

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE**  
**MINAS**



**T E S I S**

**Plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la mina**  
**Carahuacra**

**Para optar el título profesional de:**  
**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Ángel Clinton PAUCAR TADEO**

**Asesor:**

**Mg. Julio Cesar SANTIAGO RIVERA**

**Cerro de Pasco – Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE**  
**MINAS**



**T E S I S**

**Plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la mina**  
**Carahuacra**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA**  
**MIEMBRO**

---

**Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico con un especial afecto a mis padres por brindarme su tiempo e inversion dentro de mi formación personal y profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme sabiduría y vida, por ser la Fuente que ilumina mi vida.

A mis padres por la Fortaleza y el empuje dentro de mi formación personal, contribuyendo día a día para cumplir con mis objetivos, ser el motor de mi vida para mi formación integral como persona y también como profesional.

A mis docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas, quienes con sus enseñanzas dentro de las aulas me han preparado para confrontar dentro del campo laboral y la base para mi formación profesional.

## RESUMEN

El presente estudio contempla la evaluación técnica - económica de la Mina Carahuacra actualmente en operación, que tiene como objetivo, revisar, validar y dimensionar la infraestructura necesaria para el planificar el buen uso de los recursos minerales de acuerdo a los estándares de calidad deseados y las políticas empresariales a fin de asegurar la sostenibilidad de la operación y la extracción de los recursos económicamente explotable en el largo plazo.

En la ejecución del planeamiento a largo plazo base se siguió la siguiente metodología: Recopilación de información geológica, geotécnica, topográfica, recursos minerales, Indicadores de productividad, costos, balances metalúrgicos y demás áreas de apoyo para luego iniciar con el diseño de la infraestructura general de la mina. El diseño y el plan de minado a largo plazo se desarrolló usando los diferentes módulos que este ofrece:

1. Modulo Studio 3, se utilizó en la elaboración del levantamiento topográfico en 3D y el diseño de la infraestructura a largo plazo (Rampa, By-Pass, Subniveles, Galerías, Camaras, Raise Bore, etc.).
2. Modulo MSO, se utilizó en el diseño de los tajos económicamente explotables, usando como variables de entradas Ley de corte, dimensionamiento de tajos por el método AVOCA, dilución de diseño, rumbo y buzamiento de la estructura.
3. 5D Planner, se utilizó en la elaboración de la secuencia de minado por años, para cada estructura mineralizada, considerando rendimientos de equipos, cantidad de equipos y dimensionamiento de labores.

4. EPS, se utilizó en la elaboración de los planes de producción (Toneladas y Leyes) y planes de avances (metros) en desarrollo, preparación, galerías y sub niveles de explotación.

**Palabras Claves.** Desarrollo minero, planeamiento, producción.

## ABSTRACT

This study contemplates the technical-economic evaluation of the Carahuacra Mine currently in operation, which aims to review, validate and size the infrastructure necessary to plan the proper use of mineral resources according to the desired quality standards and business policies in order to ensure the sustainability of the operation and the extraction of economically exploitable resources in the long term.

In the execution of the long-term planning base, the following methodology was followed: Collection of geological, geotechnical, topographic information, mineral resources, productivity indicators, costs, metallurgical balances and other support areas and then begin with the design of the general infrastructure of the mine. The design and long-term mining plan was developed using the different modules it offers:

1. Module Studio 3, was used in the elaboration of the 3D topographic survey and the design of the long-term infrastructure (Ramp, By-Pass, Sulevels, Galleries, Cameras, Raise Bored, etc.).
2. MSO module, was used in the design of the economically exploitable pits, using as input variables Cut law, sizing of pits by the AVOCA method, dilution of design, heading and diving of the structure.
3. 5D Planner, was used in the elaboration of the mining sequence for years, for each mineralized structure, considering equipment yields, amount of equipment and sizing of work.
4. EPS, was used in the elaboration of production plans (Tons and Laws) and progress plans (meters) in development, preparation, galleries and sub levels of exploitation.

**Keywords.** Mining development, planning, production.

## INTRODUCCION

La mina Carahuacra considera la explotación de mineral polimetálico por métodos subterráneos, Estas Vetas, Mantos y Cuerpos contienen mineralización en Zn – Pb – Cu y Ag, las vetas de mayor importancia son Veta Mary y Veta María Luisa. En el segundo caso se observa la presencia del paquete de mantos denominado Cuerpo Huaripampa. Algunos estudios realizados demuestran que la mineralización polimetálica de Carahuacra es eminentemente epigenética.

Las condiciones geomecánicas del yacimiento en vetas favorecen a la aplicación del método de explotación Bench and Fill (B&F), variante del corte y relleno ascendente y del Sub level Stopping también conocido como AVOCA y en cuerpos y mantos se aplica el Drift and Fill (D&F) también conocido como Breasting, con una secuencia de avance en la explotación de niveles inferiores a superiores.

Finalmente, en la Evaluación Económica se determina la contribución de la mina Carahuacra. Donde los ingresos son calculados con los precios usados en el estimado de reservas al 31 de diciembre del 2019, se ha considerado un gasto de ventas promedio del 2019 a una tasa de descuento del 10%.

El autor



# INDICE

**Página.**

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

INDICE DE ILUSTRACIONES

INDICE DE TABLAS

INDICE DE ANEXOS

## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la Investigación .....	2
1.3.	Formulación del Problema .....	2
	1.3.1. Problema General .....	2
	1.3.2. Problemas Específicos .....	2
1.4.	Formulación de Objetivos .....	2
	1.4.1. Objetivo General .....	2
	1.4.2. Objetivos específicos .....	2
1.5.	Justificación de la investigación .....	3
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	3
1.7.	Importancia y alcances de la investigación .....	3

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes de estudio .....	5
2.2.	Bases Teóricas - científicas .....	9
2.3.	Definición de términos básicos .....	31
2.4.	Formulación de hipótesis .....	33
	2.4.1. Hipótesis General .....	33
	2.4.2. Hipótesis Específicas .....	33

2.5.	Identificación de las variables .....	34
2.5.1.	Variable Independiente:.....	34
2.5.2.	Variable Dependiente: .....	34
2.6.	Definición Operacional de variables e indicadores .....	34

### CAPITULO III

#### METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1.	Tipo de investigación .....	35
3.2.	Nivel de Investigación .....	35
3.3.	Métodos de la Investigación.....	36
3.4.	Diseño de la Investigación.....	36
3.5.	Población y muestra .....	37
3.5.1.	Población .....	37
3.5.2.	Muestra .....	37
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de Datos .....	37
3.6.1.	Técnicas .....	37
3.6.2.	Instrumentos .....	37
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	38
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	38
3.9.	Tratamiento estadístico.....	38
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica .....	39

### CAPITULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.	Descripción del trabajo de campo. ....	40
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	67
4.3.	Prueba de hipótesis .....	79
4.4.	Discusión de resultados .....	79

#### CONCLUSIONES

#### RECOMENDACIONES

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### ANEXOS

## INDICE DE ILUSTRACIONES

	<b>Página.</b>
Ilustración 1. Ubicación de la Unidad Productora Carahuacra .....	10
Ilustración 2. Plano de Ubicación del Proyecto.....	11
Ilustración 3. Columna estratigráfica de la Unidad Productora Carahuacra .....	12
Ilustración 4. Plano Mineralizada Unidad Minera Carahuacra .....	13
Ilustración 5. Estándar Internacional Código JORC .....	18
Ilustración 6. Estándar Mineral Económico Explotable.....	22
Ilustración 7. Variación Reservas Probados vs Mineral Medido Económico Explotable .....	24
Ilustración 8. Plano de Tajeos de Producción mina Carahuacra .....	25
Ilustración 9. Dimensiones de los tajeos de la Veta Mary .....	25
Ilustración 10. Explotación de Taladros Largos.....	30
Ilustración 11. Sostenimiento según tipo de roca.....	31
Ilustración 12. Isométrico Infraestructura Veta Mary .....	41
Ilustración 13. Isométrico Infraestructura Veta María Luisa .....	41
Ilustración 14. Gráfico Programa de Infraestructura PLP - Base.....	44
Ilustración 15. Secuencia de Explotación.....	44
Ilustración 16. Gráfico Programa de Producción PLP - Base .....	47
Ilustración 17. Taller de Mantenimiento en Interior Mina NV 1240 PLP - Base. ....	49
Ilustración 18. Taller de Mantenimienton Interior Mina NV 1020.....	50
Ilustración 19. Vista Isométrica Sistema de Drenaje PLP – Base.....	53
Ilustración 20. Vista Isométrica Aire Comprimido PLP - Base.....	55
Ilustración 21. Pulmón de Aire Interior Mina NV 1020 .....	55
Ilustración 22. Vista Isométrica Sistema de Agua Industrial PLP – Base.....	56
Ilustración 23. Reservorio de Agua Industrial.....	57
Ilustración 24. Vista Isométrica Sistema de Energía Eléctrica PLP – Base.....	59
Ilustración 25. Tolva de Relave y Preparación de la Pulpa para Lanzado. ....	60
Ilustración 26. Método Bench and Fill Relleno Detritico .....	61
Ilustración 27. Vista Isométrica Ubicación Cámara de Refugio PLP - Base. ....	63
Ilustración 28. Cámara De Refugio NV 1020 .....	63
Ilustración 29. Disposición Espacial de la Mina Carahuacra. ....	67

## INDICE DE TABLAS

	<b>Página.</b>
Tabla 1. Inventario de Recursos Minerales U.M. Carahuacra 31/06/2015 .....	16
Tabla 2. Inventario de Recursos Minerales .....	16
Tabla 3. Inventario de Recursos Minerales por Tipo de Estructuras .....	16
Tabla 4. Factores Aplicados en Mina Carahuacra.....	19
Tabla 5. Inventario de Reservas Probado + Probable.....	19
Tabla 6. Inventario De Recursos Que No Clasifican Como Reservas .....	20
Tabla 7. Inventario de Reservas por Tipo de Estructuras.....	20
Tabla 8. Factores Modificadores e Ingreso de Información.....	23
Tabla 9. Principales Sistemas de Discontinuidades .....	26
Tabla 10. Clasificación del Macizo Rocosó .....	26
Tabla 11. Parámetros de Resistencia del Macizo Rocosó .....	27
Tabla 12. Aberturas Maximas por Tipo de Roca .....	28
Tabla 13. Condiciones de Estabilidad por Tipo de Excavación.....	29
Tabla 14. Operacionalización de Variables.....	34
Tabla 15. Programa de Infraestructura Mina PLP – Base.....	43
Tabla 16. Programa de Infraestructura Mina por Tipo De LABOR PLP - Base.....	44
Tabla 17. Programa de Producción PLP - Base .....	47
Tabla 18. Potencia Instalada Sistema de Bombeo Mina Carahuacra. ....	52
Tabla 19. Equipos de Sistema de Drenaje .....	52
Tabla 20. Flota de Equipos por Producción. ....	63
Tabla 21. Personal por Labores de Avance. ....	64
Tabla 22. Personal por Labores de Producción. ....	65
Tabla 23. Indicadores de Mantenimiento .....	70
Tabla 24. Requerimiento de Potencia y Energía .....	71
Tabla 25. Consumo y Costos de Energía Utilizada.....	71
Tabla 26. Costo Fijo (2015).....	73
Tabla 27. Costo Variable (2015) .....	73
Tabla 28. Costo Total (2015).....	73
Tabla 29. Porcentaje Entre Costos Variables y Fijos (2015).....	74
Tabla 30. Costo Fijo Noviembre (2017).....	74

Tabla 31. Costo Fijo Promedio Anual (2017) .....	74
Tabla 32. Costo Fijo por Dia .....	75
Tabla 33. Costo Fijo 2022 .....	75
Tabla 34. Costo Fijo (2016 – 2022).....	75
Tabla 35. Costo Variable Promedio Anual (2015).....	76
Tabla 36. Demostración del Incremental de Transporte .....	76
Tabla 37. Capex Por Grupo Carahuacra PLP - Base.....	77

## **INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Anexo 2. Secuenciamiento de mina – 2021

Anexo 3. Vista Isométrica Ubicación Cámara de Refugio PLP - Base.

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La problemática que este trabajo pretende resolver para dar respuesta al diagnóstico efectivo del plan de minado es fundamental porque de él dependerá la producción minera óptima, el control de la producción planificada es fundamental para mantener una adecuada producción minera. Un mal plan de minado resulta en costos perdidos, afecta la producción minera, permite que la mina reduzca drásticamente la producción y reduzca el personal.

Además, este plan no solo beneficiará por asegurar una calidad de producción óptima y alta para sus proveedores, sino dar un ejemplo de alta calidad y producción evaluando las características geotécnicas del área de mineralización porque hoy la mayoría de las unidades mineras no hacen este tipo de investigación haciendo producción de bajo costo alto costo, problema de abastecimiento, escasez de producción, por lo tanto trabajo de investigación, minería las unidades

con problemas de producción estarán sujetas a una investigación y planificación geotécnicas bien implementadas, porque la producción será de calidad y el bajo costo será beneficioso.

## **1.2. Delimitación de la Investigación**

Para desarrollar el tema del proyecto, se consideró un periodo aproximado de 06 meses, tiempo en el cual se pudo recopilar la información, la cual detallo en presente trabajo, cabe mencionar que el Plan de desarrollo Minero, se efectúa en periodos de tiempo más cortos de acuerdo a los inconvenientes que se tiene en el proceso de producción o desarrollo, los cuales se detallan en las reuniones de gestión de mina, llevadas a cabo por la gerencia de cada unidad minera.

## **1.3. Formulación del Problema**

### **1.3.1. Problema General**

¿Cómo ejecutar el Plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- a. ¿Como valuamos el plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra?
- b. ¿De qué manera gestionamos el Plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra?

## **1.4. Formulación de Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Ejecutar el Plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra.

### **1.4.2. Objetivos específicos**



- a. Valuar del plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra.
- b. Gestionar el Plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra.

### **1.5. Justificación de la investigación**

El plan de minado en cualquier otra operación minera activa le permite asegurarse de que su plan se cumpla y al mismo tiempo la ejecución del plan ahorra en el uso de sus recursos. Al desarrollar un plan minero, el uso de los recursos minerales extraídos será de manera controlada con los planes mineros, logrando el resultado final de una alta recuperación de valor económico y controlabilidad, lo que permitirá a la unidad minera lograr una producción óptima. La planificación de alta calidad se ha convertido en uno de los primeros proveedores de material agregado.

Se necesita una buena metodología para lograr un desempeño óptimo en la valuación de características del Plan de minado. Esto se hace porque beneficiará a la unidad minera ya que alcanzará el cronograma óptimo de planificación de la producción.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

No se tuvo limitaciones ya que la Mina Carahuacra, nos proporcionó todas las disposiciones y obtuvimos el compromiso de todos los trabajadores para la elaboración del presente trabajo de investigación.

### **1.7. Importancia y alcances de la investigación**

La importancia de la presente investigación hace un gran aporte por parte de los estudiantes y profesionales de la ingeniería minera e investigadores universitarios brindándoles experiencia en el desarrollo de planes mineros para

lograr rendimientos óptimos a través de la valuación de las características de un adecuado plan de minado de la unidad minera, lo cual genera aportes técnicos muy importantes.

Precisamente redescubrir la naturaleza trascendental y utilitaria del actual trabajo, valuación de características del desarrollo de minado y su aplicación en yacimientos similares por ende puede ayudar a la implementación del planeamiento de minado para formar un importante concepto en nuestro país. Esto es importante porque la investigación nos permite producir con una calidad alta calidad, logrando un impacto directo en la reducción de los costos en las operaciones mineras.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **a) Antecedentes nacionales.**

- **Condori, S. (2015)**, de la Universidad Nacional de Moquegua, desarrolla su tesis “Implementación de un Planeamiento de Minado a Cielo Abierto con Uso del Software Minesight para Alcanzar la Producción Óptima Mediante la Evaluación de las Características Geotécnicas en la Unidad Minera María 2 - Moquegua”, ubicado sector pampa Guaneros y pampa Congas, departamento Moquegua, distrito Moquegua, a una distancia de 19.5 km de distancia en línea recta, al suroeste de Moquegua. El desarrollo, trabajo de campo y análisis se han realizado con la ayuda de empresa ABG BUILDING S.R.L quien presta servicio de laboratorio. El presente trabajo de tesis se enfocó en implementar planeamiento de minado que permita a la mina alcanzar su programación de planificación

de producción óptima que es de 168.3tn/día, maximizando el valor presente neto (VAN) a en explotación continua o al momento de abastecimiento de material de agregado al mercado. Además, esta implementación del planeamiento de minado no solo beneficiará a la unidad minera María, sino también a otras empresas que se dedican a la explotación no metálicos de la región Moquegua y del Perú que están también en problemas de abastecer una alta y calidad producción óptima de calidad y un costo bajo que les beneficiará. Se implementó los nuevos programas de producción a partir del mes de diciembre el cual tendrá una comparación con las producciones del mes de noviembre con el objetivo de saber, si con la implementación de planeamiento ha mejorado las producciones planificadas por la unidad minera. Finalmente, con el uso de herramientas de software minesight, estadística, mediante evaluaciones geotécnicas se generarán los resultados, las cuales servirán para comparar los datos si realmente se ha incrementado las producciones optimas y Básicamente el presente trabajo de tesis contiene ocho capítulos.

- **Condori, S. (2015)**, de la Universidad Nacional de Moquegua, desarrolla su tesis “Implementación de un Planeamiento de Minado a Cielo Abierto con Uso del Software Minesight para Alcanzar la Producción Óptima Mediante la Evaluación de las Características Geotécnicas en la Unidad Minera María 2 - Moquegua”, ubicado sector

**b) Antecedentes internacionales**

- **Moyano, M. (2016)**, de la Universidad de Chile, desarrolla su tesis “Elaboración de una Metodología de Evaluación de Planes Mineros a

Través de un Plan de Desarrollo de Recursos”, el objetivo de este trabajo de tesis es proponer una metodología para un plan de desarrollo de recursos. El plan de desarrollo de recursos se define como una herramienta que se inserta en los procesos organizacionales de una empresa minera y cuyo objetivo principal es generar iniciativas, y posteriormente proyectos que mejoren la valorización de una operación minera o extiendan su duración en el tiempo. Existe una falta de metodología formal en las empresas mineras para extender la vida de las operaciones más allá de la planificación a largo plazo de cada faena y las deficiencias de la utilización de técnicas de evaluación tradicionales. El primer alcance de este trabajo se define como una revisión de los criterios de evaluación económica vigentes en distintas industrias. Un segundo alcance es la revisión del estado del arte en la planificación de desarrollo de recursos en distintas empresas mineras y las metodologías de evaluación que están utilizando estas organizaciones. El tercer alcance del trabajo de tesis es realizar una propuesta para una metodología de un plan de desarrollo de recursos aplicable a una empresa minera. Se proponen las etapas del proceso y las metodologías de evaluación para cada tipo de proyecto a evaluar. En una etapa siguiente se realiza una prueba de la metodología propuesta a través de la evaluación de un caso de negocio histórico (LOM 2012) para probar la aplicabilidad y correcta selección del método de evaluación propuesto para planes mineros a largo plazo. Se logra a través de la metodología propuesta contar con un procedimiento que elabora iniciativas que maduren desde ser ideas

propuestas a proyectos evaluados bajo criterios probados, con el objetivo de mejorar la valorización del negocio.

- **Siñuela, D. (2018)**, de la Universidad de Chile, desarrolla su tesis “Diseño de un Sistema de Control Producción para la Minería de Esmeraldas”, el objetivo principal de este trabajo es el diseño de un sistema de control de producción para la minería de esmeraldas, ya que, para este tipo de minería no existe un sistema de control producción, la explotación se realiza de manera artesanal siguiendo la veta mineralizada. El no poseer un control de producción para la planificación tiene como consecuencia la nula extracción de material de interés por una inadecuada distribución de recursos. El sistema que se propone se puede separar en cuatro grandes tópicos, siendo la evaluación de recursos, planificación minera, sistema de control producción, y reconciliación. Este consiste en un ciclo cerrado de etapas sucesivas, partiendo de una base de datos que posee toda la información necesaria para obtener estadísticas de producción que servirán como datos de entrada a un modelo de planificación minera. El ciclo consta, entre otros, de una etapa de optimización, y otra de asignación de extracción que apuntan a horizontes de planificación distintos. La etapa de optimización consiste en el cálculo del programa de producción mensual y tiene como finalidad maximizar el beneficio obtenido por la producción de esmeraldas, generando un plan de producción que cumpla con el objetivo sujeto a restricciones presupuestarias y operacionales obtenidas del desempeño histórico de la mina, de modo de respetar sus capacidades e infraestructura. La etapa de asignación consiste en entregar la secuencia

de explotación a seguir para el cumplimiento del plan. Esta última se realiza mediante el método de minimización de cuadrados, minimizando la brecha entre los metros de avance realizados y los planificados para el mismo período de tiempo. Luego de realizadas las dos etapas se obtiene el plan minero diario a seguir en el mes, el cual luego de ser aplicado en la operación de la mina, entregará resultados que son la base para realizar una reconciliación productiva, es decir, comparar lo realizado con lo planificado, obteniendo información útil para realizar ajustes y mejorar estimaciones mediante la retroalimentación de información al sistema. La filosofía que tiene el sistema propuesto, es que define simultáneamente la preparación minera con la producción de frentes y a su vez el levantamiento geológico, el cual cumple un rol primordial para la planificación en este tipo de yacimientos. Por otro lado, se verá que permite agendar a priori mantenciones y reparaciones, disminuyendo imprevistos que obliguen a interrumpir la operación para la realización de estas actividades. Además, que se asegura la creación de planes de producción alcanzables en la práctica mediante la aplicación de restricciones operacionales de la mina. El sistema es aplicado a un mes de operación del año 2010 de la mina de esmeraldas de Muzo, Colombia, obteniendo resultados satisfactorios con un valor por producción un 26% mayor al obtenido, lo cual sugiere su aplicación.

## **2.2. Bases Teóricas - científicas**

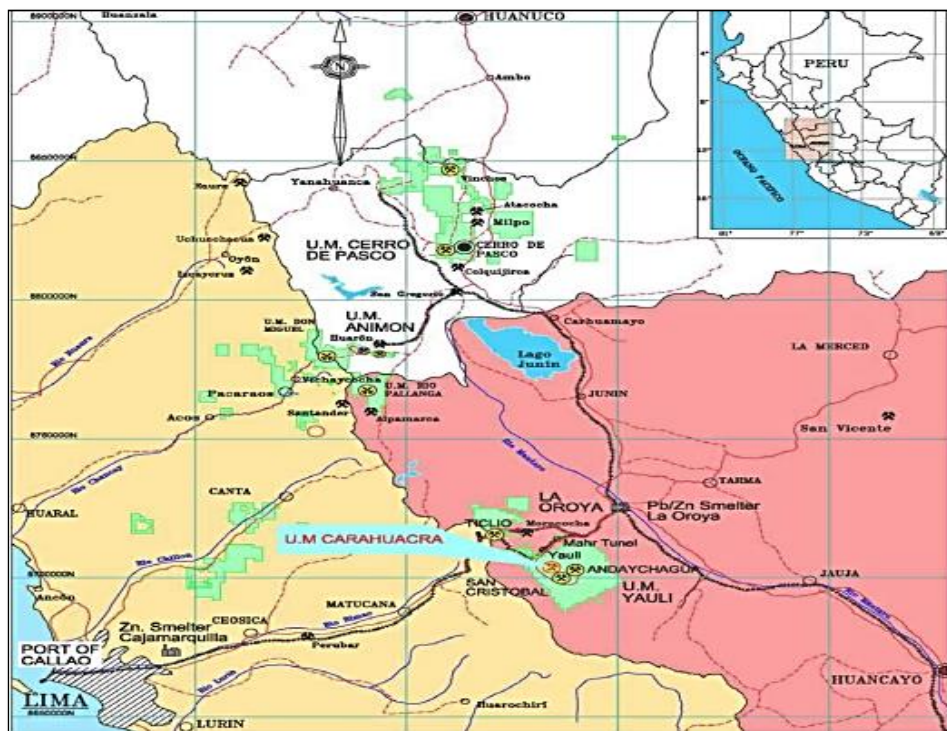
### **Ubicación y Acceso**

La mina Carahuacra, políticamente está ubicada en el distrito y provincia de Yauli, departamento de Junín, en el flanco oriental de la cordillera occidental

de los Andes centrales del Perú, a 110 km en línea recta de la ciudad de Lima. Sus coordenadas geográficas son: 76° 05' de longitud oeste y 11° 43' de latitud sur. La altitud media de la mina es de 4550 m.s.n.m.

La mina Carahuacra es fácilmente accesible, utilizando la carreta central asfaltada hasta el kilómetro 155, donde se encuentra ubicada la calera Cut Off, en este punto existe un desvío por trocha afirmada, paralelo a la línea férrea, haciendo un recorrido de 18 km se encuentra la mina Carahuacra.

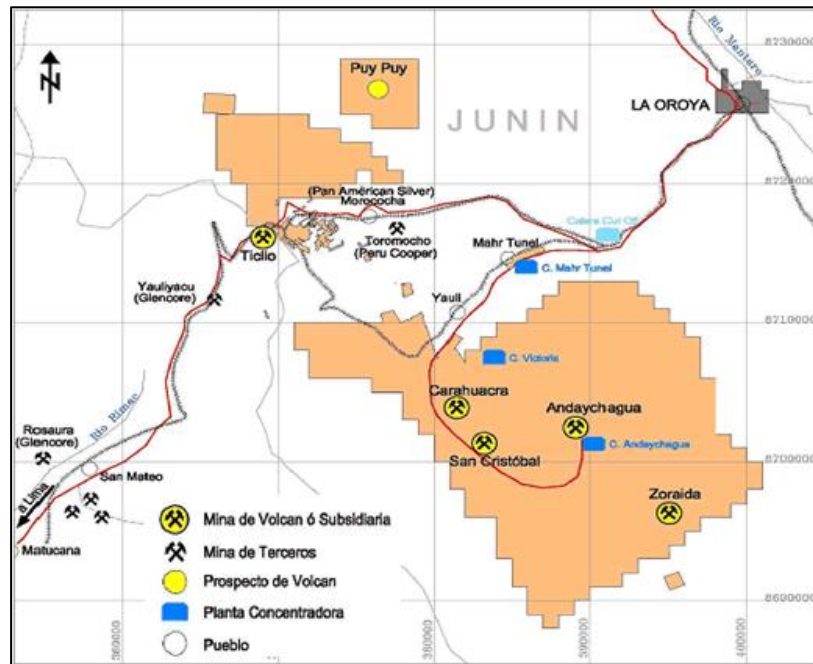
***Ilustración 1. Ubicación de la Unidad Productora Carahuacra***



*Fuente: Departamento de Geología y Planeamiento de la UEA Yauli*



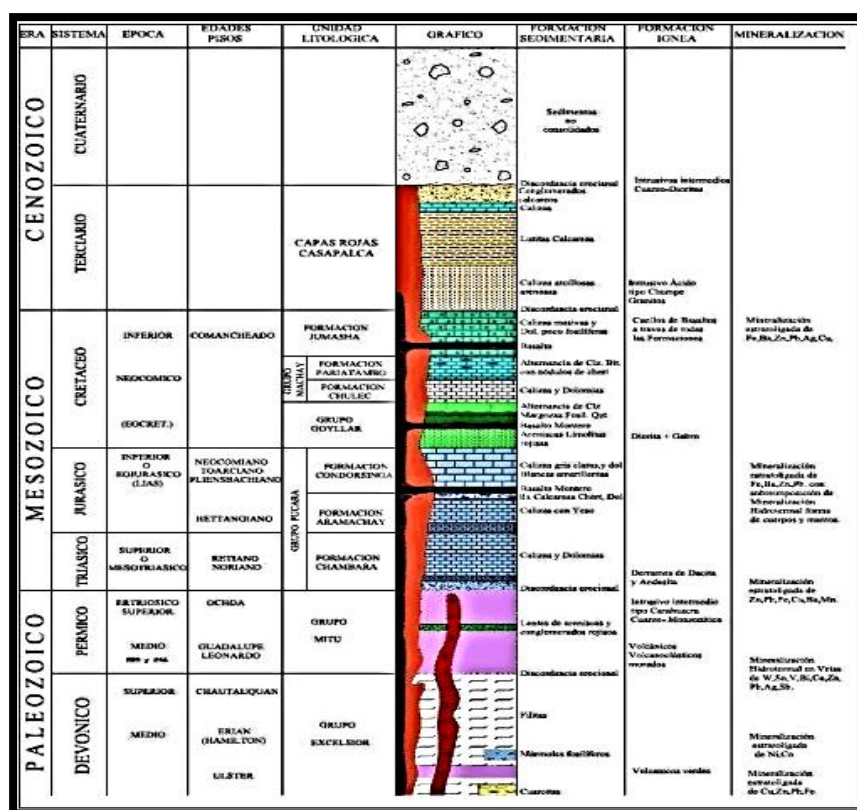
*Ilustración 2. Plano de Ubicación del Proyecto*



### **Programa de Producción.**

La mina Carahuacra está localizada en el flanco occidental del “Anticlinal de Yauli” que es una amplia estructura regional. El Paleozoico tiene dos pisos, el inferior formado por el grupo Excelsior, el cual aflora a lo largo del anticlinal de Chumpe en la parte oeste del domo de Yauli y en el anticlinal de Ultimatum hacia al este, y el superior formado por el grupo Mitu, que aflora en la mayor parte del domo. El margen está constituido por las formaciones mesozoicas: Grupo Pucará, Grupo Goyllarisquizga, Grupo Machay y las Formaciones Pariatambo y Jumasha. Existen cuerpos intrusivos y capas extrusivas que testifican la actividad ígnea de la zona.

*Ilustración 3. Columna estratigráfica de la Unidad Productora Carahuacra*



Fuente: Departamento de Geología y Planeamiento de la UEA Yauli

Las principales formaciones rocosas que se presentan a nivel local, las cuales han dado origen y se relacionan con la mineralización son:

- Grupo Excelsior : Constituido por filitas.
- Meta volcánico : Constituido por volcánicos.
- Grupo Mitú : Constituido por volcánicos andesíticos.
- Grupo Pucará : Constituido por calizas.
- Grupo Goyllarisquizga : Constituido por areniscas cuarcíticas.
- Roca intrusiva : Constituida por microdioritas.

La mina Carahuacra se encuentra dentro de la unidad estructural regional conocida como Domo de Yauli, la cual aparece como una estructura domal tectónica, de 30 km de longitud y 15 km de ancho, con orientación NNW-SSE. En el área de la mina las formaciones del Grupo Pucará y del Grupo

Goyllarisquizga se encuentran afectadas por grandes y alargados pliegues muy apretados, fallas inversas y largos sobre-escurrimientos producto de los esfuerzos compresivos. El sistema de fracturamiento predominante es el sistema NE, en el cual se encuentran las principales vetas del distrito minero.

En la mina Carahuacra se dan dos tipos de mineralización: vetas y mantos/cuerpos. En el primero las vetas de mayor importancia son Veta Mary y Veta Maria Luisa (ML). En el segundo caso se observa la presencia del paquete de mantos denominado, Cuerpo Huaripampa. Algunos estudios realizados demuestran que la mineralización polimetálica de Carahuacra es eminentemente epigenética. La litología asociada a la veta Mary está emplazada principalmente en roca volcánica de composición dacita a andesita, en la veta ML emplazada en roca volcánica hacia el oeste y filitas hacia el este, y en el cuerpo Huaripampa emplazada en calizas.

**Ilustración 4.** Plano Mineralizada Unidad Minera Carahuacra



## Recursos Minerales

## Metodología de Estimación de Recursos

El objetivo de la estimación de recursos es buscar la mejor estimación de ley y tonelaje de las estructuras mineralizadas y, en el proceso, determinar los errores probables de la estimación con cierto nivel de confianza. La estimación dependerá de la calidad, cantidad y distribución espacial de las muestras, así como también del grado de continuidad de la mineralización.

La estimación de recursos se inicia con la recopilación de los datos provenientes del muestreo de las perforaciones diamantinas de exploración y/o del muestreo de los canales en las galerías de explotación. Con esta información se inicia la interpretación geológica a partir de vistas en sección y en planta. Durante este proceso se consideran factores importantes como la alteración, litología y los controles estructurales que nos ayudarán a la identificación de dominios importantes para realizar una estimación adecuada. Los resultados finales de la interpretación geológica son el sólido de la estructura mineralizada a ser estimada y el sólido de las unidades litológicas presentes en el yacimiento. Luego de construir los sólidos de las estructuras mineralizadas se realiza el análisis exploratorio de los datos.

El análisis exploratorio de los datos se inicia con el análisis estadístico de los datos de muestreo a través de gráficos de cajas, histogramas, curvas de probabilidad, dispersión, contacto, etc. Este análisis se realiza con la información de muestreo original, la información acotada y la información compositada. Este proceso nos permite caracterizar estadísticamente la información, lo cual nos ayudará a documentar y entender la relación entre las variables, revelar y caracterizar la continuidad espacial de las mismas, identificar y definir dominios de estimación y, finalmente, identificar y caracterizar las muestras con valores extremos. Luego de concluido el análisis estadístico se procede a realizar un análisis geoestadístico. El análisis geoestadístico se soporta en los gráficos de variogramas los cuales nos indican el alcance hasta donde las muestras guardan correlación entre ellas y por ende nos permiten encontrar la dirección preferencial

de la mineralización. Este análisis se realiza en cada combinación entre las variables a estimar y los dominios de estimación establecidos. Luego de finalizar el análisis exploratorio de los datos se procede a elaborar el plan de estimación.

El plan de estimación establece la estrategia a seguir para la interpolación de las variables en el modelo de bloques. En él se establece cuáles serán los métodos de estimación, los rangos de búsqueda y limitaciones en la cantidad de compósitos a utilizar. La selección del método de estimación dependerá del soporte y la cantidad de información disponible las cuales son medibles a través de indicadores como el efecto pepita\* y el coeficiente de variación.

Con el plan de estimación se procede a realizar la estimación de las leyes en los bloques a partir de la información de los compósitos. Estas estimaciones son validadas visualmente y a través de la revisión del sesgo local y global con el uso de gráficos de histograma, dispersión y swath plot\* nos indicará si es necesario realizar ajustes en los rangos de búsqueda y en el número de compósitos utilizados.

Luego de realizada la estimación, la clasificación de recursos se realiza utilizando el criterio de la malla de perforación.

### **Inventario de Recursos**

Los recursos minerales estimados en la Mina Carahuacra al 31 de junio de 2015, ascienden a 1 682,409t de mineral medido con leyes de 8.07% de Zn, 0.59% de Pb, 0.06% de Cu y 2.48 oz/t de Ag, 1 735,626t de mineral indicado con leyes de 7.50% de Zn, 0.57% de Pb, 0.07% de Cu y 2.66oz/t de Ag y 3 522,768t de mineral inferido con leyes de 6.21% de Zn, 0.62% de Pb, 0.13% de Cu y 2.55oz/t de Ag.

**Tabla 1. Inventario de Recursos Minerales U.M. Carahuacra 31/06/2015**

TM	Zn %	Pb %	Cu%	Ag%
1 682,409t	8.07%	0.59%	0.06%	2.48 oz/t
1 735,626t	7.50%	0.57%	0.07%	2.66 oz/t
3 522,768t	6.21%	0.62%	0.13%	2.55 oz/t

**Tabla 2. Inventario de Recursos Minerales**

RECURSOS						
CATEGORIA	TM	AV (m)	Zn(%)	Pb(%)	Cu(%)	Ag(oz/t)
MEDIDO	1,670,309	6.35	8.04	0.57	0.06	2.45
INDICADO	1,710,426	4.21	7.45	0.54	0.07	2.61
<b>Total general</b>	<b>3,380,735</b>	<b>5.27</b>	<b>7.74</b>	<b>0.56</b>	<b>0.06</b>	<b>2.53</b>
CATEGORIA	TM	AV (m)	Zn(%)	Pb(%)	Cu(%)	Ag(oz/t)
INFERIDO	3,522,768	4.62	6.21	0.62	0.13	2.55
<b>Total general</b>	<b>3,522,768</b>	<b>4.62</b>	<b>6.21</b>	<b>0.62</b>	<b>0.13</b>	<b>2.55</b>

### **Inventario de Recursos por Tipo De Estructuras**

Los recursos minerales, medidos e indicados, estimados en la Mina Carahuacra provienen de tres tipos de estructuras: Vetas, mantos y cuerpos. De dichos tipos de estructuras, las vetas representan un 69.38% con 2 371,435t, los cuerpos un 15.62% con 533,729t y los mantos un 15.00% con 512,870t.

**Tabla 3. Inventario de Recursos Minerales por Tipo de Estructuras**

TIPO DE ESTRUCTURA	TONELAJE	AV (m)	PORCENTAJE
VETA	2,334,135	3.52	69.04%
CUERPO	533,729	14.32	15.79%
MANTO	512,870	3.83	15.17%
<b>Total general</b>	<b>3,380,735</b>	<b>5.27</b>	<b>100.00%</b>

### **Reservas Minerales**

### **Metodología de Estimación de Reservas**

El objetivo principal de la estimación de las reservas minerales es determinar que porción del recurso medido e indicado será transformado en reserva probada y probable como parte del proceso de declaración de reservas minerales. Para ello se debe utilizar una metodología detallada que considere todos los factores y parámetros necesarios que hagan de ella un proceso auditable y certificable.

El proceso de estimación de reservas minerales se inicia con la determinación de los métodos de minado a utilizarse en las estructuras mineralizadas de acuerdo a las condiciones estructurales y geomecánicas que nos permitan realizar una explotación segura, de bajo costo y que cumpla con los requerimientos de producción establecidos. Este proceso entregará una grilla de tajos en la que se encontrarán definidos a detalle cuáles son los tipos de labores existentes en el método elegido para poder realizar una asignación de diluciones diferenciadas que permitan representar con mayor precisión el proceso de contaminación que se da durante la explotación del mineral, con el desmonte adyacente.

Los precios de los metales son estimados en escenarios de largo plazo y conjuntamente con los términos comerciales de la venta de concentrados y las recuperaciones metalúrgicas históricas de los metales en las plantas de tratamiento, nos sirven para realizar el cálculo de los factores NSR (Net Smelter Return).

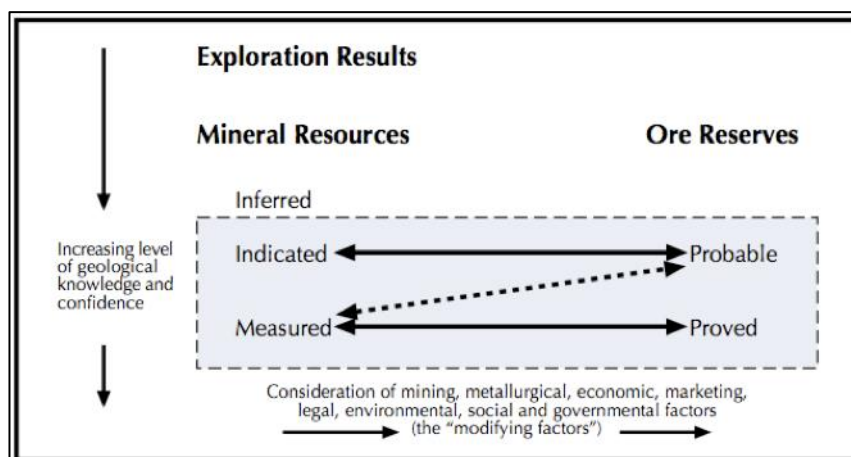
Estos factores NSR, multiplicados con las leyes diluidas, nos darán un valor de NSR Revenue por celda. Luego de ello, se realiza un análisis económico considerando los tajos operativos previamente diseñados. Estos tajos son analizados como una sola unidad y dependiendo de si el diferencial entre el NSR

Revenue ponderado del tajo y el NSR Cut off genera un margen económico positivo, este material es considerado como una reserva mineral, probada o probable, dependiendo del grado de certeza geológica que haya tenido durante el proceso de estimación de recursos minerales.

### **Parámetros Modificadores**

Los factores modificadores (modifying factors) nos sirven para realizar la transformación de recursos a reservas. Dichos factores están enmarcados dentro de estándares internacionales de declaración de reservas como el Código JORC o el NI – 43101.

*Ilustración 5. Estándar Internacional Código JORC*



Los parámetros modificadores técnicos aplicados en el proceso de estimación de reservas se listan a continuación:

- Métodos de minado (Mining).
- Factores de dilución (Mining).
- Factores de recuperación (Mining).
- Precios de los metales (Economic).
- Términos comerciales (Marketing).
- Recuperación metalúrgica (Metallurgical).



- Factores NSR (Economic).
- NSR Revenue (Economic).
- NSR Cut off (Economic).
- Inaccesibilidad (Mining).

**Tabla 4. Factores Aplicados en Mina Carahuacra**

Factores modificadores	Valor	Detalle
Método de minado	OCF, SLS	OCF = Corte y relleno ascendente - Breasting SLS = Tajeo por subniveles - AVOCA
Dilución	24.69%	Promedio - ELOS + Dilución geométrica.
Recuperación	97.00%	Promedio - No considera los puentes, pilares e inaccesibles.
Precios	Zn: 2200 US\$/t, Pb: 2000 US\$/t, Cu: 6500 US\$/t, Ag: 18 US\$/oz	Precios de largo plazo.
Términos comerciales	Variables de acuerdo al tipo de concentrado	Pagables, maquilas y deducciones por la venta de concentrados.
Recuperación metalúrgica	Con Zn: 94.79% Zn, 41.05% Ag - Con Pb: 78.44% Pb, 21.00% Ag - Con Cu: 14.58% Cu, 15.29% Ag.	Recuperación obtenida de cada elemento metálico en cada tipo de concentrado.
Factores NSR	Zn: 14.08 US\$/t/1%, Pb: 12.36 US\$/t/1%, Cu: 8.64 US\$/t/1%, Ag: 7.36 US\$/t/1oz	Valores de beneficio por unidad de ley de cada metal producido.
NSR Revenue	Variables de acuerdo a las leyes diluidas	Valor de beneficio por una tonelada de mineral.
NSR Cut off	OCF 75.30 US\$/t, SLS 66.11 US\$/t	Costos totales de la operación.

### Inventario de Reservas

Las reservas minerales estimadas en la Mina Carahuacra al 31 de junio de 2015 ascienden a 1 191,178t de mineral probado con leyes de 6.95% de Zn, 0.38% de Pb, 0.05% de Cu y 1.77oz/t de Ag, 1 453,466t de mineral probable con leyes de 6.37% de Zn, 0.39% de Pb, 0.06% de Cu y 2.12oz/t de Ag. Esto hace un total de 2 644,644t de reservas con leyes de 6.63% de Zn, 0.38% de Pb, 0.06% de Cu y 1.96oz/t de Ag.

**Tabla 5. Inventario de Reservas Probado + Probable**

RESERVAS									
CATEGORIA	TMD	AV(m)	AM(m)	Zn(%)	Pb(%)	Cu(%)	Ag(oz/t)	VPT (US\$)	DIL(%)
PROBADO	1,191,178	7.20	7.78	6.95	0.38	0.05	1.77	116.61	25.11%
PROBABLE	1,453,466	4.57	5.33	6.37	0.39	0.06	2.12	116.45	24.35%
<b>Total general</b>	<b>2,644,644</b>	<b>5.75</b>	<b>6.43</b>	<b>6.63</b>	<b>0.38</b>	<b>0.06</b>	<b>1.96</b>	<b>116.52</b>	<b>24.69%</b>

Asimismo, los recursos minerales que no cumplieron las condiciones para ser clasificadas como reservas son detalladas en la siguiente tabla.

**Tabla 6. Inventario De Recursos Que No Clasifican Como Reservas**

RECURSOS						
CATEGORIA	TM	AV(m)	Zn(%)	Pb(%)	Cu(%)	Ag(oz/t)
MEDIDO	273,752	5.32	5.49	0.58	0.03	1.75
INDICADO	234,274	2.30	5.90	0.71	0.06	2.18
<b>Total general</b>	<b>508,025</b>	<b>3.93</b>	<b>5.68</b>	<b>0.64</b>	<b>0.04</b>	<b>1.95</b>
CATEGORIA	TM	AV(m)	Zn(%)	Pb(%)	Cu(%)	Ag(oz/t)
INFERIDO	2,909,035	4.22	7.04	0.63	0.15	2.78
<b>Total general</b>	<b>2,909,035</b>	<b>4.22</b>	<b>7.04</b>	<b>0.63</b>	<b>0.15</b>	<b>2.78</b>

\* Los recursos que pasaron a reservas no son incluidos.

### **Inventario de Reservas por Tipo de Estructuras**

Las reservas minerales estimadas en la Mina Carahuacra provienen de tres tipos de estructuras: Vetas, mantos y cuerpos. De dichos tipos de estructuras, las vetas representan un 82.03% con 2 169,397t, los cuerpos un 12.08% con 319,439t y los mantos un 5.89% con 155,808t.

**Tabla 7. Inventario de Reservas por Tipo de Estructuras**

TIPO DE ESTRUCTURA	TONELAJE	PORCENTAJE
VETA	2,169,397	82.03%
CUERPO	319,439	12.08%
MANTO	155,808	5.89%
<b>Total general</b>	<b>2,644,644</b>	<b>100.00%</b>

### **Mineral Económico Explotable**

#### **Metodología de Estimación**

El objetivo principal de la estimación del mineral económico explotable es determinar que porción del recurso medido, indicado e inferido será utilizado en el planeamiento a largo plazo como parte del proceso de establecer la estructura dentro de la cual todos los planes de corto plazo se desarrollarán. Para ello se debe utilizar una metodología dinámica que considere todos los factores y

parámetros de diseño en forma general ya que así se podrán evaluar distintos escenarios hasta encontrar aquel que mejor esté alineado a los objetivos corporativos de la compañía.

El proceso de estimación del mineral económico explotable se inicia con la determinación de los métodos de minado a utilizarse en las estructuras mineralizadas de acuerdo a las condiciones estructurales y geomecánicas que nos permitan realizar una explotación segura, de bajo costo y que cumpla con los requerimientos de producción establecidos.

Los precios de los metales son estimados en escenarios de largo plazo y conjuntamente con los términos comerciales de la venta de concentrados y las recuperaciones metalúrgicas históricas de los metales en las plantas de tratamiento, nos sirven para realizar el cálculo de los factores NSR. Estos factores NSR multiplicados con las leyes in situ, nos darán un valor de NSR Revenue in situ por celda (Bloque de 4m x 4m x Ancho de veta).

Luego de ello, el modelo de bloques de recursos valorizado es ingresado a un software de optimización de tajos de minado el cual se encargará de aplicar todos los parámetros modificadores necesarios para estimar el mineral económico diluido que será obtenido producto de la explotación minera. El proceso de optimización entrega un sólido de minado que genera el máximo margen económico posible a obtener y que podrá contener dentro del diseño tanto recursos medidos e indicados como inferidos.

### **Parámetros Modificadores**

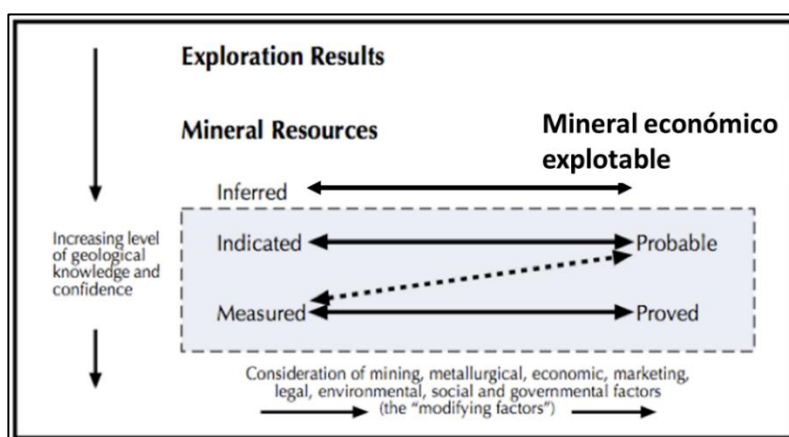
Los factores modificadores (modifying factors) nos sirven para realizar la determinación del mineral económico explotable. Este proceso, alineado a los lineamientos de la Gerencia de Planeamiento a Largo Plazo, implica utilizar todo

el universo de recursos minerales en el análisis, es decir; los recursos medidos, indicados e inferidos. Ello sale del marco del código JORC, en cuanto a los recursos minerales que pueden ser utilizados como parte de un proceso de declaración de reservas. Por ese motivo, el material resultante del proceso utilizado en esta estimación será denominado “mineral económico explotable”.

Los factores modificadores técnicos aplicados en el proceso de estimación incluyen:

- Métodos de minado (Mining).
- Factores de dilución (Mining).
- Factores de recuperación (Mining).
- Precios de los metales (Economic).
- Términos comerciales (Marketing).
- Recuperación metalúrgica (Metallurgical).
- Factores NSR (Economic).
- NSR Revenue (Economic).
- NSR Cut off (Economic).

*Ilustración 6. Estándar Mineral Económico Explotable*



**Proceso de Estimación**

El proceso de estimación del mineral económico explotable se realiza utilizando la aplicación MSO (Mineable Shape Optimizer) del software CAE Datamine. Los factores modificadores como el precio de los metales, la recuperación minera, los términos comerciales y la recuperación metalúrgica son modelados previamente a través de secuencias de comandos. Los factores modificadores como la dilución, el cut off y los diseños por método de minado son ingresados, modelados y calculados en la aplicación MSO a través de un proceso de maximización.

A continuación, se muestran los factores modificadores de acuerdo a la forma en que la información es ingresada al proceso de estimación.

**Tabla 8. Factores Modificadores e Ingreso de Información.**

MACRO	MSO
- Precio de los metales.	- NSR Cut Off.
- Factor de recuperación minera.	- Altura de tajo.
- Términos comerciales.	- Longitud de tajo.
- Factor de recuperación metalúrgica.	- Ancho mínimo de minado.
	- Ángulos mínimos de buzamiento.
	- Ángulos máximos de buzamiento.
	- Ángulos máximos de azimuth.
	- Factores de dilución (diseno + rotura).

**Comparativo – Reservas vs Mineral Económico Explotable**

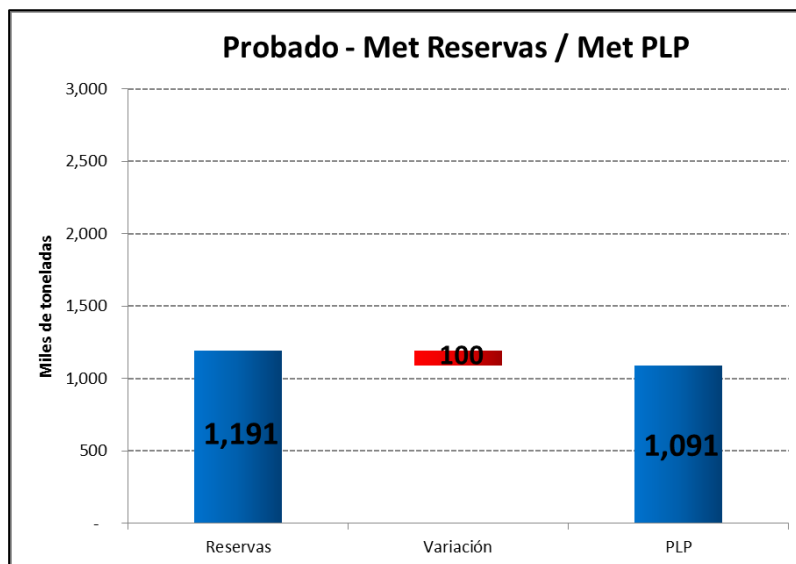
Se realizó una comparación entre las estimaciones de reservas y el material económico explotable para determinar las variaciones que existen entre ambas metodologías y con ello alinear ambos procesos. Se hallaron los siguientes resultados:

- Existe una variación del 8.4 % entre las reservas probadas (1 197,178t) y el mineral medido económico explotable (1 090,750t).
- Existe una variación del 12.7 % entre las reservas probables (1 453,466t) y el mineral indicado económico explotable (1 268,623t).

- Existe una variación total del 10.8 % entre las reservas (2 644,644t) y el mineral económico explotable (2 359,373t).

Las variaciones se muestran en las siguientes figuras respectivamente

**Ilustración 7. Variación Reservas Probados vs Mineral Medido Económico Explotable**

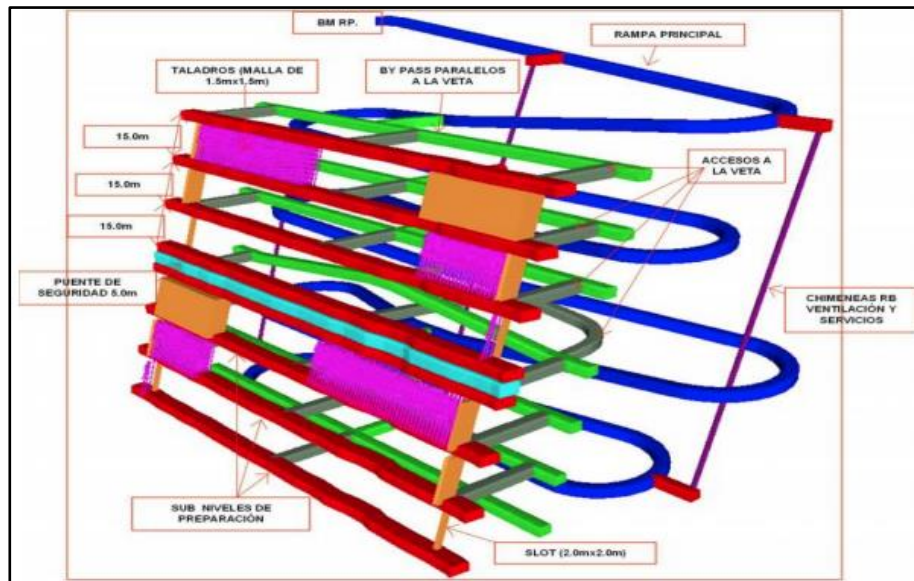


### Geomecánica

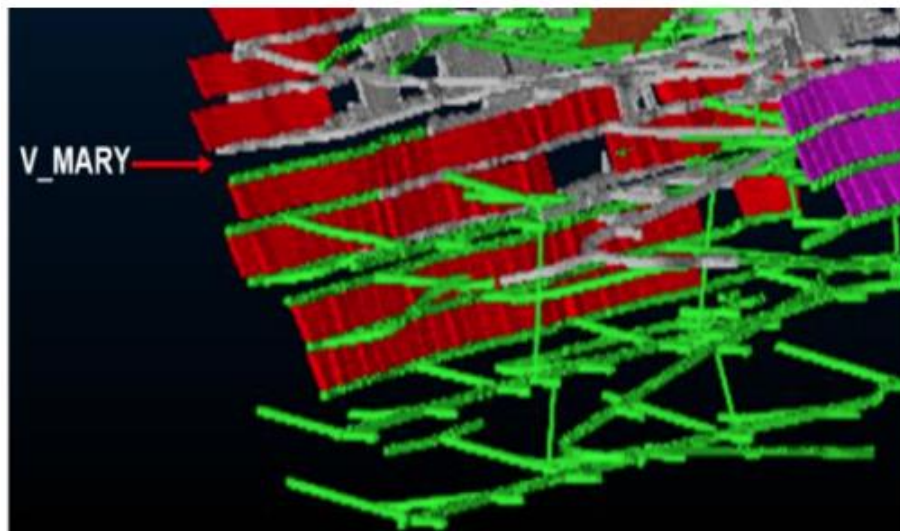
El siguiente capítulo resume el análisis geotécnico y las recomendaciones realizadas por DCR Ingenieros y entregadas al Área de Planeamiento durante el mes de setiembre de 2014. La información analizada proviene de mapeos geomecánicos realizados en los niveles 920, 970, 1020 y 1070, así como también de información obtenida de trabajos desarrollados por las áreas de Geología y Geomecánica.

Estas recomendaciones fueron utilizadas conjuntamente con las apreciaciones proporcionadas por el Área de Geomecánica de la Mina Carahuacra de las condiciones actuales del macizo rocoso.

*Ilustración 8. Plano de Tajeos de Producción mina Carahuacra*



*Ilustración 9. Dimensiones de los tajeos de la Veta Mary*



### **Investigaciones Básicas**

Como parte de las investigaciones básicas se realizó la caracterización, clasificación y zonificación del macizo rocoso, así como también se realizaron ensayos de resistencia de la roca, análisis de las condiciones de las aguas subterráneas y el cálculo de los esfuerzos in situ.

El mapeo geomecánico realizado derivó en la determinación de los principales sistemas de discontinuidades estructurales en las zonas de Mary, ML y Huaripampa.

**Tabla 9. Principales Sistemas de Discontinuidades**

	Descripción	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
Veta Mary	Rumbo / Buzamiento	N 60° E / 73° SE	N 63° E / 72° NW	N 30° W / 55° SW
	Dirección de buzamiento / Buzamiento	150° / 73°	333° / 72°	240° / 55°
Veta ML	Rumbo / Buzamiento	N 46° E / 65° SE	N 56 E / 75 NW	N 13 W / 51 SW
	Dirección de buzamiento / Buzamiento	136° / 65°	326° / 75°	257° / 51°
Cuerpo Huaripampa	Rumbo / Buzamiento	N 42° W / 48° SW	N 48° E / 82° NW	N 25° E / 65° NE
	Dirección de buzamiento / Buzamiento	228° / 48°	318° / 82°	65° / 65°

El conjunto de discontinuidades mostrado presenta características estructurales principales que se pueden dividir en mayores y menores:

- Discontinuidades mayores (fallas):

Presentan espaciamentos variables y mayores a cuatro metros y persistencias de decenas de metros. Las aperturas son menores a cinco milímetros. Relleno con materiales de arcilla, panizo y materiales oxidados.

- Discontinuidades menores (diaclasas):

Presentan espaciamentos de seis a veinte centímetros y de veinte a sesenta centímetros y persistencias de tres a diez metros. Las aperturas son variables y menores a un milímetro. Relleno suave con presencia de arcilla.

La clasificación y zonificación geomecánica del macizo rocoso se realizó utilizando el criterio de Bieniawski (1989) y las relaciones propuestas por Priest y Hudson (1986) utilizando la información del mapeo geomecánico y las observaciones realizadas in situ.

**Tabla 10. Clasificación del Macizo Rocosó**

	Descripción	Litología	RMR Promedio	Dominio Estructural
Veta Mary	Caja piso	Volcánico	35 / 44	DE - IVA / DE - IIIB
	Mineral	Volcánico	35	DE - IVA
	Caja techo	Volcánico	35 / 47	DE - IVA / DE - IIIB
	Caja techo alejada	Volcánico	56	DE - IIIA
Veta ML	Caja piso	Volcánico	45 / 55	DE - IIIB / DE - IIIA
	Mineral	Volcánico	35	DE - IVA
	Caja techo	Volcánico	45 / 57	DE - IIIB / DE - IIIA
	Caja techo alejada	Volcánico	58	DE - IIIA
Cuerpo Huaripampa	Caja piso	Caliza	27	DE - IVB
	Mineral	Caliza mineralizada	26	DE - IVB
	Caja techo	Caliza	27	DE - IVB



Los parámetros de resistencia del macizo rocoso fueron determinados a partir de información histórica e información nueva obtenida a través de ensayos de golpes con el martillo Schmidt, ensayos de carga puntual, compresión uniaxial, compresión triaxial, tracción indirecta y constantes elásticas. Los parámetros de resistencia del macizo rocoso producto del análisis de esta información.

**Tabla 11. Parámetros de Resistencia del Macizo Rocosó**

	Litología	GSI*	$\sigma_c$ (MPa)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	mi	mb	s	Emr (MPa)	v
Veta Mary	Mineral	35	35	3.8	20	1.099	0.000240	911	0.27
	Volcánico	35	40	2.7	20	1.099	0.000240	1041	0.27
	Volcánico	44	60	2.7	20	1.642	0.000762	2768	0.25
	Volcánico	47	60	2.7	20	1.877	0.001120	3378	0.25
	Volcánico	56	100	2.7	20	2.805	0.003549	9990	0.23
Veta ML	Mineral	35	40	3.8	20	1.099	0.000240	911	0.27
	Volcánico	35	40	2.7	20	1.099	0.000240	1041	0.27
	Volcánico	45	60	2.7	20	1.717	0.000866	2958	0.25
	Volcánico	55	100	2.7	20	2.683	0.003122	9406	0.23
	Volcánico	57	100	2.7	20	2.933	0.004034	10597	0.23
Cuerpo Huaripampa	Mineral	26	20	2.7	12	0.441	0.000076	405	0.29
	Caliza	27	25	3.5	12	0.461	0.000086	531	0.29

La presencia de agua corresponde a condiciones de humedad para las zonas de ML y Huaripampa y en adición a ello se han observado tramos mojados y con goteo esporádico en la zona de Mary.

Los esfuerzos in situ fueron estimados utilizando el concepto de carga litostática de Hoek y Brown (1978) y el concepto de la relación de esfuerzos horizontales y verticales de Sheorey. Luego los resultados fueron comparados con información de minas aledañas y el Mapa Mundial de Esfuerzos. Se optó por utilizar los esfuerzos in situ obtenidos de ensayos en minas aledañas debido a que es información registrada en el campo de la situación actual de los esfuerzos in situ en la zona. Estos valores corresponden a 16.2 MPa para el esfuerzo in situ vertical y 18.2 MPa para el esfuerzo in situ horizontal.

### Condiciones de Estabilidad

Para evaluar las condiciones de estabilidad, las excavaciones fueron analizadas en tres grupos: permanentes, temporales y tajos.

- Excavaciones permanentes.

Las máximas de excavación de acuerdo a la zonificación geomecánica realizada excavaciones permanentes incluyen la infraestructura de la mina como túneles, rampas principales, talleres, cámaras de salvataje, grifos, etc. Estas excavaciones deben ubicarse en las cajas alejadas y de preferencia en la caja piso.

Se establecieron aberturas las cuales son mostradas. Estas recomendaciones de aberturas máximas consideran labores sin sostenimiento sistemático.

*Tabla 12. Aberturas Maximas por Tipo de Roca*

Dominio Estructural	Rango RMR	RMR Promedio	Abertura maxima (m)
DE - II	> 60	65	8.1
DE - IIIA	51 - 60	55	5.2
DE - IIIB	41 - 50	45	3.3

- Excavaciones temporales.

Las excavaciones temporales incluyen las labores de avance asociadas al minado en los tajos, como galerías y cruceros de acceso a los tajos. Estas excavaciones tendrán aberturas de 4.5 m.

- Tajos.

Las dimensiones de los tajos fueron determinadas utilizando el Método gráfico de estabilidad. Se evaluaron distintos escenarios a partir de los cuales se hallaron las dimensiones recomendadas.

**Tabla 13. Condiciones de Estabilidad por Tipo de Excavación**

	Condición de estabilidad	Ancho de tajo (m)				Altura de tajo (m)				Altura de tajo (m)			
		4	6	8	12	16	18	20	23	16	18	20	23
Veta Mary		Calidad IVA				Calidad IIIB - Inclinación 64				Calidad IVA - Inclinación 64			
	Estable sin sostenimiento	7	5	4	3	9	9	8	8	5	5	5	5
	Estable sostenimiento opcional	sr	50	30	12	27	23	21	19	18	16	14	13
	Estable con sostenimiento obligado	sr	sr	sr	50	45	36	34	28	31	26	22	19
		Calidad IVA				Calidad IIIB - Inclinación 58				Calidad IVA - Inclinación 58			
	Estable sin sostenimiento	7	5	4	3	9	8	8	7	5	5	5	4
	Estable sostenimiento opcional	sr	50	30	12	26	22	20	18	17	15	13	12
	Estable con sostenimiento obligado	sr	sr	sr	50	40	35	33	27	30	25	21	18
Veta ML		Calidad IVA				Calidad IIIA - Inclinación 64				Calidad IIIB - Inclinación 64			
	Estable sin sostenimiento	7	5	4	3	18	16	14	13	9	9	8	8
	Estable sostenimiento opcional	sr	50	30	12	46	37	34	29	27	23	21	19
	Estable con sostenimiento obligado	sr	sr	sr	50	75	60	50	42	45	36	34	28
		Calidad IVA				Calidad IIIA - Inclinación 52				Calidad IIIB - Inclinación 52			
	Estable sin sostenimiento	7	5	4	3	15	13	12	11	8	7	7	7
	Estable sostenimiento opcional	sr	50	30	12	42	35	30	26	24	21	19	17
	Estable con sostenimiento obligado	sr	sr	sr	50	65	52	42	35	38	33	31	25

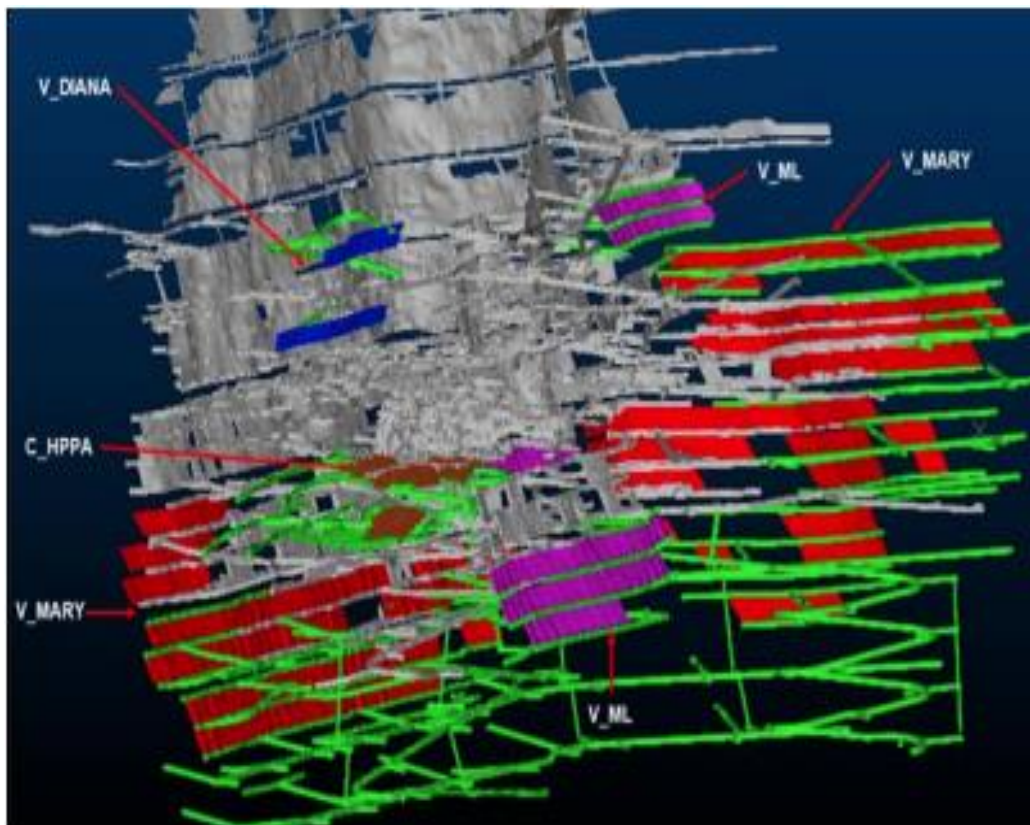
### Métodos de Minado

En la unidad de producción Carahuacra se está aplicando el método de minado AVOCA , según la geometría del yacimiento (vetiforme) este tipo de explotación es viable desde el punto de vista operacional, este método consiste en un explotación por hundimientos de subniveles mediante perforación de taladros largos, limpieza de mineral en retirada , seguido de relleno detrítico para la estabilización de las cajas y por último se extrae el mineral en los subniveles inferiores .Para la mina Carahuacra se adecuo el método AVOCA en la mina , que consiste en la explotación ascendente, relleno detrítico vertical, con infraestructura de extracción diseñada en forma paralela a la estructura mineralizada y accesos perpendiculares a la estructura mineralizada manteniendo una distancia de 100 metros entre cada acceso, la profundización se ejecuta mediante una rampa principal siempre orientada a la caja piso de la estructura.

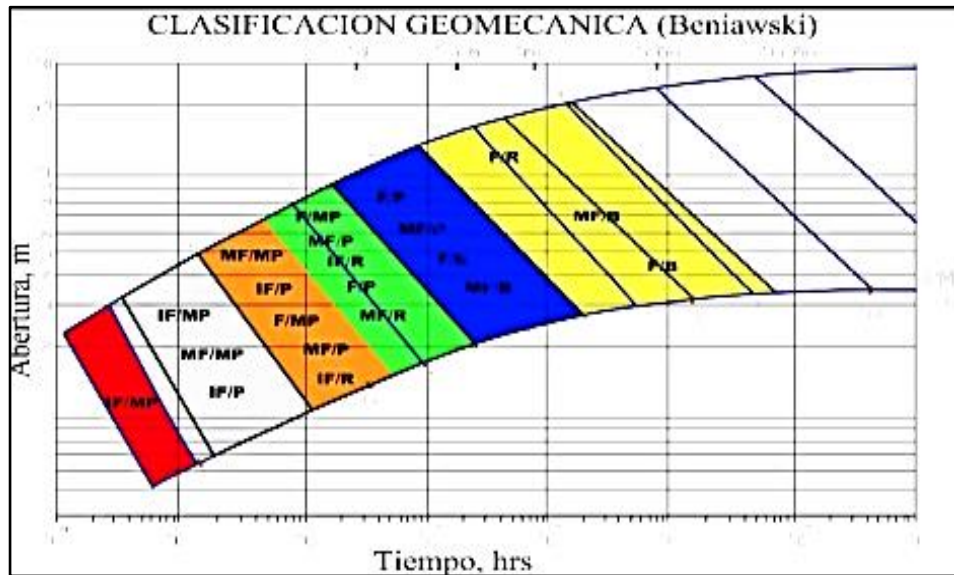
La secuencia de minado ha sido diseñado de manera longitudinal, seccionando la estructura en bloques de explotación de 100 metros de longitud y realizando una secuencia ascendente mediante 3 bancos de explotación de 15

metros de altura separados por 03 subniveles de perforación- extracción y 01 de nivel principal, con respecto a la extracción se realiza una rotura en retirada seguido por relleno detrítico mecanizado (back fill) con longitud máxima de abertura (LMA) hasta de 22 metros horizontalmente, esto es variable según la clasificación de roca (RMR). El diseño del corte básico de explotación se considera un block de mineral de 67.50 metros de altura con 03 subniveles intermedios de perforación y 01 nivel principal de extracción (sección: 3.80m x 4.0m y Pendiente: + 1%), se inicia la explotación en el banco N°01 desde el centro de la estructura, que se encuentra como reserva, en retirada en dirección E – W.

*Ilustración 10. Explotación de Taladros Largos*



*Ilustración 11. Sostenimiento según tipo de roca*



### 2.3. Definición de términos básicos

**Apertura:** Es la separación entre las paredes rocosas de una discontinuidad o el grado de abierto que ésta presenta. A menor apertura, las condiciones de la masa rocosa serán mejores ya mayor apertura, las condiciones serán más desfavorables.

**Caudal:** El termino caudal significa: volumen de agua que atraviesa una superficie en un tiempo determinado. Un caudal se calcula mediante la siguiente fórmula:  $Q=V/t$ , siendo Q (caudal), V (volumen) y t (tiempo). Normalmente se mide el volumen en litros y el tiempo en segundos.

**Ciclo del Minado:** El ciclo de minado de las operaciones de explotación considera las operaciones unitarias: perforación, voladura, sostenimiento, limpieza, carguío y transporte de desmote y beneficio de mineral.

**Estimación:** La estimación es la determinación de un elemento o factor. Esto, usualmente tomando como referencia una base o conjunto de datos. En otras palabras, la estimación es un cálculo que se realiza a partir de la evaluación estadística.

**Geomecánica:** La Geomecánica es una extensión de las ciencias que tratan el tema de Mecánica de Rocas que estudia el comportamiento de los materiales cohesivos en procesos de esfuerzos y deformaciones.

**Inventario:** El inventario es el conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar con aquellos, permitiendo la compra y venta o la fabricación primero antes de venderlos, en un periodo económico determinados. Deben aparecer en el grupo de activos circulantes.

**Inventario:** El inventario es el conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar con aquellos, permitiendo la compra y venta o la fabricación primero antes de venderlos, en un periodo económico determinados. Deben aparecer en el grupo de activos circulantes.

**Mantenimiento:** Se define mantenimiento como todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

**Mineral:** Un mineral es una sustancia natural, de composición química definida, normalmente sólido e inorgánico, y que tiene una cierta estructura cristalina. Es diferente de una roca, que puede ser un agregado de minerales o no minerales y que no tiene una composición química específica. La definición exacta de un mineral es objeto de debate, especialmente con respecto a la exigencia de ser abiogénico, y en menor medida, a si debe tener una estructura atómica ordenada. El estudio de los minerales se llama mineralogía.

**Perforación:** Perforación es la acción y efecto de perforar (agujerear algo atravesándolo). La máquina que se utiliza para perforar se conoce como perforador.

**Planeamiento:** Se conoce como planificación, planeación o planteamiento, al proceso de toma de decisiones para alcanzar un futuro deseado,

teniendo en cuenta la situación actual y los factores internos y externos que pueden influir en el logro de los objetivos

**Producción:** La mayoría de producción minera en el país se refiere a minerales metálicos que son comercializados principalmente como materia prima, en forma de concentrados ó productos refinados, y en contados casos con cierto valor agregado.

**Sostenimiento:** en toda explotación minera, el sostenimiento de las labores es un trabajo adicional de alto costo que reduce la velocidad de avance y/o producción, pero que a la vez es un proceso esencial para proteger de accidentes a personal y al equipo. soporte de roca y un refuerzo de roca.

**Ventilación:** La ventilación en una mina subterránea es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la misma el aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos.

**Voladura:** Voladura (llamada además tronadura en algunos países de América del Sur o barreño en algunas zonas de España), es la acción de fracturar o fragmentar la roca, el suelo duro, el hormigón o de desprender algún elemento metálico, mediante el empleo de explosivos. Las mismas se realizan para lograr un objetivo predeterminado, pueden ser controladas, o no, puede ser a cielo abierto, en galerías, túneles o debajo del agua.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

Si ejecutamos el Plan de desarrollo minero mejorara la producción en la Mina Carahuacra.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- a. Si valuamos el plan de desarrollo minero mejorara la producción en la Mina Carahuacra.
- b. Si gestionamos el plan de desarrollo minero mejoraremos la producción en la Mina Carahuacra.

## 2.5. Identificación de las variables

### 2.5.1. Variable Independiente:

X: Plan de desarrollo minero

### 2.5.2. Variable Dependiente:

Y: Mejorar la producción

## 2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

En todo proceso de desarrollo de un Plan de desarrollo minero, se requiere establecer la efectividad del proceso, la cual conllevara a la realización de un adecuado proceso de producción, teniendo como indicadores los resultados de voladura, los soportes de un tipo de sostenimiento gestionado, el método de explotación a aplicarse de acuerdo al tipo de roca, etc., estableciendo en la Mina Carahuacra, las condiciones a establecer como modelo de producción.

*Tabla 14. Operacionalización de Variables*

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Plan de desarrollo minero	-Gestión y desarrollo corporativo. - Planeamiento Integral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión Minera.</li> <li>• Planeamiento Minero.</li> </ul>
Mejorar la producción	- Procesó de explotación y desarrollo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso de producción.</li> </ul>
Mina Carahuacra	- Áreas de ejecución - Seguridad. - Costos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de explotación.</li> <li>• Seguridad.</li> <li>• Costos</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Basado en la evaluación para la mejora para la producción en la mina Carahuacra, se determina que tenemos una investigación del tipo Cuantitativa.

Aplicada: En el proceso de explotación y desarrollo de la Mina Carahuacra, teniendo como objetivo fundamental el sostenimiento.

Experimental: Por el análisis realizado a la información obtenida durante el proceso recolección de datos.

Documental: En base a la obtenido, a los análisis, la interpretación y comparación de la información encontrada con la información obtenida de la Minera Carahuacra.

De campo y de laboratorio: Por los resultados obtenidos durante el proceso de investigación.

#### **3.2. Nivel de Investigación**

El nivel de investigación que le corresponde es el nivel descriptivo porque no habrá ninguna aplicación, experimento, solo habrá un planteamiento para su explotación del prospecto.

### **3.3. Métodos de la Investigación.**

Para el presente trabajo de investigación, se puso en consideración los siguientes métodos:

- **Método lógico-deductivo.** Consiste en aplicar principios generales a casos particulares, a partir de ciertos enlaces de juicios. Esto pasa por: 1) encontrar principios desconocidos a partir de los ya conocidos, y 2) descubrir consecuencias desconocidas de principios ya conocidos.
- **Método hipotético deductivo.** Se trata del método que parte de una hipótesis o explicación inicial, para luego obtener conclusiones particulares de ella, que luego serán a su vez comprobadas experimentalmente. Es decir, comprende un paso inicial de inferencias empíricas (observación, por ejemplo) que permiten deducir una hipótesis inicial que sea luego sometida a experimentación.

### **3.4. Diseño de la Investigación**

El diseño del estudio es cuantitativo ya que se considera en la Investigación el Plan de desarrollo Minero, para obtención de la realidad como una construcción subjetiva, en la que son posibles muchas construcciones de la misma realidad; además, en este caso el sujeto y el objeto de conocimiento son interdependientes, se lleva a cabo en que se establece una relación entre los datos recopilados y la observación sobre la base de datos estadísticos y cálculos matemáticos, realizados para obtener los resultados requeridos para un plan de minado que determine el proceso a seguir en la Mina Carahuacra.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

En la presente investigación la población viene a ser todos los elementos estudiados de la Mina Carahuacra, como son evaluaciones económicas, geomecánica de la mina.

#### **3.5.2. Muestra**

La información obtenida del método de explotación, sistema de ventilación, etc., que corresponden a un Plan de Desarrollo Minero, la muestras son los detalles obtenidos en cada evaluación realizada, como por ejemplo el tipo de sostenimiento que se debe aplicar, el método de explotación más adecuado, etc., además por todos quienes participan la obtención de estos detalles en la Mina Carahuacra.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de Datos**

#### **3.6.1. Técnicas**

Observación participativa: Debe ser planificada, para que reúna los requisitos de validez y confiabilidad, recolectar los datos se involucra directamente con la actividad objeto de la observación e investigación.

#### **3.6.2. Instrumentos**

Los principales instrumentos utilizados en la investigación son:

Los instrumentos utilizados en la investigación son:

- Acceso a documentos técnicos.
- Cuestionario.
- Fichas técnicas de campo.
- Formatos de adecuación de datos.
- Observación

- Fichas o guías de observación.
- Análisis de datos

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.**

- Revisión de fuentes bibliográficas referidas al argumento de investigación (libros, informe de tesis, revistas, publicaciones, etc.)
- Observaciones del participante y del personal, con fundamentos teóricos sobre el tema de investigación.
- Comparaciones de tablas.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

El proceso de datos se efectuó en la mina detallando el tipo de roca y la zonificación correspondiente. Para esto se requirió la recolección de datos, sitios web, manuales, copias, planos de ubicación, localización de la zona, datos estadísticos, plano geológicos y estructurales, antecedentes de los procesos de producción.

### **3.9. Tratamiento estadístico**

La estadística va de la mano en todos los procesos de operación de las diferentes empresas, ya que a través de este proceso se logra tener un adecuada secuencia del proceso realizado, determinando costos, parámetros de explotación, parámetros geológicos y geotécnicos, secuencia de minado, medidas para el control de la ventilación, distribución de explosivos, control de equipos en fin en todos los controles y manejo se dan en base a una secuencia de datos estadísticos, en la Mina Carahuacra, para obtener toda la información del Plan de desarrollo minero, se establece un secuencia de datos estadísticos, lo cual se puede ver en detalle toda esta secuencia de la investigación.

Así mismo para un detallado control del personal RR. HH., establece una secuencia de control estadístico.

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

La ética es un elemento central a la integridad científica. Lo que se pide al investigador es una actitud mental con una consideración completa de las implicaciones de su investigación y la intención franca de evitar perjudicar a los elementos objeto de investigación, así como al resto de la sociedad.

- Curiosidad. Todo lo que ves a simple vista no es suficiente, para ser un buen **investigador** debes observar y cuestionarte todo el tiempo. ...
- Trabajo en equipo.
- Disciplina y compromiso.
- Orden.
- Honestidad.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo.**

##### **Plan de Desarrollo Minero**

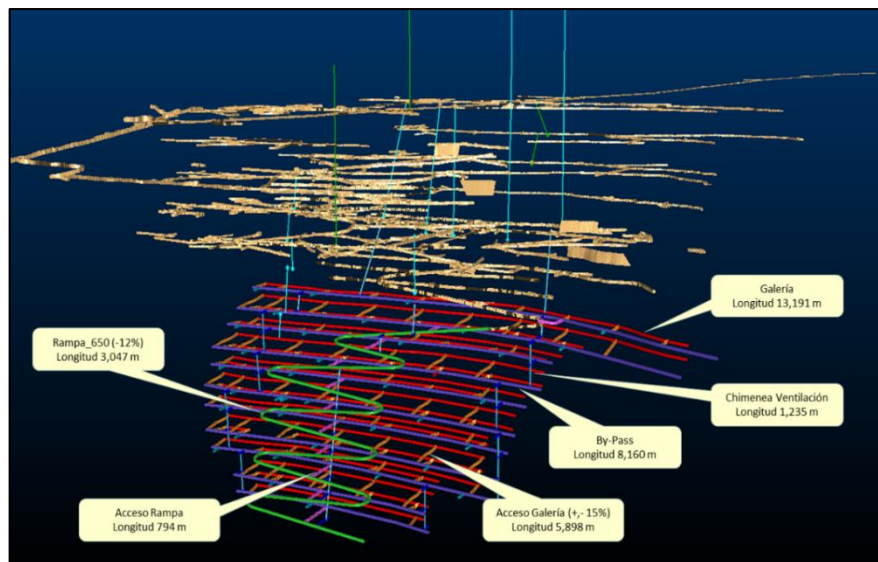
El Plan de desarrollo establecido para el plan a largo plazo de Carahuacra obedece y se sustenta en los siguientes lineamientos y propósitos:

- Zona Mary continuar con la profundización de la rampa 650 para poder tener acceso a los niveles inferiores que estarán en desarrollo y preparación para su posterior explotación hasta el Nv 1420 (Cota 3566).
- En María Luisa se continuará profundizando la rampa 385 para tener acceso a los niveles inferiores hasta el Nv 1110 (Cota 3877).
- Ubicar niveles principales de cada 60m con el fin de obtener en cada nivel 3 bancos de 15 m de altura de tajeo.
- Lograr mayor fluidez en los ciclos de minado, con la adecuada ubicación de los accesos, chimeneas de ventilación, cámaras de acumulación de relleno y servicios. Independizando el acceso de equipos para cada sector de

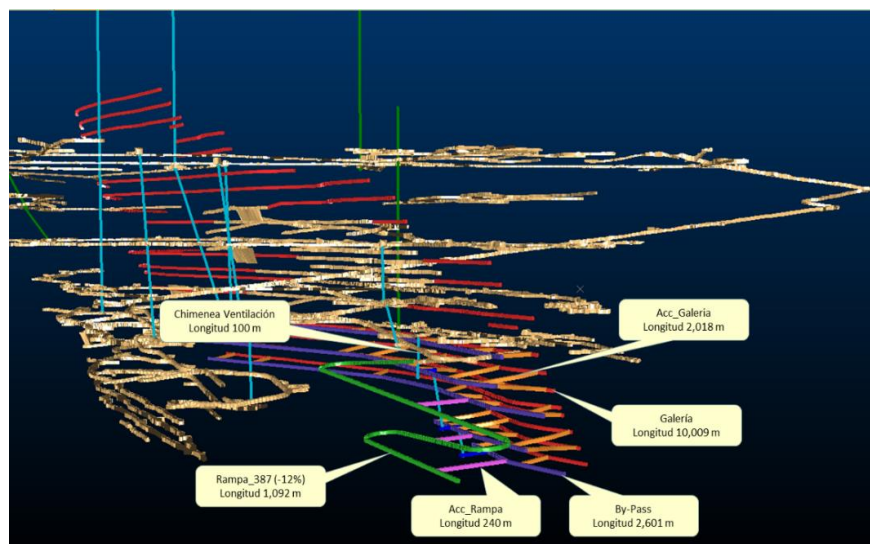
explotación, evitando la concentración de equipos en áreas reducidas de trabajo.

- Obtener los mayores rendimientos de los equipos LHD, por las distancias de acarreo apropiada para estos equipos.

*Ilustración 12. Isométrico Infraestructura Veta Mary*



*Ilustración 13. Isométrico Infraestructura Veta María Luisa*



## Desarrollo Mina

Para el desarrollo de mina se ha conceptualizado profundizar mediante una rampa principal en caja piso de las estructuras mineralizadas, de sección 4.50m x 4.50m con pendiente negativa de 12% y avance promedio mensual al orden de 70 metros; existiendo 562 metros de distancia inclinada entre niveles y 60 metros en distancia vertical entre niveles principales.

El desarrollo de mina previo al minado contempla la apertura de un By Pass (Nv 1240) de sección 4.50m x 4.50m previa ejecución de un acceso de sección 4.0m x 4.0m que nace desde la rampa principal de profundización, con rumbo paralelo a la estructura mineralizada y pendiente 1% en positivo, así mismo considera obras de infraestructura para drenaje, bombeo, inicio - fin de chimeneas Raise Borer y carguío de mineral mediante cámaras de sección 4.0m x 4.0m y 20 metros de longitud máxima.

### **Preparación Mina**

- **Preparación Nivel Principal**

En la adecuación del método de minado AVOCA al yacimiento de mina Carahuacra se considera la ejecución de accesos paralelos y equidistantes a 100 metros entre sí, con longitud promedio al orden de 80 metros con sección 4.0m x 4.0m y pendiente de 1% desde el By Pass N° 01 hasta la intersección con la estructura la mineralizada.

- **Preparación subniveles intermedios de perforación 01 y 02**

Como preparación previa al minado el diseño contempla la ejecución de accesos o cruceros de sección 4.0m x 4.0m desde la rampa principal hasta la proyección del By Pass N°01 e iniciar la construcción del By Pass N° 2 de sección 4.50m x 4.50m con pendiente positiva al 1%.



Así como también contempla el acceso positivo de pendiente máxima al 10% de sección 4.0m x 4.0m de longitud máxima al orden de 80 metros hacia el subnivel 02 y acceso negativo de sección 4.0m x 4.0m con pendiente máxima hasta -12% de 80 metros de máxima longitud hasta la intersección en cota de subnivel 01.

- **Preparación subnivel intermedio de perforación 03**

La preparación del subnivel 03 inicia desde el nivel principal inmediato superior mediante un acceso con inclinación negativa de sección 4.0m x 4.0m con pendiente máxima hasta -12% y longitud máxima al orden de 80 metros hasta la proyección en cota del subnivel 03.

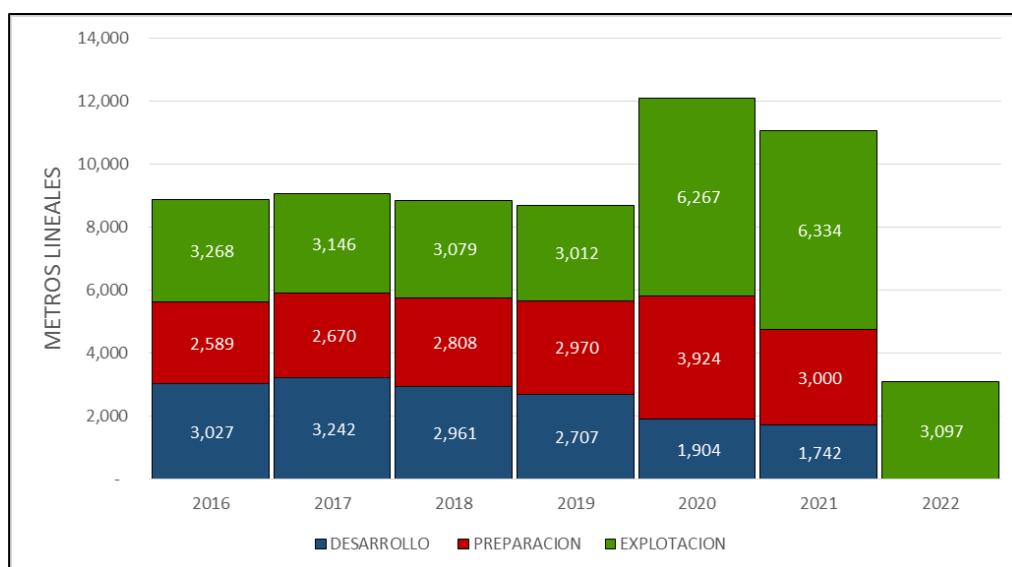
Se han considerado los rendimientos por el tipo de labor:

- Rampa Principal                      12%                      70 m/mes
- By – Pass                                1%                        70 m/mes
- Acceso – Rampa                        1%                        80 m/mes
- Acceso – Galería                        1%                        80 m/mes
- Galería – Subniveles 1%                      80 m/mes
- Chimeneas Rb                            80 °– 90°                      100 m/mes

**Tabla 15. Programa de Infraestructura Mina PLP – Base**

PERIODO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	TOTAL
DESARROLLO	3,027	3,242	2,961	2,707	1,904	1,742		15,584
PREPARACION	2,589	2,670	2,808	2,970	3,924	3,000		17,961
EXPLOTACION	3,268	3,146	3,079	3,012	6,267	6,334	3,097	28,202
Total	8,884	9,057	8,848	8,689	12,095	11,076	3,097	61,747

**Ilustración 14. Gráfico Programa de Infraestructura PLP - Base.**



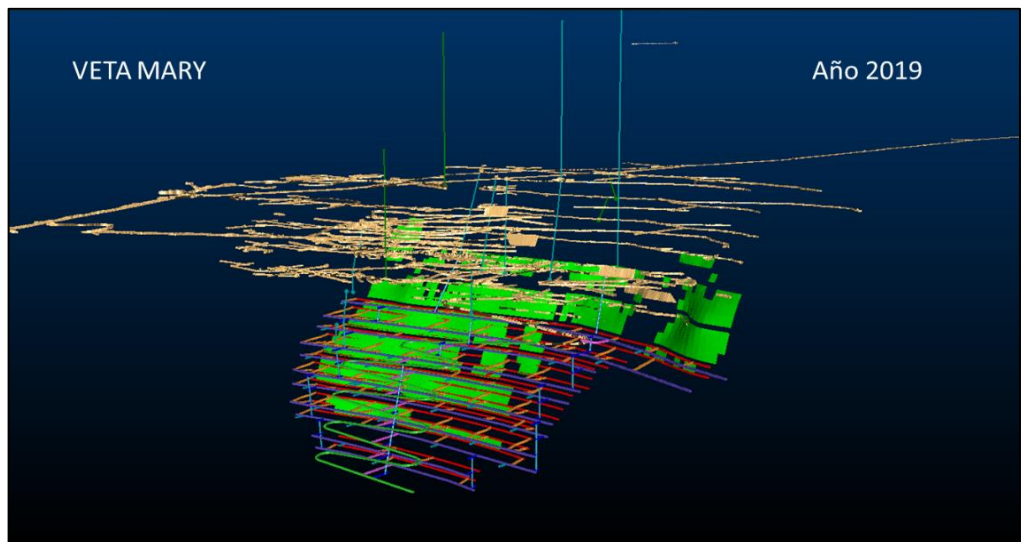
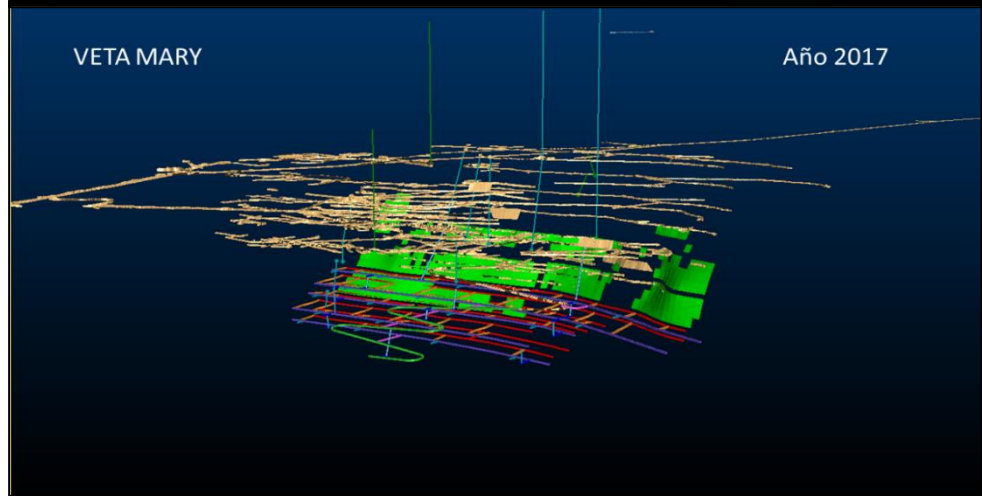
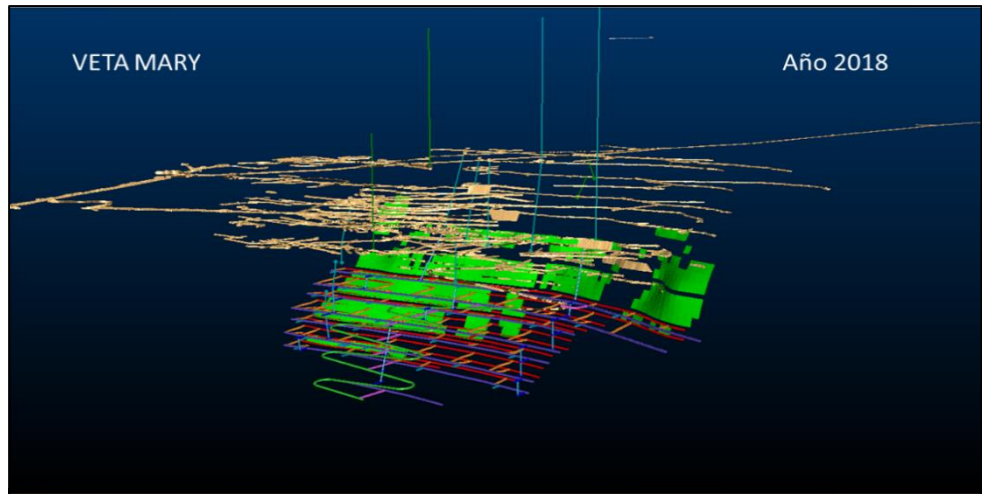
### Secuenciamiento Mina PLP - Base

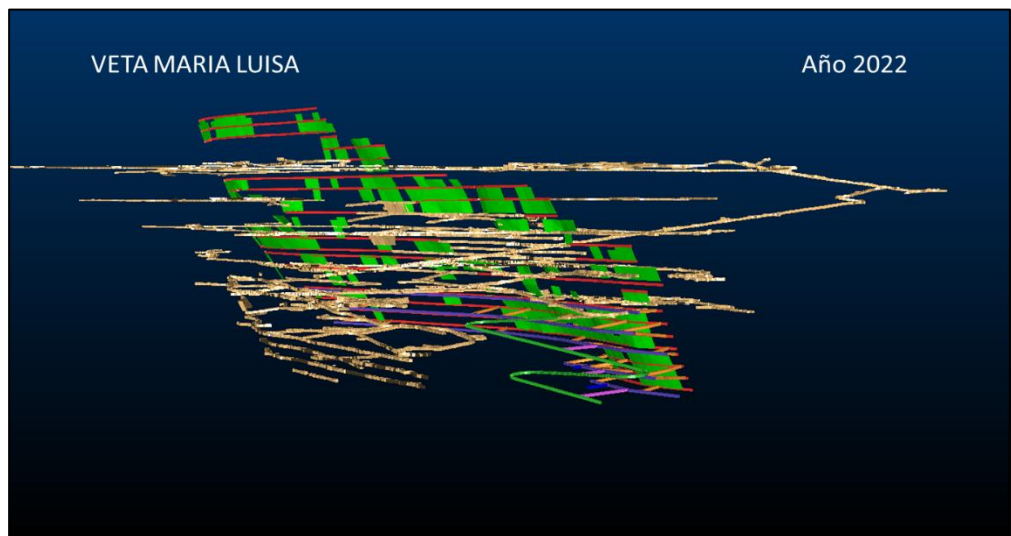
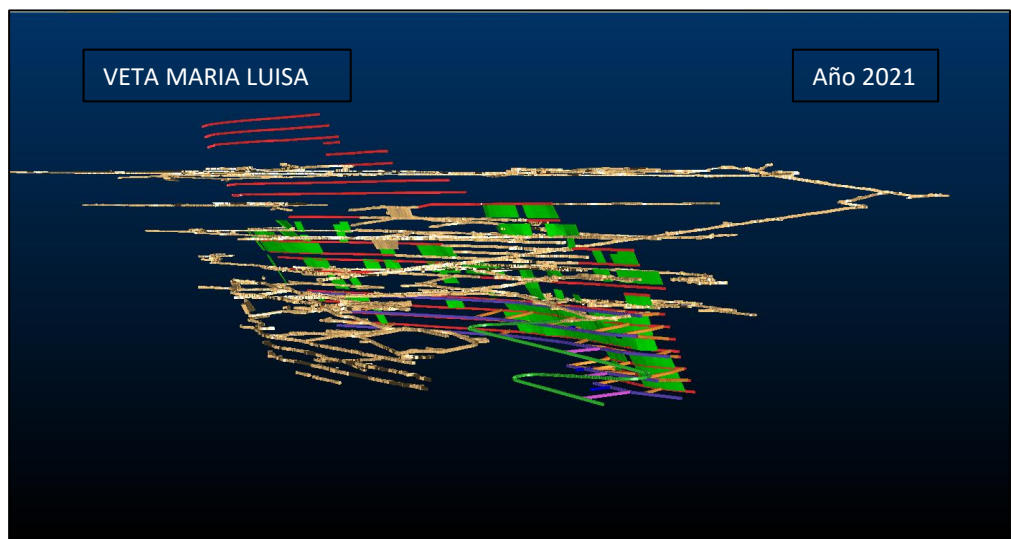
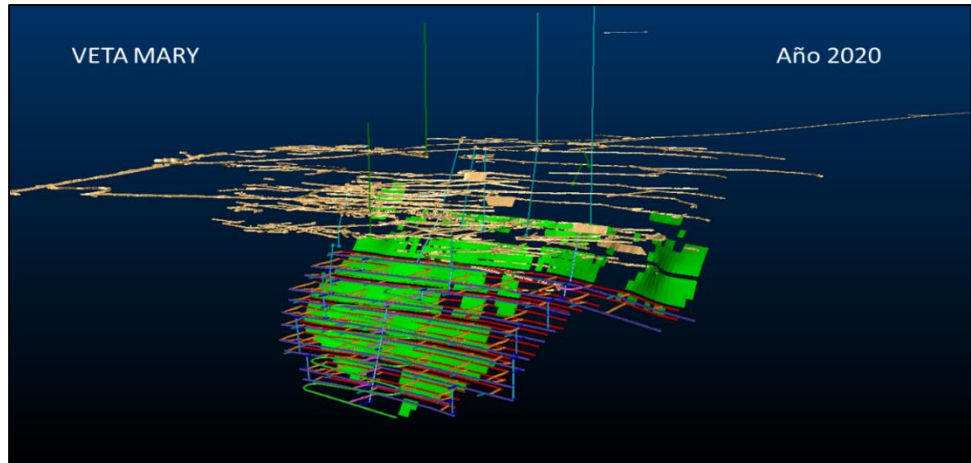
Se utilizó el software 5D Planner en el secuenciamiento de la producción el cual se muestra por años.

**Tabla 16. Programa de Infraestructura Mina por Tipo De LABOR PLP - Base.**

PERIODO	GRADIENTE	SECCION	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
<b>VETA MARY</b>										
Rampa	12%	4.5 x 4.5	785	590	930	742	-	-	-	3,047
By-Pass	1%	4.5 x 4.5	2,096	2,261	1,895	2,008	-	-	-	8,260
Acc_Rampa	1%	4.0 x 4.0	279	84	226	204	-	-	-	794
Acc_Galeria	1%	4.0 x 4.0	1,241	1,730	1,636	1,508	718	-	-	6,833
Galeria - Sub	1%	3.8 x 4.0	3,268	3,146	3,079	3,012	888	-	-	13,392
Camara	1%	4.0 x 4.0	534	612	480	423	-	-	-	2,049
Estocada Ver	1%	4.0 x 4.0	223	280	268	353	-	-	-	1,124
Chimenea Vi	85° - 90°	3Ø	377	254	233	372	-	-	-	1,236
Chimenea de Servicios			80	101	101	67	-	-	-	349
<b>Sub Total</b>			<b>8,804</b>	<b>8,956</b>	<b>8,747</b>	<b>8,622</b>	<b>1,606</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>37,085</b>
<b>VETA MARIA LUISA - MATOS - CUERPOS</b>										
Rampa	12%	4.5 x 4.5	-	-	-	-	492	600	-	1,092
By-Pass	1%	4.5 x 4.5	-	-	-	-	1,724	877	-	2,601
Acc_Rampa	1%	4.0 x 4.0	-	-	-	-	1,593	1,648	-	3,241
Acc_Galeria	1%	4.0 x 4.0	-	-	-	-	1,055	964	-	2,019
Galeria - Sub	1%	3.8 x 4.0	-	-	-	-	5,379	6,334	3,097	14,810
Camara	1%	4.0 x 4.0	-	-	-	-	225	482	-	707
Estocada Ver	1%	4.0 x 4.0	-	-	-	-	20	71	-	91
Chimenea Vi	85° - 90°	3Ø	-	-	-	-	-	101	-	101
<b>Sub Total</b>			<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10,489</b>	<b>11,076</b>	<b>3,097</b>	<b>24,662</b>
<b>Total</b>			<b>8,884</b>	<b>9,057</b>	<b>8,848</b>	<b>8,689</b>	<b>12,095</b>	<b>11,076</b>	<b>3,097</b>	<b>61,747</b>

**Ilustración 15. Secuencia de Explotación.**





### **Plan de Producción Plp - Base**

El estudio ha sido elaborado para una producción de 2000 t/día, considerando el recurso inferido de todas las estructuras, dando un periodo de vida de la mina de 7 años.

Los programas de producción se elaboraron con el software MSO – 5D PLANNER y EPS.

La producción se inicia en la Veta Mary, por presentar mayor tonelaje y mejores leyes.

**Tabla 17. Programa de Producción PLP - Base**

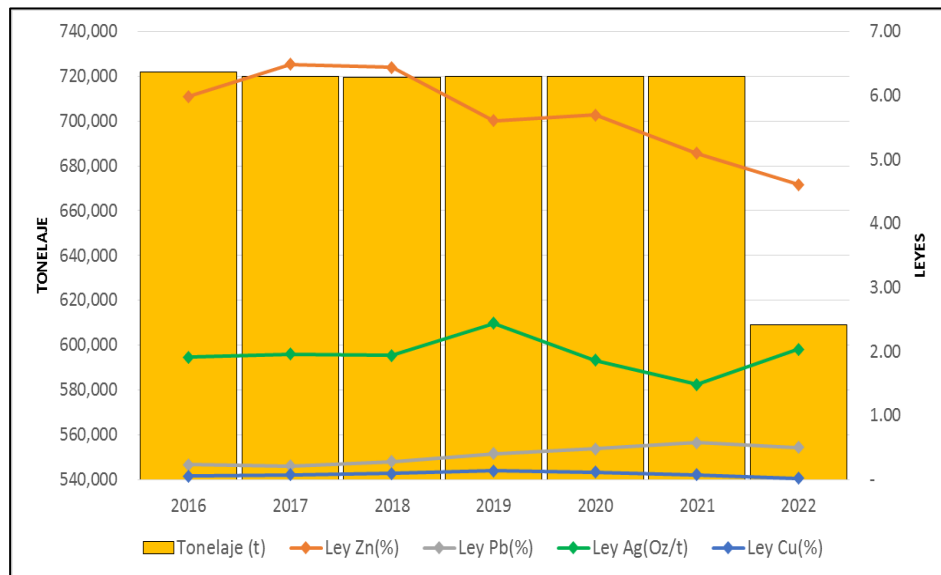
PERIODO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	TOTAL
Tonelaje (t)	721,920	720,044	719,392	720,029	720,000	720,000	609,060	4,930,446
Ley Zn(%)	5.99	6.48	6.44	5.61	5.69	5.10	4.61	5.73
Ley Pb(%)	0.23	0.22	0.28	0.41	0.48	0.58	0.50	0.38
Ley Ag(Oz/t)	1.91	1.96	1.94	2.44	1.87	1.49	2.03	1.95
Ley Cu(%)	0.06	0.07	0.10	0.14	0.11	0.08	0.02	0.08

### **Servicios Mina PLP – Base**

Para atender a la operación se requiere la siguiente infraestructura de servicios:

- Infraestructura taller de mantenimiento.
- Sistema de Drenaje
- Sistema de aire comprimido
- Sistema de agua industrial
- Sistema de energía eléctrica
- Sistema de Relleno
- Cámaras de Rescate (Nivel 1020, para 12 personas).

**Ilustración 16. Gráfico Programa de Producción PLP - Base**



### Infraestructura taller de mantenimiento

El taller de mantenimiento de equipos en interior mina se encuentra ubicada en el BP 700W, Nv 1020 en las coordenadas E: 383081.28 N: 8704353.00 Z: 4020.97, esta infraestructura dispone de las siguientes instalaciones:

- Cámara - Rampa de lavado y engrase.
- Cámara - Reparaciones.
- Bodega.

Las instalaciones cuentan con losas de concreto, cunetas de drenaje y trampa de grasa. Los equipos que realizarán su mantenimiento en estas instalaciones son:

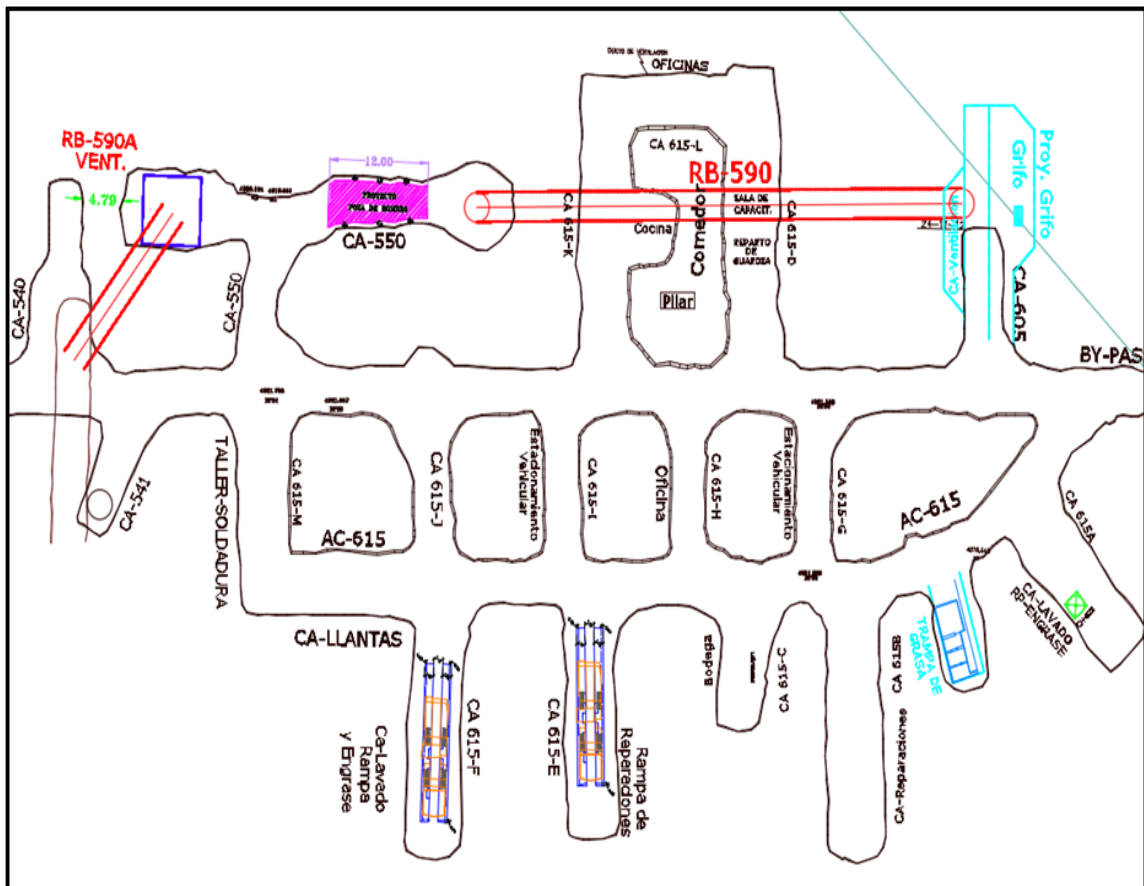
- Jumbos electrohidráulicos
- Simbas
- Scooptrams
- Desatadores mecánicos
- Emperadores
- Dumper

- Tractor D5K
- Mini cargador

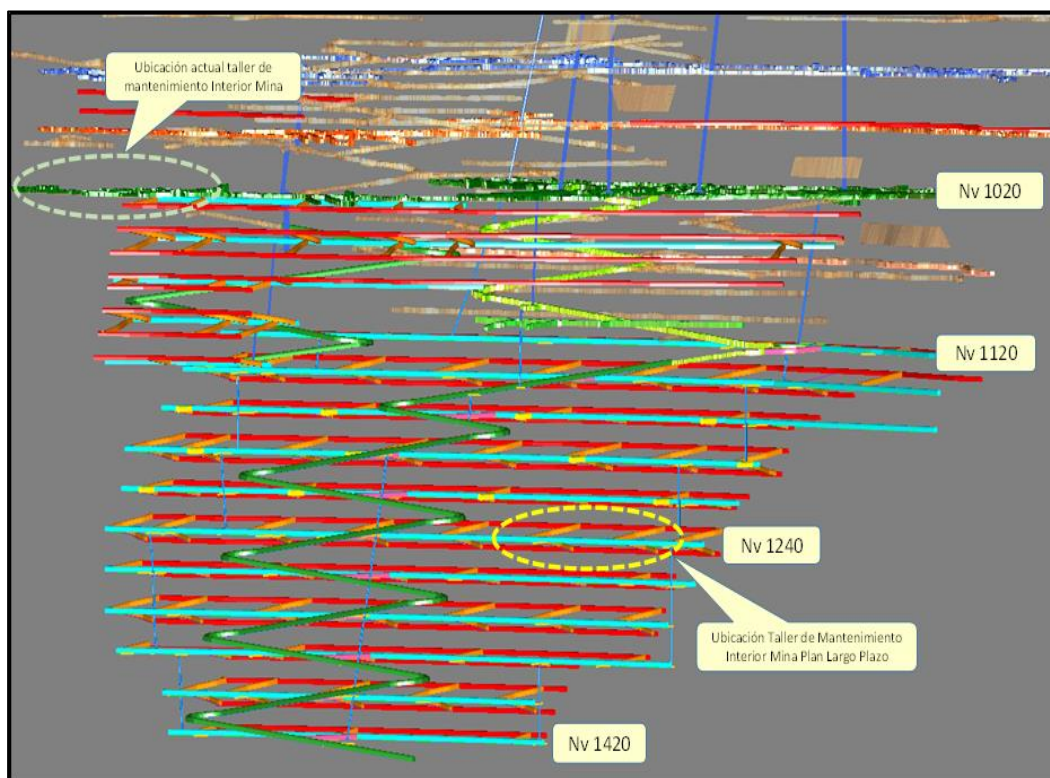
Para la etapa de profundización que parte del Nv 1120 al Nv 1420 se construirá un taller de mantenimiento de equipos en el Nv 1240, con el fin que los equipos no hagan recorridos largos y estén más cerca de las labores operativas.

El nuevo taller de mantenimiento ubicado en el Nv 1240 tendrá la misma infraestructura y la misma función que el del Nv 1020, el cual será de utilidad hasta el agotamiento de los recursos en el Nv 1420.

*Ilustración 17. Taller de Mantenimiento en Interior Mina NV 1240 PLP - Base.*



**Ilustración 18. Taller de Mantenimiento Interior Mina NV 1020**



### **Sistema de drenaje**

El Sistema de bombeo desarrollado en la Mina Carahuacra tiene como objetivo evacuar el agua de mina hacia superficie, de esta manera permitiendo que se cumpla de manera efectiva la ejecución de los programas de producción y avances.

Actualmente en mina Carahuacra se vierte un caudal de 202 l/s hacia la cuneta del Túnel Victoria (Nv 820) cuyo punto de descarga se encuentra en la progresiva 4250. Desde este punto juntamente con el agua de Mina San Cristóbal son conducidos hacia la planta de tratamiento de aguas ácidas en Planta Victoria.

El sistema de bombeo de mina se realiza en 5 niveles:

- **Estación de bombeo Nv 1120 a Nv 1070 (50 m)**



Se realiza con 02 bombas sumergibles de 60 Hp, hasta la Cámara principal del Nv 1070. Cámaras sedimentadores 270 y 280 y cámara de bombeo 290 (110 l/s).

En el Nv 1120 se tiene la Cámara 251 (Ca auxiliar) que capta el agua de los subniveles inferiores y del tope de la RP 650 (110 l/s).

En el BP 1120W se tiene en ejecución la cámara principal de bombeo al Nv 1070 (CA 200-280).

- **Estación de bombeo Nivel 1070**

Esta estación de bombeo se encuentra ubicada en el XC 760, y consta de 02 cámaras de sedimentación y 01 cámara de bombeo, donde se tienen instaladas 02 bombas sumergibles (60 HP c/u). Hasta la construcción (obras civiles) de la estación definitiva en las cámaras 270, 280 y 290. Estas cámaras recepcionaran el agua de la profundización de las siguientes labores: RP 650, S/N 703E-W, S/N 722E-W; y son dirigidas al Nv 1020.

- **Estación de bombeo Principal Nivel 1020**

El punto inicial de bombeo es en el Nv 1070 con bombas sumergibles auxiliares, que conducen el agua a la estación del Nv 1020 está compuesta por 01 cámara de bombeo principal y 02 cámaras de sedimentación, cuenta con 03 bombas verticales de agua 12GH-3 (Hidrostral) de 125 HP cada una. En esta estación se capta el agua proveniente de todo el nivel y de la profundización: RP 387, RP 650 BP 1120 E-W además del bombeo proveniente del fondo del pique Central (Nv 1070) con una bomba Flygt de 58 HP, y se bombea hasta la estación del Nv 970.

- **Estación de bombeo Nivel 970**

Es la estación de bombeo principal que evacua el agua directamente hasta el Nv 820 las cámaras de sedimentación, cuenta con 03 bombas estacionarias 12 GH-9 (Hidrostal) de 250 HP y 01 bomba 12 GH-3 (Hidrostal) de 90 HP, a la vez 01 bomba auxiliar Flygt de 58 HP, llegando a lanzar un caudal de 195 l/s.

**Tabla 18. Potencia Instalada Sistema de Bombeo Mina Carahuacra.**

Ubicación	LugTrabaj	Estacion Bom	CodEquip	CodNuevo	Marca	Modelo	Pot. Motor
MinCarahuacra	Nv.870	Nv.870	0CB-201	BOM-0015-YA	Hidrostal	12GH-6	180 HP
					Flygt	BIBO 2201	58 HP
	Nv.920	Nv.920	0CB-205	BOM-0016-YA	Hidrostal	12GH-3	100 HP
					Grindex	MAXI - H	50 HP
	Nv.970	Nv.970	0CB-206	BOM-0017-YA	Hidrostal	12GH-9	250 HP
			0CB-207	BOM-0018-YA	Hidrostal	12GH-9	250 HP
			0CB-208	BOM-0019-YA	Hidrostal	12GH-9	250 HP
					TSURUMI		60 HP
			0AB-207	BOM-0026-YA	Hidrostal	12GH-3	90 HP
					Flygt	BIBO 2201	58 HP
	Nv.1020	Nv.1020	0CB-211	BOM-0036-YA	Hidrostal	12GH-3	125 HP
			0CB-210	BOM-0037-YA	Hidrostal	12GH-3	125 HP
0CB-209			BOM-0038-YA	Hidrostal	12GH-3	125 HP	

El circuito de la red de drenaje para evacuar el agua de mina, se muestra en la figura siguiente:

**Tabla 19. Equipos de Sistema de Drenaje**

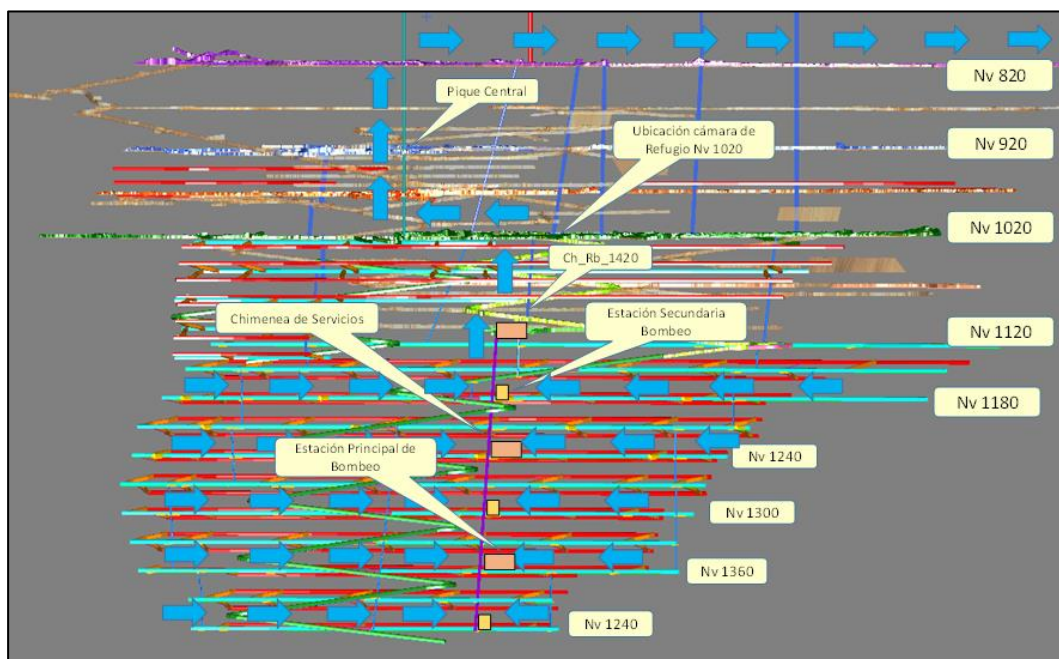
DESCRIPCION	Unidad	Flota	UBICACION
Bomba Achique 10 HP	unid	07	Rp. negativa
Bomba de Transferencia 30 HP	unid	07	Accesos
Bombas Principales 58 HP	unid	14	Cámaras auxiliares
Bombas Estacionaria 250 HP	unid	03	Ca principal NV 970
Bombas Estacionaria 180 HP	unid	01	Ca principal NV 870
Bombas Estacionaria 125 HP	unid	03	Ca principal NV 970
Bombas Estacionaria 100 HP	unid	01	Ca principal NV 920
Bombas Estacionaria 90 HP	unid	01	Ca principal NV 970

En la profundización se planea aprovechar el sistema de drenaje actual y construir una chimenea de servicios que conectara cada 60m a los Niveles principales (Nv 1180, Nv 1240, Nv 1300, Nv 1360 y Nv 1420).

Se construirá una cámara de bombas en los Niveles principales (Nv 1240, Nv 1360) de 250 HP Marca HIDROSTAL modelo 12GH-3 con el fin de poder bombear el agua del Nv 1360 al Nv 1240 y del Nv 1240 al Nv 1120, que recorrerá todo el sistema de drenaje que se usa actualmente hasta el Nv 820 Túnel Victoria con un caudal de 144l/s a 216 l/s en época de estiaje, y en época de lluvias de 240l/s a 264l/s, que será tratada en superficie en la Planta de tratamiento de aguas acidas.

En los Niveles Intermedios (Nv 1180, Nv 1300, Nv 1420) se utilizarán bombas sumergibles secundarias de 60 HP, que bombearán un caudal del 20 l/s hacia las estaciones principales de bombeo.

**Ilustración 19. Vista Isométrica Sistema de Drenaje PLP – Base**



En la Figura se observa una vista isométrica del sistema de drenaje donde se bombea el agua desde el Nv 1420 al Nv 820 Tunel Victoria.

### **Sistema de Aire Comprimido**

Actualmente la red principal de aire comprimido se inicia en la casa compresoras de San Antonio con tuberías HDPE de 8"Ø, hasta la estación del pique Huaripampa en el Nv 520 y baja hasta el Nv 820, continuando por el XC1895 hasta la estación 820 del pique Central y baja hasta la estación en el NV 1020.

De la estación en el NV 1020, se tiene una salida de 6"Ø que sigue por el XC 840E, Gal 850E y XC 850 hasta el BP 700E (total: 800 ml), en la intersección con el XC 730 se instaló un pulmón de aire que eleva la presión de 2.8 bares a 6.5 bares, de donde se distribuye para la profundización por la RB 1426 hasta la RP 650 (Nv 1120) y RP 387. Para la profundización de la RP 650 se tiene la instalación de aire comprimido con tubería de 4"Ø (Desarrollos) y las salidas a las labores de preparación con tuberías de 2"Ø (Preparación)

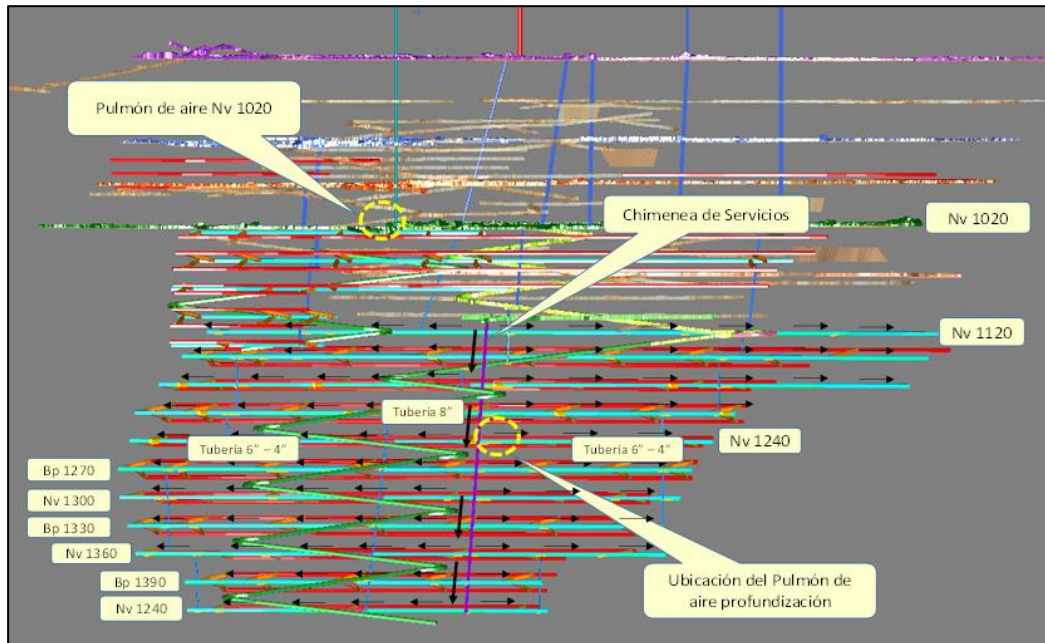
El aire comprimido es utilizado principalmente para el lanzado de shotcrete en las diferentes labores.

Se tiene proyectado en la profundización para el plan a largo plazo, la instalación de un pulmón de aire en el Nv 1240 con el fin de abastecer aire comprimido a la operación.

El pulmón de aire se ubicará cerca de la chimenea de servicios que traerá aire comprimido de los niveles superiores con una tubería de 6" Ø para luego repartirlas hacia las labores que requieran de aire comprimido con tuberías secundarias de 4" y para las labores de desarrollo de 2".

En la Figura se muestra una vista isométrica del circuito de aire comprimido y la ubicación de los pulmones de aire en el Nv 1020 y Nv 1240 que elevaran la presión de 2.8 bares a 6.5 bares.

*Ilustración 20. Vista Isométrica Aire Comprimido PLP - Base*



*Ilustración 21. Pulmón de Aire Interior Mina NV 1020*



## **Sistema de Agua Industrial**

El requerimiento de agua industrial está basado en el consumo promedio de los equipos que utilizan el agua, sumando a ello el consumo en los talleres y el regado de las áreas necesarias para mitigar el polvo en suspensión (frentes de disparados para realizar la limpieza y cumplir con los procedimientos).

La red de distribución está compuesta desde dos reservorios:

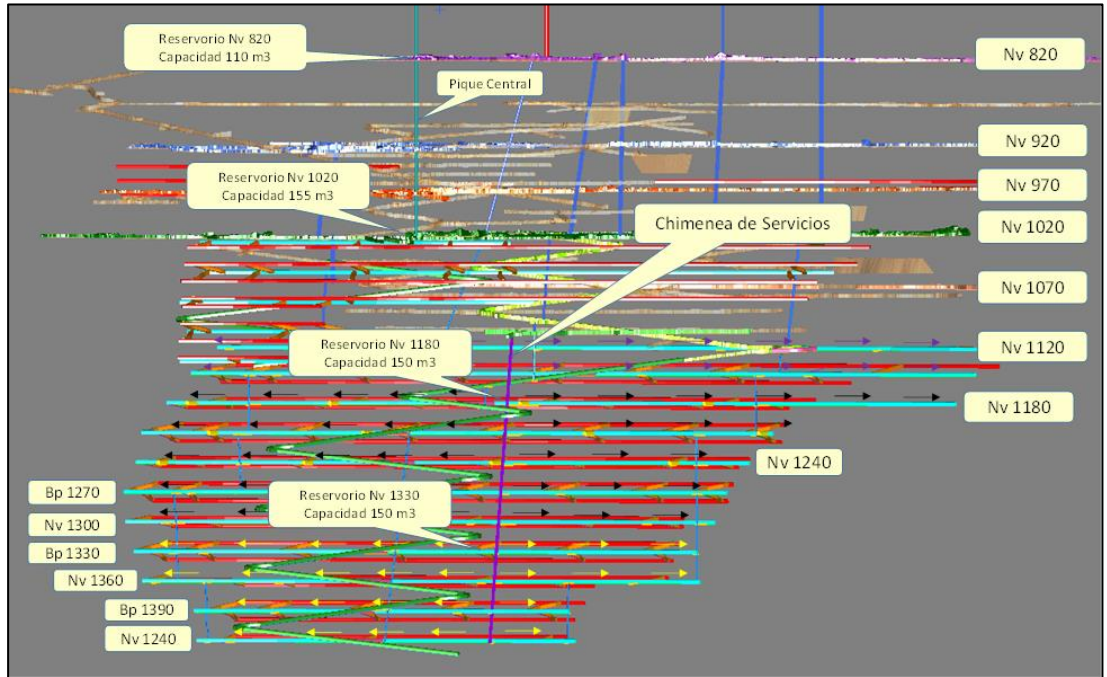
- Reservorio ubicado en el Nv 820 con capacidad de 110m<sup>3</sup>, la cual alimenta a los Nv 920, 970 y 1020 mediante una red de distribución a lo largo del pique central y con salidas en los niveles principales, cruceros y By-Pass utilizando una tubería HDPE de 2"Ø.
- Reservorio ubicado en el Nv 1020, con capacidad de 155 m<sup>3</sup>, la que alimenta a los niveles 1070, 1120 y 1170 la que cubre con suficiencia el requerimiento de los jumbos.

Para el plan a largo plazo se tiene proyectados los siguientes reservorios con el fin de mantener una presión uniforme para la perforación y evitar el deterioro de las tuberías por sobre presión del agua:

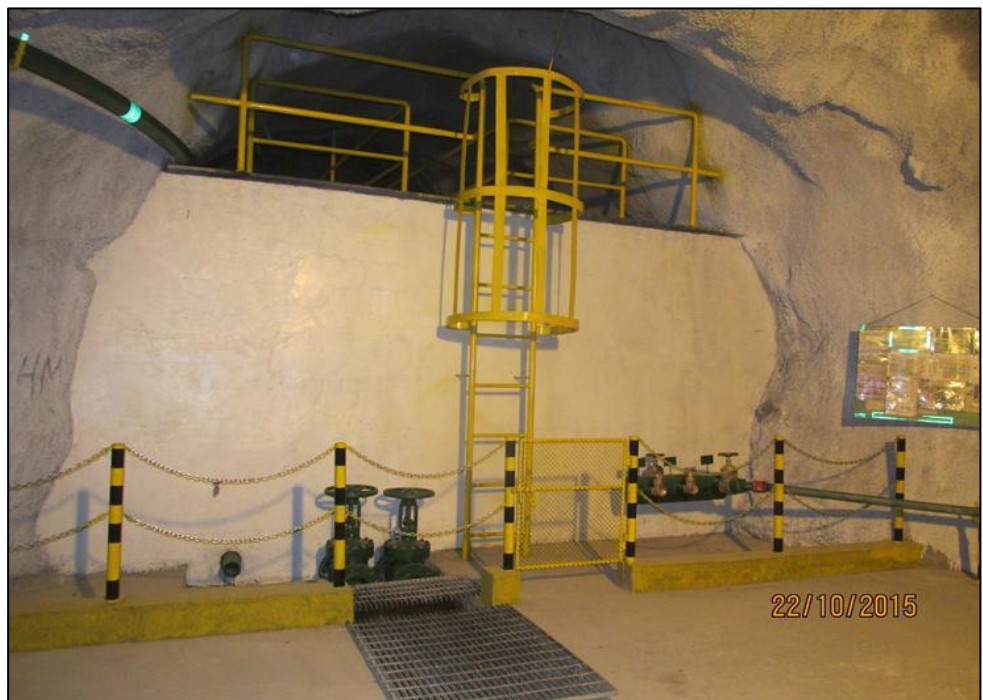
- Proyección del reservorio en el Nv 1180, con una capacidad de 150 m<sup>3</sup>, que alimenta los niveles inferiores Bp 1210, Nv 1240, Bp 1270 y Nv 1300) hasta el Bp 1330.
- Otro reservorio será ubicado en el Bp 1330 con una capacidad de 150m<sup>3</sup> que alimentará los niveles inferiores Nv 1360, Bp 1390 hasta el Nv 1420.

En la Figura se observa una vista isométrica del sistema de agua industrial, donde se apunta la ubicación de los reservorios en los niveles 820, 1020, 1180 y 1330.

***Ilustración 22. Vista Isométrica Sistema de Agua Industrial PLP – Base***



*Ilustración 23. Reservorio de Agua Industrial*



## **Sistema de Energía Eléctrica**

La energía eléctrica para la mina subterránea es suministrada desde la subestación 8400-SE-001, ubicada próxima a la Planta de Relleno en Pasta.

Para la distribución de energía al área de mina, se ha considerado la instalación de ocho (08) subestaciones móviles para el desarrollo y explotación de mina, cuatro (04) subestaciones fijas, dos (02) para el sistema de ventilación y dos (02) para el sistema de drenaje.

La infraestructura eléctrica necesaria para la operación de mina ha sido dimensionada en base a los requerimientos del consumo energético de los sistemas y equipos siguientes:

- Sistema de ventilación principal.
- Sistema de drenaje.
- Equipos eléctricos de producción y desarrollo.
- Sistema de aire comprimido
- Otros equipos auxiliares

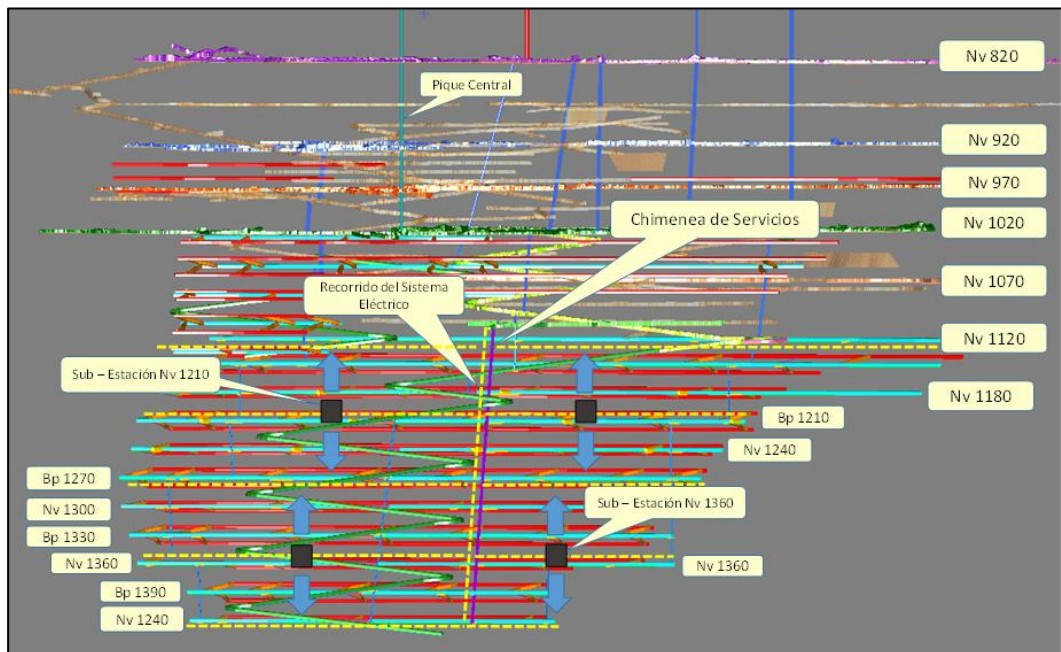
La distribución de la energía eléctrica para la profundización se ha considerado la instalación de (04) subestaciones que estarán distribuidas de la siguiente manera.

- 02 subestaciones ubicadas en el Bp 1210 que servirá para repartir energía a los niveles superiores Nv 1180, Bp 1150, Nv 1120 y en los niveles inferiores Nv 1240 y Bp 1270.
- 02 subestaciones ubicadas en el Nv 1360 que repartirá energía en los niveles superiores Bp 1330 Nv 1300 y en los niveles inferiores Bp 1390 y Nv 1240.

Se observa una vista isométrica del sistema de energía en interior mina con la ubicación de las sub – Estaciones en el Nv 1210 y Nv 1360.



**Ilustración 24. Vista Isométrica Sistema de Energía Eléctrica PLP – Base**



### **Sistema de Relleno**

La mina Carahuacra, inicialmente para el relleno de sus tajos en el Cuerpo Huaripampa, utilizaba el Relleno Hidroneumático, una mezcla de cemento, piedra chancada de ¼”, agua que es impulsada con aire comprimido.

A inicios de la década de los años 90 se inicia el cambio del relleno hidroneumático por relleno hidráulico, utilizando solamente la gravedad como impulso ya que la explotación se profundizaba a los niveles 150, 200, 250 y 300 n ese entonces.

Hasta el año 2012 el R/H fue el más utilizado en los tajos explotados del cuerpo Huaripampa que permitían la explotación por cámaras y pilares. Actualmente se utiliza en la recuperación del cuerpo Huaripampa Nv. 1020.

El relave proveniente de planta Victoria es cicloneado en la relavera Rumichaca y luego transportada con volquetes hasta la planta de relleno ubicada en Huaripampa, haciendo un recorrido de 7 Km aproximadamente; acumulado en la tolva se inicia la preparación con chorros de agua y luego lanzados hacia las

labores por gravedad con tuberías de 4" Ø instaladas por la chimenea 2008, hasta el Nv 970. La densidad es de 1.4 kg/lt en promedio y un caudal de 18 m<sup>3</sup>/hr.

El agua del R/H en interior mina son drenados desde el acceso principal con una bomba de lodos hasta una cámara secundaria y luego de sedimentado los finos el agua se bombea a la cámara principal de bombas ubicada en el Nv 970.

El promedio mensual de relleno hidráulico durante el minado convencional llego hasta 7000 m<sup>3</sup> y actualmente se tiene un promedio de 2800 m<sup>3</sup>.

*Ilustración 25. Tolva de Relave y Preparación de la Pulpa para Lanzado.*



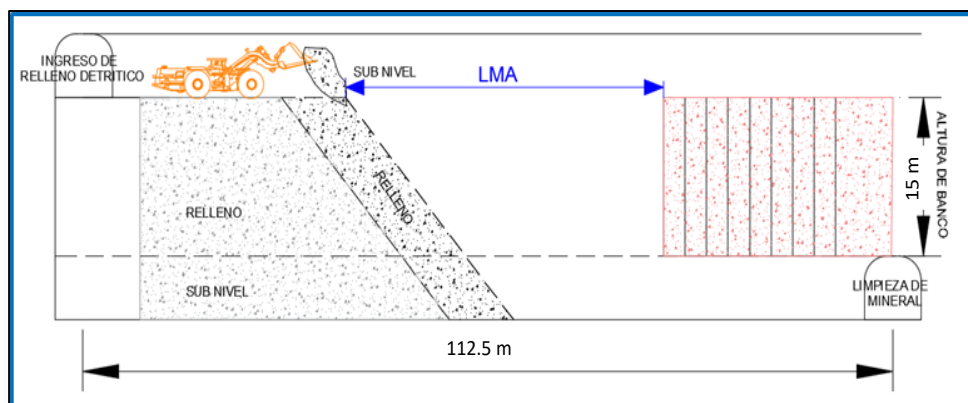
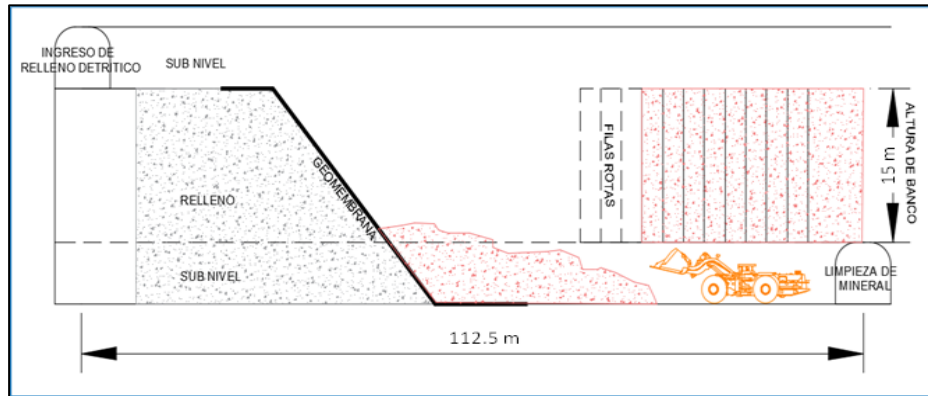
Se aplicará en método Bench and Fill hasta en Nv 1420 que será el nivel más bajo de la profundización.

El relleno será acumulado en las cámaras de acumulación ubicadas en cada By-Pass con una separación entre cada cámara de 165 m. con fin de distribuir en relleno en cada bloque de producción de 112.5 m.

Cuando se alcance la limpieza del mineral roto, la máxima abertura permitida en los tajos de taladros largos, se procede inmediatamente al proceso de relleno con desmonte con ayuda de equipos de bajo perfil proveniente de las labores de desarrollo y preparación para que el material genere un ángulo de

reposo de 50°, se debe tener en cuenta hacer una berma de seguridad para evitar que el equipo ceda en la plataforma de descarga.

*Ilustración 26. Método Bench and Fill Relleno Detritico*



### **Cámara de Refugio**

Las cámaras de refugio para emergencias son sistemas de seguridad autónomos, diseñados para proporcionar refugio inmediato y aire respirable en situaciones en que se deteriora la calidad de aire en el entorno de trabajo. Las mismas están destinadas para funcionar como alternativas cuando el escape no es posible.

Las cámaras de refugio constan de una estructura metálica que tiene dimensiones de 4.4 m longitud ancho de 2.2 y altura de 2.2, está construida con

policarbonato laminado ignifugo y resistente a impactos, el Aire que dispone la cámara es para 12 personas por 72 horas.

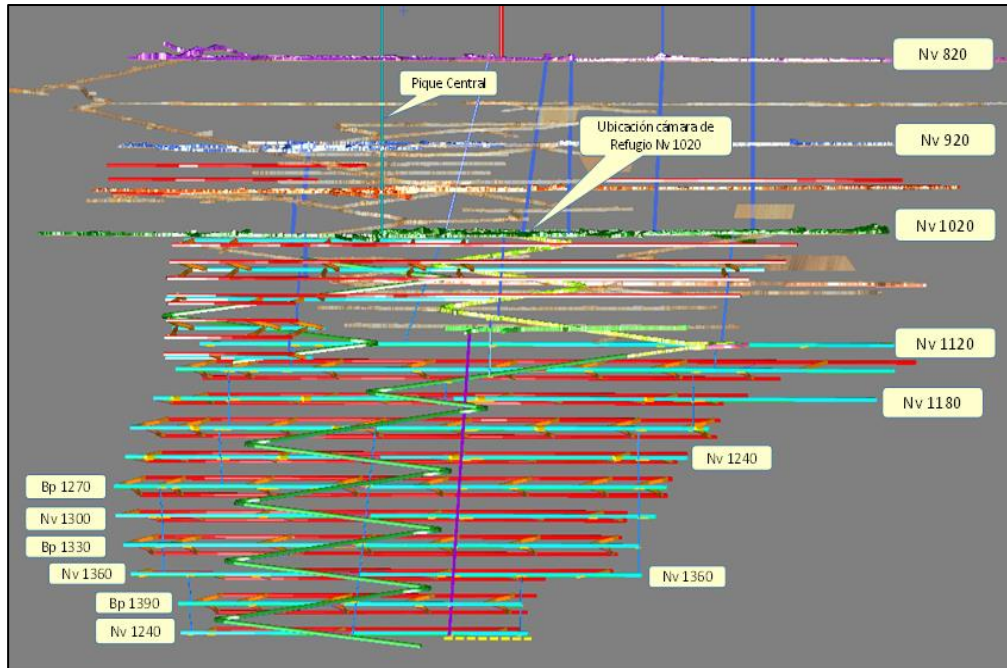
Consta de monitoreo atmosférico que permite la visualización en video del interior de la cámara hacia un punto de control ubicado en superficie.

La cámara de refugio se ubica en el Nv 1020 el cual consta de los siguientes componentes:

- Elemento separador de agua
- Elemento Coalescente (Eliminación de aceite)
- Elemento de carbón (Eliminación de olores y sabores)
- Silenciador, mofle, regulador preestablecido
- Tubería galvanizada BSP
- Válvula de retención de 50 mm (2plg)
- Derivación T en el sistema Airlock para proporcionar el sistema de aire de purgado
- Elemento secante para eliminar humedad.

Se observa una vista isométrica con la ubicación de la cámara de refugio en el Nv 1020.

**Ilustración 27. Vista Isométrica Ubicación Cámara de Refugio PLP - Base.**



**Flota de equipos**

La flota de equipos se muestra en las tablas.

**Tabla 20. Flota de Equipos por Producción.**

Descripción	Unidad	Valor
Simba taladros largos	und	2
Scoop 6yd3	und	4
Volquetes (10 m3)	und	7
Dumper	und	2

**Ilustración 28. Cámara De Refugio NV 1020**



**Tabla 21** Flota de Equipos por Avance

Descripción	Unidad	Valor
Jumbo de un brazo	und	5
Sccop de 6yd3	und	5
Empernador	und	3
Desatador	und	2
Robot lanzador	und	1
Mixer	und	3
Volquete	und	5
Camioneta	und	2
Camión	und	2

### Fuerza laboral

El personal se ha dividido por áreas, se presentan en la Tablas.

**Tabla 21.** Personal por Labores de Avance.

Descripción	Unidad	Valor
Operador Jumbo	und	5
Ayudante Jumbero	und	5
Operador Scoop	und	5
Operador Empernador	und	3
Ayudante Empernador	und	3
Operador Desatador	und	2
Ayudante Desatador	und	2
Operador Robot lanzador	und	1
Ayudante Robot lanzador	und	1
Operador Mixer (4 m3)	und	3
Operador Volquetes (10 m3)	und	5
Maestro Cargador	und	1
Ayudante Cargador	und	2
<b>TOTAL</b>	und	38

por guardia

**Tabla 22. Personal por Labores de Producción.**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	
Operador Simba taladros largos	und	2	
Ayudante Simba taladros largos	und	2	
Operador Scoop	und	4	
Operador de Dumper	und	2	
Operador Volquetes (10 m3)	und	7	
Maestro Cargador	und	4	
Ayudante Cargador	und	4	
<b>TOTAL</b>	und	25	por guardia

### **Ventilación**

#### **Descripción del Sistema de ventilación**

Para el sistema de ventilación de la mina Carahuacra el flujo de aire fresco ingresa a través de 5 accesos (Túnel Victoria Nv 820, Piquen Principal, Chimenea 1945, Pique Huaripampa y por la Rampa 387) y el aire viciado evacua a superficie por 2 chimeneas Raise Bore (Rb 847 y Rb 823). El sentido que recorre del aire es de Oeste a Este.

La distribución del aire fresco para la mina se describe de la siguiente manera:

- Para el encausamiento del aire fresco del Nv 820 hacia el Nv 870 se utiliza el Pique Inclinado que capta aire proveniente del túnel Victoria y del Pique Principal.
- En el Nv 820 se encuentra la Rb 590 con una longitud de 199m con un diámetro de 3m que capta aire proveniente del túnel Victoria, Pique Principal, Pique Huaripampa y la Ch 1945. La distribución de aire fresco llega al Nv 1020.

- En el Nv 820 se ubica la Rb 1426 con una longitud de 198m con un diámetro de 3.66m capta aire proveniente del túnel Victoria, Pique Principal, Pique Huaripampa y Ch 1945. La distribución de aire fresco es hacia el Nv 1020.
- En el Nv 820 se ubica el Pique Central con una longitud de 200m, capta aire proveniente del túnel Victoria, Pique Huaripampa y la Ch 1945. La distribución de aire fresco llega al Nv 1020
- La rampa 387 proviene de la zona Lidia de la mina San Cristóbal, distribuye aire hacia los niveles 920, 970 y 1020. Esta rampa conecta con la Rpa 716 que en causa el aire a la Rpa 650, donde se distribuye hacia los niveles 1070 y 1120.

El encauzamiento del aire viciado para la mina se describe de la siguiente manera:

- El aire viciado es extraído por la Rb 823, que tiene un diámetro de 3.66m y una longitud de 740 m en dos tramos. El primer tramo va del Nv 1120 hacia el Nv 1020 y tiene una longitud de 128m. El segundo tramo va del Nv 1020 hacia superficie y tiene una longitud de 612m, donde están instalados dos ventiladores de 150,000 y 110,000 CFM.

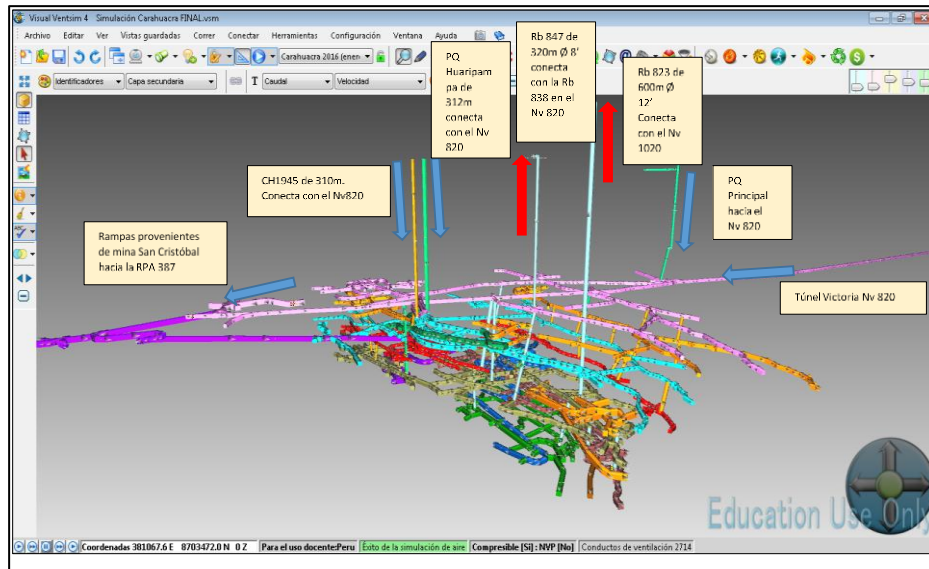
El aire viciado es extraído por la Rb 847, que tiene un diámetro de 2.44m y una longitud de 320m. Este tramo va del Nv 820 hacia superficie, donde se tiene instalado un ventilador de 60,000 CFM, este Rb capta el aire viciado proveniente del Rb 838, que va del Nv 1020 hacia el Nv 820 en una longitud de 230m

- El aire viciado es extraído por la Rb 847, que tiene un diámetro de 2.44m y una longitud de 320m. Este tramo va del Nv 820 hacia superficie, donde se tiene instalado un ventilador de 60,000 CFM, este Rb capta el aire viciado



proveniente del Rb 838, que va del Nv 1020 hacia el Nv 820 en una longitud de 230m.

*Ilustración 29. Disposición Espacial de la Mina Carahuacra.*



## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### Estrategia de Desarrollo y Preparación

#### Mantenimiento

El Área de Mantenimiento está dividida en el Taller de Mantenimiento Mina y el Taller de Mantenimiento de locomotoras. El objetivo del área es realizar reparaciones y mantenimientos preventivos programados de tal forma que las operaciones se desarrollen de manera fluida, sin perder el ciclo de minado y producción.

Los responsables del Taller de Mantenimiento Mina se encargan de las reparaciones de las bombas estacionarias, el winche Rexnord, la planta Betonmac, los chutes y parrillas, los equipos pesados y la casa compresora San Antonio.

Los responsables del Taller de Mantenimiento de Locomotoras se encargan del mantenimiento preventivo y las reparaciones correctivas de 6 locomotoras eléctricas, 5 coches de personal y 70 carros metaleros.

En el Taller de Mantenimiento de Locomotoras, se cuenta con las siguientes áreas y recursos que facilitan los trabajos diarios de mantenimientos preventivos programados y reparaciones correctivas:

- Zanja de mantenimiento de locomotoras: Zona donde se ejecutan los trabajos de mantenimiento preventivos y reparaciones de las locomotoras, facilita para trabajos por la parte inferior, por ejemplo, las inspecciones de los frenos, amortiguadores, instalaciones eléctricas y otros.
- Zonas de mantenimiento de Carros Metaleros: dicha zona se encuentra techada, para facilitar los trabajos en temporadas de lluvias.
- Taller de Soldadura: contamos con máquinas de soldar, equipos de oxicorte, mesas de trabajo, biombos, la línea de rieles que permiten el ingreso de las locomotoras, carros metaleros o coches de personal para ejecutar reparaciones por soldadura.
- Puente Grúa de 16-Tn: Con un tecele eléctrico de Capacidad de 16Tn, Que facilitan los servicios de mantenimiento de locomotoras, carros metaleros, coches de personal y otros servicios que estén dentro de su capacidad.
- Compresor de Aire: generador de aire, que facilita los servicios de mantenimiento, como engrases, limpiezas, pulverizados de rodamientos, válvulas, bombas hidráulicas neumáticas y otros trabajos menores como pintado de componentes.

En el Taller de Mantenimiento se cuenta con las siguientes áreas y recursos que facilitan los trabajos diarios de mantenimiento preventivo programado y reparaciones:

- Taller de Reparación de Bombas Estacionarias: Un Tecele de 2.5-Tn que facilita a las maniobras de desmontaje y montajes, inspección y reparaciones de las bombas estacionarias verticales de Marcas Hidrostral (modelos 14GM-5, 12GH-3, 12GH-9 y 12GH-6), KSB (modelo WKL-125/5) y GIW (modelo LSA 8x10)
- Winche Rexnord: Mantto de jaulas, pruebas de leonas, engrases de los cables L/jaula y contrapeso, cambios de cables, mantto a poleas y chumaceras, mantto a casa winches, cambios de lubricantes en sistemas de frenos, caja reductora y Trabajos correctivos en las estructuras del pique.
- Planta Betonmac: Se realizan trabajos de mantto preventivos programadas y correctivos todos los domingos de 5:00 a 8:30-hras, dicha planta abastece de Shotcrete a las Minas SC y CAR.
- Chutes y Parrillas: Se ejecutan reparaciones programadas y correctivas como: reparaciones de estructuras en la compuerta, bases y laterales de chutes, mantto del sistema hidráulico, manddo de pistones de compuerta, etc. Parrillas: cambios y reforzamientos de vigas, fabricación de parrillas nuevas.
- Equipo pesado Huaripampa:
  - Taller de Equipo Pesado: Se realizan Mantto programadas preventivos a toda la flota de equipos Trakcles de interior mina SC/CAR también a la línea de equipos de mantto de vías.
  - Casa Compresora San Antonio: Se realizan trabajos de mantto preventivos programados y correctivos a las compresoras.

- Indicadores de mantenimiento

**Tabla 23. Indicadores de Mantenimiento**

	Disponibilidad mecánica (%)	MTTR	MTBF	US\$/h	US\$/h Mantto
<b>Desatador</b>	80.17	9.10	25.70	127.45	53.26
<b>Dumper</b>	80.11	15.80	36.80	67.35	32.69
<b>Empernador</b>	84.09	5.40	11.80	89.85	54.13
<b>Jumbo</b>	89.40	5.30	18.20	100.43	77.33
<b>Simba</b>	83.45	4.30	9.80	79.97	85.10
<b>Scoop 6.3 yd3</b>	89.26	9.50	93.20	89.81	57.81

Los indicadores de mantenimiento de los principales equipos de la mina se muestran en la Tabla 11.1. Los indicadores de disponibilidad mecánica, MTTR (Mean time to repair), MTBS (Mean time between failure) y US\$/h son importantes para controlar la performance de los equipos.

### **Energía.**

La fuente de alimentación de energía de la Mina Carahuacra y la Planta Victoria nace en la Sub Estación Principal Pomacocha. Ésta transforma la energía eléctrica que es obtenida del sistema eléctrico interconectado nacional (SEIN) y la reduce de 200 KV a 50 KV. La Sub Estación Principal Pomacocha a su vez transfiere la energía eléctrica de 50 KV a las sub estaciones San Antonio y San Cristóbal. Desde la Sub Estación San Antonio y a través de la línea de 1.53 km, se transfieren 50 KV hacia la Sub Estación Mina Carahuacra a través de la cual se da un proceso de transformación de 50 KV a 2.4 KV. Esta línea de 2.4 KV es la fuente de alimentación de todos los procesos que necesiten energía en la mina Carahuacra. Asimismo, desde la Sub Estación Mina Carahuacra nace una línea hacia la Sub Estación Planta Victoria. En esta última se da un proceso de transformación de energía de 50 KV a 4.16 KV la cual es utilizada como fuente de alimentación de todos los procesos de la planta Victoria.

#### Consumo y costo de energía<sup>4</sup>

**Tabla 24. Requerimiento de Potencia y Energía**

Requerimientos	Potencia (kW)	Energía (kWh)	Factor de potencia (ad)
<b>Mina Carahuacra</b>	2,842	1,482,565	0.900
<b>Planta Victoria</b>	5,766	4,170,084	0.968

En la Mina Carahuacra la potencia utilizada asciende a 2,482 kW, el consumo de energía activa en hora punta presupuestada a 233,449 kWh y el consumo de energía activa en hora fuera de punta a 1,249,116 kWh.

En la Planta Victoria la potencia utilizada asciende a 5,766 kW, el consumo de energía activa en hora punta presupuestada a 732,097 kWh y el consumo de energía activa en hora fuera de punta a 3,437,987 kWh.

El costo unitario de la potencia es de 14.52 US\$/kW, el costo unitario de la energía activa en hora punta es de 4.71 cUS\$/kWh y el costo de la energía activa en hora fuera de punta es de 4.33 cUS\$/kWh. Asimismo, el costo unitario expresado en US\$/t asciende a 5.20.

**Tabla 25. Consumo y Costos de Energía Utilizada**

Proceso	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Unidad	Costo Total
<b>Mina Carahuacra</b>	Potencia Contratada	2,842	kW	14.52	US\$/kW	41,267
<b>Mina Carahuacra</b>	Energía Activa Hora Punta	233,449	kWh	4.71	cUS\$/kWh	1,099,352
<b>Mina Carahuacra</b>	Energía Activa Hora Fuera de Punta	1,249,116	kWh	4.33	cUS\$/kWh	5,414,605
<b>Planta Victoria</b>	Potencia Contratada	5,766	kW	14.52	US\$/kW	83,722
<b>Planta Victoria</b>	Energía Activa Hora Punta	732,097	kWh	4.71	cUS\$/kWh	3,447,567
<b>Planta Victoria</b>	Energía Activa Hora Fuera de Punta	3,437,987	kWh	4.33	cUS\$/kWh	14,902,813
<b>TOTAL</b>						<b>24,989,326</b>

- Factor de uso

La potencia máxima contratada en la Mina Carahuacra es de 3,000 kW y por tanto la energía máxima disponible en el mes asciende a 2 232,000

kWh. Esto significa que existe un factor de uso del 66% de la energía disponible (1 482,565 / 2 232,000).

La potencia máxima contratada en la Planta Victoria es de 9,596 kW y por tanto la energía máxima disponible en el mes asciende a 7 139,424 kWh. Esto significa que existe un factor de uso del 58% de la energía disponible (4 170,084 / 7 139,424).

- **Factor de Potencia**

El factor de potencia es un valor que nos indica el grado de energía reactiva generada. Este factor es calculado con la energía activa utilizada y la energía reactiva consecuente utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{Factor de potencia} = \cos\left(\text{atan}\left(\frac{\text{Energía reactiva}}{\text{Energía activa}}\right)\right)$$

Un factor de potencia bajo, para una misma potencia, indica una mayor demanda de corriente y viceversa. Los factores de potencia cercanos a uno son los más óptimos.

El factor de potencia en la Sub Estación Mina Carahuacra es de 0.900 y en la Sub Estación Planta Victoria de 0.968, valores cercanos a 1 y por tanto óptimos.

### **Costos Operativos – OPEX PLP - Base**

Los costos operativos están estructurados por los costos de producción de mina y planta, que representan los costos variables ya que dependen directamente del tonelaje extraído o tratado; también se tiene costos fijos que incluye costos de mina, planta y administrativos. Para la proyección del planeamiento largo plazo base (2016-2022) se sacó los costos operativos variables y fijos del año 2015 con su respectivo tonelaje extraído y tratamiento, con estos datos se sacó un

promedio ponderado anual, para el costo variable se tiene 27.67 US\$/t para el año 2016 el cual aumenta anualmente a razón de 0.36 US\$/t por motivo del costo de transporte aumenta con razón la mina sigue profundizando hasta el año 2019 , luego de ese año el costo de transporte ya no impacta en el variable porque entraría en producción la otra estructura (M.L) que se encuentra en los niveles superiores pero el costo variable aumenta porque las preparaciones aumentan un 30 % lo que genera un mayor costo operativo y costo fijo se tiene US\$ 16 298,856 anualmente constante desde el periodo del 2016 hasta 2021 y el 2022 disminuye al monto de US\$ 13 598,378 porque en el este año solo se trabajara 10 meses. Se Explicará el procesamiento del cálculo de los costos de operación, de la siguiente manera:

Se tiene los costos de operación, variables y fijos, del año 2015 disgregado por meses las cuales se muestra a continuación en las siguientes tablas:

**Tabla 26. Costo Fijo (2015)**

Descripción	Áreas	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
Fijos US\$	MINA	685,750	512,812	619,738	652,102	697,291	650,307	684,778	740,918	710,616	711,653	666,424
	PLANTA	106,749	101,126	156,789	116,106	142,128	133,216	138,087	140,280	145,578	182,137	164,981
	ADMINISTRACION	505,729	528,889	509,540	551,982	575,262	486,107	514,766	538,096	624,160	619,842	614,099

**Tabla 27. Costo Variable (2015)**

Descripción	Áreas	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
Variables US\$	MINA	884,079	925,137	1,004,739	1,162,816	1,282,720	1,224,209	1,216,891	1,207,809	1,159,594	1,267,490	1,233,548
	PLANTA	291,497	256,993	303,233	349,441	332,937	328,263	330,751	358,338	356,480	411,946	382,929

**Tabla 28. Costo Total (2015)**

Descripción	Áreas	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
Mina Carahuacra US\$	MINA	1,569,829	1,437,949	1,624,477	1,814,918	1,980,011	1,874,516	1,901,670	1,948,727	1,870,210	1,979,143	1,899,972
	PLANTA	398,246	358,119	460,022	465,547	475,066	461,479	468,838	498,618	502,058	594,083	547,910
	ADMINISTRACION	505,729	528,889	509,540	551,982	575,262	486,107	514,766	538,096	624,160	619,842	614,099

**Tabla 29. Porcentaje Entre Costos Variables y Fijos (2015)**

Descripción	Áreas	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15
Variable / Fijo	VARIABLE%	48%	51%	50%	53%	53%	55%	54%	52%	51%	52%	53%
	FIJO%	52%	49%	50%	47%	47%	45%	46%	48%	49%	48%	47%

### Costo Fijo

Para el mes de diciembre, para calcular los costos fijos se pondero todos los costos mensuales hasta noviembre con su respectivo tonelaje mensual, se obtuvo la siguiente tabla:

**Tabla 30. Costo Fijo Noviembre (2017)**

Descripción	Áreas	nov-15
FIJO (US\$)	MINA	671,540
	PLANTA	141,722
	ADMINISTRACION	557,285

Con este nuevo valor, se calculó el costo fijo anual 2015 que nos ayudara a proyectar el costo fijo para los siguientes años del plan a largo plazo de mina Carahuacra, es el siguiente resultado:

**Tabla 31. Costo Fijo Promedio Anual (2017)**

Descripción	Áreas	2,015
FIJO (US\$)	MINA	8,003,931
	PLANTA	1,668,899
	ADMINISTRACION	6,625,757

Como se observa en la siguiente Tabla 13.7 se tiene un decrecimiento en la producción en el año 2022 esto nos indica que las reservas se agotan antes que se acabe el año 2022, el cual influencia en los costos fijos, estos cálculos se demuestran a continuación:

Se tiene en el 2022, una producción de 609 060 toneladas a una producción diaria de 2000 toneladas, se obtiene 305 días de producción, como se



tiene los costos fijos anuales, se divide entre el número de días por año y se obtiene lo siguiente:

**Tabla 32. Costo Fijo por Dia**

Descripción	Áreas	Por día
<b>FIJO (US\$)</b>	<b>MINA</b>	21,929
	<b>PLANTA</b>	4,572
	<b>ADMINISTRACION</b>	18,153

Se multiplico estos valores por los 305 días que va tener de producción el año 2022, se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 33. Costo Fijo 2022**

Descripción	Áreas	2022
<b>FIJO (US\$)</b>	<b>MINA</b>	6,677,909
	<b>PLANTA</b>	1,392,410
	<b>ADMINISTRACION</b>	5,528,059

En resumen, se tiene el siguiente resumen de costos fijos para la proyección de la mina Carahuacra desde el 2016 hasta el 2022, se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 34. Costo Fijo (2016 – 2022).**

Descripción	Áreas	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022
<b>Fijos US\$</b>	<b>MINA</b>	8,003,931	8,003,931	8,003,931	8,003,931	8,003,931	8,003,931	6,677,909
	<b>PLANTA</b>	1,668,899	1,668,899	1,668,899	1,668,899	1,668,899	1,668,899	1,392,410
	<b>ADMINISTRACION</b>	6,625,757	6,625,757	6,625,757	6,625,757	6,625,757	6,625,757	5,528,059

**Costo Variable**

Los costos Variables anuales 2105, que nos servirá como costo base para los siguientes años del plan a largo plazo, este incremental es por el costo de transporte en interior mina porque a razón que la mina va profundizando tiene un aumento en la tarifa de transporte de mineral, todos estos cálculos se muestran a continuación:

Tabla 35. Costo Variable Promedio Anual (2015)

Descripción	Áreas	2,015
VARIABLE(US\$/t)	MINA	21.37
	PLANTA	6.30

El incremento por costo de transporte se demuestra a continuación:

Tabla 36. Demostración del Incremental de Transporte

Incremental del costo de transporte para PLP Base ( 2016-2022)			
0.59	=	x	
100		170	
	x =	1.003	
Incremental		$\Delta = 0.0059$	por cada metr
	para 60 m.	0.35	
Nivel	Dif. Vertical	Tarifa US\$	$\Delta$ incremento
1,070		2.35	
1,120		2.58	0.23
1,170	100	2.94	0.36
1,240	170	3.35	0.35

### Costos de Inversión – CAPEX PLP - Base

Basaremos el análisis de los gastos de capital en los requerimientos necesarios que den sostenimiento a la operación. La inflación no está incluida en las proyecciones y el tipo de cambio se mantiene.

Los Gastos de Capital mostrados en la Tabla 14.1, incluyen todas las inversiones en desarrollos de mina, en equipos y en infraestructura necesaria tanto en mina, en campamentos, en planta como en relaveras para mantener la continuidad de la operación.

**Tabla 37. Capex Por Grupo Carahuacra PLP - Base**

GRUPO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total	%
EXPLORACION LOCAL	250	250	250	250	184	104	0	1,288	2.0%
DESARROLLO	4,625	4,921	4,489	4,144	2,913	2,679	0	23,772	37.5%
GESTION HUMANA	15	365	15	15	15	15	0	440	0.7%
MEDIO AMBIENTE - CL	105	250	1,250	1,000	0	0	0	2,605	4.1%
PLAN DE CIERRE	893	411	207	45	0	0	0	1,555	2.5%
MINA	2,727	2,353	4,148	905	4,300	1,063	0	15,497	24.5%
ENERGIA	132	0	250	0	250	0	0	632	1.0%
PLANTA	328	605	0	0	0	0	0	932	1.5%
RELAVERA	2,104	3,787	1,530	2,104	2,869	3,634	0	16,027	25.3%
TALLER	120	0	500	0	0	0	0	620	1.0%
<b>TOTAL CAPEX</b>	<b>11,298</b>	<b>12,942</b>	<b>12,639</b>	<b>8,463</b>	<b>10,531</b>	<b>7,495</b>	<b>0</b>	<b>63,368</b>	

Un total de US\$ 66,368 millones se han presupuestado para los próximos 7 años que es el periodo de vida de la mina con el fin de construir nueva infraestructura y mantener las instalaciones de la mina para sostener la operación. Los gastos de capital se dividen grupos que para el caso de Carahuacra son 10, estos grupos a su vez son reclasificados en 3 categorías con el fin de que esa data ingrese al modelo de contribución de la mina. En la Tabla 14.2 se muestra el detalle del CAPEX PLP – Base.

### **Desarrollo**

Representa el 36% del total de la inversión cuyo monto presupuestado es de US\$ 23.8 millones. El Desarrollo incluye las labores horizontales, rampas y verticales (RBs) que dotaran a la mina de infraestructura necesaria requerida para poder llevar a cabo los planes de minado.

### **Relavera**

Representa el 24% del total de las inversiones y cuyo monto presupuestado es de US\$ 16.1 millones que considera el recrecimiento del dique de la relavera Rumichaca hasta la cota 4224 así como también incluye un presupuesto para el inicio de los estudios de ampliación y el inicio del dique de

la relavera a la cota 4270 la cual nos daría una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 30 años.

### **Mina**

Representa el 23% del total de las inversiones y cuyo monto presupuestado es de US\$ 15.5 millones que incluye el reemplazo de los equipos que requiere la mina para su operación, incluye también un presupuesto para los sistemas principales de bombeo en donde se contemplan dos estaciones más durante la vida de la mina que se construirían a medida que vamos profundizando en la mina, estas estaciones estarían siendo situadas en el nivel 1240 y en el 1360, incluye también el presupuesto de una RB y 2 ventiladores de 150,000 CFM para poder coberturar el aire que es requerido y de esta manera no tener problemas de ventilación en la operación a medida que vamos profundizando.

### **Otros**

El porcentaje restante de las inversiones está distribuido en Exploraciones Locales las cuales solo incluyen las perforaciones de Infill Drilling que están destinadas a recategorizar los recursos que deben entrar en los planes de los próximos años, Gestión Humana que tienen como objetivo el adecuado mantenimiento de los campamentos y de las oficinas, Medio Ambiente y Plan de cierre que considera la ampliación de la planta de tratamiento de aguas de mina, la estabilización físico química de la desmontera Carahuacra y el presupuesto para el cierre progresivo de la mina cuyo compromiso está declarado ante el ministerio, Energía, que considera la construcción e implementación de 2 subestaciones en Mina, Planta, que considera celdas OK-50 y un filtro prensa que ayude a un mejor manejo de la humedad de los concentrados, Taller, que considera la construcción de un taller en el nivel 1240 que servirá para realizar

los mantenimientos requeridos a los equipos sin tener que desplazarlos desde el nivel 1420 hasta el nivel 1020 que es donde se encuentra el actual taller.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

La prueba de hipótesis se realiza de acuerdo a la variable independiente y dependiente, que fueron expuestas, por lo cual se acepta la hipótesis:

**Si ejecutamos el Plan de desarrollo minero mejorara la producción en la Mina Carahuacra.**

Así mismo determinar la correcta profundización del plan de desarrollo minero en la Mina Carahuacra.

- **H0:** Ejecutar el Plan **logra** el desarrollo minero, no contribuye a mejorar la producción en la Mina Carahuacra.
- **H1:** Ejecutar el Plan **logra** el desarrollo minero, contribuye a mejorar la producción en la Mina Carahuacra

#### **4.4. Discusión de resultados**

El PLP Base, considera explotar el total de los Recursos Económicos del yacimiento Cararhuacra en siete años a partir del 2016 hasta el 2022, a una tasa de 2,000 tpd. El Plan de Minado es como sigue: los primeros cuatro años se explota la veta Mary con una secuencia descendente hasta terminar los recursos, para luego explotar en los tres años restantes la veta Maria Luisa-ML y mineral de Cuerpos, Mantos y Otras Vetas de menor tonelaje.

Los recursos minerales estimados en la Mina Carahuacra al 31 de junio de 2015 ascienden a 1 670,309 tn de mineral medido con leyes de 8.04% de Zn, 0.57% de Pb, 0.06% de Cu y 2.45oz/t de Ag, 1 710,426 tn de mineral indicado con leyes de 7.45% de Zn, 0.54% de Pb, 0.07% de Cu y 2.61oz/t de Ag y 3

522,768 tn de mineral inferido con leyes de 6.21% de Zn, 0.62% de Pb, 0.13% de Cu y 2.55oz/t de Ag.

En la veta Mary, el costo de transporte del mineral al pocket 300, se incrementa a razón de US\$/t 0,38 por cada 60 m de profundización a partir del nivel 1120. Actualmente el costo de transporte del nivel 1120 al pocket 300 es de US\$/t 2,5. Para el 2019 se estima llegar al nivel 1420, alcanzando los 600m de desnivel y 5 Km de distancia vía rampa con respecto al nivel 820, nivel de acopio del mineral.

Para la Planta Victoria, para los siguientes años planeados (2016-2022) , se tiene un aporte de producción de San Cristóbal (60%) y Carahuacra (40%) , con respecto a Carahuacra se tiene un tratamiento total de 4 930,446 tn con las siguientes leyes de cabeza: 5.73% de Zn, 0.38% de Pb, 0.08% de Cu y 1.95 de Oz Ag; con respecto al tratamiento, se tiene proyectado las siguientes recuperaciones: 91.94% en Zn, 91.60% en Pb, 19.15% en Cu y 81.37% en Ag; generando los siguientes finos: 259,584 tmf en Zn, 15,388 tmf en Pb, 785 tmf en Cu y 7 806,127 Oz en Ag.

Los Gastos de capital de mantenimiento, tienen el fin de mejorar las instalaciones de la mina, la planta, relavera, campamentos y así asegurar la continuidad y sostenibilidad de la operación minera. MONTO: US\$K. 63,368.

## CONCLUSIONES

- Los recursos minerales, medidos e indicados, estimados en la Mina Carahuacra provienen de tres tipos de estructuras: Vetas, mantos y cuerpos. De dichos tipos de estructuras, las vetas representan un 69.38% con 2 371,435 tn, los cuerpos un 15.62% con 533,729 tn y los mantos un 15.00% con 512,870 tn
- Asimismo, los recursos minerales inferidos en vetas representan un 73.58% con 2 591,941 tn, en cuerpos un 8.02% con 282,536 tn y en mantos un 18.40% con 648,292 tn.
- Las reservas minerales estimadas en la Mina Carahuacra provienen de tres tipos de estructuras: Vetas, mantos y cuerpos. De dichos tipos de estructuras, las vetas representan un 82.03% con 2 169,397 tn, los cuerpos un 12.08% con 319,439 tn y los mantos un 5.89% con 155,808 tn.
- Los recursos minerales que se transformaron en reservas minerales ascienden a 2 053,262 tn, de los cuales 919,715 tn son recursos medidos y 1 133,547 tn son recursos indicados. Ello representa el 55% y el 66% del recurso medido e indicado respectivamente.
- Existe una variación total del 10.8 % entre las reservas probadas y probables (2 644,644 tn) y el mineral económico explotable probado y probable (2 359,373 tn).
- Existe una variación del 8.4 % entre las reservas probadas (1 197,178 tn) y el mineral medido económico explotable (1 090,750 tn).
- Existe una variación del 12.7 % entre las reservas probables (1 453,466 tn) y el mineral indicado económico explotable (1 268,623 tn).

- La estrategia de explotación contempla el avance de la explotación de los niveles inferiores a los superiores, para el mejor aprovechamiento de la gravedad en el proceso de extracción de mineral, también para generar espacios que serán rellenados con los escombros productos de los desarrollos y preparaciones sobre roca estéril.
- El diseño contempla la separación entre los subniveles cada 19m a una altura de banco de 15m, tomando las recomendaciones geológicas y geomecánicas para el mejor control de la dilución y las inflexiones de la estructura mineralizada durante la perforación de los taladros de producción.
- Con respecto a los concentrados, se tiene la siguiente producción: 494,466 tn en Zn, 35,306 tn en Pb y 4,606 tn en Cu, se concluye que la producción de concentrados en Carahuacra es netamente de Zinc porque representa el 92 % del total de concentrados.
- Con respecto a los costos de planta se proyecta, para la vida de la mina, lo siguiente: costo fijo: US\$ 1 668,899 y Costo Variable: US\$ 4 605,282, el costo total es de US\$ 6 274,181 en el cual costo variable representa el 73% y costo fijo representa el 27 % del costo total.
- La operación cubrirá la necesidad de aire requerida en la mina con la construcción de una RaiseBore e instalación de 02 ventiladores de 150,000 CFM. MONTO US\$K. 960. En reemplazo de equipos en la operación minera de acuerdo al cumplimiento de la vida útil de cada uno de los equipos. MONTO US\$K. 6,530.



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar campañas de perforación para incrementar la certeza de los recursos inferidos. Los recursos inferidos que son utilizados para el plan a largo plazo debido a que superaron todos los factores modificadores representan el 45% del total de recursos inferidos disponibles. Ello demuestra un gran potencial del recurso inferido, el cual podría pasar de una denominación de "mineral económico explotable" a otra de "reserva mineral" con el incremento de la certeza geológica del mismo
- Realizar un Estudio Hidrogeológico de la mina Carahuacra para descartar la incertidumbre de los caudales en los niveles inferiores del 1120 al nivel 1420, altura de desnivel de 300m.
- Reevaluar el estudio de repotenciación del Pique Central como alternativa para reducir costos de transporte de mineral de la mina Carahuacra.
- Realizar una reevaluación del sistema de aire comprimido con la finalidad de optimizar el consumo y demás recursos en la red instalada.
- Optimizar los costos de operación, mediante estudios de tiempo para maximizar el uso del equipo, a fin de reducir costos, que permitan enfrentar posibles caídas de precios, y para obtener mejores resultados.
- Optimizar la estrategia de ley de corte por cada sector y métodos de explotación. Con la finalidad de maximizar el Valor Presente Neto (VPN).
- Evaluar el diseño de mina, reduciendo accesos y evitando labores con gradientes negativas con el fin reducir el costo de bombeo.
- La cantidad de recursos que deben de ser recategorizados debería ser mayor en los primeros años con el fin de poder tener una mayor cantidad de recursos

económicamente explotables confirmados para los planes de explotación de largo plazo que permitirán tener una mejor certeza de lo que se explotara.

- Los estudios necesarios para la relavera deben de realizarse entre los años 2018 y 2019 ya que la línea de tiempo no permitiría retrasos debido a que esto ocasionaría que no tengamos capacidad en el depósito de relaves en los últimos años.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajelabi, A. Tang, Y. (2010). The adoption of benchmarking principles for Project management performance improvement. *International journal of managing public sector information and communication technologies*. Volume 1 No.2.
- Alkaraan, F. Northcott, D. (2006). Strategic capital investment decision-making: A role for emergent analysis tools? A study of practice in large UK manufacturing companies. *The British Accounting Review*, volume 38, 149- 173.
- CASTRO, G. Diccionario minero. Otros Mundos. [En línea] 06 de 10 de 2012. [http://www.otrosmundoschiapas.org/docs/escaramujo/escaramujo626\\_diccionario\\_minero.pdf](http://www.otrosmundoschiapas.org/docs/escaramujo/escaramujo626_diccionario_minero.pdf).
- 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.
- Flores, N. (2014). Plan de Minado de la Mina Karin (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Gonzales, T. (2010). Diseño de Minas a Tajo Abierto (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Guevara, J. (2017). Propuestas de un Plan de Minado para Mejorar la Productividad en la Cantera el Gavilán, al Sur este de la Ciudad de Cajamarca, 2017 (Tesis de Pregrado). Universidad a las peruanas, Puno, Perú.
- Hernández, R., & Fernández, C., y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. Mexico: (Quinta Edición), ed. McGRAW-HILL, Best Seller, Mexico D.F, pp 1-613.

- HOSCHSCHILD MINIG S.A. Unidad Minera de Pallancata. Lima: Compañía Ares afiliada a Hoschschild Minig S.A., 2017.
- Huisa, C. (2006). Planeamiento Operacional de Minado y utilización de software. Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/280805944/192246284-planeamiento-Operacional-de-Minado-Ppt>
- JIMÉNEZ, M. Planificación, Plan, Programa, Proyecto. 2013.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS Anuario Minero 2017. Lima: Dirección de Promoción Minera, 2017.
- 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.
- 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.
- REYES, A. Administración de Empresas. Teoría y práctica 1ª parte. Caracas : Limusa S.A., 2002.
- SÁNCHEZ, H. Y REYES, C. Metodología y diseños en la investigación científica. Lima : Editorial Vision Universitaria, 2009.
- SPELUCÍN, A. Desarrollo del Plan de Minado para el Proyecto Conga. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería de Minas, 2017.
- VARGAS, M. Modelo de planificación de corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla. Santiago: Universidad de Chile, 2011.
- ¿Cómo ejecutar el Plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra?

# **ANEXOS**

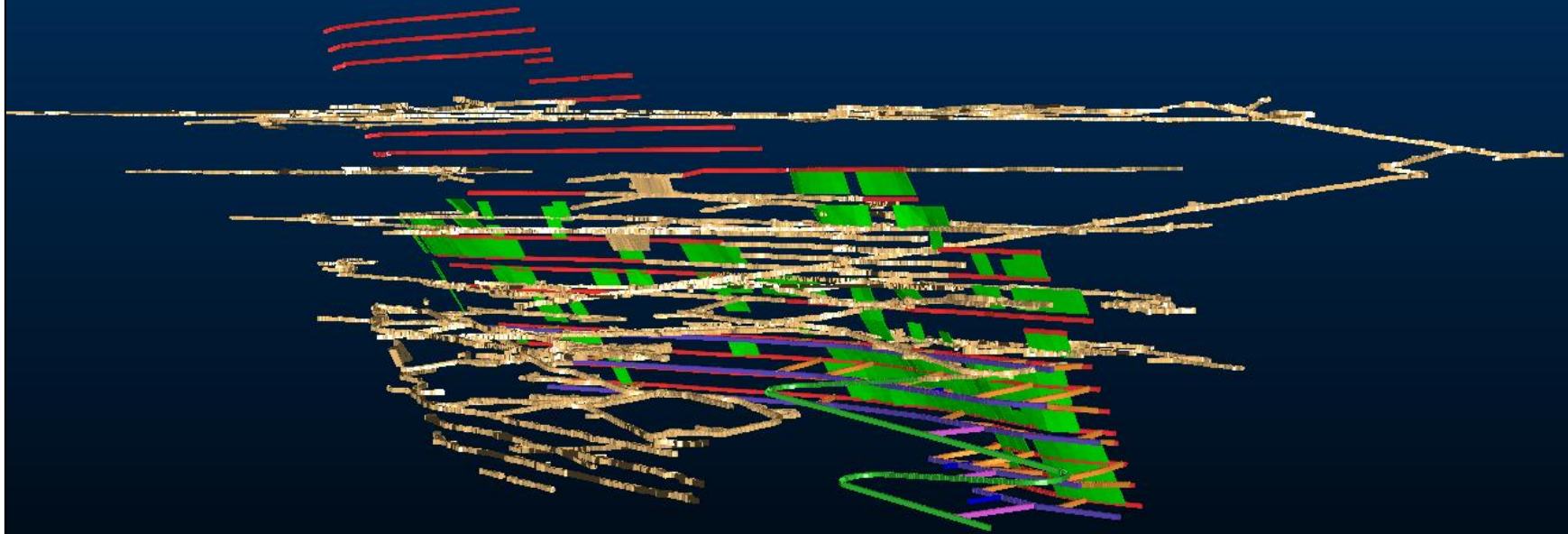
*Anexo 1. Matriz de Consistencia*

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>						
<b>TÍTULO: “PLAN DE DESARROLLO MINERO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN EN LA MINA CARAHUACRA”.</b>						
<b>Tesista: Ángel Clinton PAUCAR TADEO</b>						
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b>
<p><b>GENERAL:</b> ¿Cómo ejecutar el Plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra?</p> <p><b>ESPECÍFICOS:</b> a. ¿Como valuamos el plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra? b.¿De qué manera gestionamos el Plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra?</p>	<p><b>GENERAL:</b> Ejecutar el Plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra</p> <p><b>ESPECÍFICOS:</b> a. Valuar del plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra. b. Gestionar el Plan de desarrollo minero para mejorar la producción en la Mina Carahuacra.</p>	<p><b>GENERAL</b> Si ejecutamos el Plan de desarrollo minero mejorara la producción en la Mina Carahuacra.</p> <p><b>ESPECÍFICOS:</b> a. Si valuamos el plan de desarrollo minero mejorara la producción en la Mina Carahuacra. b. Si gestionamos el plan de desarrollo minero mejoraremos la producción en la Mina Carahuacra.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE:</b> Plan de desarrollo minero</p> <p><b>DEPENDIENTE:</b> Mejorar la producción</p> <p><b>INTERVINIENTES</b> :</p> <p>Mina Carahuacra</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión y desarrollo corporativo.</li> <li>- Planeamiento Integral.</li> <li>- Procesó de explotación y desarrollo.</li> <li>- Áreas de ejecución</li> <li>- Seguridad.</li> <li>- Costos.</li> </ul>	<p>Gestión Minera.</p> <p>Planeamiento Minero.</p> <p>Proceso de producción.</p> <p>Método de explotación.</p> <p>Seguridad.</p> <p>Costos</p>	<p><b>TIPO:</b> Aplicativo.</p> <p><b>NIVEL:</b> Evaluativa.</p>

*Anexo 2. Secuenciamiento de mina – 2021*

VETA MARIA LUISA

Año 2021



*Anexo 3. Vista Isométrica Ubicación Cámara de Refugio PLP - Base.*

