmontera (Km)	De: Plan de Relleno Cementado (Km)	De: RB_02 Proyecto Pablo (Km)
De: Nv. 4354 Proy_Pablo (Km)	0	4.4	20.1	11	11.3	9.1
De: Boca Mina Ranichico(m)	4.4	0	15.7	6.7	6.9	4.8
De: Planta Selene (Km)	20.1	15.7	0	22.4	22.6	17.8
De: Desmontera (Km)	11	6.7	22.4	0	2.8	7.8
De: Plan de Relleno Cementado (Km)	11.3	6.9	22.6	2.8	0	8.1
De: RB_02 Proyecto Pablo (Km)	9.1	4.8	17.8	7.8	8.1	0
De: RB_04 Proyecto Pablo (Km)	0	0	0	0	8.3	0

Fuente: Elaboración propia

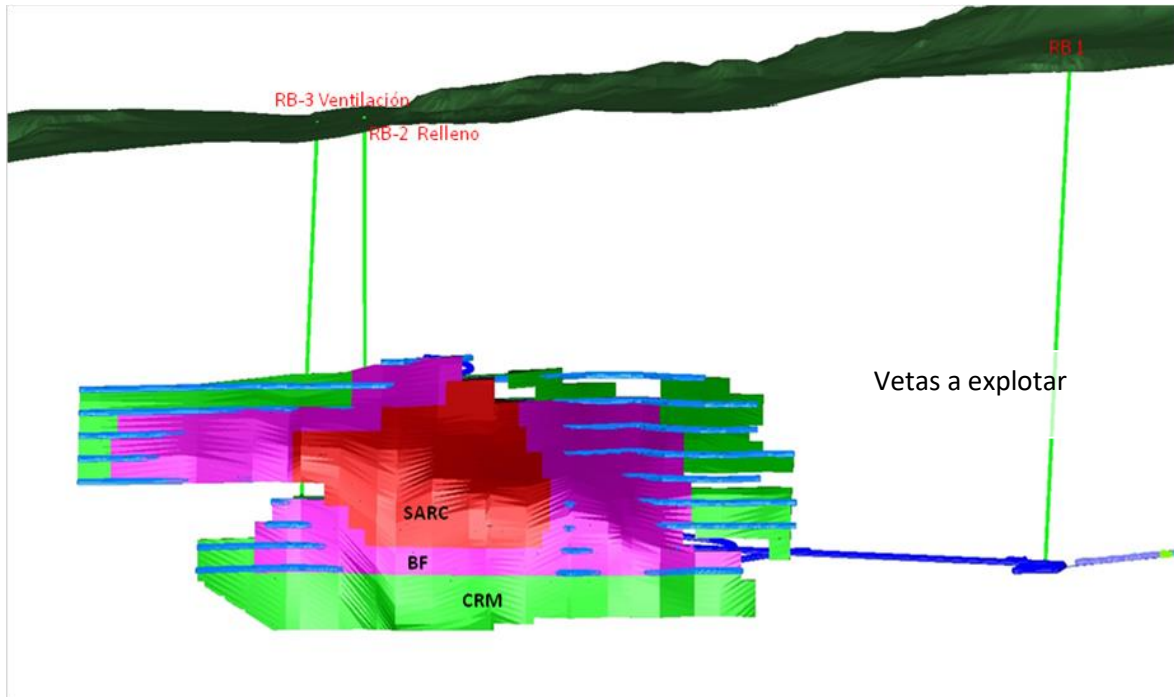
El desmante generado será trasladado y depositado en la desmontera que Pallancata tiene en operación. La densidad aparente se encuentra en 1.96 t/m³ generándose una extracción de top soil de 3000 m³. Así mismo se adjunta la tabla de las distancias promedio a cada punto de destino.

Generación de material orgánico (top soil)

El proyecto necesita la ejecución de chimeneas raise borer a fin de garantizar la ventilación para el proyecto, para la realizar la ejecución de las chimeneas será necesario realizar 820 m de acceso –carretera afirmada-, dichos accesos se estiman generarán 3,000 m³ de top soil los cuales serán cuidadosamente recuperados, cargados y trasladados al área de acumulación que se tiene autorizada para dicho fin.

Todas las vetas no afloran a superficie, la zona mineralizada se encuentra por debajo de los 200 m de superficie, por lo cual la accesibilidad, desarrollo, preparación y explotación se realizará por el interior de la mina, utilizando la infraestructura existente.

Figura 21. Plano de rutas de la Unidad Minera Pallancata.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.5. Ciclo de minado

El ciclo de minado tanto en las labores de avances como en las de explotación estará compuesto por los siguientes procesos:

- Perforación.
- Carguío y voladura.
- Sostenimiento.
- Limpieza y carguío.
- Transporte.
- Relleno (para el caso de explotación).

A. Perforación

El proceso de perforación se realizará con jumbos electrohidráulicos de 01 brazo para los avances de mineral y desmonte, para la perforación de explotación se utilizará los equipos de taladros largos

(simba, raptor,etc) y para la perforación para explotación por corte y relleno se utilizará máquinas perforadoras stoper o jack leg. En el siguiente cuadro se muestra los rendimientos de los principales consumibles.

Tabla 13: Materiales para perforación de la Unidad Minera Pallancata

EXPLOTACION

Indicadores Aceros de perforación

Materiales	Unidad	SARC	BF	CRSM
Brocas de perforación	mperf/Pza	170.0	170.0	170.0
Barras de perforación	mperf/Pza	300.0	300.0	300.0

AVANCES

Indicadores Aceros de perforación

Materiales	Unidad	Lab_6x4	Lab_4.5x4.5	Lab_4x4	Lab_3.5x3.5	Lab_2.4x1.2	Lab_2.0x2.0	Lab_1.5x1.5
Brocas de perforación	mperf/Pza	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
Barras de perforación	mperf/Pza	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0	1600.0

Fuente: Elaboración propia

B. Carguío y voladura

En todos los casos el carguío se realizará con personal especialmente autorizado y capacitado para la manipulación de explosivos y accesorios, se utilizarán emulsiones, detonadores no eléctricos, cordón detonante, guía rápida de ignición entre otros, los consumos estimados se detallan más adelante, los cuales estarán en función a los metrados y a los indicadores que se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 14: Explosivos y accesorios para perforación de la Unidad Minera Pallancata

EXPLOTACION

Indicadores Explosivos y accesorios

Materiales	Unidad	SARC	BF	CRSM
Emulsiones	Kg/t	0.700	0.700	1.000
Detonadores no eléctricos	Pza/m	0.160	0.160	0.800
Cordon detonante	m/m	0.080	0.080	0.600
Mecha rápida	m/m	0.001	0.001	0.025
Armada de mecha lenta	Pza/m	0.040	0.040	0.090

AVANCES

Indicadores Explosivos y accesorios

Materiales	Unidad	Lab_6x4	Lab_4.5x4.5	Lab_4x4	Lab_3.5x3.5	Lab_2.4x1.2	Lab_2.0x2.0	Lab_1.5x1.5
Emulsiones	Kg/m	52.000	41.000	36.000	32.000	32.500	25.000	18.000
Detonadores no eléctricos	Pza/m	55.000	50.000	45.000	32.000	15.000	17.000	15.000
Cordon detonante	m/m	16.000	14.000	12.000	11.000	11.000	10.000	10.000
Mecha rápida	m/m	0.500	0.550	0.500	0.500	0.100	0.750	0.200
Armada de mecha lenta	Pza/m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.200	1.500	0.300

Fuente: Elaboración propia

C. Sostenimiento

El sostenimiento se realizará de forma mecanizada, el equipo diseñado para tal fin es el Small Bolter, el sostenimiento será estimado y diseñado por el área de Geotecnia y estará en función a la calidad del macizo rocoso y a los estándares que la Compañía tiene establecidos. En el método de corte y relleno semi-mecanizado, el sostenimiento se instalará con las máquinas perforadoras para cada labor.

D. Limpieza y carguío

La limpieza y carguío de los diferentes frentes de avances y explotación, se realizará por intermedio de scooptram diesel de 6.0 y 4.0 yd³ de capacidad, para el método de corte y relleno semi-mecanizado se utilizará scooptram eléctricos de 1.50 yd³.

E. Transporte

Para el transporte de desmonte, mineral y relleno se utilizarán volquetes 8x4 de 15 m³ de capacidad adecuados para trabajar en interior mina.

F. Relleno

Para el proceso de relleno de las excavaciones, se utilizarán los siguientes tipos de relleno, según cuadro:

- Relleno cementado. Conformado por desmonte clasificado, cemento portland tipo I y agua. Los insumos serán mezclados en la planta que la Compañía tiene en operación, el producto será transportado por volquetes al interior de la mina y en el interior mina la disposición final será realizada por scooptram de 6.0 yd³.
- Relleno detrítico. Para el 70% de la explotación por el método bench fill (BF) se utilizará desmonte el mismo que será reingresado de superficie (desmontera) o usado el producto de los avances realizados.
- Relleno en pasta. Es tipo de relleno será implementado a partir del cuarto trimestre del segundo año, consta del uso de relave desaguado, cemento portland tipo I y agua. Los insumos serán transportados por volquetes (relave desaguado) y por camión bombona (cemento) hacia interior mina a donde será trasladada la actual planta de relleno en pasta que se ubica en superficie.
- Relleno hidráulico. Este tipo de relleno es el mismo que actualmente está operando y sólo se tratará de una extensión de las tuberías de conducción hacia la zona del Proyecto Pablo, el relleno hidráulico se utilizará para la explotación por corte y relleno semi-mecanizado.

Tabla 15: Tipo de relleno para la Unidad Minera Pallancata

TIPO DE RELLENO	2018
Relleno cementado (uso de desmonte): m3	102,159
Relleno en pasta (uso de relave desaguado): m3	69,979
Relleno detritico (uso de desmonte): m3	46,322
Relleno hidraulico (uso de relave desaguado): m3	46,560

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.6. Plan de consumo de insumos

Los principales insumos que se utilizarán en el desarrollo y operación del Proyecto Pablo han sido estimados en función a indicadores de consumo y las horas de operación promedio para cada equipo. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 16: Equipos para la Unidad Minera Pallancata

EQUIPO	Combustible (D2) gphr	Aceites y lubricantes gphr	Grasas Kg/hr	Llantas y cámaras Piezas/hr
Volquetes 8x4 (15 m3)	3.70	0.07	0.03	0.003
Scooptram 6.0 yd3	4.50	0.07	0.03	0.003
Scooptram 4.0 yd3	3.50	0.07	0.03	0.003
Jumbos/Scaler/Bolter	0.50	0.07	0.03	0.003
Mani tou/Huron	2.00	0.07	0.03	0.003
Lanzador Shotcrete	0.50	0.07	0.03	0.003
Camion (5 t)	1.00	0.03	0.02	0.002
Camion (8 t)	1.50	0.03	0.02	0.002
Camioneta 4 x 4	0.70	0.03	0.02	0.002

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Plan de insumos para la Unidad Minera Pallancata

Insumos principales	2018
Explosivo y accesorios	
Emulsiones (kilos)	853919
Detonadores no eléctricos (pieza)	586218
Cordón detonante (metros)	249592
Mecha rápida (metros)	9459
Armada de mecha lenta (piezas)	41258
Aceros de perforación	
Brocas de perforación (piezas)	4199
Barras de perforación (piezas)	837
Otros materiales	
Combustible (galones)	876868
Aceites y lubricantes (galones)	18487
Grasas (kilos)	8118
Llantas y cámaras (piezas)	812
Cemento Portland tipo I (t)	25444

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Plan de consumo de insumos para la Unidad Minera Pallancata

MATERIAL	2018												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<u>Explosivos y accesorios</u>													
Emulsiones (Kilos)	38,434	43,412	49,929	64,091	76,967	83,705	81,140	80,993	83,168	84,087	83,059	84,935	853,919
Detonadores no eléctricos (Piezas)	26,618	30,853	34,381	48,073	57,190	56,728	53,334	53,137	56,389	55,489	55,509	58,515	586,218
Cordon detonante (Metros)	10,905	11,890	13,518	18,281	22,797	24,614	23,643	23,485	25,162	24,071	24,627	26,600	249,592
Mecha rápida (Metros)	403	439	504	713	883	930	887	873	957	902	939	1,030	9,459
Armada de mecha lenta (Piezas)	1,811	1,935	2,262	2,727	3,423	4,094	4,079	4,066	4,223	4,135	4,156	4,347	41,258
<u>Aceros de Perforación</u>													
Brocas de Perforación (Piezas)	185	223	263	376	425	399	375	369	388	402	398	396	4,199
Barras de perforación (Piezas)	38	44	53	67	77	80	79	78	79	83	81	78	837
<u>Otros materiales</u>													
Cumbustibles (Galones)	48,233	52,083	56,079	58,073	68,067	81,432	84,078	80,870	87,553	89,100	84,199	87,102	876,868
Aceites y lubricantes (Galones)	1,065	1,136	1,211	1,244	1,438	1,679	1,771	1,674	1,811	1,865	1,766	1,827	18,487
Grasas (Kilos)	472	503	536	549	633	735	779	731	791	816	773	800	8,118
Llantas y cámaras (Piezas)	47	50	54	55	63	74	78	73	79	82	77	80	812
Cemento Portland tipo I (t)	1,587	2,267	2,697	2,078	2,362	3,119	3,163	1,705	1,465	1,768	1,614	1,619	25,444

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.7. Equipos principales

Los principales equipos que se utilizarán para el desarrollo y operación del Proyecto Pablo se muestran en el siguiente cuadro resumen.

Tabla 19: Descripción de equipos para la Unidad Minera Pallancata

DESCRIPCION EQUIPO	2018
<u>Equipos Principales</u>	
Volquetes 8x4 (15 m3): Desmonte	5
Volquetes 8x4 (15 m3): Mineral	13
Volquetes 8x4 (15 m3): Relleno	9
Volquetes 8x4 (15 m3): Topsoil	1
Simba (Taladros largos): Mineral_Expot.	2
Scooptram 6.0 yd3: Mineral_Exploit.	2
Scooptram 1.5 yd3: Mineral_Exploit.	4
Scooptram 6.0 yd3: Rell_Cement_Detritico	2
Scooptram 4.0 yd3: Relleno (Pasta/RH)	3
Jumbo Avances: Mineral/desmonte	3
Scooptram 6.0 yd3_Avances: Min./desm.	3
Samall Bolter (Sostenimiento)	3
<u>Equipos auxiliares</u>	
Manitou	1
Huron (Tranp. Shotcrete)	1
Lanzador de shotcrete	1
Camión (5 ton)	1
Camión_bombona (8t)	1
Bus transporte personal	1
Camionetas 4 x 4	5

Fuente: Elaboración propia

El detalle mensual de la necesidad de equipos según se avance el desarrollo del Proyecto Pablo se muestra en los siguientes cuadros:

Tabla 20: Plan necesidad de equipos para la Unidad Minera Pallancata

DESCRIPCION EQUIPO	2018												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Equipos Principales													
Volquetes 8x4 (15 m3): Desmonte	3	3	3	5	5	5	4	5	6	5	5	5	5
Volquetes 8x4 (15 m3): Mineral	8	8	9	9	11	15	13	19	17	16	15	15	13
Volquetes 8x4 (15 m3): Relleno	5	5	6	6	7	10	8	15	13	12	12	12	9
Volquetes 8x4 (15 m3): Topsoil					1	1							1
Simba (Taladros largos): Mineral_Expot.	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2
Scooptram 6.0 yd3: Mineral_Exploit.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Scooptram 1.5 yd3: Mineral_Exploit.											4	4	4
Scooptram 6.0 yd3: Rell_Cement_Detríti	1	2	2	2	2	3	2	1	2	1	1	1	2
Scooptram 4.0 yd3: Relleno (Pasta/RH)								3	3	3	3	3	3
Jumbo Avances: Mineral/desmonte	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Scooptram 6.0 yd3_Avances: Min./desm	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Samall Bolter (Sostenimiento)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Equipos auxiliares													
Manitou	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Huron (Tranp. Shotcrete)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lanzador de shotcrete	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión (5 ton)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión_bombona (8t)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus transporte personal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camionetas 4 x 4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

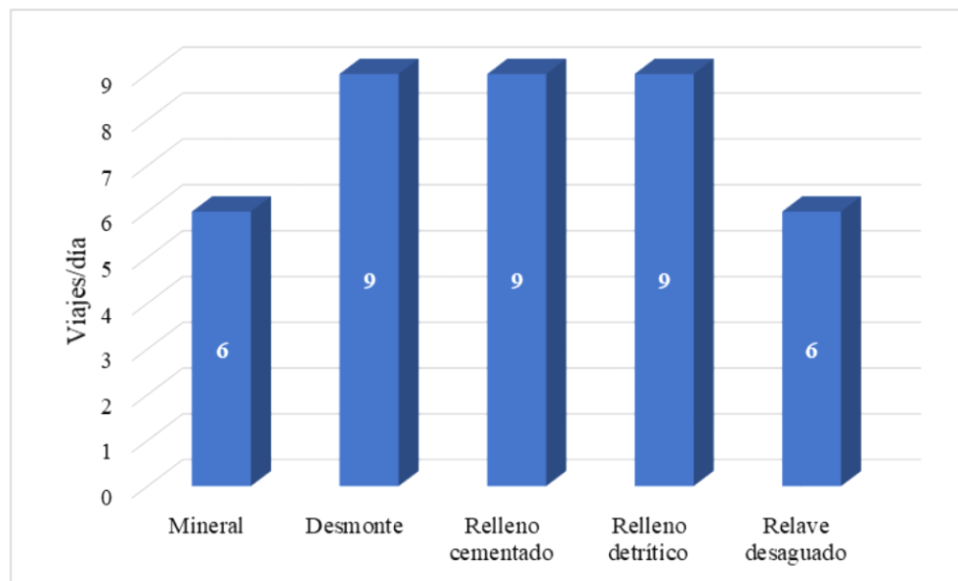
Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Frecuencia de viajes para la Unidad Minera Pallancata

Volquetes	Mineral	Desmonte	Relleno cementado	Relleno detrítico	Relave desaguado
# de viajes/día	6	9	9	9	6

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Frecuencia de viajes para la Unidad Minera Pallancata.



Fuente: Elaboración propia

Límites de velocidad establecidos en la Unidad Pallancata para todos los equipos móviles son como sigue:

- Velocidad máxima en superficie: 45 km/hr
- Velocidad máxima en interior mina: 15 Km/hr

La frecuencia de viajes por día para los volquetes se muestra en la Tabla 21 y la Figura 22. Frecuencia de viajes para la Unidad Minera Pallancata.Figura 22.

El consumo de energía proyectado fue:

Tabla 22: Plan de consumo de energía para la Unidad Minera Pallancata

PLAN DE CONSUMO DE ENERGIA : PROYECTO PABLO													
EQUIPO S	2018												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<u>Equipos Operación</u>													
Jumbos (avance+TL)	298	298	298	298	298	298	298	358	358	358	358	358	323
Small Bolter	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179
Scaler	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Robot Lanzador	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Perforación DDH	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186
<u>Bombas</u>													
Bombas Flygt	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
Bombas Maxi	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313
Bombas Leon	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
Bombas KSB	447	447	447	447	447	447	447	447	447	447	447	447	447
<u>Ventilación</u>													
Ventilador de 120k cfm RB 3Y (E)	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197	197
Ventilador de 150k cfm RB 1Y (E)	261	261	261	261	261	261	261	261	261	261	261	261	261
Ventilador de 50k cfm RB 3P (E)	466	466	466	466	466	466	466	466	466	466	466	466	466
Ventiladores auxiliares. 30k cfm	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336	336
<u>Total</u>	3,034	3,034	3,034	3,034	3,034	3,034	3,034	3,093	3,093	3,093	3,093	3,093	3,058

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.8. Proyección de personal

La Unidad Minera Pallancata actualmente, cuenta con 1060 personas entre personal calificado y no calificado, la mano de obra local tiene una participación de 9%.

Tabla 23: Plan de personal para la Unidad Minera Pallancata

DESCRIPCION	2018
<u>Personal nuevo</u>	
Operadores de equipo	191
carguio y Voladura	29
<u>Personal actual</u>	
Empleados	
Obreros	

Incidencia mano de obra local

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo y operación del Proyecto Pablo por tratarse de otros métodos de explotación de contratará sólo al personal calificado que no se disponga actualmente, el personal no calificado y otros relacionados a los actuales métodos de explotación se mantendrán en la medida que no se agoten las reservas de las zonas actuales. El personal de soporte será el mismo que actualmente se dispone.

4.1.1.9. Proveedores Locales

En la actualidad se tiene 24 proveedores locales de servicios varios – detalle se muestra en el siguiente cuadro-, se proyecta mantener los mismos durante el desarrollo del Proyecto.

Tabla 24: Proveedores para la Unidad Minera Pallancata

PROVEEDORES LOCALES DE SERVICIOS VARIOS (AREA DE INFLUENCIA)		
ITEM	RAZON SOCIAL	OBJETIVO DEL SERVICIO
1	CONMINA S.R.L (CONTRATISTAS MINEROS ALVAREZ S.R.L.)	Servicio de Transporte de Materiales Interior mina, obras civiles
2	EMPRESA COMUNAL DE PALLANCATA EMPALLANCATA	Servicio de Transp. de Combustible, regado de vías y trans. comuneros
3	ESMAU E.I.R.L.	Servicio de Transporte de Agua (Cisterna-agua potable)
4	TRANSP. CONST. Y METAL MECANICA CHY E.I.R.L.	Servicio de Regado de Vías (Cisterna Tucsa- Anizo)
5	MINERIA Y CONSTRUCCIONES RAMOS S.A.	Servicio de Recojo de Residuos Solidos y alquiler excavadora 320 DL
6	JJ HERMANOS CONSTRUCTORES GENERALES E.I.R.L	Transporte de Personal de Comunidades
7	ESMAU E.I.R.L.	Transporte de Personal de Campamento a Interior Mina
8	H & P SANTA ROSA S.R.L.	Transporte de Personal de Campamento a Interior Mina
9	MULTISERVIS HUANACCHIRI E.I.R.L.	Servicio de Transporte y Recojo de residuos (Selene)
10	CONSTRUCTORA & MULTISERVICIOS CANDELA SRL	Servicio para Traslado de Lodos (Cisterna)
11	INGENIERIA CONSTRUCTORA F S.R	Servicio de traslado de Materiales y transporte Interno de combustible
12	ECOMTRANS YBARGUEN S.C.R LTDA	Transporte de Personal de Campamento a Interior Mina
13	LAVANDERIA FADIR S.R.L	Servicio de lavandería (Selene)
14	MARGOTH NIEVES CONDORI YBARGUEN	Mercantil (Pallancata)
15	EMPRESA MULTISERVICIOS YAURE MARTINEZ E.I.R.L.	Mercantil (Selene)
16	CONSTRUCTORA MINERÍA Y MULTISERVICIOS F & V E.I.R.L.	Mercantil Acuerdo de Otorgamiento de Local
17	JOSE LUIS NUÑEZ RONCALLA	Mercantil (Selene)
18	EMPRESA CONSTRUCCIONES Y TRANSPORTES CHUCHURANA S.C.R.L.	Transporte de Personal de Campamento a Interior Mina
19	SANTOS & SEBASTIAN E.I.R.L.	Alquiler de volquete
20	CONSTRUCTORA EDWIN & TRANSPORTES EN MINERIA S.R.L	Alquiler de volquete
21	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SAYA SAYA S.R.L	Servicio de Regado de vías
22	TC AUSTRALES S.R.L.	servicio de regado de Vías de Selene Pallancata
23	CONSTRUCTORA & TRANSPORTES TRANSUR S.C.R.L.	regado de vías en la zona de pisquicocha
24	TRANSPORTES Y MAQUINARIAS HNOS. PANUERA S.R.L.	Regado de vías Selene Pallancata

Fuente: Elaboración propia

4.2. INDICADORES KPI

Los indicadores KPI están asociados a los indicadores de gestión operativa de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A los cuales se asocian a los resultados de mina, de planta, de mantenimiento y de avances. En cada uno de los componentes se establecen las metas que deberán cumplir según lo establecido en el planeamiento de corto plazo

4.3. COSTOS ANUALES

Se tiene una comparación entre los costos anuales planificados y los costos reales de la Unidad Minera Pallancata.

Tabla 25:Costos anuales planificado de la Unidad Minera Pallancata

COSTO PROYECTADO 2018		Proy	Proy	Proy	Proy	Proy	Proy	Proy	Proy	Proy	Proy	Proy	Proy	Proy 2018
Costo Total Unitario	US\$ / tn	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	2018
Gestión Geológica	US\$ / tn	1.87	1.72	1.74	1.76	1.77	1.57	1.75	1.35	1.38	1.14	1.10	1.12	1.48
Mina	US\$ / tn	51.11	49.80	44.88	48.95	48.13	49.36	53.85	49.73	49.80	40.13	37.04	35.38	45.98
Regalías	US\$ / tn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Planta	US\$ / tn	9.69	8.99	12.80	8.99	9.34	9.62	17.81	10.27	8.87	9.29	8.92	9.42	10.80
Servicios Generales	US\$ / tn	16.86	15.74	16.10	15.67	15.23	14.99	14.99	11.61	12.94	11.18	12.42	13.00	14.74
Gastos Adm Mina	US\$ / tn	26.32	28.15	29.57	29.23	25.85	23.24	21.94	17.21	21.68	16.09	18.53	21.95	22.91
Costo Total Unitario	US\$ / tn	105.85	104.40	105.09	104.59	100.31	98.78	110.33	90.17	94.67	77.83	78.02	80.87	95.91
COSTO TOTAL	US\$	4,240,427.25	4,788,473.89	4,435,138.77	5,107,453.29	5,141,527.89	5,665,012.94	6,816,966.61	6,136,628.50	6,737,431.34	6,293,785.99	6,156,556.75	5,766,189.21	68,831,226.96

Tabla 26:Costos anuales reales de la Unidad Minera Pallancata

COSTO REAL 2018		Real	Real	Real	Real	Real	Real	Real	Real	Real	Real	Real	Real	Real
Costo Total Unitario	US\$ / tn	43,101.00	43,132.00	43,160.00	43,191.00	43,221.00	43,252.00	43,282.00	43,313.00	43,344.00	43,374.00	43,405.00	43,435.00	2,018.00
Gestión Geológica	US\$ / tn	1.87	1.72	1.74	1.76	1.77	1.66	1.37	1.26	1.14	1.10	1.05	1.12	1.40
Mina	US\$ / tn	51.11	49.80	44.88	48.95	48.13	56.83	38.67	43.21	38.97	38.90	35.02	35.38	42.89
Regalías	US\$ / tn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Planta	US\$ / tn	9.69	8.99	12.80	8.99	9.34	9.75	13.73	10.97	10.35	9.92	9.79	9.42	10.28
Servicios Generales	US\$ / tn	16.86	15.74	16.10	15.67	15.23	15.21	16.66	17.05	16.01	15.39	13.57	13.00	15.39
Gastos Adm Mina	US\$ / tn	26.32	28.15	29.57	29.23	25.85	23.80	27.31	27.65	26.85	24.54	21.71	21.95	25.66
Costo Total Unitario	US\$ / tn	105.85	104.40	105.09	104.59	100.31	107.25	97.75	100.14	93.32	89.86	81.14	80.87	95.62
COSTO TOTAL	US \$	4,240,427.35	4,788,484.98	4,435,138.86	5,107,453.40	5,141,528.00	6,150,585.47	5,837,524.59	6,486,866.21	6,590,249.20	6,777,020.09	6,243,454.65	6,676,923.67	68,423,097.93

4.4. INGRESOS ANUALES:

Se realiza un comparativo de los ingresos anuales proyectados y realizados de la Unidad Minera Pallancata.

Tabla 27: Ingresos anuales planificados de la Unidad Minera Pallancata

INGRESOS PROYECTADO 2018

Ton Extraídas		44,313.33	47,421.41	52,554.78	51,900.33	56,721.26	54,611.11	54,919.81	66,227.69	70,585.22	80,252.61	82,866.93	87,067.46	749,441.93
Ton Tratadas		40,061.84	45,867.24	42,205.03	48,830.99	51,255.43	57,347.23	61,787.54	68,056.34	71,165.01	80,861.25	78,910.93	71,302.86	717,651.69
Ton SSGG		42,275.74	46,785.29	47,653.80	50,558.21	54,141.18	55,715.42	57,918.55	67,107.82	70,837.43	80,517.21	81,117.58	78,901.27	733,529.50
Onz Eq Ag		603,150.09	589,548.85	610,726.31	680,011.45	730,148.19	941,749.65	861,535.48	922,277.36	845,272.86	837,303.84	976,124.75	805,118.03	9,402,966.86
Onz Eq Au		8,150.68	7,966.88	8,253.06	9,189.34	9,866.87	12,726.35	11,642.37	12,463.21	11,422.61	11,314.92	13,190.88	10,879.97	127,067.12
\$/ Oz Ag		7.47	8.28	8.20	7.78	7.48	5.84	7.40	6.54	7.93	7.48	6.49	8.00	7.56
\$/ Oz Au		552.47	612.91	606.49	575.68	553.19	432.27	547.75	484.00	586.86	553.68	480.25	591.95	559.80
INGRESO TOTAL US \$		4,502,995.11	4,882,994.95	5,005,378.21	5,290,160.99	5,458,209.41	5,501,188.18	6,377,165.13	6,032,210.60	6,703,516.67	6,264,822.15	6,334,879.65	6,440,358.74	71,132,772.94

Tabla 28: Ingresos anuales reales de la Unidad Minera Pallancata

INGRESO REAL 2018

Ton Extraídas		44,313.33	47,421.41	52,554.78	51,900.33	56,721.26	54,611.11	64,721.54	69,776.91	75,616.40	80,418.78	81,942.22	87,564.71	767,562.77
Ton Tratadas		40,061.84	45,867.24	42,205.03	48,830.99	51,255.43	57,347.23	59,721.54	64,776.91	70,616.40	75,418.78	76,942.22	82,564.71	715,608.32
Ton SSGG		42,275.74	46,784.57	47,653.80	50,558.21	54,141.18	55,717.01	62,221.54	67,276.91	73,116.40	77,918.78	79,442.22	85,064.71	742,171.07
Onz Eq Ag		603,150.09	589,548.85	610,726.31	680,011.45	730,148.19	941,749.65	920,412.55	925,702.09	842,577.49	956,397.02	948,704.66	1,021,050.70	9,770,179.05
Onz Eq Au		8,150.68	7,966.88	8,253.06	9,189.34	9,866.87	12,726.35	12,438.01	12,509.49	11,386.18	12,924.28	12,820.33	13,797.98	132,029.45
\$/ Oz Ag		7.47	8.28	8.20	7.78	7.48	6.33	6.61	7.29	8.11	7.34	6.81	6.75	7.28
\$/ Oz Au		552.47	612.91	606.49	575.68	553.19	468.77	488.77	539.74	599.92	542.82	503.71	499.49	538.76
INGRESO TOTAL US \$		4,502,995.23	4,882,995.07	5,005,378.33	5,290,161.11	5,458,209.53	5,965,752.03	6,079,382.74	6,751,847.89	6,830,830.94	7,015,532.78	6,457,769.46	6,891,918.19	71,132,773.29

4.5. MARGEN OPERATIVO 2018:

Se generó la evaluación financiera del margen operativo proyectado y ejecutado de la Unidad Minera Pallancata.

Tabla 29: Evaluación financiera del plan de producción proyectado de la Unidad Minera Pallancata

FLUJO DE CAJA PLAN DE PRODUCCIÓN													
PROYECTADO 2018													
MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRODUCCIÓN (Ton)		44,313.33	47,421.41	52,554.78	51,900.33	56,721.26	54,611.11	54,919.81	66,227.69	70,585.22	80,252.61	82,866.93	87,067.46
INVERSIÓN US \$	709,714.10												
INGRESOS US \$		4,502,995.11	4,882,994.95	5,005,378.21	5,290,160.99	5,458,209.41	5,501,188.18	6,377,165.13	6,032,210.60	6,703,516.67	6,264,822.15	6,334,879.65	6,440,358.74
COSTOS US \$		4,240,427.25	4,788,473.89	4,435,138.77	5,107,453.29	5,141,527.89	5,665,012.94	6,816,966.61	6,136,628.50	6,737,431.34	6,293,785.99	6,156,556.75	5,766,189.21
FLUJO CAJA	-709,714.10	262,567.86	94,521.06	570,239.44	182,707.70	316,681.52	-163,824.76	-439,801.48	-104,417.90	-33,914.67	-28,963.84	178,322.90	674,169.53

VAN	180,401.25
TIR	20%
Tasa Desc.	12%

CAPEX	PROYECTADO	EJECUTADO
	709,714.10	603,990.92

Tabla 30: Evaluación financiera del plan de producción real de la Unidad Minera Pallancata

FLUJO DE CAJA PLAN DE PRODUCCIÓN													
EJECUTADO 2018													
MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRODUCCIÓN (Ton)		44,313.33	47,421.41	52,554.78	51,900.33	56,721.26	54,611.11	64,721.54	69,776.91	75,616.40	80,418.78	81,942.22	87,564.71
INVERSIÓN US \$	603,990.92												
INGRESOS US \$		4,502,995.23	4,882,995.07	5,005,378.33	5,290,161.11	5,458,209.53	5,965,752.03	6,079,382.74	6,751,847.89	6,830,830.94	7,015,532.78	6,457,769.46	6,891,918.19
COSTOS US \$		4,240,427.35	4,788,484.98	4,435,138.86	5,107,453.40	5,141,528.00	6,150,585.47	5,837,524.59	6,486,866.21	6,590,249.20	6,777,020.09	6,243,454.65	6,676,923.67
FLUJO CAJA	-603,990.92	262,567.87	94,510.08	570,239.46	182,707.71	316,681.53	-184,833.44	241,858.14	264,981.68	240,581.74	238,512.69	214,314.82	214,994.52

VAN	810,609.02
TIR	39%
Tasa Desc.	12%

CAPEX	PROYECTADO	EJECUTADO
	709,714.10	603,990.92

De acuerdo a la evaluación económica del plan de producción proyectado y real del 2018, se observa una mejora sustancial en el tonelaje extraído y con su consecuente reducción de costos e incremento de los ingresos. Así mismo considerando una tasa de descuento del 12% se realizó una evaluación del flujo de caja proyectado y real generando un incremento en el Valor Presente Neto (NPV) de US \$ 630,207 y de la Tasa Interna de Retorno del 19%, incrementando la rentabilidad operativa.

4.6. PRUEBAS DE HIPÓTESIS

Para la prueba de hipótesis es necesario tener información respecto a la producción estimada y real, de manera que se visualice la capacidad del planeamiento de minado a corto plazo. En la Tabla 31 se visualiza los resultados de la producción de la Unidad Minera de Pallancata según lo planeado en el planeamiento de corto plazo, aplicando los diversos requerimientos y necesidades. Posteriormente se registran los avances físicos de producción alcanzados en cada mes, así como por método de minado y tipo de tajo, de tal forma que se pueda visualizar el marco comparativo.

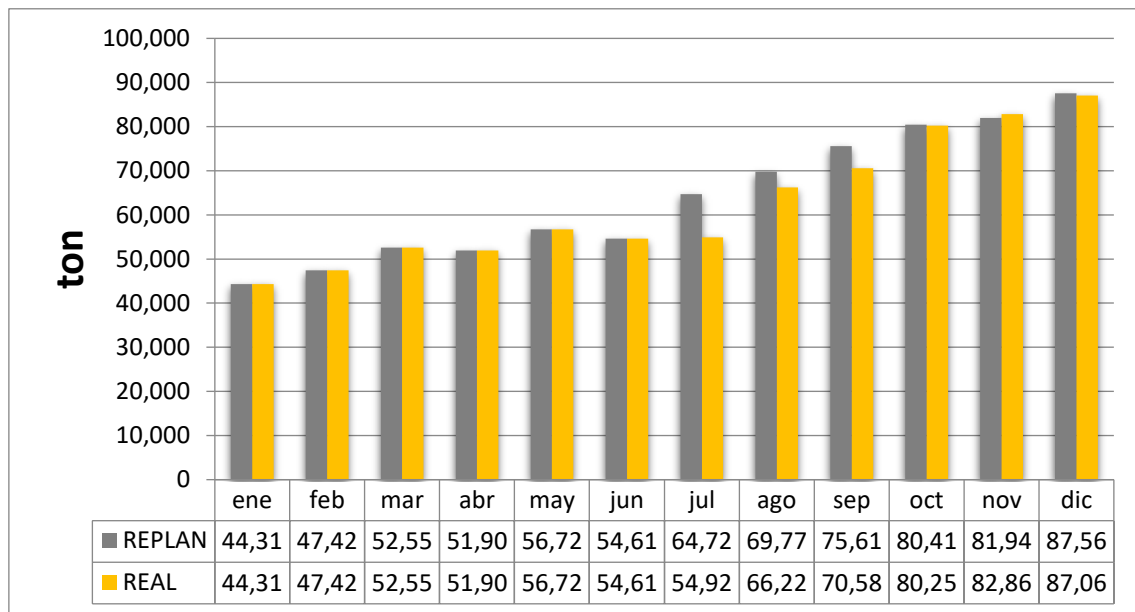
Tabla 31: Comparación entre producción planeada y real de la Unidad Minera Pallancata

PERIODO	PLANEADO	REAL	Avance (%)
Ene	44,313	44,313	100%
Feb	47,421	47,421	100%
Mar	52,555	52,555	100%
Abr	51,900	51,900	100%
May	56,721	56,721	100%
Jun	54,611	54,611	100%
Jul	64,722	54,920	85%
Ago	69,777	66,228	95%
Sep	75,616	70,585	93%
Oct	80,419	80,253	100%
Nov	81,942	82,867	101%
Dic	87,565	87,067	99%
Total general	767,562.77	749,441.93	98%
Indicador Eficacia	0.98		

Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Producción mensual de la Unidad Minera Pallancata.

Nota: Replan = Real



Fuente: Elaboración propia

El nivel de producción real se aproxima sustancialmente al nivel de producción planeada, alcanzando un indicador de 0.98.

Tabla 32: Comparación entre producción planeada y real de la Unidad Minera Pallancata según método

METODO	PLANEADO	REAL	Avance (%)
BF	140,619	61,304	44%
CRC(B)		14,631	
CRC(R)	55,521	33,565	60%
CRC_B	76,998	21,776	28%
CRSM_R	29,209	3,219	11%
DSQ_BF		9,558	
DSQ_SARC		47,437	
SARC	323,607	334,261	103%
CRM2		350	
CRM(R)		8,536	
CRM(B)		3,911	
Total general	625,954	538,830	86%

Fuente: Elaboración propia

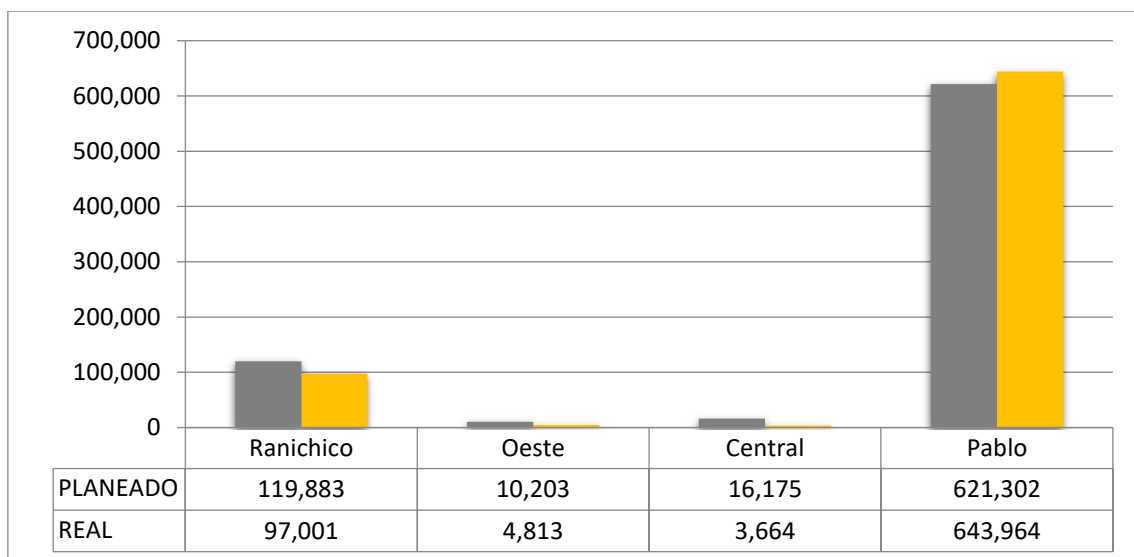
Tabla 33: Comparación entre producción planeada y real de la Unidad Minera Pallancata según tajo

ZONA	PLANEADO	REAL	Avance (%)
Ranichico	119,883	97,001	81%
Oeste	10,203	4,813	47%
Central	16,175	3,664	23%
Pablo	621,302	643,964	104%
Total general	767,563	749,442	98%

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Producción según tajo de la Unidad Minera Pallancata.

Nota: Planeado= Real



Fuente: Elaboración propia

A partir del avance de producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. se procedió a verificar las hipótesis de investigación.

Hipótesis general:

La formulación de un planeamiento de minado a corto plazo permitiría optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

Los resultados de la Figura 23 muestran que la producción real llegó a representar el 98% de lo planeado, por lo que es posible contrastar que el planeamiento de minado a corto

plazo contribuye en la optimización de la producción, dado que se establecen los recursos físicos y humanos para el cumplimiento de las metas establecidas. Por lo que la hipótesis queda validada.

Por otro lado, se procede a validar las hipótesis específicas:

Hipótesis específica 1:

El desarrollo de un plan de avances y de producción de corto plazo será un instrumento dado que se deberá alcanzar las metas programadas dentro de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

Los resultados de la Tabla 18 hasta la Tabla 23 muestran los avances planeados respecto a insumos, materiales, equipos, energía y personal de manera que sirvieron para prever las adquisiciones necesarias para alcanzar las metas establecidas. Por lo tanto, la hipótesis queda validada.

Hipótesis específica 1:

El desarrollo de la proyección de consumo de recursos (físicos y humanos) de corto plazo optimizará la eficiencia dentro de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

De igual manera, los resultados de la Tabla 18 hasta la Tabla 23 muestran los avances planeados respecto a insumos, materiales, equipos, energía y personal. Estos avances planeados contribuyeron a optimizar el uso de recursos para la producción deseada, permitiendo que se logró el 98% en el año 2018. Por lo tanto, queda validada la hipótesis de investigación planteada.

4.7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El planeamiento de minado a corto plazo dentro de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. permitió que la producción alcance niveles óptimos según la capacidad de la unidad minera. De acuerdo lo planeado se esperaba producir 749,441.93 Ton; mientras que la producción real llegó a ser de 767,562.77 Ton, prácticamente el error corresponde al 2% por debajo de lo planificado. Sin embargo, la planificación contribuyó que se cuente con los recursos físico y humanos necesarios para efectuar la explotación en mina.

Asimismo, se han encontrado investigaciones que permiten verificar que los resultados son similares a lo encontrado en el presente estudio. Vargas señaló que la utilización de programación entera mixta en la construcción del modelo permite obtener mejoras en el

proceso de planificación de mediano y corto plazo tanto en lo que se refiere a la recuperación de cobre fino como a la disminución del nivel de remanejo; en un horizonte temporal Quarter el optimizador recupera cerca de un 37% extra de cobre fino en relación con la solución manual con una disminución en el remanejo cercana a un 60% (6). Asimismo, Piérola establece que se ha logrado optimizar el minado en la cantera de caliza La Unión Distrito de Baños del Inca – Cajamarca mediante un planeamiento de minado de corto plazo, además se logró establecer resultados de la caracterización de macizo rocoso de calizas demuestran un RMR 57 es una roca de calidad regular con una densidad en banco de 2.51 TM/m³, con una potencia del estrato de 4.00 m a 5.00m aproximadamente, las reservas minerales de cantera de caliza es 855972.00 TM (7).

Además, Spelucín menciona que es necesario realizar un adecuado dimensionamiento de las flotas que serán utilizadas dentro de una unidad minera ya que de esto dependerá el ritmo de producción de la mina, por lo tanto es una variable muy sensible para la evaluación económica, ya que involucra gasto de capital como costo operativo e incide directamente en el ritmo de producción y por lo consiguiente, en la obtención de metal y el retorno del proyecto (8). Es por ello que resulta apropiado que se desarrolle un planeamiento de minado a corto, mediano y largo plazo. Complementariamente, otro autores señalan que son necesarios emplear los programas o software adecuados para realizar las correctas proyecciones, tal como lo indica Cruz quien implementó el uso de los softwares (Datamine, AutoCAD) para el planeamiento de minado a corto plazo en las operaciones de la Compañía Minera Catalina Huanca, es así que concluye que la implementación del uso de los softwares Datamine, AutoCAD en el planeamiento de minado a corto plazo dio resultados positivos en la determinación de volúmenes y tonelaje a minar en el tajo 441 veta Piedad; además, la utilización de las herramientas informáticas aplicadas en minería ayuda en el planeamiento y las operaciones de minado (11).

Para el planeamiento es posible emplear diversas metodologías e instrumentos que permitan estimar adecuadamente los volúmenes y niveles de producción; sin embargo, esto depende de la rigurosidad o especificidad que se desea lograr. No obstante, el planeamiento de minado represente un instrumento muy importante dentro de la actividad minera, es así, que esta investigación demuestra su utilidad.

CONCLUSIONES

1. Se ha elaborado un plan de minado a corto plazo para optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. El planeamiento consistió en la estimación de los recursos minerales y reservas para la explotación, el plan de laboreo, el programa de avances, la generación de desmonte, el ciclo de minado, el plan de consumo de insumos (materiales y equipos), proyección de personal y de proveedores. Este planeamiento contribuyó a que la producción real se incremente en un 3% de lo planeado, mientras que los costos reales fueron US\$ 95.62/ton resultando ligeramente inferior a lo planificado de US\$ 95.91/ton.
2. Los planes de avances y de producción A corto plazo formulados para la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. han contribuido en controlar los niveles de producción, de tal forma, que la desviación no se aleje de lo planificado. Además, los planes contribuyen a que la empresa tenga previsto el nivel de requerimiento y de producción que deberá alcanzar la unidad minera.
3. La estimación de la proyección de consumo de recursos físicos y el capital humano a corto plazo para la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. han contribuido en prever los requerimientos necesarios para satisfacer los requerimientos al momento de la explotación.
4. De acuerdo a la evaluación económica financiera del plan de producción proyectado y real del 2018, se observa una mejora sustancial en el tonelaje extraído y con su consecuente reducción de costos e incremento de los ingresos, generando un incremento en el Valor Presente Neto (NPV) de US \$ 630,207 y de la Tasa Interna de Retorno del 19%, incrementando la rentabilidad operativa de la unidad minera.

SUGERENCIAS

1. Se recomienda desarrollar planes de minado de corto, mediano y largo plazo para prever los requerimientos para la explotación minera, así como los recursos físicos y humanos, por lo que se sugiere que el responsable del Departamento de Minas, que es el jefe General de Minas, juntamente con sus jefes de Sección planifique la producción diaria, mensual, trimestral y anual en función de la capacidad de la planta de tratamiento y en coordinación con el resto de los departamentos.
2. Se recomienda contar con planes de avances y de producción de corto plazo para controlar los avances en relación a lo planeado y a lo real, toda vez que la planificación de corto plazo u operativa es un proceso interdisciplinario que está compuesto por las etapas de definición de envolvente económica, determinación del método de explotación, diseño operacional, secuencia de explotación y su posterior evaluación económica. Determinándose, de esta forma, las reservas mineras y el beneficio económico que genera la unidad minera.
3. Se sugiere proyectar el consumo de recursos (físicos y humanos) de corto plazo para mantener en stock los equipos, materiales e insumos necesarios para el proceso de explotación. Un plan de minado permite explotar de la mejor manera posible el depósito con todas las complejidades técnico-operacionales y restricciones de distinta índole. Asimismo, el plan minero-metalúrgico contiene el programa de producción y procesamiento del mineral y, además, debe definir el lugar y las condiciones bajo las cuales será procesado el mineral. Así como las proyecciones de los ingresos, inversiones y costos operativos calculados para todo el ciclo de vida útil de la mina, con lo cual se obtiene el flujo de caja del negocio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MORALES, N. Y RUBIO, E. *Robust open-pit planning under geological uncertainty*. Santiago de Chile : MININ 2010, 2010.
2. *Planeamiento de minas a cielo abierto mediante optimización estocástica*. Franco, G., Branch, J. y Jaramillo, P. 31, Medellín : Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, 2012. ISSN 0120.
3. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS . *Anuario Minero 2017*. Lima : Dirección de Promoción Minera, 2017.
4. DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS DE SAN MARTÍN. *Guía de evaluación de plan de minado para el inicio/reinicio de actividades de exploración de la pequeña minería (PM) y minería artesanal (MA)*. Moyobamba, San Martín : Dirección Regional de Energía y Minas de San Martín, 2014.
5. HOSCHSCHILD MINIG S.A. *Unidad Minera de Pallancata*. Lima : Compañía Ares afiliada a Hoschschild Minig S.A., 2017.
6. VARGAS, M. *Modelo de planificación de corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla*. Santiago : Universidad de Chile, 2011.
7. PIÉROLA, D. *Optimización del plan de Minado de cantera de caliza la unión Distrito de Baños del Inca -Cajamarca 2015*. Puno : Facultad de Ingeniería de minas, 2017.
8. SPELUCÍN, A. *Desarrollo del Plan de Minado para el Proyecto Conga*. Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería de Minas, 2017.
9. BAUTISTA, J. *Diseño y planeamiento de Minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la unidad operativa Pallancata proyecto Pablo compañía MInera ARES SAC*. Puno : Facultad de Ingeniería de Minas, 2017.
10. QUISPE, A. *Plan de minado subterraneo aplicado en la Corporacion Minera Ananea S.A*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica, 2013.
11. CRUZ, J. *Planeamiento de Minado a corto plazo con la implementación de herramientas informaticas en CIA minera Catalina Huanca SAC*. Arequipa : Escuela profesional de Minas, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2016.
12. CASTRO, B. *Propuesta de implementación de Plan de minado en la cantera de Dolomita Jajahuasi 2001 de la comunidad campesina Llocllapampa provincia de Jauja*. Huancayo : Facultad de INgeniería de Minas -UNCP, 2015.

13. MENA, A. *Planeamiento de minado subterráneo para vetas angostas: Caso práctico mina Esperanza de Caravelí de Compañía Minera Titán SRL*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2012.
14. CHARAJA, H. *Planeamiento estratégico y operacional con uso del software Datamine en mina subterránea condestable*. Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Geología, Geofísica y Minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, 2014.
15. YANA, R. *Planeamiento de minado a mediano y largo plazo empresa minera SANTA LUISA S.A. proyecto mina Atalaya*. Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2014.
16. HERRERA, J. Y PLÁ, F. *Evaluación y Planificación Minera*. Madrid : Madrid, 2001.
17. CUENTA, E. *Planeamiento y Diseño de Minado Subterráneo Veta N°3 sección III Yauliyaco*. Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2002.
18. AMPUERO, J. *Planeamiento de minado a corto y mediano plazo empresa minera los QUENUALES S.A. unidad de producción Yauliyacu*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería , 2010.
19. MENDIOLA, J. *Implementación de un planeamiento de operación para incrementar el nivel de productividad en la cantera de áridos en Matahuasi de la empresa inversiones Vidal Olivares E.I.R.L. Concepción-Junín*. Huancayo : Universidad Continental, 2017.
20. YANACOA. Yanacocha Web Site. *Proceso de Producción*. [En línea] 15 de 02 de 2019. <http://www.yanacocha.com/proceso-de-produccion/>.
21. HOCHSCHILD MINING S.A. *Geología Pallancata*. Pallancata : Hochschild Mining S.A., 2018.
22. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. *Glosario técnico minero*. Bogotá : República De Colombia, 2015.
23. ALFONSO, E. *Proceso de producción*. [En línea] 2010. <http://eco.unne.edu.ar/economia/catedras/micro1/Unidad4.pdf>.
24. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. *Glosario Minero. Gobierno de la República de Guatemala*. [En línea] 4 de 05 de 2006. https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/05/4._Glosario_Minero_2006.pdf.
25. RAMÍREZ, P. Y ALEJANO, L. *Mecánica de rocas: fundamentos e ingeniería de Taludes*. Madrid : Universidad Politécnica de Madrid, 2004.
26. JIMÉNEZ, M. *Planificación, Plan, Programa, Proyecto*. 2013.
27. REYES, A. *Administración de Empresas. Teoría y práctica 1ª parte*. Caracas : Limusa S.A., 2002.
28. CASTRO, G. *Diccionario minero. Otros Mundos*. [En línea] 06 de 10 de 2012. http://www.otrosmundoschiapas.org/docs/escaramujo/escaramujo626_diccionario_minero.pdf.

29. CHIAVENATO, I. *Administración de recursos humanos*. Colombia : McGrawHill, 2001.
30. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. INEGI. *Censos Económicos*. [En línea] 2009. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ce/2009/doc/M00.pdf>.
31. SÁNCHEZ, H. Y REYES, C. *Metodología y diseños en la investigación científica*. Lima : Editorial Vision Universitaria, 2009.
32. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, M. *Metodología de la investigación*. México : McGrawHill, 2014.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

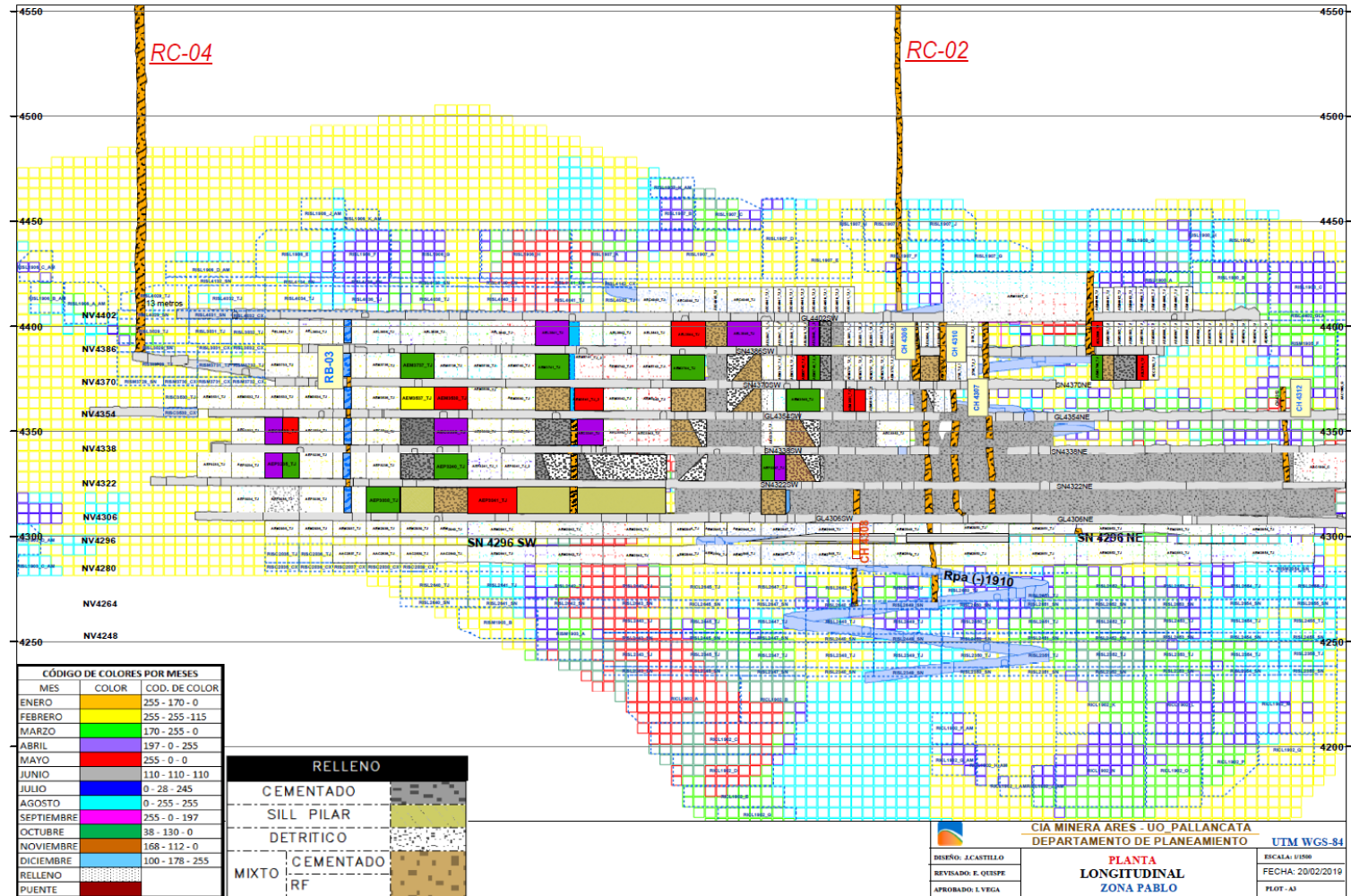
Título: Planeamiento de minado a corto plazo para optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

Autor: Edwin Orlando Ticllasuca Lima

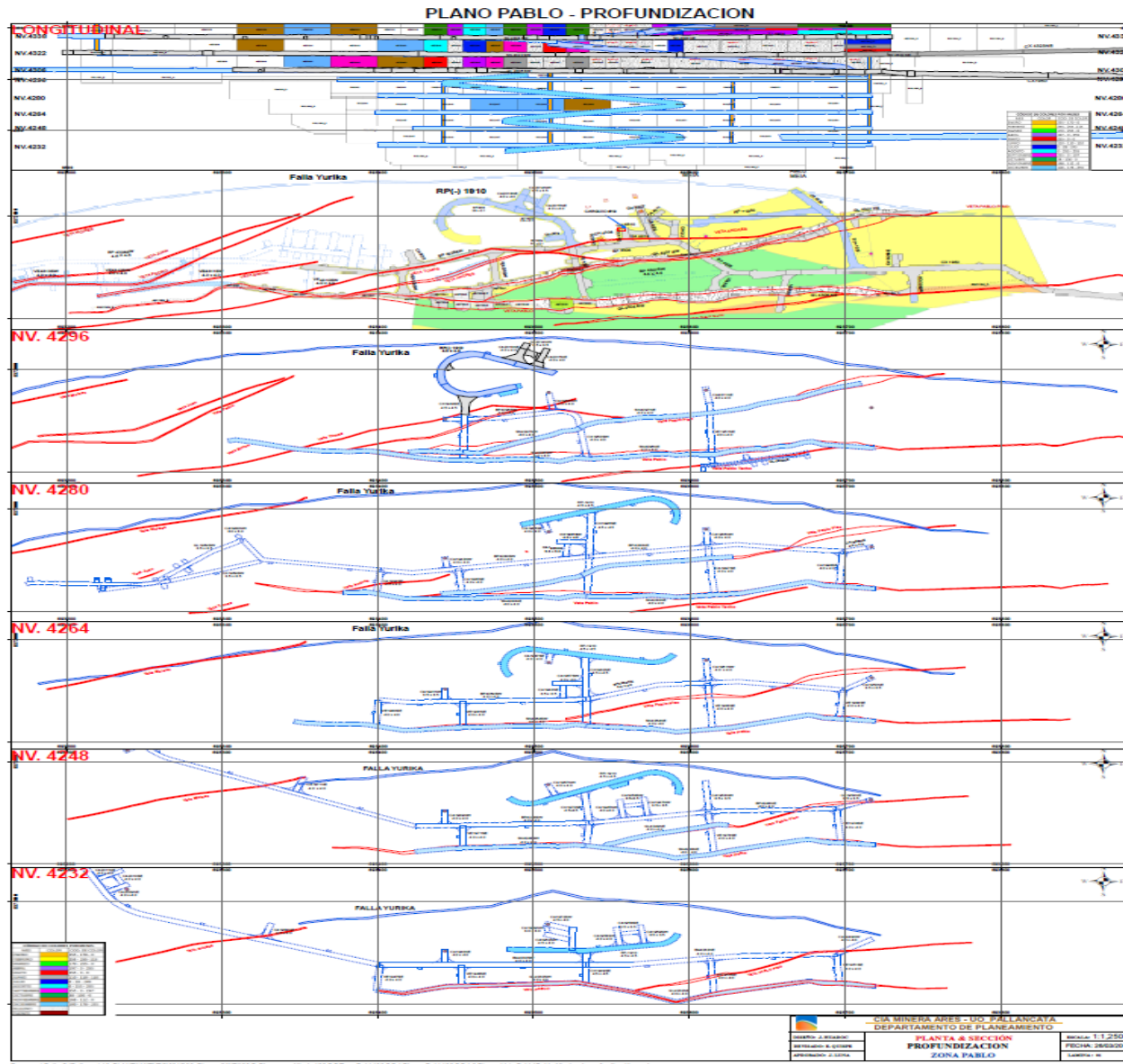
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Métodos, alcances y diseño	Fuente de información
¿Cómo optimizar la producción basado en el planeamiento de minado a corto plazo en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.?	Objetivo general: Elaborar un plan de minado a corto plazo para optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. Objetivos específicos: 1. Formular un plan de avances y de producción de corto plazo para la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. 2. Estimar la proyección de consumo de recursos (físicos y humanos) de corto plazo para la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.	Hipótesis general: La formulación de un planeamiento de minado a corto plazo permitiría optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. Hipótesis específicas: 1. El desarrollo de un plan de avances y de producción de corto plazo será un instrumento dado que se deberá alcanzar las metas programadas dentro de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. 2. El desarrollo de la proyección de consumo de recursos (físicos y humanos) de corto plazo optimizará la eficiencia dentro de la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.	1. Planeamiento de minado a corto plazo Indicadores: • Producción por día (TM/día) • Producción por mes (TM/mes) 2. Producción minera Indicadores: • Proyección de reservas • Ley de cut-off (g/TM) • Análisis geomecánico • Tipos de minado (Bench and Fill, Subnivel ascendente con relleno cementado, Corte relleno semi mecanizado) • Plan de avances de explotación (%) • Plan de producción (avance porcentual) • Consumo de recursos (Costos S/)	Método: Analítico cuantitativo Alcance: Descriptivo explicativo Diseño: Pre experimental	Primaria, recopilada en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.

ANEXO 2: PLANOS

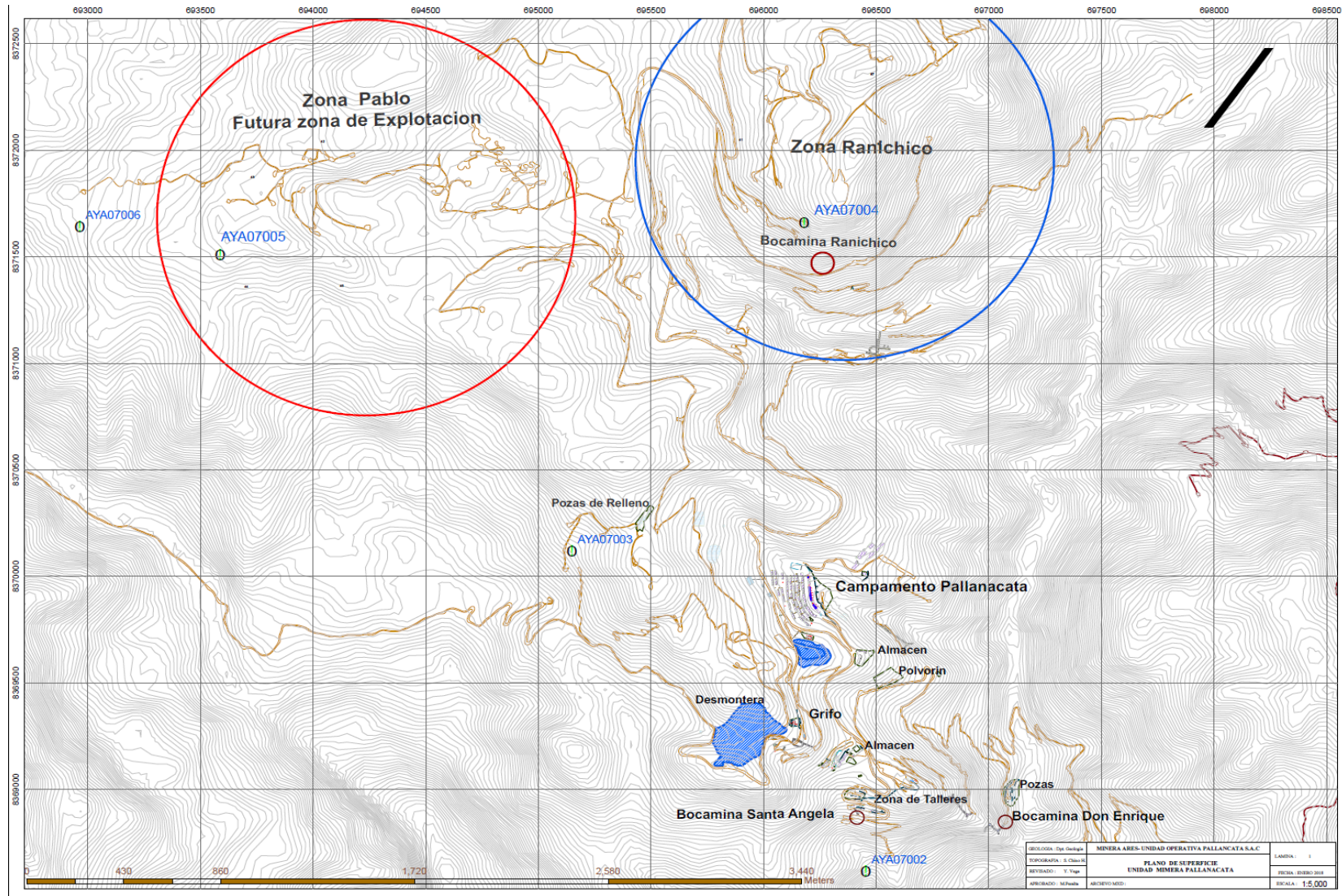
Plano 1 Planta Longitudinal: Zona Pablo



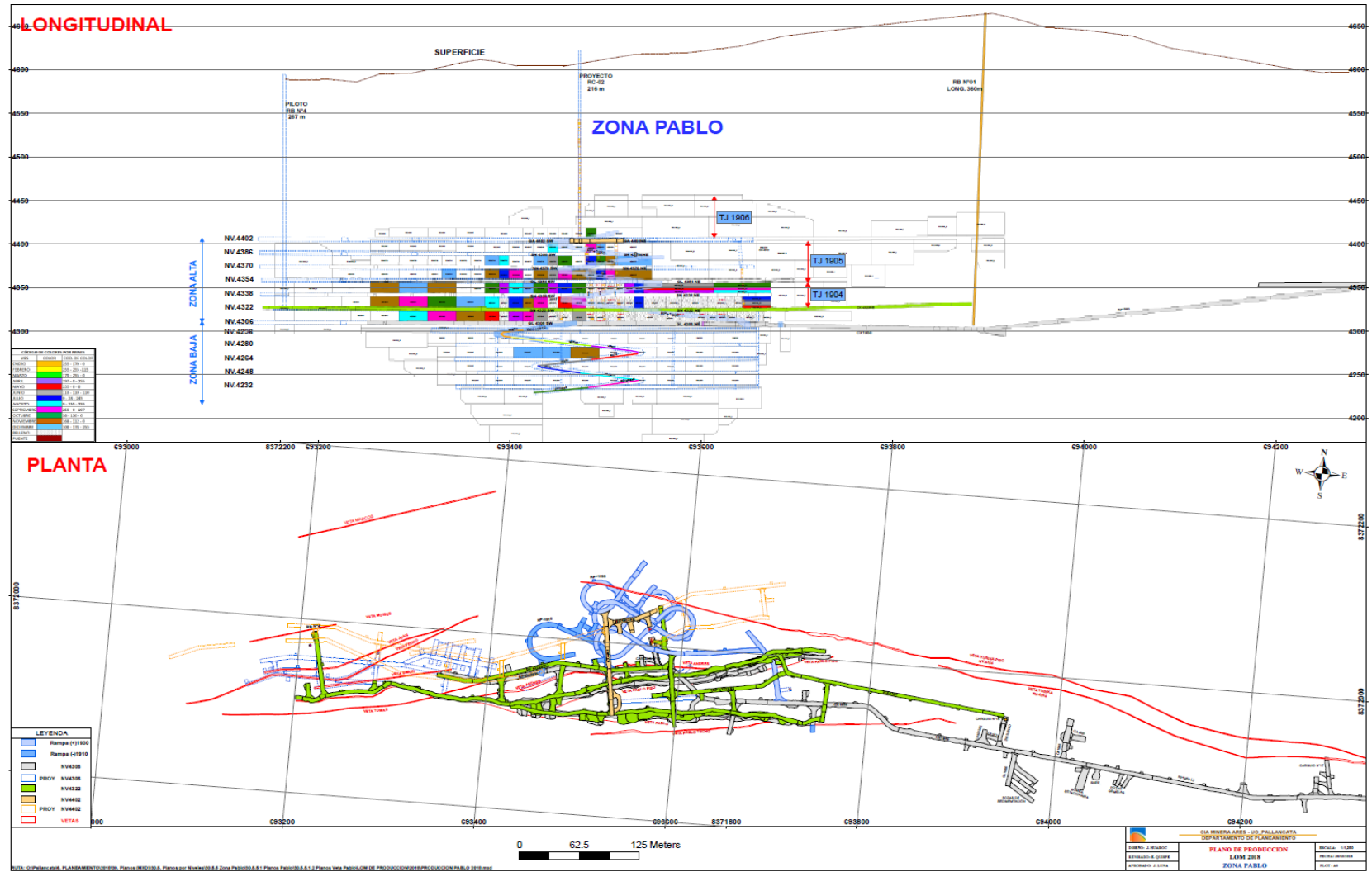
Plano 2 Planta & Sección Profundización: Zona Pablo



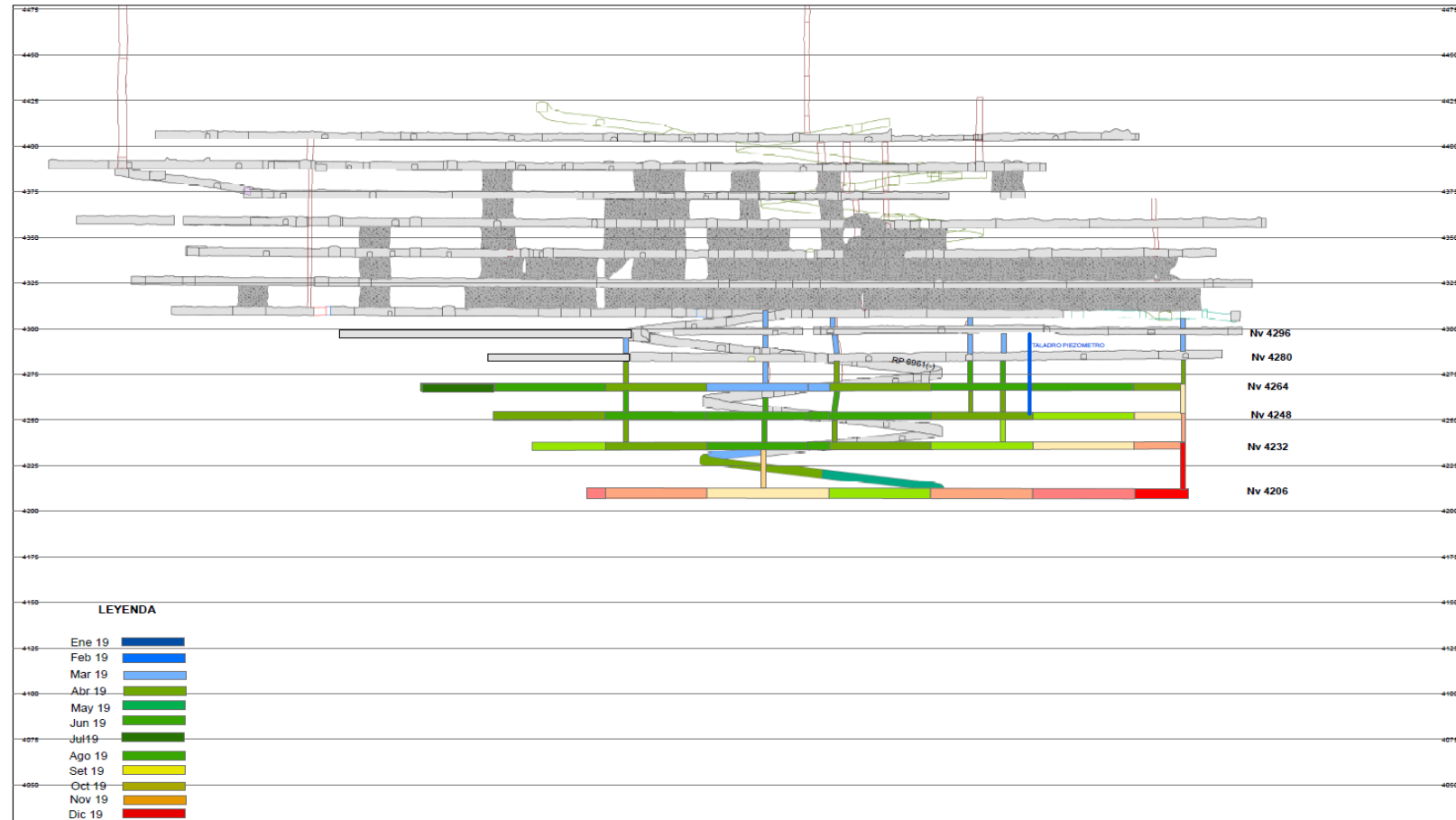
Plano 3 Superficie: Unidad Minera Pallanacata



Plano 4 Producción planeada



Plano 5 Secuensamiento avances



		 CÍA MINERA ARES - UO PALLANCATA DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO	
DISEÑO: E. TICLLAS	REVISADO: E. QUISPE	PLANTA & SECCIÓN PROFUNDIZACIÓN ZONA PABLO - UTM WGS84	ESCALA: 1:1,250
APROBADO: L. VEGA			FECHA: 27/02/2019
			LÁMINA: 01

Document Path: O:\Pallancata\6. PLANEAMIENTO\2019\30. Planos (MXD)\30.1.1 Planos Pablo\ZONA BAJA A 1 LIMA.mxd