

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



**T E S I S**

**Caracterización del método de explotación, para establecer la secuencia de  
minado en el proyecto Huallanca – Compañía minera Santa Luisa S.A.**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Jean Henry ANGULO HUAMANI**

**Asesor:**

**Mg. Nieves Oswaldo GORA TUFINO**

**Cerro de Pasco – Perú – 2023**

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



**T E S I S**

**Caracterización del método de explotación, para establecer la secuencia de  
minado en el proyecto Huallanca – Compañía minera Santa Luisa S.A.**

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

---

**Mg. Vicente Cesar DAVILA CORDOVA**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Silvestre Fabian BENAVIDES CHAGUA**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Julio Cesar SANTIAGO RIVERA**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a mi padre por todo el apoyo incondicional que siempre me brinda, a mi madre por confiar siempre en mí y nunca rendirse conmigo, a mis abuelos que brindan todo su amor y cariño y a mis hermanos que están conmigo pase lo que pase.

## **AGRADECIMIENTO**

A los ilustres docentes ingenieros de la grandiosa facultad de ingeniería de minas quienes nos educan y brindan sus conocimientos para poder convertirnos en grandes profesionales.

## RESUMEN

En el Proyecto Huallanca, con el Recurso minable incluido el inferido finalmente calculada, se diseña el plan minero, meto de explotación y secuencia del minado, y se define la ubicación de los principales componentes de la operación minera: Planta Concentradora, en la parte alta entre las quebradas tributarias a la quebrada manuherrero cota 4537, Bocamina de extracción cota 4500 ubicada en la ladera de la quebrada del mismo nombre, así como también la cancha de relave en la parte baja de la quebrada, Bocamina de servicios ubicada en la parte alta de la carretera de acceso al campamento e instalaciones cota 4520, Bocamina de ventilación cota 4540 y Bocamina de drenaje ubicada al sureste de la mina, en la ladera de la quebrada tributaria a la quebrada principal de Casacancha cota 4315. Suministro de energía eléctrica desde la subestación de Huallanca, Agua industrial obtenida del dique de aforo del depósito de relaves.

El método de explotación seleccionado y que más se ajusta a los parámetro geomecánicos es el *Sub level longitudinal*, con relleno en pasta cementado para su aplicación en el 70% del yacimiento, las dimensiones resultantes de los tajeos es de 15 metros de ancho por 30 metros de alto y 55 metros de longitud. La estrategia de explotación diseñada 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 del mineral y también para generar espacios que serán rellenos con los escombros producto de los desarrollos en los niveles superiores. Así también en el diseño se determina la separación entre los subniveles cada 30mts, tomando las recomendaciones del estudio geotécnico y básicamente para el mejor control de la dilución y las inflexiones de la estructura mineralizada durante la perforación de los taladros de producción.

Bajo estas condiciones la rentabilidad del proyecto, resulta negativa marginalmente para el caso base (Solo Reserva Probada + probable). Sin el desarrollo

del estudio del Proyecto ha permitido mostrar el gran potencial del yacimiento y su forma geométrica favorable para la aplicación de métodos masivos de explotación, altamente mecanizados y de bajo costo.

**Palabra Clave:** Método de Explotación, Secuencia de Minado.

## ABSTRACT

In the Huallanca Project, with the Movable Resource including the lower one finally calculated, the mining plan, exploitation method and mining sequence are designed, and the location of the main components of the mining operation is defined: Concentrator Plant, in the upper part between the tributary streams to the Manuherrero creek level 4537, Extraction entrance level 4500 located on the slope of the creek of the same name, as well as the tailings dump in the lower part of the creek, Service entrance located in the upper part from the access road to the camp and facilities level 4520, ventilation entrance level 4540 and drainage entrance located to the southeast of the mine, on the slope of the tributary ravine to the main Casacancha ravine level 4315. Electric power supply from the Huallanca substation, Industrial water obtained from the tailings deposit gauging dam.

The exploitation method selected and that best suits the geomechanical parameters is the longitudinal Sub level, with cemented paste fill for application in 70% of the deposit, the remaining dimensions of the stopes is 15 meters wide by 30 meters high and 55 meters long. The designed exploitation strategy contemplates the advance of the exploitation of the lower levels to the upper ones, for the best use of gravity in the mineral extraction process and also to generate spaces that will be filled with the rubble resulting from the developments in the superior levels. Likewise, in the design, the separation between the sublevels is determined every 30 meters, recommendations taking those of the geotechnical study and basically for the best control of the dilution and the inflections of the mineralized structure during the drilling of the production holes.

Under these conditions, the profitability of the project is marginally negative for the base case (Only Proven Reserve + probable). Without the development of the Project, it has allowed to show the great potential of the deposit and its favorable geometric shape

for the application of massive exploitation study methods, highly mechanized and low cost.

**Key Word:** Exploitation Method, Mining Sequence.

## INTRODUCCIÓN

El Proyecto Huallanca está ubicado a 451 Km al NE de la ciudad de Lima, en el departamento de Ancash, Provincia de Bolognesi, distrito de Huallanca; su topografía es variada, de pendientes suaves en las partes bajas y abruptas en la zona de la cordillera Chaupijanca, con altitudes que varían entre 3800 a 5175 msnm; el clima es típico de puna. Litológicamente en el área del Proyecto afloran rocas sedimentarias cretácicas de las formaciones Carhuaz, Farrat, Pariahuanca, Pariatambo y Jumasha, siendo esta secuencia intruida por el Stock Atalaya (diques y sills félsicos de edad miocénica (6.1 – 7.8 m.a.), en dos eventos principales de intrusión, que han formado en el contacto con las calizas, cuerpos de Skarn con mineralización polimetálica de Zn, Pb, Ag y Cu en un ambiente mesotermal e hidrotermal. La mineralización económica principalmente se encuentra en el Skarn de la Formación Pariahuanca y Jumasha, formando cuerpos semimasivos de sulfuros. Estructuralmente la zona se encuentra fuertemente plegada y disturbada con un lineamiento estructural NW-SE con la presencia de anticlinales y sinclinal resultado de un fuerte tectonismo e intrusiones. El Proyecto de Atalaya se considera como un yacimiento tipo Reemplazamiento Metasomático en rocas carbonatadas (Skarn), y se encuentra ubicado dentro de la franja de Skarn de Pb-Zn-Cu-Ag. El Proyecto actualmente se encuentra en etapa intermedia de exploración, habiéndose perforado 81 sondajes diamantinos (25 840.90 m) en el lado este del Stock (Minas Punta). De los 81 sondajes, solo 49, han intervenido en la Estimación de Recursos Minerales realizado por Compañía Minera Santa Luisa.

## **INDICE**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN**

**INDICE**

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

1.1.	Identificación y determinación del Problema.....	1
1.2.	Delimitación de la Investigación .....	2
1.2.1.	Ubicación y accesibilidad.....	2
1.2.2.	Reseña Histórica.....	2
1.2.3.	Geología General.....	3
1.2.4.	Geología local.....	3
1.2.5.	Geología Regional .....	4
1.2.6.	Geología Estructural.....	4
1.3.	Formulación del Problema .....	6
1.3.1.	Problema General .....	6
1.3.2.	Problemas Específicos.....	6
1.4.	Formulación de Objetivos .....	6

1.4.1. Objetivo General .....	6
1.4.2. Objetivos Específicos .....	7
1.5. Justificación de la investigación.....	7
1.6. Limitaciones de la Investigación .....	7

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

2.1. Antecedentes de Estudio.....	8
2.2. Bases Teóricas - Científicas. ....	11
2.2.1. Selección del Método de Explotación .....	11
2.2.2. Clasificación de los Métodos Mineros. ....	13
2.2.3. Clasificación por las necesidades de Sostenimiento. ....	14
2.2.2. Sistemas Tecnológicos más empleados en cada método.....	17
2.3. Definición de Términos .....	19
2.4. Formulación de Hipótesis.....	22
2.4.1. Hipótesis General .....	22
2.4.2 Hipótesis Específicos.....	23
2.5. Identificación de las Variables .....	23
2.5.1. Variable Independiente:.....	23
2.5.2. Variable Dependiente: .....	23
2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores.....	24

## **CAPITULO III**

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

3.1.	Tipo de Investigación .....	25
3.2.	Nivel de la Investigación.....	26
3.3.	Métodos de la Investigación.....	26
3.4.	Diseño de la Investigación.....	26
3.5.	Población y Muestras .....	26
	3.5.1. Población .....	26
	3.5.2. Muestra .....	26
3.6.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	27
	3.6.1. Técnicas .....	27
	3.6.2. Instrumentos. ....	27
3.7.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos. ....	28
3.8.	Tratamiento Estadístico de Datos.....	28
3.9.	Orientación Ética filosófica y epistémica.....	29

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

4.1.	Descripción del Trabajo de Campo.....	30
	4.1.1. Criterios de Diseño Minero .....	30
	4.1.2. Impacto Medio Ambiental y Sensibilidad Social del Entorno .....	30
	4.1.3. Naturaleza (Génesis) de la Estructura Mineralizada .....	31
	4.1.4. Aspectos Geotécnicos (Competencia del Mineral y Roca Encajonantes) 31	

4.1.5. Dimensión y Geometría del Depósito Mineralizado .....	32
4.1.6. Profundización y Zonamiento Mineral.....	32
4.1.7. Hidrogeología y Secuencia Estratigráfica .....	33
4.1.8. Reservas y Ley del Mineral.....	33
4.1.9. Recuperación de Reserva y Dilución .....	33
4.1.10. Blending y Comportamiento Metalúrgico .....	33
4.1.11. Extracción de Mineral y Desmonte.....	34
4.1.12. Capacidad de los Equipos de Producción .....	34
4.1.13. Consideraciones Económicas.....	35
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	35
4.2.1. Selección del Método de Explotación .....	35
4.2.2. Aspectos Geológicos .....	35
4.2.3. Aspectos Geotécnicos.....	37
4.3. Prueba de Hipótesis .....	43
4.4. Discusión de Resultados.....	43
4.4.1. Plan de Secuencia de Minado y Desarrollo Minero .....	43
4.4.2. Estimado de Reserva Mineral.....	44
4.4.2.1. Resumen de los Recursos Medido Indicados.....	45
4.4.2.2. Balance Metalúrgico Proyectado .....	46
4.4.2.3. Ley Equivalente y Cut Off .....	46
4.4.3. Calculo de la Reserva Mineral .....	47

4.4.4. Estimación de la Reserva Minable .....	48
-----------------------------------------------	----

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ANEXOS**

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

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

En todo proyecto minero se debe de determinar el método de explotación que se tiene que aplicar, para conseguir una adecuada secuencia del minado, esta caracterización del método nos permitirá una apropiada secuencia de la explotación de las diferentes zonas del proyecto Huallanca de la Cía. Minera Santa Luisa S.A.

La principal mineralización se establece en el Skarn de la Formación Pariahuanca y Jumasha, formando cuerpos de sulfuro de semi bloques. Estructuralmente, debido al tectónismo, el área estaba fuertemente perturbada, con estructuras NW-SE, anticlinales y sinclinales. El proyecto se considera un depósito de reemplazo metamórfico en roca carbonatada (Skarn), ubicado en el cinturón Skarn de Pb-Zn-Cu-Ag.

La Compañía Minera Santa Luisa y mantendrán sus recursos en las posibles reservas probadas para asegurar el futuro de la mina.

Por lo que se requiere aplicar en el proyecto Huallanca, un Método de Explotación adecuado que permita la explotación de los minerales sin ocasionar altas diluciones y se garantice un conveniente proceso de producción.

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

### **1.2.1. Ubicación y accesibilidad**

El proyecto Huallanca lo ubicamos a 451 km al noreste de Lima, en el Distrito de Huallanca, Provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash, en las elevaciones de 8 889 121 N y 282 628 E, entre 3800 y 5175 msnm. En el pueblo de Chiuruco está en terrenos comunitarios.

Al Proyecto Huallanca, se toma la carretera Panamericana a LimaPativilca hasta llegar a Conococha, luego la vía Antamina, se ingresa al estado de Huallanca y luego el Km. 18 maneras. A 4 km de Pallca, que es la carretera del Proyecto Huallanca al final.

### **1.2.2. Reseña Histórica**

MITSUI MINING & MELTING CO realizó el primer estudio geológico. limitado. Japonés en 1961. En 1964, la CIA. Minera Santa Luisa SA continuó sistemáticamente la expedición y luego inició la explotación.

Cabe señalar que su explotación se inició con un promedio de 500 ton/día (junio de 1968), y fue revelando de forma gradual y sistemática las principales características geológicas mineras del yacimiento, alcanzando un volumen de explotación promedio de 1.100 ton/día.

C.M. Santa Luisa es una empresa privada especializada en la exploración, extracción y procesamiento de minerales como zinc y plomo para obtener concentrados de plata y cobre como productos secundarios. Existen tres unidades de actividad económica: RECUERDO, LUISA SANTA, BERLIN (PALCA), las

dos primeras en la Empresa Minera Huanzalá. Las unidades económicamente activas utilizan métodos de sobrecorte y relleno con virutas. varían en zonas específicas dependiendo de las propiedades del mineral, ejecutando al perforación y voladura en BREASTING, AVANCE (si no está disponible), y REALCE (taladros largos).

### **1.2.3. Geología General**

Según la Litología el área del Proyecto surge rocas cretácicas de las formaciones Carhuaz, Farrat, Pariahuanca, Pariatambo y Jumasha, El Atalaya Stock es una presa del Mioceno y un umbral de metal, que se forma en contacto con la piedra caliza en dos grandes eventos ígneos separados. Esta área tiene mineralización polimetálica de zinc, plomo, plata y cobre en aguas hidrotermales calientes, formando ambientes de mesoescala. El Proyecto Atalaya es un depósito metasomático alternativo ubicado en roca carbonatada (conocida como skarn), dentro del cinturón de skarn de Pb-Zn-CuAg. Esta región estuvo sujeta a fuertes plegamientos y deformaciones, causados por el Stock intrusivo de Atalaya (alféizar y presa de metal), combinado con los pliegues cercanos causados por la actividad tectónica intrusiva.

### **1.2.4. Geología local**

El entorno geológico del proyecto incluye calizas nodulares y/o concrecionales, Limolita negra y lutita de las formaciones Pariahuanca, Pariambo y Jumasha; Estos estratos son del Mesozoico. Presenta pliegues paralelos y apretados, stocks, diques, soleras de diorita y pórfido de cuarzo feldespató (Qz-Fpt) en la línea tectónica N 325 de la Cordillera Chupijanca o Shicra Shicra, parte del sistema tectónico andino.

Esta cadena fue interrumpida por dos grandes eventos de intrusión. La primera fase de eventos de diorita se manifestó como reservas y diques, causando metamorfismo periférico, manifestado como procesos debilitados de marmolización, recristalización, silicificación, kongfuss y skarnización. Finalmente, un segundo evento intrusivo asociado con la mineralización es la presencia de diques y salientes que contienen componentes de pórfido Qz-Fpto.pto

### **1.2.5. Geología Regional**

En esta región la estructura está plegada por la línea NW-SE y está severamente perturbada por la presencia de anticlinales y sinclinales como resultado de fuertes interferencias y perturbaciones tectónicas. Por el lado de los minerales, el depósito Atalaya está alojado en el margen Pb-Zn-Cu-Ag del skarn. En el Plan Atalaya, las unidades litológicas Anticlinal de Rutuna y Sinclinal de Azulcocha se formaron por plegamiento. Las que tienen un rumbo NE-SW que produce un esfuerzo de compresión en dirección NE-SW. Estos esfuerzos de compresión causan cabalgamientos inversos NW-SW y fallas y fracturas NE-SW y E-W. El anticlinal de Rutuna es asimétrico, con una inclinación de 50° en el lado SO y 20° en el lado NE, su ubicación en el eje es al este del cerro Minas Punta afectado por fallas de EW.

El eje del sincronismo de Azulcocha puede estar en la cuenca Accopuquio entre las regiones de Atalaya y Santa Clara.

### **1.2.6. Geología Estructural**

Hay 2 sistemas de fallas de rumbo de N 10° a 20° E y uno de N 70° a 80° E. Hay un corrimiento llamado "Falla Inferior" invertida y fallas paralelas al sur, en el lado negativo recuerdo aquellas que tienen un buen impacto en la

concentración económica del mineral porque actúan como canal y a la vez como Trampa. El pórfido de cuarzo ha recortado y/o intruido las fallas

Se ha considerado la génesis del proyecto, es producto de una piritización y escarnización reemplazando a la hidrotermal, provocando un reordenamiento para una posterior sustitución de profundidad de iones metálicos ocasionada por el constante reemplazo en caliza bien espaciada (Formación Santa) en relación a una granodiorita se manifiestamente extrusiva es el pórfido de cuarzo asociado a vetas y soleras de la misma (no se excluye la representación sin genética con epigenética).

#### **1.2.7. Mineralización**

Los minerales alojados en el Proyecto Huallanca incluyen óxidos, carbonatos y sulfuros. En cuanto a los óxidos, destacamos la presencia de limonita y hematites. La limonita se encuentra en la mayor parte de la Formación Pariatambo, como capas de óxido que cubren las vetas y como parte de las alteraciones del relleno de fracturas. La hematita se puede ver en la parte norte de los lagos Rutuna y Papipacocha, generalmente en un área bastante amplia, junto con algunos trabajos antiguos.

La calcita y la rodocrosita están presentes en los carbonatos. Se encuentra calcita para rellenar grietas; y en algunas partes de la zona norte también junto con galena y esfalerita. En cuanto a los sulfuros, se encuentran la galena, la esfalerita, la pirita y la pirrotita.

#### **Revisión de Mineralización**

La Inspección de la mineralización está tutelado por el control mineralógico, estructural y litológico.

En la inspección mineralógico, se cuenta con la existencia de granates en especificas zonas de skarn, en la que se considera la existencia del Pb y Zn las que se encuentra un tanto alejadas, adentro del endoskarn.

En el control rocoso, las calizas intercaladas con pizarras y hornfels, de la Formación Pariatambo, crean cuerpos pequeños de mineralización, actuando los hornfels como capas impenetrables que impiden que los fluidos mineralizados sustituyan parte de la caliza. Las formaciones Jumasha y Pariahuanca, por mostrar cadenas de calizas homogéneas, pueden ser remplazadas metasomáticamente. La existencia de rocas intrusivas, en unión con rocas sedimentarias, condujo a la formación de cuerpos minerales en algunos lugares.

### **1.3. Formulación del Problema**

#### **1.3.1. Problema General**

¿Cómo efectuar la caracterización del método de explotación, en el Proyecto Huallanca – Compañía Minera Santa Luisa S.A.?

#### **1.3.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Cómo establecer la secuencia de minado, en el Proyecto Huallanca – Compañía Minera Santa Luisa S.A.?
- b) ¿De qué modo comprobar los parámetros de explotación para el Proyecto Huallanca – Compañía Minera Santa Luisa S.A.?

### **1.4. Formulación de Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Efectuar la caracterización del método de explotación, en el Proyecto Huallanca – Compañía Minera Santa Luisa S.A.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

a) Establecer la secuencia de minado, en el Proyecto Huallanca – Compañía Minera Santa Luisa S.A.

b) Comprobar los parámetros de explotación para el Proyecto Huallanca Compañía Minera Santa Luisa S.A.

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

En toda empresa minera se establece la aplicación de un apropiado método de explotación, mediante el cual se garantice un conveniente proceso de producción del proyecto, así mismo se asumirán una adecuada secuencia de minado y comprobaremos los parámetros de explotación en el proyecto Huallanca - Compañía Minera Santa Luisa S.A.

#### **1.6. Limitaciones de la Investigación**

En todo proceso de explotación se tiene diferentes tipos de limitaciones como lo es por ejemplo el tipo de roca, los equipos, etc., los cuales se van solucionando durante el proceso. La Empresa Minera Santa Luisa S.A., no es ajena a las limitaciones que se tienen por lo que va facilitando lo requerido, instaurando un ambiente adecuado de trabajo.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de Estudio**

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

**Huaynalay, M. (2017)**, de la Universidad Continental desarrolla su tesis “Implementación del Método de Explotación “Sublevel Stoping” En El Cuerpo Santa Rosa De Minera Raura”. Llega a las siguientes conclusiones:

1. El cuerpo de Santa Rosa está compuesto de múltiples metales, incluidos cobre, plata, zinc y plomo. El cuerpo sufrió metasomatismo de contacto, convirtiéndolo en un cuerpo tipo skarn.
2. Este estudio permite realizar evaluaciones geológicas, geomecánicas y sus respectivos trade-offs para la evaluación tecnoeconómica del cuerpo Santa Rosa y su aplicación del método de recuperación por etapas.
3. De acuerdo con los parámetros geomecánicos, se recomienda adoptar el método de minería seccional, se recomienda que el rebaje tenga 8 m de ancho, 45 m de largo y 19 m de alto.

4. Las cajas (superior e inferior) muestran inestabilidad moderada con probabilidad de deslizamiento  $< 0,5$  m (ELOS). Esta probabilidad puede aumentar debido al tiempo de exposición por llenado tardío. En estas dimensiones, el TJ658 en la carrocería de Santa Rosa es estable, con una probabilidad de 0,25 m de espacio libre en la caja debido a la holgura en el espacio vacío.
5. Los cálculos de corte para métodos de extracción de perforación larga (dilución del 12 al 18 %, recuperación del 82 al 85 %) a tasas de producción de 3000 tpd generan costos operativos de \$25 a \$41/t, 7,1 a 8,1 % de zinc equivalente.
6. Los márgenes de utilidad bruta del método de corte y relleno, el método de relleno de plataforma y el método de sub-tope son de US\$368MM, US\$435MM y US\$595MM respectivamente.
7. Debido a las condiciones geológicas, geomecánicas, geometalúrgicas y económicas, el método de minado utilizado en la planificación tipo LOM de la Compañía Minera Raura será la perforación larga.

**Gutiérrez, L. (2016)**, De La Pontifica Universidad Católica Del Perú, Presenta Su Tesis “Proyecto de Aplicación del Método de Explotación Sub Level Stopping en el Tajo 420-380 en Mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa”. Demuestra en su conclusión lo siguiente:

➤ Desde el punto de vista geomecánico, el método de tope segmentado con refuerzo de cable de anclaje es el método más adecuado para la minería en tajos de 420- 380, ya que asegura la estabilidad de las cajas de piso y techo que rodean el mineral. Con base en la evaluación económica, el NPV para el

método de preparación Cablebolt es de \$23,172,138, que es un 17 % más alto que el método de corte y relleno

➤ Considere comprar el equipo necesario para instalar correctamente los pernos de los cables, dentro del costo del método del orificio segmentado. Se trata de mezcladoras de cemento con una capacidad de 3 a 5 pies cúbicos y una Atlas Copco Cabletec LC. El costo total para ambos equipos es de \$510,000.

➤ Para realizar la explotación segmentada del Tajo en los tajos 420-380, la veta de mineral se divide en 8 slabs con unas dimensiones de 6 metros de ancho, 100 metros de largo y 10 metros de profundidad.

➤ El valor del mineral calculado por el método de corte y relleno es ligeramente superior al obtenido por el método de corte seccional en un 5,2%. Sin embargo, el costo de desarrollo usando el método Cortar y Rellenar es 11.57% más alto que el de Sublevel Tapping. Al comparar los dos resultados utilizando el flujo de caja, ganamos la primacía de Sublevel Tapping por ancla.

➤ La vida útil del proyecto minero seccional es de 9 meses, incluyendo la preparación del túnel.

➤ La cantidad de onzas producidas por Tajeo por el método de Subniveles es de 13968 onzas de oro por mes. Esta cantidad es solo un 6,14% inferior a la producción combinada de las 12 minas propiedad de Mina Chipmo (14.882 onzas de oro/mes).

## **b) Antecedentes internacionales**

**Castro, Y, (2017)**, de la Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo sustenta su trabajo “Optimización de la Producción Mediante la Aplicación del Método de Explotación Open Stopping, Compañía Minera A.C. Agregados S.A.C. - Año 2017”. Concluye en:

- 1) Se optimizará la producción si aplicamos el método de explotación Open Stopping, en la compañía minera A.C. Agregados S.A.C. - AÑO 2017.
- 2) Se ha verificado que el método de minería a cielo abierto es aplicable a los factores geológicos y geomecánicos de EE. UU. Reciclado de Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

## **2.2. Bases Teóricas - Científicas.**

### **2.2.1. Selección del Método de Explotación**

En la minería subterránea, la elección del método de extracción adecuado depende de la forma y el tamaño del yacimiento, el valor de los minerales que contiene, la composición, estabilidad y resistencia del macizo rocoso, así como los requisitos de operación y las condiciones de seguridad. trabajo (los aspectos son a veces casi incompatibles). Si bien la tecnología minera ha mejorado con el tiempo y cada mina es única, cada mina está comprometida con un entorno de trabajo seguro y operaciones rentables.

Los indicadores clave de la minería subterránea, como la producción neta, la eficiencia, el costo de extracción, la pérdida de mineral, el adelgazamiento del mineral y el rendimiento financiero final, dependen de su selección y aplicación. método de extracción correcto. El objetivo más importante del método de minería es obtener menores costos de minería y por lo tanto mayores beneficios económicos. Sin embargo, la selección del método no puede basarse únicamente en estos criterios.

Características importantes a la hora de elegir un método de desarrollo son también las limitaciones del macizo y de la mina circundante en términos de trabajo y seguridad de la explotación, explotación, eficiencia y limitaciones en la finura del mineral. Por lo tanto, la elección del método depende de muchos factores importantes. Estos factores se pueden dividir en tres grupos principales:

- Factores geológicos y mineros tales como condiciones del fondo, la parte superior y el techo, el espesor de la capa o del sedimento, la forma, el ángulo de inmersión, el ángulo de inmersión, la profundidad del subsuelo, la distribución del gradiente, la calidad del recurso, etc.
- Factores de tecnología minera tales como capacidad anual, equipo utilizado, consideraciones ambientales, minería, flexibilidad de métodos de extracción, equipo y tasas, etc.
- Factores económicos tales como costo de capital, costo operativo, tonelaje extraído, calidad del mineral, costo del mineral, etc.

En la práctica, existen casos en los que los factores geológicos y geológicos de la extracción permiten el uso de un método de extracción u otro, pero no se justifica científicamente su aplicación. También hay casos en los que este método implica el uso de ciertos tipos de equipos, pero no está probado desde el punto de vista de los factores del equipo minero. Sin embargo, la selección de un método es un proceso técnico largo y complejo que requiere una gran cantidad de conocimientos y experiencia. Para una evaluación precisa y eficaz, la toma de decisiones puede implicar el análisis de grandes cantidades de datos y la consideración de muchos factores. Por lo tanto, en el pasado se han desarrollado varias metodologías para la selección de métodos. Por regla general, el método más adecuado se selecciona como parte del procedimiento

del estudio de viabilidad. El modelo se basa en la estimación de los efectos financieros esperados que se pueden obtener utilizando cada método de un grupo de métodos apropiado. El método de operación se elige para asegurar los mejores resultados financieros. Entre los factores que determinan la elección del método de operación, cabe destacar:

- Forma del yacimiento
  - Apariencia (grande, tabular, filoniana, etc.).
  - Potencia y buzamiento.
  - Tamaño. o Regularidad.
- Aspectos geotécnicos
  - Resistencia (de la mena, techo y muro).
  - Fractura (intensidad y tipo de fractura).
  - Campo de tensión in-situ (profundidad).
  - Estrés por deformación.
- Aspectos económicos:
  - Derechos sobre minerales o Valor unitario del mineral.
  - Productividad y velocidad de explotación.
- Seguridad y medio ambiente:
  - Aspectos de seguridad.
  - Impacto ambiental (paisaje, subsidencia, aguas etc.).
  - Influencia social.

### **2.2.2. Clasificación de los Métodos Mineros.**

Con base en el estudio de diferentes parámetros o métodos analíticos, en la minería subterránea se utilizan diferentes clasificaciones de métodos de minería.

El diseño de proyectos mineros es desafiado constantemente por la diversidad de depósitos subterráneos. A la hora de desarrollar un proyecto minero, el ingeniero debe tener en cuenta los distintos parámetros y propiedades del yacimiento. Por ejemplo, el grosor, la pendiente y su orientación pueden ser un problema al dimensionar una red de acceso. La dureza del mineral es importante porque se desmorona fácilmente o porque debe explotarse para recuperarse. El mineral puede ser duro, pero la roca puede desmoronarse fácilmente. La roca circundante puede ser demasiado blanda para soportar muchas demandas mineras. Los taludes por debajo del ángulo de reposo pueden causar problemas de recuperación porque el mineral no se mueve por gravedad hacia la superficie muy plana resultante. El agua puede ser un problema. Estos son solo algunos de los factores a considerar.

### **2.2.3. Clasificación por las necesidades de Sostenimiento.**

En función del grado de soporte requerido, se establecen tres grupos de métodos de explotación:

- **Autoportantes:**
  - o Cámaras y pilares (Room/stope and pillar).
  - o Cámara almacén (Shrinkage stoping). o Cámaras por subniveles (Sublevel stoping).
- **Con Sostenimiento Artificial:**
  - o Corte y relleno (Cut and fill).
  - o Cámaras almacén. o Entibación cuadrada (antigua minería del carbón).
  - o Testeros (antigua minería del carbón).
- **Por Hundimiento:**

O Hundimiento por subniveles (Sublevel caving)

o Hundimiento por bloques (Block caving)

o Tajo largo (Long wall) o Tajo corto (Short wall)

- Los métodos considerados "autosoportados" o "soportados naturalmente" no requieren un sistema de soporte artificial significativo o altamente desarrollado para soportar el agujero excavado, sino que se basan en la capacidad natural de la roca, la forma de la excavación y las columnas diseñadas. . La definición de este método de autosoporte no excluye el uso de pernos de soporte de techo o elementos estructurales livianos de madera o acero, siempre que dichos elementos de soporte artificiales no alteren significativamente la capacidad de carga de la estructura natural.

El método de cámaras y pilares se emplea para la extracción de depósitos sub horizontales y tabulares, mientras que los métodos de cámaras almacén y de cámaras por subniveles son adecuados principalmente para la mineralización vertical o muy inclinada.

El método del tanque se usa ampliamente en la minería que no es de carbón y ha sido muy popular en el pasado, particularmente en la minería del carbón, donde se usa la gravedad para transportar el mineral y almacenar el mineral quebrado en pozos. , a medida que la plataforma de trabajo continúa excavando hacia arriba mientras sostiene temporalmente el hastial. Especialmente en el período previo a la mecanización, cuando dominaba la minería de pequeños yacimientos. Sin embargo, con el aumento de los costos, la falta de mano de obra calificada y una tendencia hacia la mecanización,

este método ha sido reemplazado en gran medida por la nivelación segmentada y corte y relleno.

Los métodos de soporte artificial requieren un uso extensivo de técnicas de arriostramiento y anclaje para mantener la estabilidad del pozo de trabajo, así como un control regular del suelo en toda la mina. Los pozos de producción (cámaras) perforados con estos métodos de minería no son lo suficientemente estables como para permanecer abiertos durante la operación, pero deben permanecer abiertos para evitar hundimientos y colapsos. Por lo tanto, son métodos que se utilizan en situaciones en las que no se pueden utilizar métodos individuales o métodos de impregnación. En este caso, los tipos de roca van desde un rendimiento medio hasta un rendimiento pobre. Al diseñar sistemas de soporte artificial para controlar los diversos grados de colapso y hundimiento de la pared, es importante comprender completamente la capacidad de carga de las estructuras naturales de las montañas y desarrollar soluciones de diseño en consecuencia.

Los métodos de corte y relleno y los métodos de cámara de contención están destinados a rocas moderadamente viables, mientras que los métodos de soporte están destinados a entornos con rocas menos viables. El uso de estos métodos ha disminuido gradualmente desde la década de 1950, principalmente porque solo el método mecánico de corte y relleno ha sido ampliamente utilizado además de métodos muy intensivos en mano de obra con una productividad aún menor.

Un método de hundimiento se define como un método mediante el cual el hundimiento gradual y la desintegración del mineral y la roca incrustada o

estéril en un depósito se logra de manera controlada, calculada y predeterminada. Los tres métodos principales son:

- Método de Tajo Largo.
- Método de hundimiento por subniveles.
- Método de hundimiento por bloques.

La minería de tajo largo se utiliza para depósitos tabulares sub horizontales (principalmente carbón), mientras que las otras dos se utilizan para depósitos masivos inclinados o verticales, por lo que se utilizan casi exclusivamente para la minería de metales y metales. Metales (de minerales industriales). Aquí, los principios de la mecánica de rocas se utilizan para inducir el asentamiento de manera controlada mientras se evita que ocurra un asentamiento libre. A tal efecto, las obras de excavación y urbanización deberán diseñarse y ubicarse de forma que resistan cualquier movimiento de suelo provocado por la excavación. El hundimiento de la superficie debido a la expansión ascendente de los sedimentos es inevitable y debe tenerse en cuenta en los casos de sedimentación y sedimentación masiva. La producción debe mantenerse a un nivel constante y continuo para evitar la interrupción o el cese de las operaciones de hundimiento. Las técnicas de minería altamente avanzadas, así como una gestión experimentada, son esenciales para una excavación adecuada y exitosa.

### **2.2.2. Sistemas Tecnológicos más empleados en cada método.**

#### **Sistemas tecnológicos de explotación más utilizados:**

- Sostenimiento y fortificación:
  - o Cuadros (madera o acero).

- o Bulones y pernos.
  - o Rellenos.
  - o Posteo.
  - o Entibaciones mecanizadas (carbón).
- Arranque:
  - o Por gravedad (Hundimiento controlado).
  - o Perforación y voladura.
  - o Arranque mecánico (rozadoras, perforadoras, etc.).
- Carga y desescombrado del frente:
  - o Sistemas discontinuos (Cargadoras).
  - o Sistemas continuos (Transportadores continuos).
- Transporte subterráneo:
  - o Sistemas discontinuos (LHD, Camiones).
  - o Sistemas continuos (Transportadores de banda, locomotora).
- **Extracción:**
  - o Pozos de extracción.
  - o Planos inclinados para transporte por banda.
  - o Rampas para camión.
  - o Sistemas hidráulicos.
- **Servicios:**

o Ventilación.

o Drenaje y desagüe, Etc.

### 2.3. Definición de Términos

- **Caballo.** Es la zona estéril de considerable tamaño que se presenta dentro de la veta generalmente del mismo material de las rocas encajonantes.
- **Caja Piso.** Es la roca que se encuentra debajo de la veta.
- **Caja Techo.** Es la roca sobre el lado superior de una veta inclinada.
- **Contactos litológicos:** Que comúnmente forman, por ejemplo, la caja techo y caja piso de una veta.
- **Cuerpo (ORE BODY).** Son depósitos de minerales, grandes e irregulares sin forma, ni tamaño definido.
- **Depósitos primarios y secundarios.** Los primeros son los que están asociados al proceso de formación original de las rocas. Los segundos se forman por alteración de los primeros y en general suelen dar lugar a la formación de nuevos minerales.
- **Desmonte.** Es todo material estéril que no posee valor económico.
- **Diaclasas:** También denominadas juntas, son fracturas que no han tenido desplazamiento y las que comúnmente se presentan en la masa rocosa.
- **Estimación:** Proceso de encontrar una estimación, o aproximación, que es un valor que puede utilizarse para algún propósito, incluso si los datos de entrada pueden ser incompletos, inciertos o inestables. No obstante, el valor es utilizable porque se deriva de la mejor información disponible
- **Estratificación:** Es una superficie característica de rocas sedimentarias que separa capas de igual o diferente litología. Estas rocas también pueden estar

presentes en rocas que hayan originado por metamorfismo de rocas sedimentarios.

- **Explotación.** Es un proceso de minado para extraer el mineral económico utilizando los diversos métodos de explotación para posteriormente ser beneficiado en la planta concentradora.
- **Fallas.** Son fracturas que han tenido desplazamiento. Estas son fracturas menores que representan en áreas locales de la mina o estructuras muy importantes que pueden atravesar toda la mina.
- **Ganga.** Zona no valiosa del mineral que está asociada a la parte con buena ley. Este concepto es relativo puesto que varía de acuerdo con el tiempo, las cotizaciones y la ley del mineral.
- **Mantos.** Cuerpo mineralizado en forma tabular, generalmente se encuentran en posición horizontal o ligeramente inclinado menor de 30°, relativamente de considerable potencia.
- **Masa Rocosa.** Es el medio in situ que contiene diferentes tipos de discontinuidades como diaclasas, estratos, fallas y otros rasgos estructurales.
- **Matriz rocosa.** Material rocoso sin discontinuidades o bloques de roca intacta entre discontinuidades (muestra de mano o mayor). A pesar de considerarse continua es heterogénea y anisótropa, ligada a la fábrica, textura y estructura, mineral.
- **Mena.** Parte más valiosa del mineral a partir del cual se puede obtener económicamente uno o más metales.
- **Mineral.** Materia inorgánica de origen natural que compone la corteza terrestre, posee un valor económico y constituido por 2 elementos: La mena y la ganga. También es una materia inorgánica.

- **Minería.** Parte de la industria que se ocupa de la búsqueda, extracción, beneficio y venta de los minerales y rocas de rendimiento económico.
- **Perfil geotectónico:** Es el conjunto de actividades que comprende la investigación del subsuelo los análisis y recomendaciones para el diseño y construcción en el subsuelo.
- **Perfil litológico:** Es la parte de la geología que estudia la composición y estructura de las rocas, como su tamaño de grano, características físicas y químicas, estructuras metamórficas, etc. Incluye también su composición, su textura, tipo de transporte, así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.
- **Perforación:** es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es abrir en la roca huecos cilíndricos denominados taladros y están destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores.
- **Persistencia:** Es la extensión en área o tamaño de una discontinuidad. Cuanto menor sea la persistencia, la masa rocosa será más estable y cuanto mayor sea ésta, será menos estable.
- **Pliegues:** Son estructuras en las cuales los estratos se presentan curvados., son intrusiones de roca ígnea de forma tabular, que se presentan generalmente empinadas o verticales.
- **Potencia.** Espesor o ancho de un yacimiento mineralizado que se mide perpendicular a las cajas.
- **Productividad:** Es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados.

- **Reservas:** Es la guarda o custodia que se hace de algo con la intención de que sirva a su tiempo. Una reserva es algo que se cuida o se preserva para que pueda ser utilizado en el futuro o en caso de alguna contingencia.
- **Roca intacta:** Es el bloque ubicado entre las discontinuidades y podría ser representada por una muestra de mano o trozo de testigo que se utiliza para ensayos de laboratorio.
- **Roca meteorizada:** Es la descomposición de minerales y rocas que ocurre sobre o cerca de la superficie terrestre cuando estos materiales entran en contacto con la atmósfera, hidrósfera y la biósfera.
- **Veta o Filon.** Son pequeñas ranuras de la corteza terrestre rellena con mineral, generalmente inclinada mayor a 30° con desarrollo regular en longitud, ancho y profundidad
- **Zonas de corte:** Son bandas de material que pueden ser de varios metros de espesor, en donde ha ocurrido fallamiento de la roca.
- **Zonificación geomecánica:** Proceso de delimitación de zonas en donde la masa rocosa tiene condiciones geomecánicas similares y por lo tanto también comportamiento similar.

## 2.4. Formulación de Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis General

Si realizamos la caracterización del método de explotación estableceremos la secuencia de minado en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.

#### **2.4.2 Hipótesis Específicos**

a) Si establecemos la secuencia de minado tendremos un adecuado proceso de producción en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.

b) Si determinamos los parámetros de explotación tendremos un adecuado ciclo de minado en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.

#### **2.5. Identificación de las Variables**

##### **2.5.1. Variable Independiente:**

X: Caracterización del método de explotación.

##### **2.5.2. Variable Dependiente:**

Y: Secuencia de minado

## 2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

*Tabla 1.*  
*Operacionalización de Variables.*

<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>NOMBRE DE LA VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Caracterización del método de Explotación en el Proyecto Huallanca.	La caracterización del métodos de explotación permitirá una apropiada secuencia de la explotación de las diferentes zonas del proyecto Huallanca. La principal mineralización se establece en el Skarn de la Formación Pariahuanca y Jumasha, formando cuerpos de sulfuro de semi bloques. Estructuralmente, debido al tectónismo, el área estaba fuertemente perturbada, con estructuras NW-SE, anticlinales y sinclinales.	Planeamiento Minero.  Geomecanica.	Metodos de Explotacion.  Ciclo de Minado.
VARIABLE DEPENDIENTE	Y: Secuencia de minado en el Proyecto Huallanca.	En toda empresa minera se establece la aplicación de un apropiado método de explotación, mediante el cual se garantice un conveniente proceso de producción del proyecto, así mismo se asumirán una adecuada secuencia de minado y comprobaremos los parámetros de explotación en el proyecto Huallanca	Parametros Geotecnicos	Zonificacion.  Sostenimiento.

## **CAPITULO III**

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

#### **3.1. Tipo de Investigación**

- Basado en la Caracterización del método de Explotación realizada y la aplicación de la secuencia de minado, determinamos que tenemos una investigación del tipo Cuantitativa.
- Aplicada: En base al desarrollo de la Caracterización del método de Explotación teniendo como objetivo fundamental la secuencia de minado.
- Experimental: Por el análisis realizado a los métodos de explotación, corroborando con la información obtenida durante el proceso cuantificación de datos.
- Documental: En base a la obtenido, a la interpretación y comparación de la información proporcionada con la información obtenida en el Proyecto Huallanca.

- De campo y de laboratorio: Por las aplicaciones dadas en las pruebas en la mina.

### **3.2. Nivel de la Investigación.**

Esta tesis de investigación está enfocada en un nivel explicativo, la variable en función a otra, por ser estudio de causa efecto; y aplicativo por plantear resolver problemas.

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

El método realización en la investigación fue determinada como:

- **Método deductivo:** Análisis de los datos generales para determinar el método de explotación a realizar.
- **Método inductivo:** Por la secuencia del método de minado.

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

El diseño concierne a una investigación cuantitativa, por su proceso descriptivo y correlacional, porque se da un método adecuado para la explotación siguiendo una sistemática secuencia del minado.

### **3.5. Población y Muestras**

#### **3.5.1. Población**

La población del trabajo de investigación, la determinamos a todas las labores del proyecto Huallanca, para establecer una secuencia del minado sistemático.

#### **3.5.2. Muestra**

Las pruebas realizadas en el proceso de determinar el meto de explotación, nos permitieron tener las muestras a detalle del método a aplicar en la secuencia del minado del Proyecto Huallanca.

## **3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

### **3.6.1. Técnicas**

Descripción de las técnicas empleadas

- **Recopilación y análisis de data**

Se recolecta la información de los métodos de explotación y de los costos por ciclo de explotación.

- **Observación directa y toma de datos**

Las observaciones directas que se efectúan en la aplicación de un determinado método de explotación, nos permite tener a detalle las falencias y los logros alcanzados para su buena aplicación.

- **Búsqueda de información bibliográfica**

Información de Internet, antecedentes de otras minas para determinar el mejor método de explotación, para aplicar y obtener resultados esperados.

### **3.6.2. Instrumentos.**

#### **Instrumentos de recolección de datos.**

- **Materiales**

- ✓ Planos topográficos.
- ✓ Informes Mineros
- ✓ Reporte de procesos de explotación aplicados
- ✓ Informe de inconformidades en el proceso.
- ✓ Instrumento Topográficos como Estación Total.
- ✓ Libretas de campo.

### 3.7. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.

Realización de estudios de geología estructural y mineralogía, que nos servirá para establecer la propuesta de prospección para el incremento de recursos minerales en el proceso del estudio.

- **Recolección de datos o respuestas.** Implica elaborar un plan detallado de procedimientos que conduzcan a reunir datos con un propósito específico.
- **Procesamiento de la información.** Es el proceso mediante el cual los datos individuales se agrupan y estructuran con el propósito de responder a:
  - Problema de Investigación
  - Objetivos
  - Hipótesis del estudio
- **Análisis de los datos o resultados.** Técnicas Analíticas e Interpretación de toda la información obtenida en todo el proceso de la investigación.

### 3.8. Tratamiento Estadístico de Datos.

Se estableció el análisis cuantitativo, este análisis consiste en descomponer un todo en cada una de sus partes.

Es por ello que usamos el siguiente análisis de información:

La estadística de medidas de posición, el análisis tipo descriptivo puede implicar la identificación de la posición de un evento o respuesta en relación con otros. Aquí es donde se pueden utilizar medidas como los percentiles y los cuartiles.

1. Recopilar datos
2. Datos limpios
3. Aplicar métodos

### **3.9. Orientación Ética filosófica y epistémica**

La Compañía Minera Santa Luisa tenemos el compromiso de desarrollar una minería moderna: Respetuosa con el medioambiente y las comunidades cercanas a nuestras operaciones además de segura para nuestro personal. Por estos motivos certificamos nuestras operaciones con los ISO 14001 Certificación de los Sistemas de Gestión Ambiental e ISO 18001 (Certificación de Seguridad y Salud Ocupacional).

Así mismo la investigación se desarrolló dentro de los principios de la ética profesional, el trabajo es de realización propia, teniendo en cuenta los valores y principios éticos.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.1. Descripción del Trabajo de Campo.**

##### **4.1.1. Criterios de Diseño Minero**

A continuación, se describen los criterios empleados para el diseño minero y la ubicación de la infraestructura principal, a tener en cuenta en el desarrollo del estudio:

##### **4.1.2. Impacto Medio Ambiental y Sensibilidad Social del Entorno**

La operación minera proyectada en el área mineralizada del proyecto Atalaya, exige especial atención; en su propósito de no alterar las condiciones ambientales próximas a la ubicación de lagunas, bofedales y demás áreas comunales, así también al uso y tratamiento de las aguas de escorrentía. Estas condiciones se contemplan en el diseño minero y en la ubicación de los principales componentes de mina, también se tomaron en consideración aspectos relacionados a la permeabilidad de las comunidades respecto a la ejecución del proyecto, a la facilidad de accesos y las menores distancias de transporte.

## **Ubicación de Sectores Prospectivos de Interés de Largo Plazo**

Aspectos que condicionan el plan de accesibilidad y el desarrollo de la labor principal de extracción, señalando el propósito de esta labor en su recorrido; de acercarse a los demás sectores prospectivos de interés de largo plazo (Zona Santa Clara) emplazados en la propiedad minera; que de darse las condiciones, se incorporarán en el largo plazo como potenciales fuentes de aporte adicional a la producción.

### **4.1.3. Naturaleza (Génesis) de la Estructura Mineralizada**

El origen de la mineralización, los patrones de ocurrencia y los controles de mineralización, serán estudiados; esta información ayudará al diseño y la estrategia de exploración, ubicando especialmente las rampas de acceso y niveles principales en la caja piso y los cruceros de exploración a la salida de las rampas, con un recorrido de caja piso a caja techo, que atraviesa todo la estructura mineralizada, explorando así el depósito mineralizado en forma transversal, esta disposición de labores ayudará a confirmar la ubicación de las estructuras con mejor ley, anteriormente interceptadas con los sondajes, posteriormente al desarrollo y preparación de estas. Finalmente, como medio de acceso a los paneles de explotación.

### **4.1.4. Aspectos Geotécnicos (Competencia del Mineral y Roca Encajonantes)**

Se estudiará la estabilidad local de las excavaciones y su auto sostenimiento, según el comportamiento geomecánico del mineral y su caja. Sin embargo, en la explotación para darle más estabilidad y seguridad a la explotación y sobre todo para obtener una mayor recuperación de reserva, se estudiará en los

sectores donde las condiciones de seguridad requieran el uso de relleno apropiado como parte del proceso de estabilización.

#### **4.1.5. Dimensión y Geometría del Depósito Mineralizado**

Se estudiarán los siguientes aspectos:

- Diseñar el plan de accesibilidad mediante el desarrollo de rampas, en caja piso fuera de la estructura y en forma transversal a la secuencia estratigráfica y al rumbo de las estructuras mineralizadas;
- Determinar la separación entre los niveles principales y los subniveles, dependiendo de las inflexiones de la estructura mineralizada y la competencia de la caja techo. Que limita las longitudes de los taladros de producción, para un mejor control de los contactos y así minimizar los efectos de la dilución, en la etapa de explotación.
- La correcta ubicación de los echaderos con el objetivo de darle mayor fluidez a la extracción del mineral especialmente en las actividades de acarreo. También estudiar la capacidad de almacenamiento de los echaderos, en la parte central del yacimiento, con suficiente capacidad de almacenamiento. Este arreglo se considera necesario por el nivel de producción proyectado para el yacimiento.

#### **4.1.6. Profundización y Zonamiento Mineral**

Se revisará y ordenará la información de los recursos por niveles, aspectos que permitirán:

- Ubicar el nivel base de extracción. La ubicación de esta labor a la cota correcta, permitirá aprovechar la gravedad en la extracción del mineral de los niveles superiores, también facilitar el drenaje por gravedad y la ventilación por tiro natural;

- Ubicar los sub niveles de perforación de los taladros largos; y
- Ubicar el ingreso de los servicios posiblemente por el nivel de cabeza.

#### **4.1.7. Hidrogeología y Secuencia Estratigráfica**

La secuencia estratigráfica, fallas y la presencia de planos de debilidad, deben estudiarse con más detenimiento, para entender mejor el comportamiento de los niveles freáticos, la presencia de aguas subterráneas y las infiltraciones.

Estos aspectos ayudarán al manejo de escorrentías y/o sistemas de drenaje.

#### **4.1.8. Reservas y Ley del Mineral**

El volumen de reservas del proyecto condicionará el orden de magnitud de la operación. Es importante señalar; que no obstante a las actividades de exploración hasta ahora desarrolladas, las que han estado circunscritas al área de Minas Punta, las manifestaciones geológicas identificadas en otros sectores (Santa Clara), hacen que el potencial ofrezca al depósito posibilidades de incrementar los recursos.

#### **4.1.9. Recuperación de Reserva y Dilución**

Este aspecto está vinculado a la elección del método de explotación y su auto sostenimiento, en ese sentido se estudiará la naturaleza geomecánica del mineral y roca encajonante para la aplicación de métodos masivos de explotación.

#### **4.1.10. Blending y Comportamiento Metalúrgico**

No existen antecedentes del comportamiento metalúrgico del mineral, a escala industrial; razón por la cual se ha considerado en el diseño la ubicación de 1 ore pass, para acumular mineral de características similares; que, de haber la necesidad, de mezcla o “Blending” con el mineral de Pallca, se podrá realizar en Superficie.

## **Avance y Orientación de la Excavación**

La estrategia de avance de la excavación, ha sido concebida en retirada de caja techo a caja piso y de los extremos, hacia la parte central del yacimiento, donde se ubicarán las rampas con sus respectivos cruceros de acceso a diferentes niveles.

## **Requerimiento de Producción**

El diseño será elaborado para una producción de 2 200 TPD.

### **4.1.11. Extracción de Mineral y Desmante**

Se identifica el buzamiento sub vertical y se define como condición favorable para la extracción del mineral donde se aprovechará la gravedad, idealmente aprovechando el uso de scooptram en las actividades de acarreo, para evitar en lo posible o minimizan el uso de camiones y/o locomotoras.

Para este propósito se diseñarán las labores de extracción convenientemente ubicadas, haciendo que la descarga del mineral se realice de los niveles superiores a los inferiores.

Para el manejo del desmante se considera en el esquema de avance de la explotación; iniciar la explotación en forma ascendente, de los niveles inferiores a los superiores, con la finalidad de generar espacios vacíos para que el desmante de los desarrollos de los niveles superiores rellene estos tajeos vacíos.

### **4.1.12. Capacidad de los Equipos de Producción**

Por las dimensiones de las estructuras mineralizadas (longitud) y especialmente potencia, se podrán usar cómodamente equipos de gran tonelaje en cada una de las operaciones unitarias del proceso productivo.

#### **4.1.13. Consideraciones Económicas**

Se estudiará el nivel de inversión, para el diseño de mina proyectado y su plan de accesibilidad y extracción de mineral a razón de 2 200 TPD.

### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

#### **4.2.1. Selección del Método de Explotación**

##### **Bases y Criterios para la Elección del Método de Explotación**

De los diversos procedimientos empleados en la elección de un método de explotación, para el caso del Proyecto Huallanca, adicionalmente a las consideraciones prácticas recogidas por la experiencia de la Compañía Minera Santa Luisa, se toma como referencia las bases numéricas de aproximación que propone Nicholas – 1981. Revisados por Miller, Pakalnis y Poulin – 1995 (University British Columbia).

Esta base conceptual se aplica a cualquier proyecto minero, cuando las reservas Geológicas están definidas.

Adicionalmente se analizará los siguientes aspectos:

- Geometría del deposito
- Distribución espacial de leyes
- Propiedades geométricas del deposito
- Características geológicas del deposito

Las referencias que considera Nicholas; para la elección de un método de explotación se sustentan en los siguientes criterios:

#### **4.2.2. Aspectos Geológicos**

##### **Potencia de la Estructura Mineralizada**

Este parámetro considera el ancho de la mineralización, mediante la siguiente clasificación:

**Tabla 2**

***Parámetros de Mineralización***

Muy Angosto	< 6 m
Angosto	6 – 10 m
Intermedio	10 – 30 m
Potente	30 - 100 m
Muy Potente	> 100 m

**Geometría del Depósito Mineralizado**

Considera la forma del depósito, de la manera siguiente:

- Equidimensionales. Estructuras cuyas dimensiones a lo largo, alto y ancho resultan iguales.
- Tabulares. Cuando la estructura es uniforme en potencia y longitud, siempre y cuando no exceda de los 20 m. de ancho.
- Irregular. Cuando sus formas son variadas en longitudes cortas.

**Buzamiento de la Estructura**

Usa la siguiente clasificación:

**Tabla 3**

**Parámetros de Buzamiento de Estructuras**

- Echado	< 20°
- Intermedio	20° - 55°
- Empinado o parado	> 55°

### **Distribución de Leyes**

Considera la distribución de leyes, de la siguiente manera.

- Uniforme. Las leyes de cualquier punto del depósito, no varía significativamente respecto a la media total del depósito.
- Gradual. Las leyes tienen características zonales y varían gradualmente de una zona a otra.
- Errática. Las leyes radicalmente a cortas distancias y no presentan ningún patrón discernible en sus cambios.

### **4.2.3. Aspectos Geotécnicos**

#### **Profundidad respecto a la Superficie**

Considera la distribución de profundidad de la siguiente manera:

***Tabla 4***

#### ***Profundidad Respecto a la Mineralización***

Superficial	< 100 m.
Intermedio	100 - 600 m.
Profundo	> 600 m.

Respecto a la profundidad de la mineralización, el nivel base de extracción, se ubicará a 250 m. debajo de la superficie. Atalaya por lo tanto debe ser considerado como depósito de profundidad intermedia.

### **Propiedades Geomecánicas**

Desde el punto de vista de la calidad del Macizo Rocosó (mineral – roca encajonante), en el yacimiento se ve un dominio de calidad de Roca Buena (II).

Resistencia de la Roca. (R uniaxial / Pr CARGA)

Este parámetro se define como resultado del cociente entre el esfuerzo de compresión uniaxial simple y el esfuerzo in situ, y se ordena de la siguiente manera.

**Tabla 5**

#### **Parámetro Uniaxial in-situ**

<b>Muy pobre</b>	<b>&lt; 5</b>
Pobre	5 – 10
Moderado	10 – 15
Fuerte	> 15

### **Espaciamiento de Fracturas.**

<b>F.F (fr/m)</b>		<b>R.Q.D (%)</b>	
Muy cercanas	(VC) :	> 16	0 a 20
Cercanas	(C) :	10 a 16	20 a 40
Espaciadas	(W) :	3 a 10	40 a 70
Muy Espaciadas	(VW) :	< 3	70 a 100

### **Resistencia al Cizalle de las Fracturas.**

- **Débil (W).** Existen diaclasas limpias con superficies muy suaves o rellenas con un material cuya resistencia es menor que la sustancia rocosa.
- **Moderada (M).** Diaclasas limpias con una superficie rugosa.
- **Resistente (S).** Existen diaclasas rellenas con un material cuya resistencia es mayor o igual que la resistencia de la roca.

Estructuración de la Matriz de Evaluación y Elección del Método de Explotación

Tomando y agrupando los aspectos y demás consideraciones anteriores obtenemos la siguiente clasificación:

**Tabla.6**  
**Selección de Método de Minado Método Ucs (Nicolas)**  
**Matriz de Evaluación**

1 Geometría y distribución de leyes

METODO	Forma General			Potencia de la Estructura Mineralizada (m)					Buzamiento			Distribución de Leyes			Profundidad (m)		
	Mas.	Tabu.	Irreg.	<3	3-10	10-30	30-100	>100	<20°	20°-50°	>55°	Unif.	Grad.	Errat.	0-100	100-600	>600
Open Pit	3	3	0	0	1	2	4	4	4	3	2	2	3	4	4	2	0
Block Caving	4	2	1	-49	-49	0	3	4	3	4	4	3	2	2	2	3	3
Sublevel Open Stopping	3	4	1	-10	1	3	4	3	2	1	4	4	4	3	3	2	2
Bench and Fill Stopping (Con Relleno)	3	4	1	3	4	2	2	0	2	1	4	4	4	3	3	4	2
Sublevel Caving	4	4	1	-49	-49	0	4	4	1	4	4	3	2	2	3	3	2
Sublevel Stopping Transversal (Con Relleno)	3	4	1	3	4	2	2	0	2	2	4	4	4	3	3	2	2
Room and Pillar	0	4	2	4	3	1	-49	-49	4	1	-49	4	2	0	3	3	2
Shirinkage Stopping	0	4	2	4	4	0	-49	-49	-49	1	4	3	2	2	3	3	2
Cut and Fill Stopping	1	4	4	3	4	4	1	0	1	3	4	2	3	4	2	3	4

02.- Características Mecánicas de la Roca RMR

Método	Zona Mineralizada (RMR)					Hastiales (RMR)				
	0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100
Open Pit	2	3	2	0	-49	3	3	3	2	2
Block Caving	4	3	2	0	-49	3	3	3	2	2
Sublevel Open Stopping	1	3	4	4	4	-49	0	3	4	4
Bench and Fill Stopping (Con Relleno)	1	3	4	4	4	-49	0	3	4	4
Sublevel Caving	3	4	3	1	0	4	4	3	2	2
Sublevel Stopping Transversal (Con Relleno)	1	3	4	4	4	-49	0	3	4	4
Room and Pillar	-49	0	3	5	6	-49	0	2	5	6
Shirinkage Stopping	0	1	3	3	3	0	0	2	4	4
Cut and Fill Stopping	0	1	2	3	3	3	5	4	3	3

03.- Esfuerzo de Subducción de la Roca (RSS) - Esfuerzo uniaxial/Esfuerzo principal

Método	Zona Mineralizada				Cajas			
	< 5	5 - 10	10 - 15	>15	< 5	5 - 10	10 - 15	>15
Open Pit	1	2	4	4	1	2	4	4
Block Caving	4	2	1	0	4	3	2	0
Sublevel Open Stoping	0	2	4	4	0	1	4	5
Bench and Fill Stoping (Con Relleno)	0	2	4	4	0	1	4	5
Sublevel Caving	2	3	3	2	4	3	2	1
Sublevel Stoping Transversal (Con Relleno)	0	2	4	4	0	1	4	5
Room and Pillar	0	0	3	6	0	0	2	6
Shrinkage Stoping	0	1	3	4	0	1	3	4
Cut and Fill Stoping	0	1	3	3	3	5	4	2

Cuantificando y agrupando los valores respectivos de cada variable, se establece un ranking que señala un valor para cada método de explotación. El mayor puntaje, está referido al método de explotación más adecuado.

*Tabla.7*  
*Resultado De La Evaluación*

MÉTODO	VALORES PROYECTO ATALAYA
Sub level Stoping Transversal (Con Relleno)	30
Sub level Open Stoping	29

### **4.3. Prueba de Hipótesis**

Realizar la prueba de Hipótesis significa detallar las variables tanto la Independiente como dependiente, que fueron definidas para admitir la hipótesis, que permitirá que se efectúe la caracterización del método de explotación para establecer la secuencia de minado en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.

- ❖ **H0:** Caracterización del Método de Explotación del proyecto Huallanca
- ❖ **H1:** Secuencia de minado en el Proyecto Huallanca

### **4.4. Discusión de Resultados**

#### **4.4.1. Plan de Secuencia de Minado y Desarrollo Minero**

El diseño del plan de Secuencia de Minado obedece a la siguiente estrategia:

- Desarrollar una secuencia para una preparación y producción temprana.
- Iniciar el reconocimiento o desarrollo subterráneo con labores horizontales y verticales sobre estructura, para obtener y/o validar la información geotécnica suficiente, que permita ajustar los parámetros geotécnicos requeridos en el diseño de minado. Con esta acción también se obtendrá mineral representativo para las pruebas metalúrgicas confirmatorias.
- Lograr mayor fluidez en los ciclos de minado, con la adecuada ubicación de los accesos, echaderos de mineral, chimeneas de ventilación, relleno y servicios. diseñando accesos para cada sector de explotación, independizando el acceso de los equipos de perforación, acarreo LHD y el de los equipos de relleno en un mismo tajeo, evitando la concentración de equipos en áreas reducidas de trabajo.

- Especial atención a la ubicación del nivel de transporte, para aprovechar la gravedad en el traslado del mineral de los niveles superiores e inferiores hacia la chancadora y luego a superficie.
- Iniciar la explotación en forma ascendente de los niveles inferiores a los superiores, de los dos cuerpos (Jumasha – Pariahuanca), generando espacios vacíos (tajeos) en los niveles inferiores, los que deben ser rellenados en parte, con los escombros generados por el desarrollo de los niveles superiores, considerando el uso de relleno cementado solo donde las condiciones de la estabilidad así lo ameriten.
- Se ubicó estratégicamente el “ore pass” de extracción de mineral, centralizando la operación, donde se ubicará 1 chancador primario en interior mina, ubicado en el Nv 4295.

#### **4.4.2. Estimado de Reserva Mineral**

El procedimiento para la estimación de la reserva mineral del proyecto Huallanca, parte del inventario de Recursos Medidos más Indicados, revisados y validados por Santa Luisa. Los que fueron calculados para un Cut-Off referencial de 3% de Zn, con un modelo de bloques de dimensiones 5x5x5m.

Seguidamente se desarrollaron los procedimientos para estimar la Ley de Corte o Cut-Off y el Valor de Mineral – NSR (valor de los concentrados de mineral). Para el “Proyecto” y su empleo en el cálculo de la Reserva mineral.

Los parámetros utilizados se muestran como siguen:

- Inventario de recursos medidos más indicados (Leyes);
- Balance metalúrgico proyectado;
- Valorización de los concentrados;
- Valores equivalentes;

- Ley equivalente en Zn;
- Estimación de Costos; y
- Cálculo del Cut Off.

El resumen de estos se muestra a continuación:

#### 4.4.2.1. Resumen de los Recursos Medido Indicados

Se muestra los resultados de la estimación de recursos para una cut off de 3% de Zn.

*Tabla 8*

#### *Recursos Medidos – Indicados*

<b>RECURSOS MEDIDO – INDICADOS</b>					
	<b>Tons</b>	<b>Zn%</b>	<b>Pb%</b>	<b>Ag Oz</b>	<b>Cu%</b>
<b>SANTA LUISA</b>	<b>6,748,178</b>	<b>5.36</b>	<b>0.95</b>	<b>1.23</b>	<b>0.12</b>
<b>TWP</b>	<b>6,748,318</b>	<b>5.36</b>	<b>0.95</b>	<b>1.23</b>	<b>0.12</b>

*Tabla 9*

#### *Recursos Medidos – Indicados - Inferidos*

<b>RECURSOS MEDIDO - INDICADOS – INFERIDO</b>					
	<b>Tons</b>	<b>Zn%</b>	<b>Pb%</b>	<b>Ag Oz</b>	<b>Cu%</b>
<b>SANTA LUISA</b>	<b>15,033,466</b>	<b>5.92</b>	<b>0.99</b>	<b>1.31</b>	<b>0.16</b>
<b>TWP</b>	<b>15,033,614</b>	<b>5.92</b>	<b>0.99</b>	<b>1.31</b>	<b>0.16</b>

#### 4.4.2.2. Balance Metalúrgico Proyectado

Se hizo la simulación para las leyes del recurso medido más indicado, habiendo tomado como referencia los resultados de las pruebas metalúrgicas hechas en los laboratorios de Santa Luisa.

**Tabla 0.10**

#### ***Balance Metalurgico Proyectado – Recurso Medido + Indicado + Inferido***

	ENSAYES					METALICOS				DISTRIBUCION				RADIO
	T.M.S.	%Pb.	%Zn.	%Cu	OzAg/TM	Pb	Zn	Cu	Ag	%Pb	%Zn	%Cu	%Ag	
<b>CABEZA</b>	15,033,614.00	0.99	5.92	0.16	1.31	149,482.99	890,696.53	23,819.58	19,701,224.50	100	100	100	100	
<b>CONC.BULK</b>	216,175.40	52.00	3.50	1.50	43.00	112,411.21	7,566.14	3,242.63	9,295,542.29	75.20	0.85	13.61	47.18	69.54
<b>CONC.ZINC</b>	1,587,802.90	1.60	49.00	1.00	4.30	25,404.85	778,023.42	15,878.03	6,827,552.47	17.00	87.35	66.66	34.66	9.47
<b>RELAVE</b>	13,229,635.70	0.09	0.79	0.04	0.27	11,666.94	105,106.97	4,698.92	3,578,129.74	7.80	11.80	19.73	18.16	
<b>Cabeza cal.</b>	15,033,614.00	0.99	5.92	0.16	1.31	149,482.99	890,696.53	23,819.58	19,701,224.50	100.00	100.00	100.00	100.00	8.33

#### 4.4.2.3. Ley Equivalente y Cut Off

Para determinar la Ley Equivalente del Cinc, metal principal del mineral contenido en el depósito mineralizado de “Atalaya”. Previamente se ha estimado; el Cut off para el proyecto y los valores unitarios.

Luego se han determinado las equivalencias del Pb y Ag, como contenidos equivalentes expresados en % Zn. Sumando los valores equivalentes del Pb y Ag, al valor unitario del cinc se obtuvo la Ley 3.6562% de Zn equivalente, valor usado en la estimación de Reservas y en el cálculo de la “Reserva Minable”.

**Tabla 11**  
**Resumen De Los Valores De La Ley Equivalente En Zn.**

ELEMENTOS	COSTO TOTAL (33.85 US\$/TM)		CUT OFF		ZN EQUIVALENTE	
Ley de Zn	2.530	%	2.530	%	2.530	%
Ley de Pb	0.425	%	0.508	%	0.508	%
Ley de Ag	0.560	Oz/Tn	0.619	%	0.619	%
Ley de Au	0.000	Oz/Tn	0.000	%	0.000	%
<b>LEY DE ZN EQUIVALENTE</b>					<b>3.656</b>	<b>%</b>

#### 4.4.3. Calculo de la Reserva Mineral

Se desarrolla el procedimiento y se hace la estimación para un Cut-Off de 3.6562 %Zn equivalente, con dimensiones de bloques de 5x5x5, tamaño usado originalmente en la estimación de Recursos.

Los resultados se muestran como sigue:

**Tabla 12**  
**Resumen de La Reserva Mineral Para el Proyecto Huallanca**

CUT-OFF% ZNEQ	PROBADO						
	TON	ZNEQ%	ZN%	PB%	AG Oz/Tn	CU%	NSR \$/Tn
0.00	4,149,044	6.14	4.29	0.67	0.95	0.08	56.81
1.00	4,149,044	6.14	4.29	0.67	0.95	0.08	56.81
2.00	4,110,168	6.18	4.32	0.67	0.95	0.08	57.19
2.50	4,005,972	6.28	4.39	0.68	0.97	0.08	58.13
3.00	3,775,497	6.49	4.54	0.71	1.00	0.08	60.11
3.50	3,505,973	6.74	4.71	0.74	1.04	0.08	62.41
<b>3.6562</b>	<b>3,414,473</b>	<b>6.83</b>	<b>4.77</b>	<b>0.75</b>	<b>1.05</b>	<b>0.08</b>	<b>63.20</b>
4.00	3,225,599	7.00	4.88	0.78	1.07	0.09	64.82
4.50	2,923,321	7.29	5.07	0.82	1.11	0.09	67.46
5.00	2,596,625	7.60	5.28	0.87	1.16	0.09	70.41

CUT-OFF% ZNEQ	PROBABLE						
	TON	ZNEQ%	ZN%	PB%	AG Oz/Tn	CU%	NSR \$/Tn
0.00	4,442,104	7.79	5.10	1.06	1.29	0.15	72.16
1.00	4,442,104	7.79	5.10	1.06	1.29	0.15	72.16
2.00	4,439,010	7.80	5.11	1.06	1.29	0.15	72.20
2.50	4,415,784	7.83	5.12	1.06	1.30	0.15	72.46
3.00	4,371,351	7.88	5.16	1.07	1.30	0.15	72.94
3.50	4,296,816	7.96	5.21	1.08	1.32	0.15	73.68
<b>3.6562</b>	<b>4,260,642</b>	<b>7.99</b>	<b>5.24</b>	<b>1.09</b>	<b>1.32</b>	<b>0.15</b>	<b>74.02</b>
4.00	4,177,360	8.08	5.29	1.10	1.33	0.15	74.79
4.50	3,989,730	8.26	5.41	1.12	1.36	0.15	76.45
5.00	3,727,571	8.50	5.58	1.15	1.39	0.16	78.73

CUT-OFF%	PROBADO + PROBABLE						
	ZNEQ	TON	ZNEQ%	ZN%	PB%	AG Oz/Tn	CU%
0.00	8,591,148	6.99	4.71	0.87	1.13	0.12	64.75
1.00	8,591,148	6.99	4.71	0.87	1.13	0.12	64.75
2.00	8,549,178	7.02	4.73	0.87	1.13	0.12	64.98
2.50	8,421,756	7.09	4.77	0.88	1.14	0.12	65.65
3.00	8,146,848	7.24	4.87	0.90	1.16	0.12	67.00
3.50	7,802,789	7.41	4.98	0.93	1.19	0.12	68.62
<b>3.6562</b>	<b>7,675,115</b>	<b>7.47</b>	<b>5.03</b>	<b>0.94</b>	<b>1.20</b>	<b>0.12</b>	<b>69.21</b>
4.00	7,402,959	7.61	5.11	0.96	1.22	0.12	70.45
4.50	6,913,051	7.85	5.27	0.99	1.26	0.13	72.65
5.00	6,324,196	8.13	5.46	1.04	1.30	0.13	75.32

CUT-OFF%	PROBADO + PROBABLE + INFERIDO						
	ZNEQ	TON	ZNEQ%	ZN%	PB%	AG Oz/Tn	CU%
0.00	19,894,417	7.40	4.99	0.90	1.21	0.15	68.55
1.00	19,885,547	7.41	4.99	0.90	1.21	0.15	68.57
2.00	19,645,058	7.48	5.05	0.91	1.22	0.15	69.22
2.50	19,273,502	7.58	5.12	0.92	1.23	0.15	70.15
3.00	18,587,338	7.75	5.24	0.94	1.25	0.15	71.80
3.50	17,848,897	7.94	5.37	0.97	1.28	0.15	73.52
<b>3.6562</b>	<b>17,560,079</b>	<b>8.01</b>	<b>5.43</b>	<b>0.97</b>	<b>1.29</b>	<b>0.16</b>	<b>74.18</b>
4.00	16,922,245	8.17	5.54	0.99	1.31	0.16	75.64
4.50	15,836,009	8.44	5.73	1.03	1.34	0.16	78.13
5.00	14,505,638	8.78	5.96	1.07	1.38	0.16	81.25

#### 4.4.4. Estimación de la Reserva Minable

Para la estimación de la reserva minable, se han considerado los siguientes aspectos:

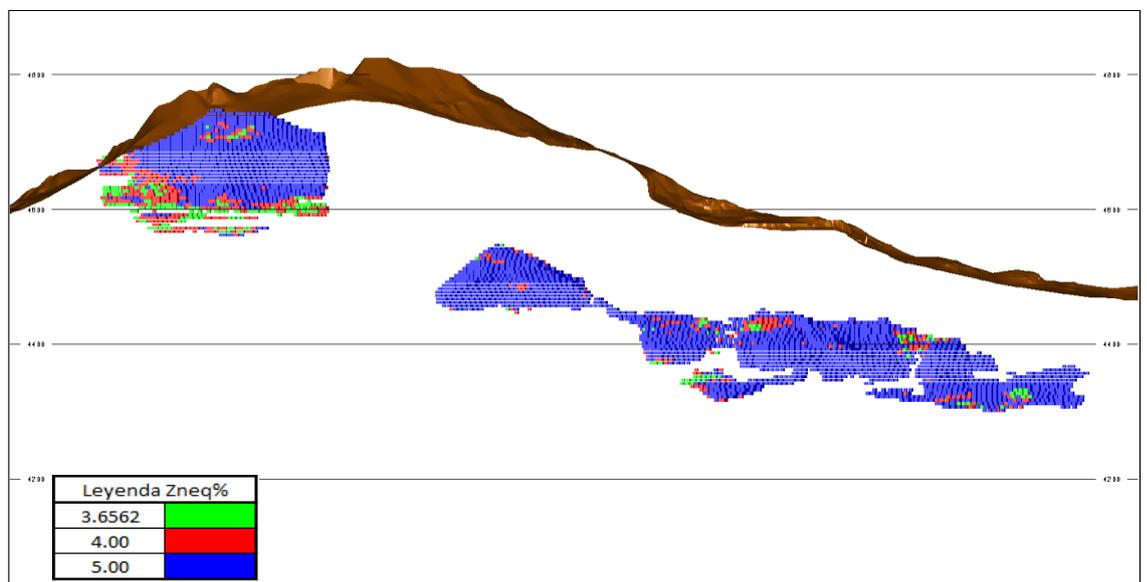
- Cut off de 3.6562 % Zn-eq, considera el Costo Total (Incluidos los costos de transporte de concentrados, los gastos de comercialización, la parte proporcional de los gastos administrativos corporativos, etc.).
- Dimensiones de bloques de 5x5x5.
- El factor de recuperación de la reserva (FRR), para el método de explotación del Proyecto Huallanca:
  - Sub Level Stoping Longitudinal 90%
- El factor de dilución para el método de explotación del Proyecto Huallanca:
  - Sub Level Stoping Longitudinal 10%

El desarrollo de la estimación ha seguido los lineamientos siguientes:

El modelo de reservas, calculado a partir del modelo de recursos del proyecto Huallanca se divide en bloques de 5x5x5 m., es importante mencionar que solo los bloques con clasificación de Reservas probado más probable y con leyes mayores para un Cut-Off de 3.6562% Zn equivalente serán utilizados en la determinación de las envolventes económicas.

*Ilustración 1*

*Reserva Mineral Probado + Probable*



## CONCLUSIONES

- El diseño de mina ha sido elaborado para una producción de 2 200 TPD, con infraestructura suficiente para atender incrementos de producción, solo, adquiriendo más equipo minero.
- El diseño de planta a considerado el aporte de la Mina Pallca a razón 800 Tn/día, habiendo dimensionado sus componentes para un tratamiento diario a razón de 3,000 Tn/día.
- A pedido de Santa Luisa, en un anexo al presente estudio, se evaluará la operación a razón de 3,000 TPD, considerando solo el aporte de Proyecto Huallanca.
- La estrategia de explotación propuesta 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 del mineral y también para generar espacios que serán rellenados con los escombros producto de los desarrollos en los niveles superiores.
- Así también en el diseño se determina la separación entre los subniveles cada 30mts, tomando las recomendaciones geológicas y geotécnicas para el mejor control de la dilución y las inflexiones de la estructura mineralizada durante la perforación de los taladros de producción.
- El diseño de mina ha aprovechado la ubicación del yacimiento para el drenaje de mina por gravedad y la ventilación por tiro natural.
- Inicio de explotación en forma ascendente desde los niveles inferiores a superiores (Aprovechando la gravedad)

## RECOMENDACIONES

- Para la siguiente etapa del estudio, se recomienda realizar un estudio geomecánico a detalle (modelo geomecánico) para poder dimensionar Unidad básica de Explotación.
- Se debe construir un modelo estructural que dé cuenta de los sistemas estructurales en profundidad para ajustar el diseño y sobre todo la ubicación y orientación de las principales labores de accesibilidad y extracción del mineral.
- Dado que la estimación de la reserva minable es sensible a la ley de cabeza y a los costos operativos, se recomienda hacer campañas de exploración en los sectores con mejores leyes de cabeza.
- La reserva de mineral debe ser actualizada con los nuevos recursos y ensayos metalúrgicos que se obtengan para el desarrollo del estudio de Pre Factibilidad con la finalidad de iniciar con el desarrollo de una planta de procesos a una producción de 3,000 TPD.
- Se recomienda realizar el estudio correspondiente para el dimensionamiento y diseño del sistema de Relleno Pasta. Además para establecer la relación de mezcla con cemento.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

EIA de Proyecto de Exploración Minera Atalaya Categoría II

Plan de Cierre del Proyecto de Exploración Minera Atalaya

Planes Desarrollo Locales y Regionales

Cambios Climáticos Globales- Investigaciones Glaciológicas en la Cordillera de Huallanca y Cordillera Blanca Glaciares de Chapi Janca y Pastoruri. Benjamín Morales Arnao. 1era Ed- Marzo – 2012.

INGEMMET (1995). Geología del Perú, Boletín N° 55 Serie A: Carta Geológica Nacional, Responsables de la Edición: Oscar Palacios Moncayo, Agapito Sánchez, Francisco Herrera Romero Fernández

INGEMMET (1996). "Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca (Hojas 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j)". por John Cobbing, Agapito Sánchez F, William martinez V. Ector Zarate O.

Morales (2012). Cambios Climáticos Globales. Investigaciones Glaciológicas en la cordillera de Huallanca y Cordillera Blanca. Glaciares de Chaupijanca y Pastoruri. Lima, 2012.

Bieniawski Z.T. "Engineering Rock Mass Clasification" Wiley – Interscience Publication – 1989.

Brady B.H.G. & Brown E.T. "Rock Mechanics for Underground Mining" George Allen & Unwin – London – 1985.

Brown E.T. "Rock Characterization Testing and Monitoring" ISRM Suggested Methods – Commission on Testing Methods, International Society for Rock Mechanics – 1981.

DCR Ingenieros S.R.Ltda. "Evaluación Geomecánica para el minado subterráneo – Proyecto Huevos Verdes - Argentina" Informe Técnico – Diciembre 2001.

DCR Ingenieros S.R.Ltda. "Evaluación Geomecánica para el método de minado subterráneo del Proyecto Poracota" Informe Técnico – Mayo 2006.

Hoek E., Kaiser P., Bawden W. "Support of Underground Excavations in Hard Rock" A.A. Balkema 1995.

Hoek E. "Practical rock engineering" Rocscience, 2002.

Hudson J.A. Ed. "Comprehensive Rock Engineering – Principles, Practice & Projects". Volúmenes 3 y 4, Pergamon Press 1993.

Hustrulid W.A. and Bullock R.L. "Underground Mining Methods: Fundamentals and International Case Studies" SME – 2001.

Weiss F. y Córdova D. "Influencia de las condiciones naturales en la selección del método de explotación en minería subterránea", Informe INGEMMET – 1991.

Hernández-Sampieri, R. (2010). Metodología de la investigación (Mc GrawHill (ed.); Quinta edi)

Bath, C., y S. Duda. 1968. Secular Seismic Energy release in the circum pacific belt.

Escalante, Christian. 2000. Evaluación del Peligro Sísmico en el Sur del Perú (13°- 18.5° S). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 53p

Minaya, Armando. 1986. Actividad Sísmica en el Sur del Perú y su Probabilidad de Ocurrencia. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 89p

## **ANEXOS**

## **ANEXOS**

**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:**

## REQUERIMIENTO DE VENTILACIÓN PARA EQUIPAMIENTO SUBTERRÁNEO

Descripción	Requerimiento	DS. 055 - Capítulo IV
Personal	6.0 m <sup>3</sup> /min./hombre	Art. 236
Diesel Horsepower (HP)	3.0 m <sup>3</sup> /min./equipo	Art. 236
Explosivo Usado	25.0 m / min.	Art. 236
Velocidad	20 – 250 m / min.	Art. 236

### ESTIMACIÓN DEL REQUERIMIENTO DE AIRE

REQUERIMIENTO	UNIDAD	ETAPAS DE PROFUNDIZACION
		Etapa 1
<b>DATOS GENERALES</b>		
Sección de la Rampa Principal y Niveles	m <sup>2</sup>	23.23
Personal por Turno	unid.	59
Caudal mínimo x persona (Altitud hasta los 1,500 nsm)	m <sup>3</sup> /min	6
Caudal mínimo x HP de equipos (Segun Ley)	m <sup>3</sup> /min	3
Caudal minimo x 1000 ton/mes	m <sup>3</sup> /min	180
Produccion por día	tpd	2,200
Reservas Mina a Explotar	tms	7,795,074
Cota de Trabajo	msnm	4,450
Explosivo (anfo)	kg	2,480
Nro. de Disparos por Turno	unid.	
<b>EQUIPO DIESEL</b>		"HP" POR ETAPAS
<b>DESARROLLO Y PREPARACION</b>	HP	2239
<b>PRODUCCION</b>		3852
Total HP max por Equipo Diesel	HPmax	6,091
Total HP real por Equipo Diesel	HPreal	3,381
<b>REQUERIMIENTO DE AIRE</b>		CFM REQUERIDO X ETAPAS
Personal	m <sup>3</sup> /min	235
Equipo Diesel	m <sup>3</sup> /min	5,071
Explosivo	m <sup>3</sup> /min	2,067
Produccion	m <sup>3</sup> /min	396
Total Caudal	m <sup>3</sup> /min	7,769
Requerimiento del Caudal	cfm	<b>274,354</b>

## CAUDAL DE BOMBEO EQUIPOS MINA

CAUDAL DE BOMBEO				
UNIDADES	CANTIDAD	CONSUMO	TOTAL	CONSUMO POR DIA
	EQUIPO (unid)	EQUIPO (l/s)	CONSUMO (l/s)	ETAPA - I ( l/dia )
<b>EQUIPOS DE PERFORACION</b>				
Perforadoras Manuales	4	0.60	2.40	155,520
Jumbo_avance	5	1.10	5.50	356,400
Jumbo Radial	2	2.92	5.83	378,000
Acuñador	3	0.80	2.40	155,520
Raise Boring	1	2.55	2.55	165,240
<b>Perforación</b>				<b>1,210,680</b>
<b>EQUIPO FORTIFICACION</b>				
Curado de shotcrete	2	0.65	1.30	84,240
Preparado del material para shotcrete	2	0.35	0.70	45,360
Apernador	4	1.10	4.40	285,120
<b>Sostenimiento</b>				<b>414,720</b>
<b>OTROS SERVICIOS</b>				
Taller de Mantenimiento	1	0.35	0.35	22,680
Lavaderos	2	0.25	0.50	32,400
Control del polvo	1	0.45	0.45	29,160
<b>Servicios</b>				<b>84,240</b>
<b>Total consumo por dia</b>			<b>26.38</b>	<b>1,709,640</b>

m3/dia

1,710

m3/hr

127

l/s

35

Consumo maximo (l/dia)  
Consumo maximo (m3/dia)  
Consumo maximo (m3/hr)  
Consumo maximo (l/s)

1,709,640

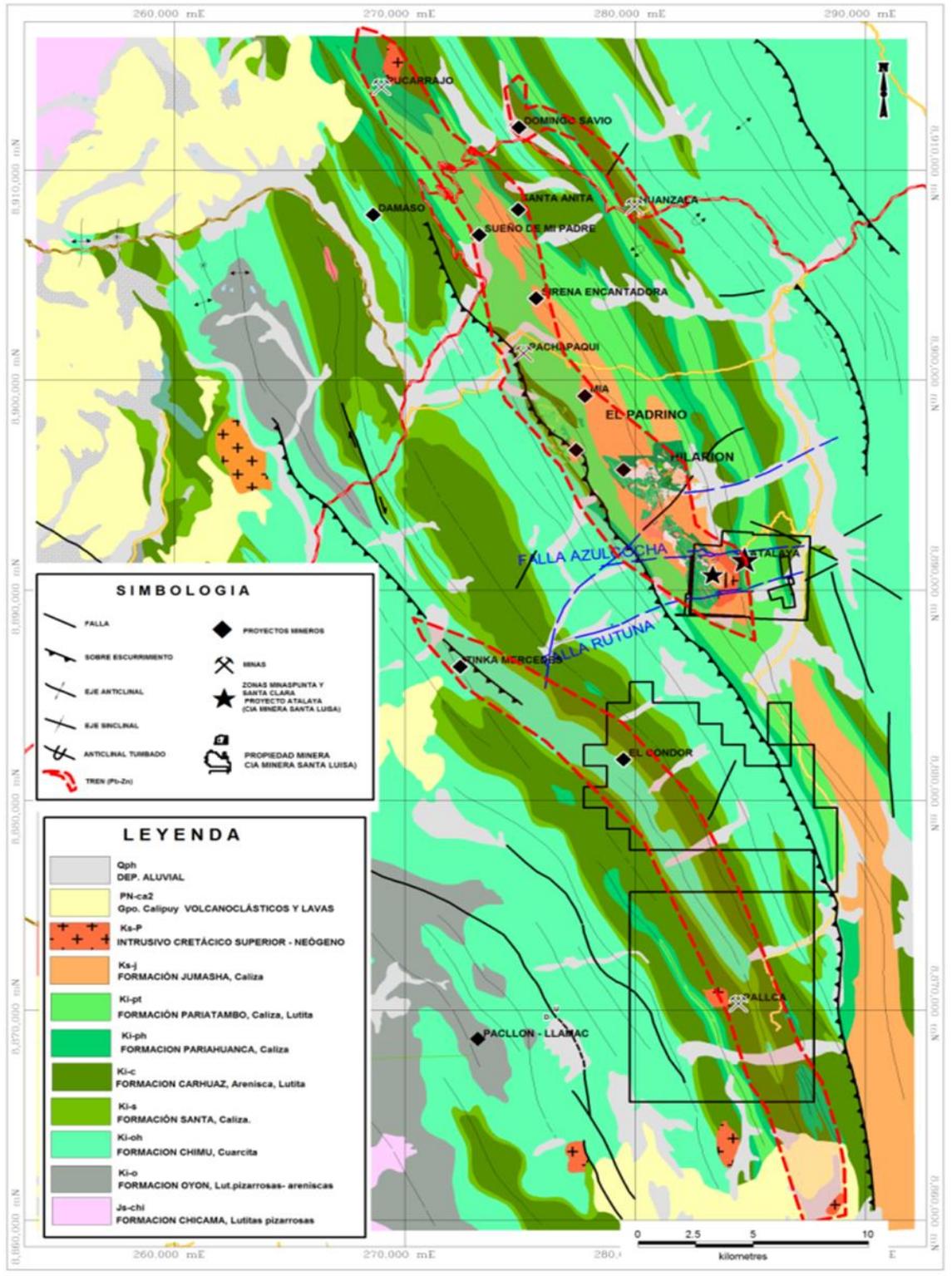
1,710

127

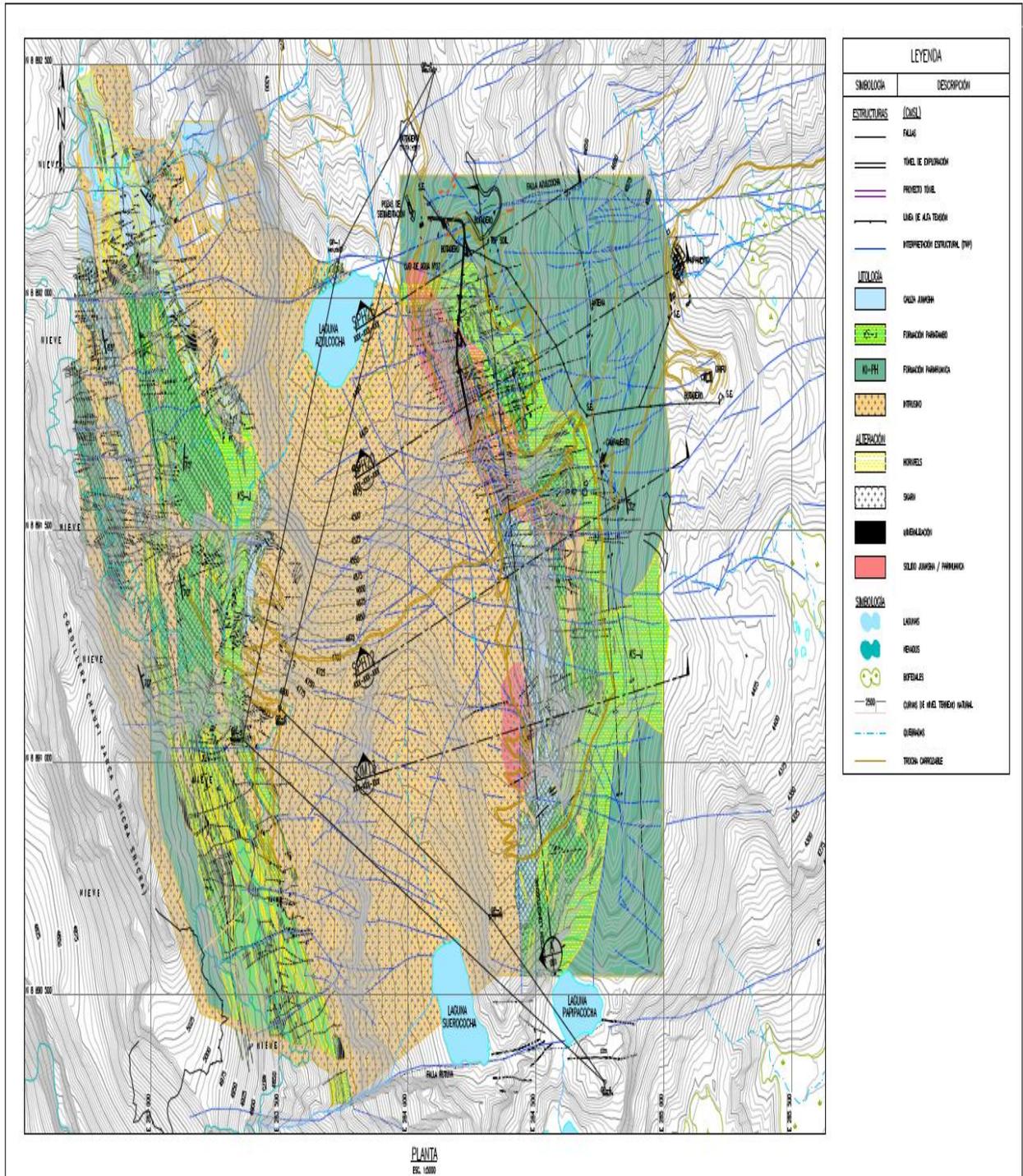
35

### ***Anexo 3***

Mapas



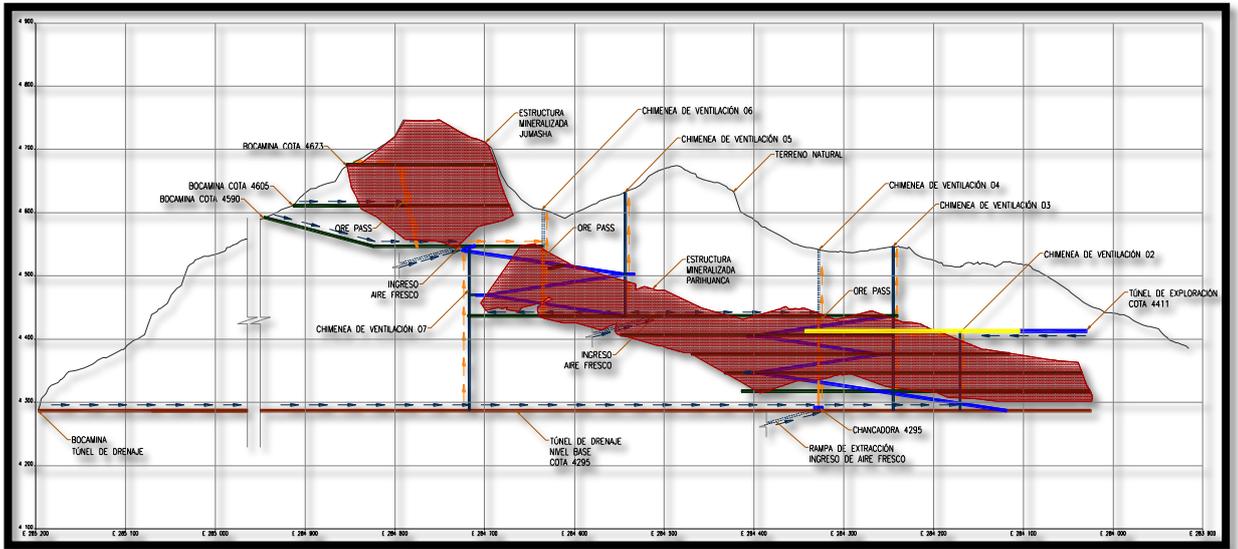
# Plano Geológico del Proyecto Huallanca



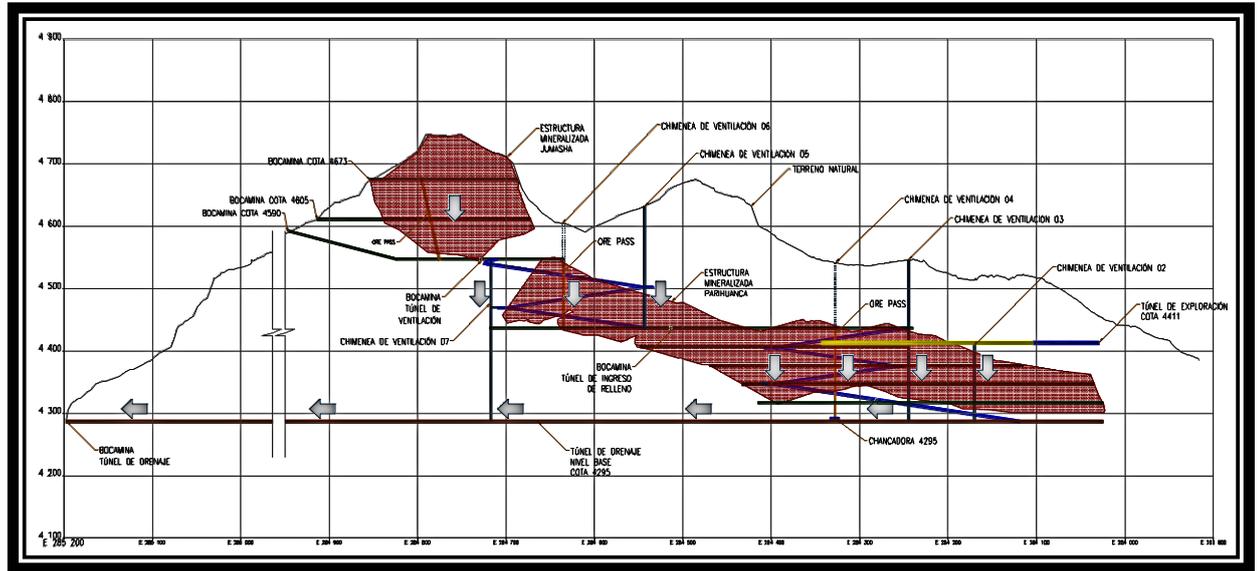


**Cinturón Polimetálico Regional**

## Servicios Auxiliares



## Esquema del Sistema de Ventilación



## Esquema del Sistema de Drenaje

**Anexo 4**

**Panel Fotográfico**

## UBICACIÓN DE LA PLANTA – ALTERNATIVA 1



## UBICACIÓN DE LA PLANTA – ALTERNATIVA 2



## UBICACIÓN DE LA PLANTA – ALTERNATIVA 3



**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TÍTULO: “Caracterización del Método de Explotación, para Establecer la Secuencia de Minado en el Proyecto Huallanca – Compañía Minera Santa Luisa S.A.”**

**Tesista: Bachiller Jean**

<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></p> <p>¿Como realizar la caracterización del método de explotación para establecer la secuencia de minado en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.?</p> <p><b>ESPECIFICOS</b></p> <p>A. ¿Cómo establecer la secuencia de minado para tener un adecuado proceso de producción en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.?</p> <p>B. ¿Cómo determinar los parámetros de la explotación para tener un adecuado ciclo de minado en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.?</p>	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>Realizar la caracterización del método de explotación para establecer la secuencia de minado en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.</p> <p><b>ESPECIFICOS</b></p> <p>A. Establecer la secuencia de minado para tener un adecuado proceso de producción en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.</p> <p>B: Determinar los parámetros de la explotación para adecuar el ciclo de minado en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.</p>	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>Si realizamos la caracterización del método de explotación estableceremos la secuencia de minado en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.</p> <p><b>ESPECIFICOS</b></p> <p>A. Si establecemos la secuencia de minado tendremos un adecuado proceso de producción en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.</p> <p>B. Si determinamos los parámetros de explotación tendremos un adecuado ciclo de minado en el Proyecto Huallanca de la Compañía Minera Santa Luisa S.A.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE</b></p> <p>TE:</p> <p>X: Caracterización del método de explotación</p> <p><b>DEPENDIENTE</b></p> <p>Y: Secuencia de minado</p>	<p>Planeamiento Minero.</p> <p>- Geomecánica.</p> <p>- Parámetros Geotécnicos.</p>	<p>Métodos de Explotación.</p> <p>Ciclo de Minado.</p> <p>Zonificación.</p> <p>Sostenimiento.</p>	<p><b>TIPO:</b></p> <p>Aplicativo- Investigativo</p> <p><b>NIVEL:</b></p> <p>Evaluativa.</p>