

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



**T E S I S**

**Mejoramiento del método de explotación de corte y relleno  
ascendente para incrementar la producción en Mina Julcani de  
la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.**

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

**Autor:**

**Bach. George Brian HUAMAN MUÑOZ**

**Asesor:**

**Mg. Floro Pagel ZENTENO GOMEZ**

**Cerro de Pasco – Perú – 2024**

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



**T E S I S**

**Mejoramiento del método de explotación de corte y relleno  
ascendente para incrementar la producción en Mina Julcani de  
la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.**

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

---

**Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Wenceslao Julio LEDESMA VELITA**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Raúl FERNANDEZ MALLQUI**  
**MIEMBRO**



Firmado digitalmente por CONDOR SURICHAGUI Santa Silvia FAU 20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 01.10.2024 16:29:40 -05:00



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**

**Facultad de Ingeniería de Minas**

**Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas**



## **INFORME DE ORIGINALIDAD N° 048-2024**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Originality, que a continuación se detalla:

Presentado por:

**Bach. George Brian HUAMAN MUÑOZ**

Escuela de Formación Profesional  
**Ingeniería de Minas**

Tipo de trabajo:  
**Tesis**

Título del trabajo  
***“Mejoramiento del Método de Explotación de Corte y Relleno Ascendente para Incrementar la Producción en Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.”***

Asesor:

**Mg. Floro Pagel ZENTENO GOMEZ**

Índice de Similitud: **29 %**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 1 de octubre de 2024.

Sello y Firma del responsable  
de la Unidad de Investigación

## **DEDICATORIA**

La presente tesis dedico a mi madre mi madre Laura Muñoz Travezaño, que en el transcurso de mi vida me brindó su apoyo incondicional, me supo inculcar valores y es la motivación para ser mejor cada día.

Además, lo dedico a mis hermanos Sharon y Sandro Huamán Muñoz, porque ellos son la razón de ser un profesional y sentirme tan orgulloso de cumplir mi meta, que siempre confiaron en mi persona y en mi deseo de superación.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por guiarme en el trayecto de mi vida profesional y darme la fortaleza para seguir adelante.

Agradezco a mi familia por su comprensión y brindarme el estímulo constante para cumplir con mis metas y anhelos.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión quienes son los que forjaron mis conocimientos.

Mi agradecimiento a los profesionales que laboran en la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. por brindarme las facilidades del caso para el desarrollo de la tesis.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo de mejorar la producción de corte y relleno ascendente convencional mediante la aplicación del método de corte y relleno ascendente mecanizado.

Al final del estudio se puede concluir que la aplicación del método de corte y relleno ascendente mecanizado es la alternativa más adecuada para incrementar la producción en la unidad minera Julcani.

La mecanización de la mina reducirá el costo de explotación de 30.4 \$/ton a 25.8 \$/Ton y que la explotación pueda realizarse en un tiempo menor. El VAN (Valor Presente Neto) a una tasa de descuento de 18% anual (1.39% mensual) es de \$ 13'578,140.50 para el método de corte y relleno ascendente mecanizado y para el caso del método de corte y relleno ascendente convencional es de \$ 11'551,630.99.

Según los resultados obtenidos del estudio tenemos que la producción de la unidad minera Julcani usando el método de corte y relleno convencional es de 1,451.52 ton/mes y mediante el método de corte y relleno mecanizado es de 4,838.4 ton/mes con una diferencia de 3,386.88 ton/mes. La dilución del mineral de la alternativa 1 es de 4.7% y mediante la alternativa 2 es de 5.6%.

**Palabras claves:** Productividad, Método de explotación, corte y relleno ascendente convencional y mecanizado.

## ABSTRACT

The objective of this research work is to improve the production of conventional cut and fill by applying the mechanized cut and fill method.

At the end of the study it can be concluded that the application of the mechanized cut and fill method is the most suitable alternative to increase production at the Julcani mining unit.

The mechanization of the mine will reduce the mining cost from 30.4 \$/ton to 25.8 \$/ton and that mining can be done in a shorter time. The NPV (Net Present Value) at a discount rate of 18% per year (1.39% per month) is \$ 13'578,140.50 for the mechanized cut and fill method and for the conventional cut and fill method it is \$ 11'551,630.99.

According to the results obtained from the study we have that the production of the Julcani mining unit using the conventional cut and fill method is 1,451.52 tons/month and using the mechanized cut and fill method is 4,838.4 tons/month with a difference of 3,386.88 tons/month. The ore dilution of alternative 1 is 4.7% and by alternative 2 is 5.6%.

**Key words:** Productivity, Mining method, conventional and mechanized cut and fill.

## **INTRODUCCIÓN**

La Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. tiene como objetivo incrementar la productividad y el aumento de sus reservas, lo que da lugar a la búsqueda de nuevas alternativas de minado que genere mayor productividad que el método convencional empleado inicialmente.

En el Capítulo I se describe el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación, la importancia, los alcances y limitaciones de la investigación.

En el Capítulo II se trata sobre el marco teórico de la investigación, las bases teóricas y las definiciones de términos básicos.

En el Capítulo III se describe la hipótesis y la metodología de la investigación, identificación de la variables, método, tipo y diseño de investigación, población y muestra.

En el Capítulo IV se trata sobre los resultados y análisis de la investigación, así como la prueba de hipótesis.

Como tema final tenemos las recomendaciones y conclusiones de la tesis.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.2.1. <i>Ubicación y Accesibilidad</i> .....	1
1.2.2. <i>Geomorfología</i> .....	6
1.2.3. <i>Geología Regional</i> .....	7
1.2.4. <i>Geología Local</i> .....	10
1.2.5. <i>Geología Económica</i> .....	12
1.2.6. <i>Clasificación Geomecánica de la Masa Rocosa en la Unidad Julcani ...</i>	16
1.2.7. <i>Zonificación Geomecánica de la Masa Rocosa</i> .....	16
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.3.1. <i>Problema general</i> .....	18
1.3.2. <i>Problemas Específicos</i> .....	18
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS .....	19
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	19
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	19
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	20

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....	21
2.2. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS .....	22
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	24
2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	25
2.4.1. <i>Hipótesis general</i> .....	25
2.4.2. <i>Hipótesis Específicas</i> . ....	25
2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	25
2.5.1. <i>Variables</i> . ....	25
2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES .....	26

## CAPITULO III

### METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	29
3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	29
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	29
3.5.1. <i>Población</i> .....	29
3.5.2. <i>Muestra</i> . ....	29
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	30
3.7. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....	30
3.8. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	30
3.9. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	30
3.10. ORIENTACIÓN ÉTICA, FILOSÓFICA Y EPISTÉMICA.....	30

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO .....	32
4.1.1.	<i>Método de Explotación: Corte y Relleno Ascendente</i> .....	32
4.1.2.	<i>Ciclo de Minado</i> .....	36
4.1.3.	<i>Perforación y Voladura</i> .....	36
4.1.4.	<i>Desatado de Rocas, Sostenimiento y Limpieza</i> .....	37
4.1.5.	<i>Relleno</i> .....	38
4.1.6.	<i>Resumen de Preparación y Explotación C&amp;R Ascendente</i> .....	40
4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	46
4.2.1.	<i>Plan de Minado, Diseño de Avances y Estándar de Labores</i> <i>Subterráneas</i> .....	46
4.2.2.	<i>Diseño de Labores de Desarrollo</i> .....	47
4.2.3.	<i>Descripción de las Alternativas</i> .....	52
4.2.4.	<i>Desarrollo</i> .....	53
4.2.5.	<i>Labores de Preparación</i> .....	53
4.2.6.	<i>Perforación</i> .....	54
4.2.7.	<i>Voladura</i> .....	55
4.2.8.	<i>Limpieza</i> .....	55
4.2.9.	<i>Relleno</i> .....	56
4.2.10.	<i>Evaluación Económica de las Alternativas</i> .....	56
4.3.	PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	60
4.3.1.	<i>Hipótesis General</i> .....	60
4.3.2.	<i>Primera Hipótesis Específica</i> .....	60
4.3.3.	<i>Segunda Hipótesis Específica</i> .....	61
4.3.4.	<i>Tercera Hipótesis Específica</i> .....	62
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	63
CONCLUSIONES		

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE UBICACIÓN DE LA MINA JULCANI. ....	3
FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DE MINA JULCANI. ....	4
<i>FIGURA 3. ACCESIBILIDAD DE MINA JULCANI. ....</i>	<i>5</i>
FIGURA 4. GEOMORFOLOGÍA DE MINA JULCANI. ....	6
FIGURA 5. GEOLOGÍA REGIONAL DE MINA JULCANI. ....	8
FIGURA 6. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE MINA JULCANI. ....	9
<i>FIGURA 7. PLANO GEOLÓGICO LOCAL DE MINA JULCANI. ....</i>	<i>11</i>
<i>FIGURA 8. GEOLOGÍA ECONÓMICA DE MINA JULCANI. ....</i>	<i>13</i>
FIGURA 9. MINERALIZACIÓN DE MINA JULCANI. ....	14
FIGURA 10. ZONEAMIENTO MINERALIZADO DE JULCANI. ....	15
FIGURA 11. VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES DEL PROYECTO. ....	27
FIGURA 12. CORTE Y RELLENO ASCENDENTE – VARIANTE 01. ....	33
FIGURA 13. CORTE Y RELLENO ASCENDENTE – VARIANTE 02. ....	34
FIGURA 14. CORTE Y RELLENO ASCENDENTE – VARIANTE 03. ....	34
FIGURA 15. CORTE Y RELLENO ASCENDENTE – VARIANTE 04. ....	35
FIGURA 16. CORTE Y RELLENO ASCENDENTE – EXPLOTACIÓN. ....	35
FIGURA 17. PERFORACIÓN Y TALADROS DE PERFORACIÓN. ....	36
FIGURA 18. MALLA DE PERFORACIÓN CIRCADO EN MINERAL. ....	36
FIGURA 19. DETALLE DE CARGUÍO DE TALADRO EN CIRCADO. ....	37
FIGURA 20. SOSTENIMIENTO DE TAJEO CON PUNTALES Y JACK POT + SPLIT SET 4". ....	37
FIGURA 21. LIMPIEZA DE MINERAL CON CARRETILLA. ....	38
FIGURA 22. MALLA DE PERFORACIÓN PARA DESCAJE (CAJA PISO). ....	38
FIGURA 23. PREPARACIÓN DE CÁMARAS. ....	40
FIGURA 24. AVANCE DE SUBNIVEL Y CHIMENEAS. ....	40
FIGURA 25. PERFORACIÓN Y VOLADURA DEL ALA – E. ....	41
FIGURA 26. PERFORACIÓN Y VOLADURA DEL ALA – W Y LIMPIEZA DEL ALA – E. ....	42

<i>FIGURA 27. LIMPIEZA DE MINERAL ALA – W, RELLENO Y PERFORACIÓN ALA – E (2DO CORTE).</i>	43
<i>FIGURA 28. PROCEDIMIENTO REPETITIVO.</i>	44
<i>FIGURA 29. RELLENO COMPLETO DEL TAJO.</i>	45
<i>FIGURA 30. COMPARACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE C&amp;R CONVENCIONAL Y C&amp;R MECANIZADO.</i>	58
<i>FIGURA 31. COMPARACIÓN DEL COSTO DE MINADO CON C&amp;R ASCENDENTE CONVENCIONAL Y C&amp;R ASCENDENTE MECANIZADO.</i>	58
<i>FIGURA 32. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS 2 ALTERNATIVAS USANDO EL VAN COMO INDICADOR DE RENTABILIDAD.</i>	59
<i>FIGURA 33. COSTO DE PERFORACIÓN DEL CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL Y CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO.</i>	61
<i>FIGURA 34. COSTO DE VOLADURA DE LOS MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL Y CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO.</i>	62
<i>FIGURA 35. NIVEL 560 DE LA MINA JULCANI.</i>	71
<i>FIGURA 36. NIVEL 610 DE LA MINA JULCANI.</i>	72
<i>FIGURA 37. TRABAJOS DE EXPLORACIÓN-NIVEL 610 DE LA MINA JULCANI.</i>	73
<i>FIGURA 38. NIVEL 660 DE LA MINA JULCANI.</i>	74
<i>FIGURA 39. NIVEL 710 DE LA MINA JULCANI.</i>	75
<i>FIGURA 40. TRABAJOS DE SOSTENIMIENTO DE LABORES SUBTERRÁNEAS.</i>	76
<i>FIGURA 41. EQUIPOS DE LA MINA JULCANI.</i>	76
<i>FIGURA 42. MALLA DE PERFORACIÓN.</i>	77
<i>FIGURA 43. SOSTENIMIENTO DE LABORES SUBTERRÁNEAS.</i>	77

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>TABLA 1. CRITERIO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MASA ROCOSA.....</i>	<i>16</i>
<i>TABLA 2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....</i>	<i>28</i>
<i>TABLA 3. RESUMEN DEL TIEMPO TOTAL DE LA ACTIVIDAD DE RELLENO.....</i>	<i>39</i>
<i>TABLA 4. DIMENSIONES Y RENDIMIENTOS DE LABORES CON AVANCE CONVENCIONAL. ....</i>	<i>46</i>
<i>TABLA 5. DIMENSIONES Y RENDIMIENTOS DE LABORES CON AVANCE CONVENCIONAL. ....</i>	<i>46</i>
<i>TABLA 6. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN PARA LABORES DE 2.40 M X 2.40 M.....</i>	<i>49</i>
<i>TABLA 7. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN PARA LOS SUBNIVELES DE PRODUCCIÓN DE 0.90 M X 1.80 M.....</i>	<i>51</i>
<i>TABLA 8. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA. ....</i>	<i>56</i>
<i>TABLA 9. COSTO UNITARIO DE EXPLOTACIÓN EN MINA JULCANI. ....</i>	<i>57</i>
<i>TABLA 10 . COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS, CRITERIOS DE COMPARACIÓN.....</i>	<i>57</i>
<i>TABLA 11. DATOS.....</i>	<i>59</i>
<i>TABLA 12. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</i>	<i>63</i>

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

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

La Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. es una empresa minera que tiene como objetivo el desarrollo de proyectos que garantiza un trabajo sostenible en el tiempo y que sea económica y socialmente rentable

El objetivo de la tesis es mejorar la producción en unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., por lo que surge la necesidad de aplicar otro método de explotación que permita recuperar el mineral y alcanzar la producción planeada, teniendo en cuenta las condiciones geológicas y geomecánicas del yacimiento.

#### **1.2. Delimitación de la investigación**

La investigación se desarrollará en la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.

##### **1.2.1. Ubicación y Accesibilidad**

###### ***1.2.1.1. Ubicación***

La unidad minera Julcani se encuentra ubicado en el departamento de Huancavelica, provincia de Angaraes, distrito de Ccochaccasa (Chavez, 2018, 1), con coordenadas geográficas:

Longitud: 74° 49' Oeste

Latitud: 12° 56' Sur

Zona 18

Datum WGS84. (Chavez, 2018, p. 1)

### **1.2.1.2. Accesibilidad**

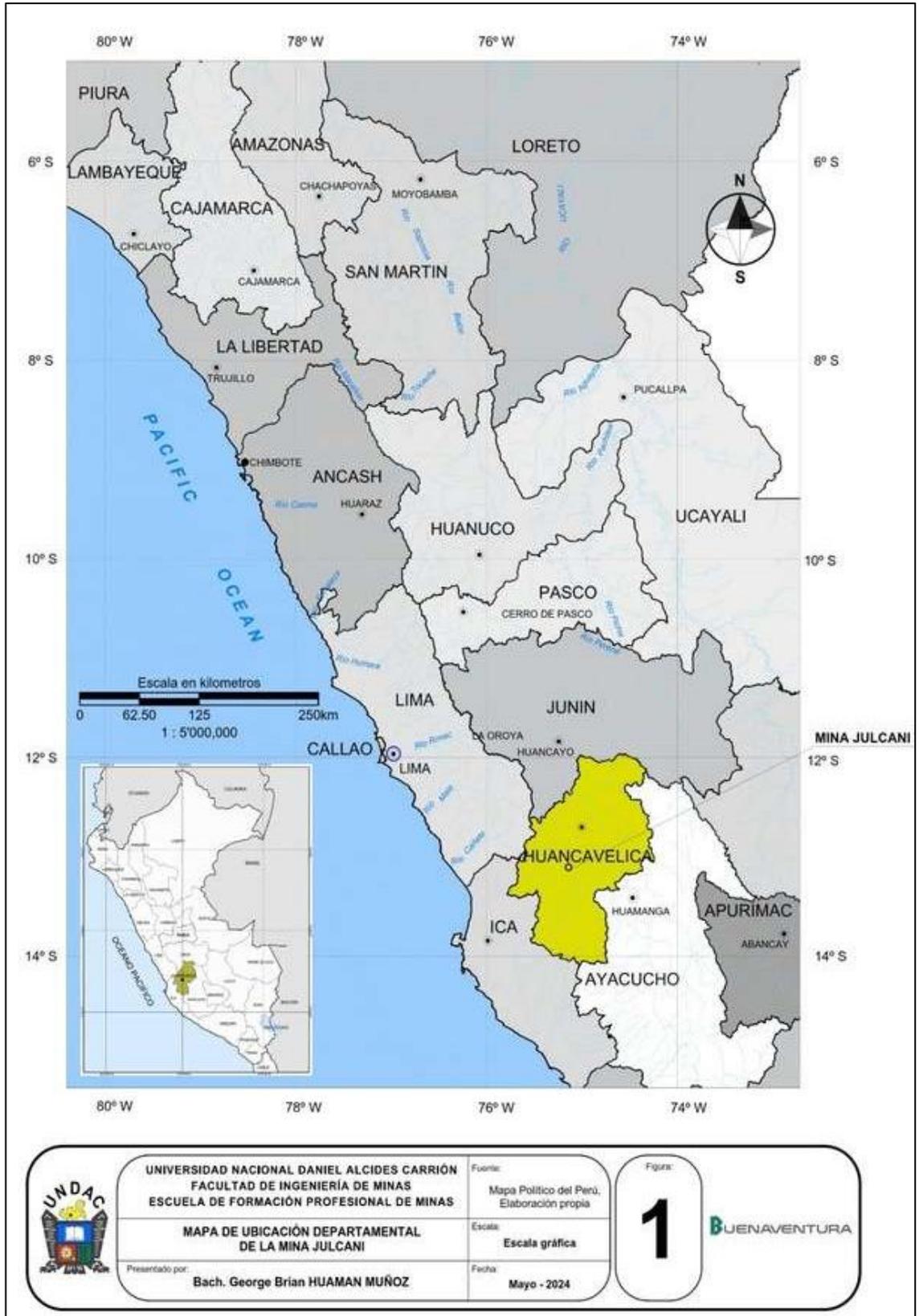
La accesibilidad por vía terrestre a la unidad minera Julcani es el siguiente:

Lima–La Oroya–Huancayo–Huancavelica: 444 km

Lima – Pisco – Huancavelica: 499 km.

Ver *Figura 1* y *Figura 2*.

Figura 1. Mapa de ubicación de la mina Julcani.

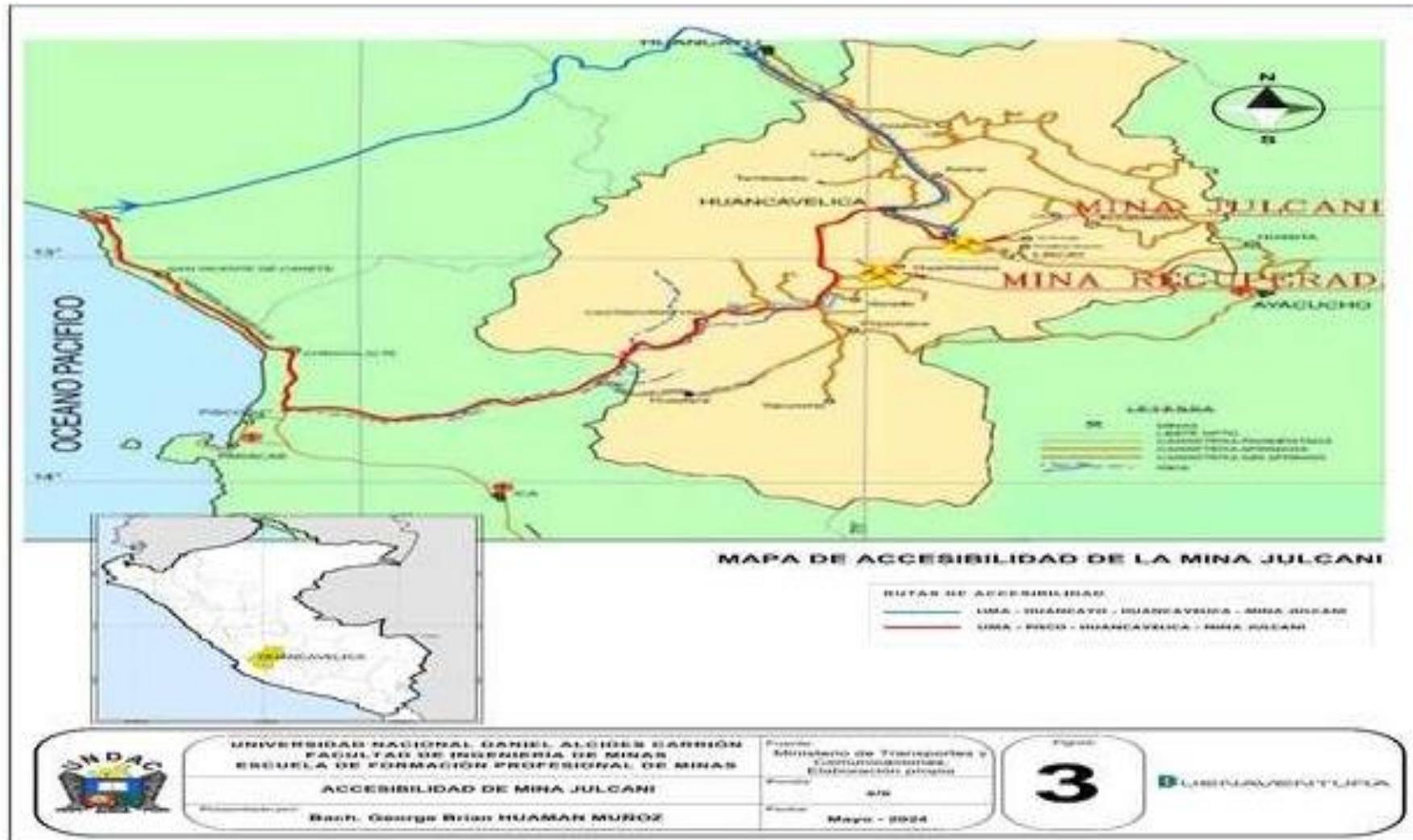


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Localización de mina Julcani.



Figura 3. Accesibilidad de mina Julcani.

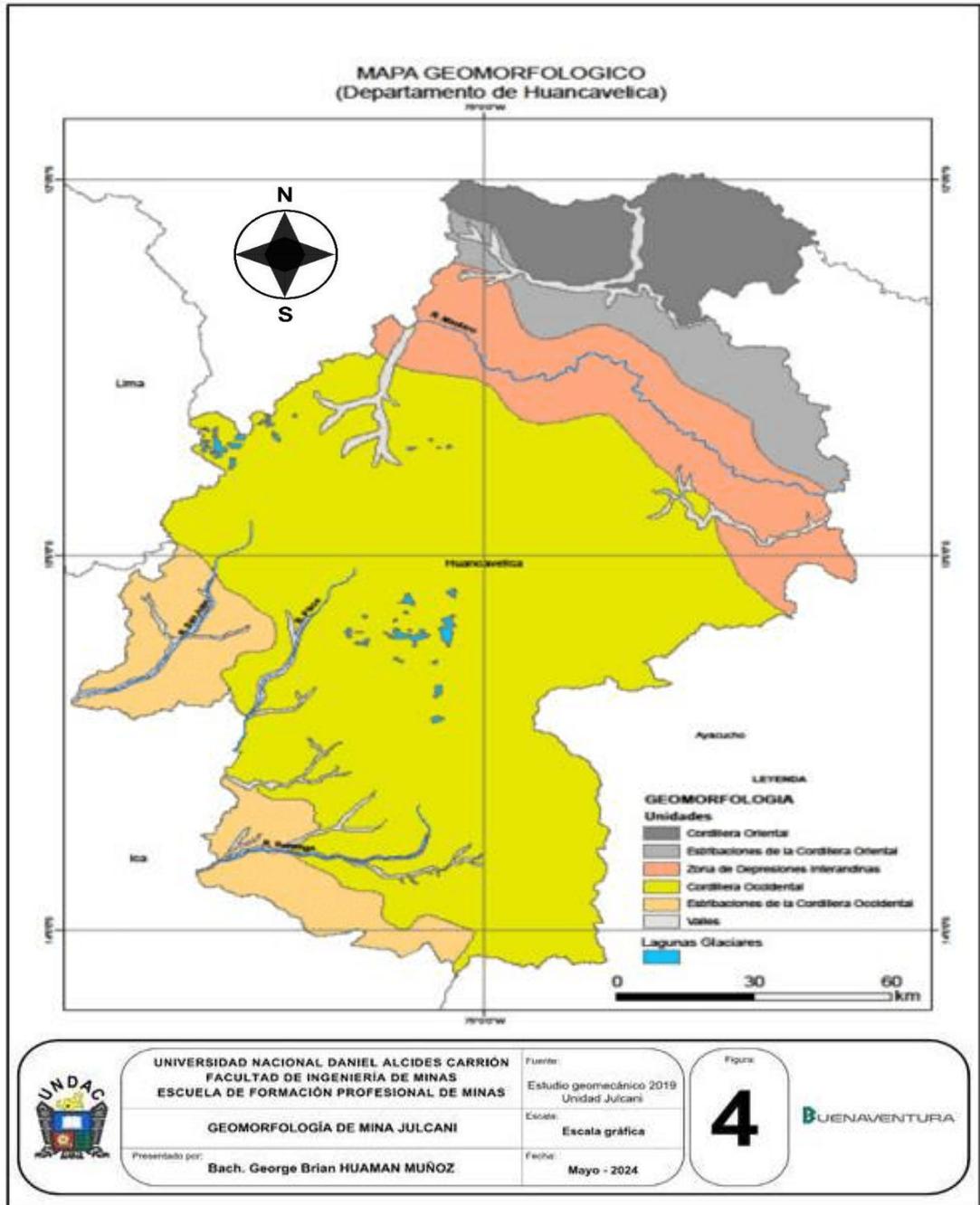


Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### 1.2.2. Geomorfología

Julcani se encuentra por encima de los 4,000 msnm. Presenta algunas pendientes moderadas y pronunciadas hacia las superficies altas. Ver Figura 4:

Figura 4. Geomorfología de mina Julcani.



Fuente: Estudio Geomecánica 2019 Unidad Julcani.

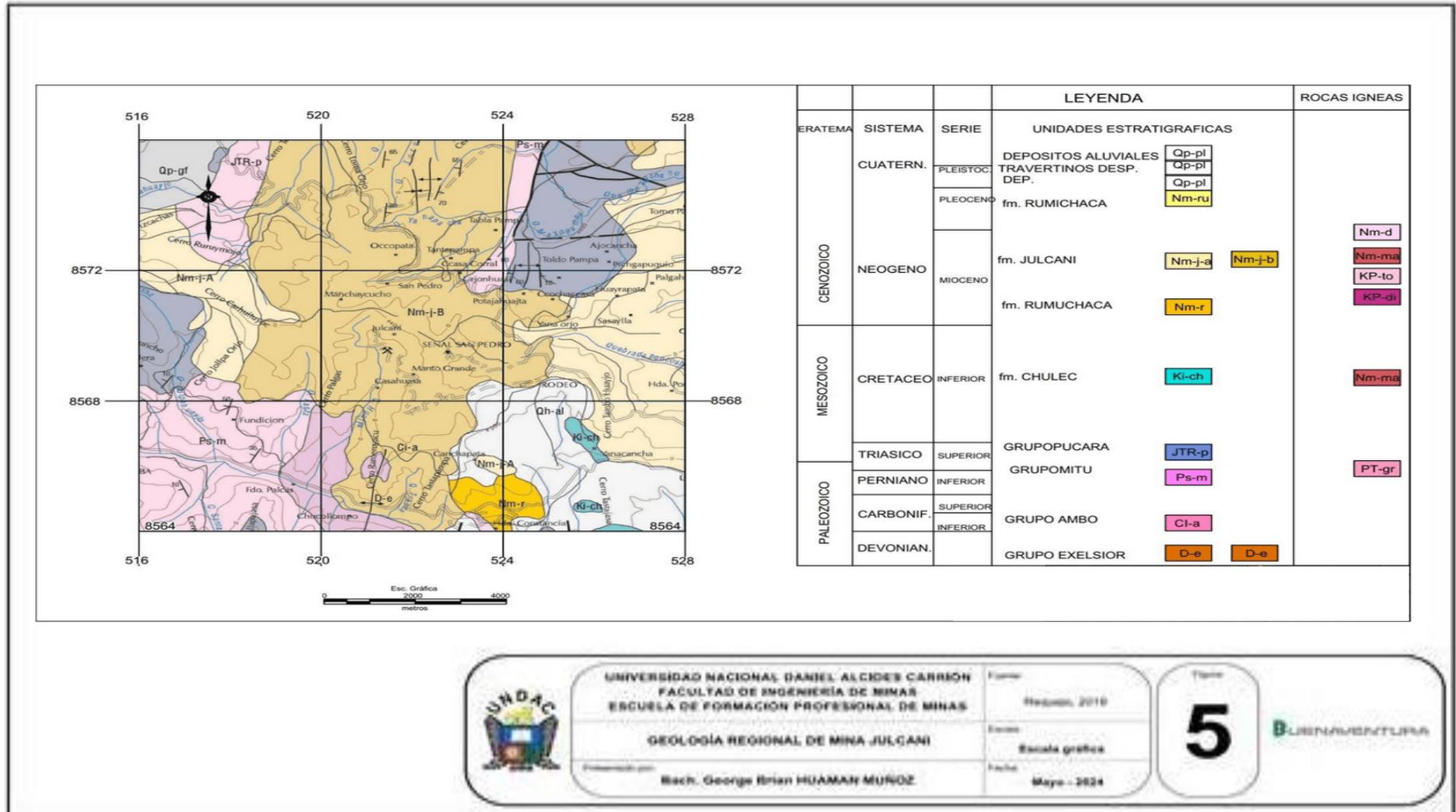
### **1.2.3. Geología Regional**

En la geología estructural tenemos los siguientes grupos:

- Grupo Excelsior (H.W. Kobe-04-1982)
- Grupo Ambo
- Grupo Mitu
- Grupo Pucará
- Grupo Goyllarisquizga
- Formación Chúlec
- Rocas Volcánico Rumichaca
- Rocas del Centro Volcánico Julcani
- Etapa Piroclástica
- Etapa Dómica
- Basalto
- Depósitos Cuaternarios
- Formación Julcani

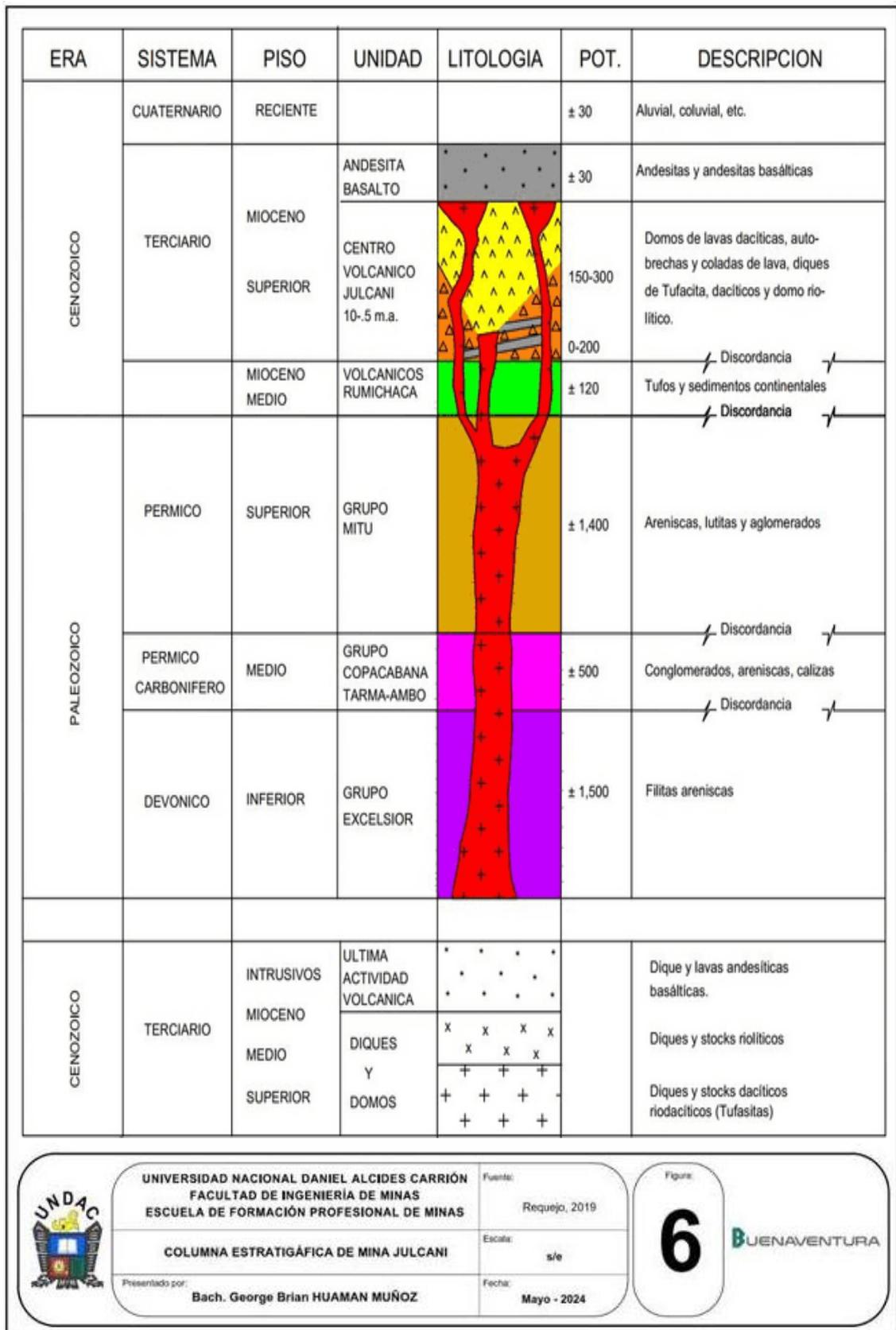
Ver figura 5 y figura 6:

Figura 5. Geología regional de mina Julcani.



Fuente: (Requejo, 2019, p. 22).

Figura 6. Columna Estratigráfica de mina Julcani.



Fuente: (Requejo, 2019, p. 23).

## **1.2.4. Geología Local**

### **1.2.4.1. Estratigrafía**

La columna estratigráfica de la zona Julcani comprende la formación Excélsior del Paleozoico Inferior, hasta los volcánicos Cenozoicos. (Goodell & Petersen, 1974).

### **1.2.4.2. Rocas Sedimentarias**

En rocas sedimentarias se tienen los grupos como:

- Grupo Excélsior (Di-e)
- Grupo Ambo (C, Pi)
- Grupo Mitu (Ps-m)
- Grupo Pucará (Tr-p)
- Formación Chúlec (Ki-ch)

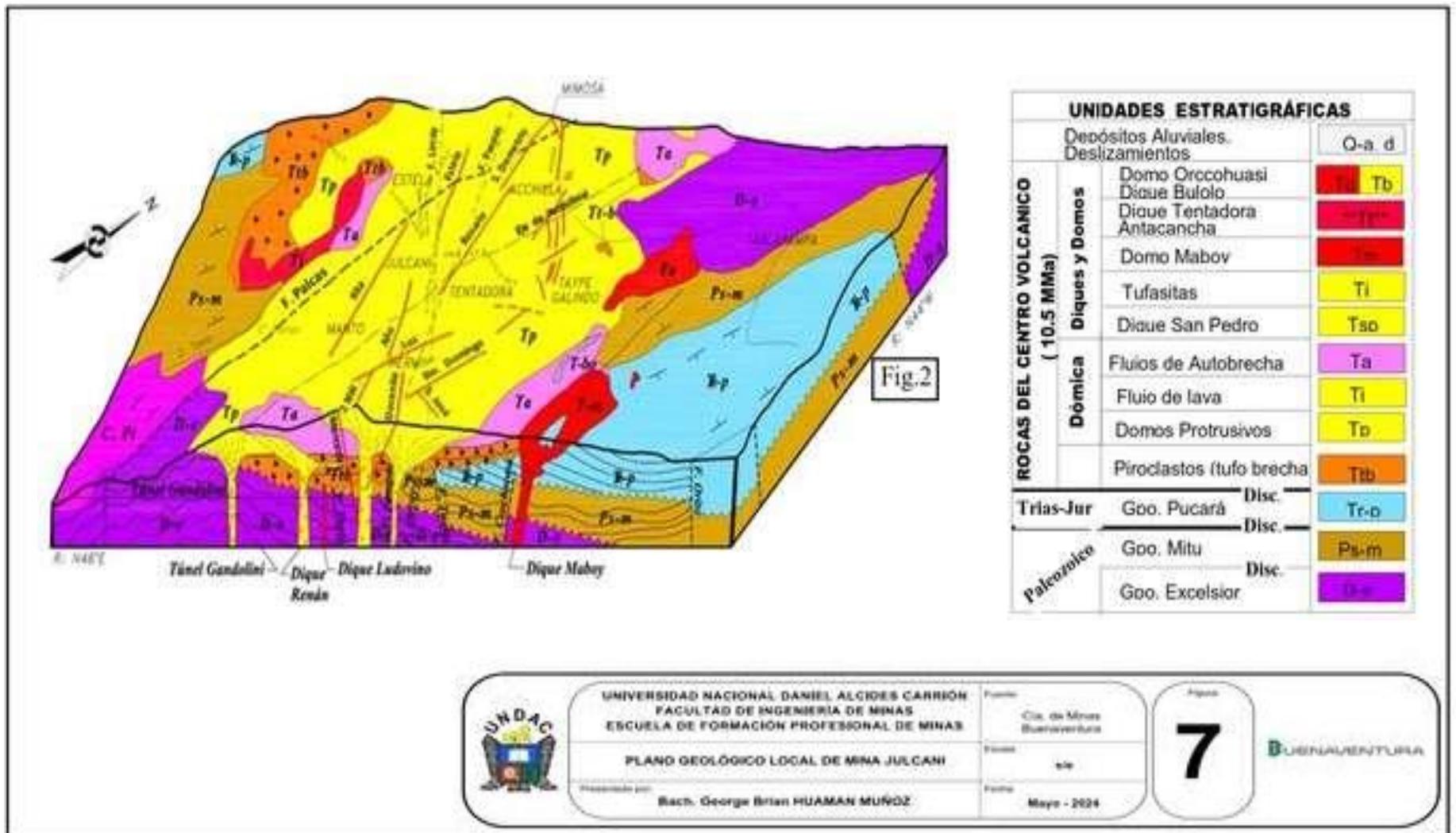
### **1.2.4.3. Rocas Ígneas**

Dentro de estas unidades podemos considerar las siguientes rocas ígneas:

- Grupo Rumichaca (T-tr)
- Rocas del centro volcánico de Julcani (Nm-j-a)

Ver figura 5 y figura 6.

Figura 7. Plano geológico local de mina Julcani.



Fuente: (Requejo, 2019, p. 30).

### **1.2.5. Geología Económica**

Tenemos tres lineamientos estructurales principales, con orientación NO-SE.

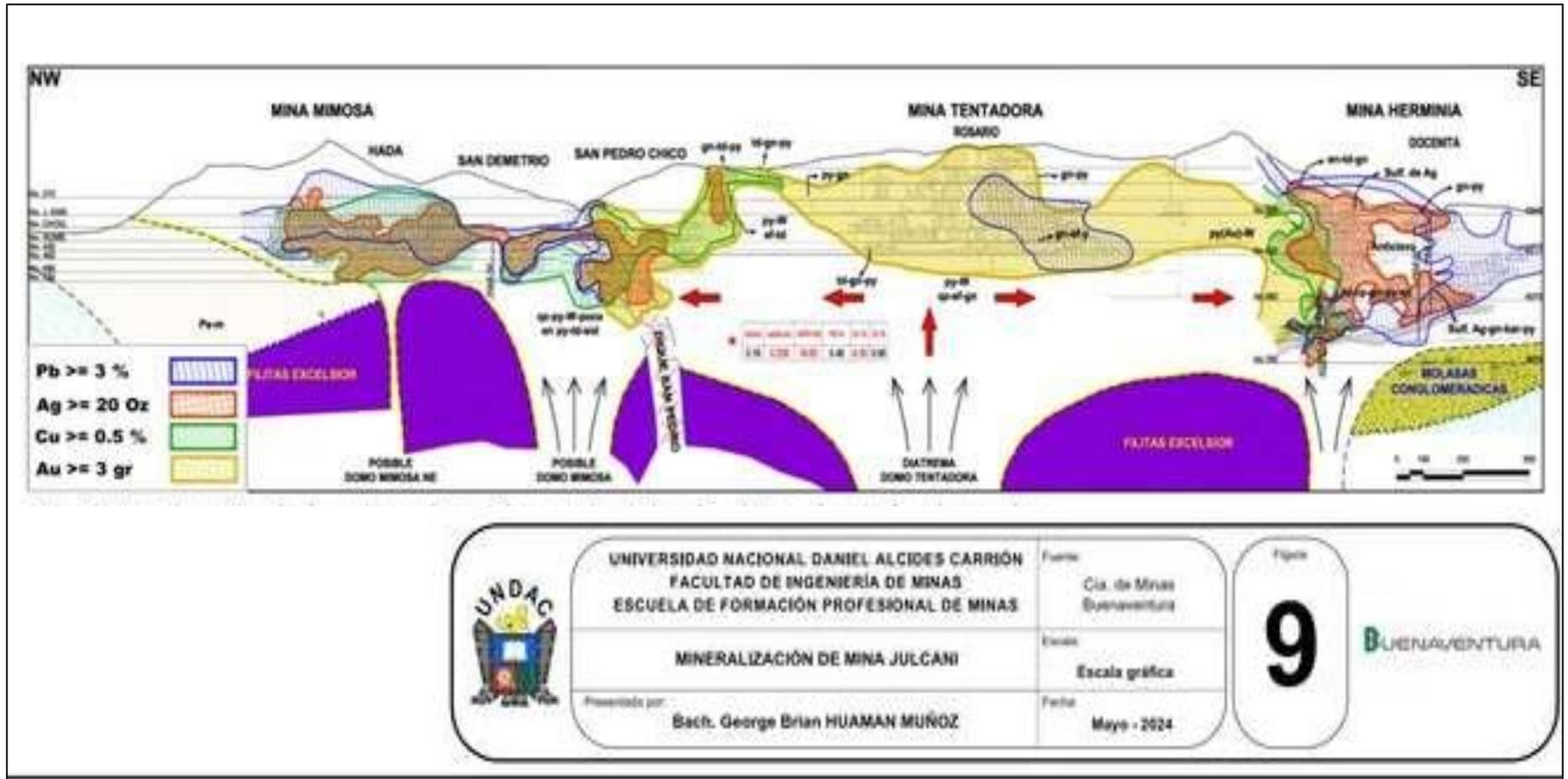
- ✓ Estela Serranita – María.
- ✓ Jimena – Mery – Margarita.
- ✓ Manto – Rita.

“Julcani actualmente tiene reservas de valor, accesibilidad y certeza de Mina Estela y Acchilla, un aproximado de 546,350TCS” (Llanos Malpartida, 2023).

Ver figura 8 de la página 13.

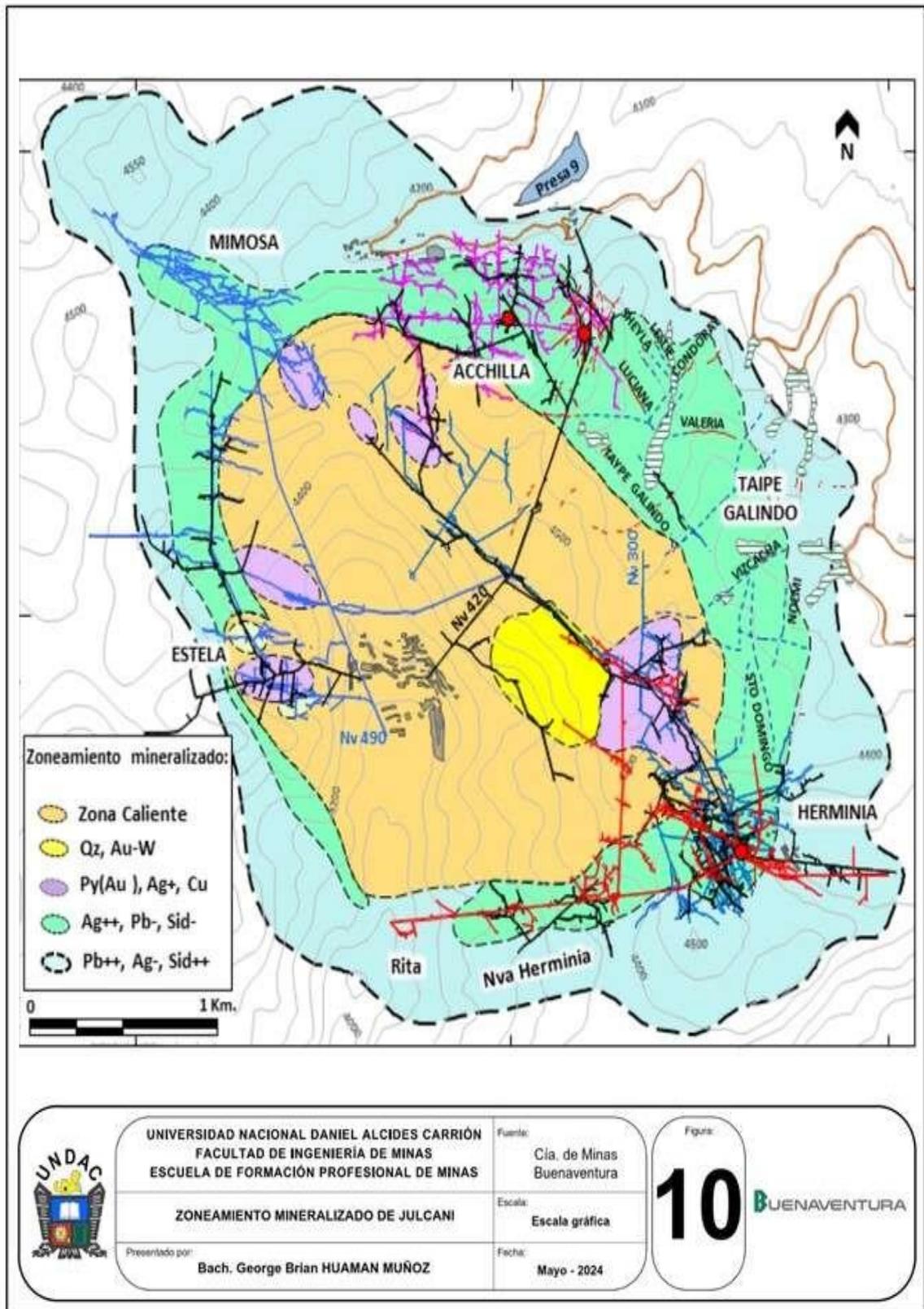


Figura 9. Mineralización de Mina Julcani.



Fuente: Cía. de Minas Buenaventura.

Figura 10. Zoneamiento mineralizado de Julcani.



Fuente: Cía. de Minas Buenaventura.

### 1.2.6. Clasificación Geomecánica de la Masa Rocosa en la Unidad Julcani

Los valores de resistencia compresiva de la roca intacta fueron obtenidos en el laboratorio de geomecánica de la empresa minera. Ver la Tabla 1.

Tabla 1. Criterio para la clasificación de la masa rocosa.

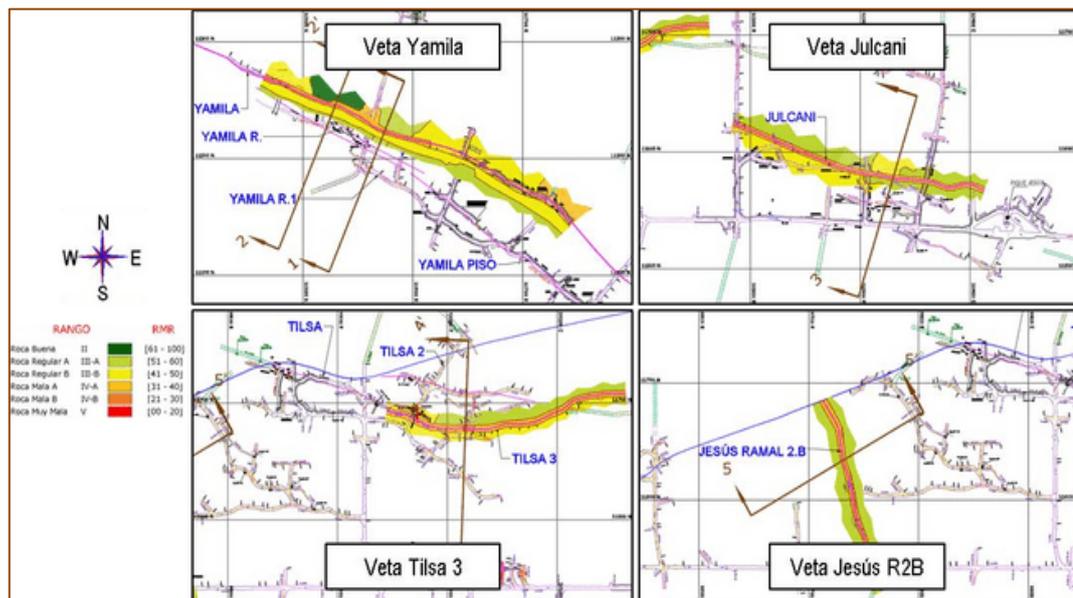
Tipo de roca	Rango RMR	Rango Q	Calidad según RMR	Color
II	> 60	> 5.92	Buena	Verde
IIIA	51 – 60	1.95 – 5.92	Regular A	Verde claro
IIIB	41 – 50	0.64 – 1.95	Regular B	Amarillo
IVA	31 – 40	0.21 – 0.64	Mala A	Naranja
IVB	21 – 30	0.08 – 0.21	Mala B	Rojo
V	< 21	< 0.08	Muy Mala	Rojo oscuro

Fuente: Estudio geomecánico de la Unidad Julcani 2019.

### 1.2.7. Zonificación Geomecánica de la Masa Rocosa

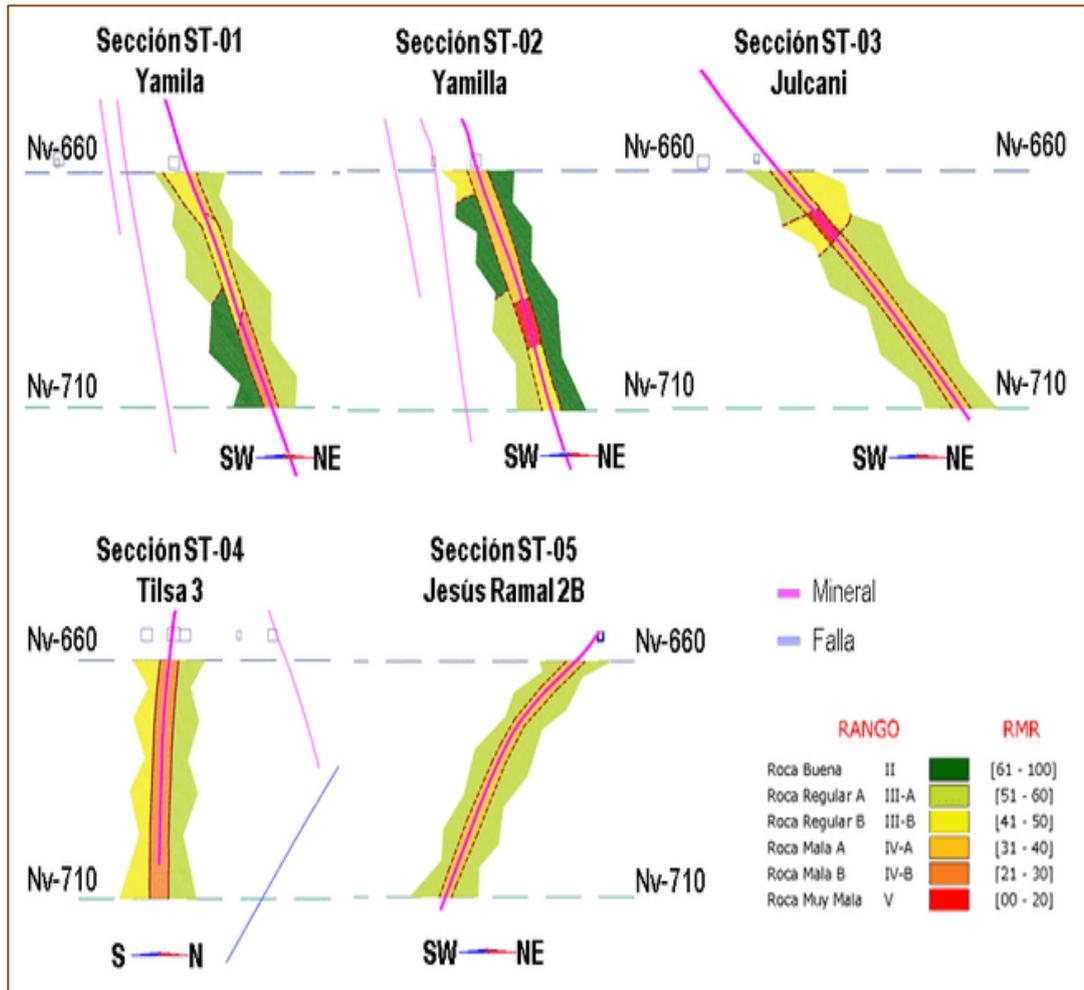
La zonificación geomecánica de la zona en estudio se ha tomado en cuenta la calidad de la masa rocosa. Las siguientes figuras muestran el compósito de zonificación geomecánica en planta y secciones respectivamente.

#### COMPÓSITO DE ZONIFICACIÓN GEOMECÁNICA EN EL Nv. 660



Fuente: Estudio geomecánico 2029 – Unidad Julcani.

COMPÓSITO DE ZONIFICACIÓN GEOMECÁNICA EN SECCIONES TRANSVERSALES



Fuente: Estudio geomecánico 2029 – Unidad Julcani.

En las 4 vetas en estudio se observa la presencia de una caja falsa de una potencia variable (entre 0.6 a 3 metros), en general la caja falsa (techo y piso) y el mineral constituyen un solo dominio.

**Veta Yamila:**

En el mineral y la caja falsa, se presentan principalmente los dominios DE-IIIIB y DE-IVA.

También existe la presencia de los dominios DE-IVB y DE-V, pero con alcance local.

En la caja techo alejada, existe principalmente el dominio DE-IIIIB, seguidos en menor porcentaje de los dominios DE-II, DE-III A y DE-IVA.

En la caja piso alejada, existen principalmente los dominios DE-III A y DE-III B, seguidos en menor medida del DE-II.

**Veta Julcani:**

En el mineral y la caja falsa, se presenta principalmente el dominio DE-IVA y de manera local los dominios DE-IV B y DE-V.

En la caja techo alejada, existen principalmente los dominios DE-III A y DE-III B.

En la caja piso alejada, existe principalmente el dominio DE-III B seguido en menor medida del DE-III A.

**Veta Tilsa 3:**

En el mineral y la caja falsa, se presenta el dominio DE-IVA.

En la caja techo alejada, existe principalmente el dominio DE-III A.

En la caja piso alejada, existe principalmente el dominio DE-III B.

**Veta Jesús Ramal 2B:**

En el mineral y la caja falsa, se presenta el dominio IVA.

En la caja techo y piso alejada, se presenta el dominio III A.

**1.3. Formulación del problema**

**1.3.1. Problema general**

¿Cómo el mejoramiento del método de explotación de corte y relleno ascendente incrementará la producción de la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?

**1.3.2. Problemas Específicos.**

**1.3.2.1. Primer Problema Específico.**

¿La eficiente perforación en el método de explotación de corte y relleno ascendente incrementará la producción de la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?

#### **1.3.2.2. Segundo Problema Específico.**

¿La eficiente voladura en el método de explotación de corte y relleno ascendente incrementará la producción de la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?

#### **1.3.2.3. Tercer Problema Específico.**

¿La capacitación del talento humano en el método de explotación de corte y relleno ascendente incrementará la producción de la unidad minera Julcani?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Incrementar la producción de la unidad minera Julcani con el mejoramiento del método de explotación de corte y relleno ascendente.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

##### **1.4.2.1. Primer Objetivo Específico**

Incrementar la producción de la unidad minera Julcani realizando una perforación eficiente en el método de explotación de corte y relleno ascendente.

##### **1.4.2.2. Segundo Objetivo Específico**

Incrementar la producción de la unidad minera Julcani mediante la eficiente voladura del método de explotación de corte y relleno ascendente.

##### **1.4.2.3. Tercer Objetivo Específico**

Incrementar la producción de la unidad minera Julcani mediante la capacitación del talento humano en la ejecución del método de explotación de corte y relleno ascendente.

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

El estudio de investigación se justifica por obtener mayor producción a bajo costo tomando en cuenta la seguridad, el medio ambiente, la productividad, etc.

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

En el desarrollo del trabajo no se ha tenido ninguna limitación.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes de estudio

- **Matos Rojas** en el estudio “Aplicación del método de explotación corte y relleno ascendente mecanizado para mejorar la productividad en la veta Ximena en los niveles 18 y 19 en la ECM Gestión Minera Integral SAC-Compañía Minera Alpayana” de la Universidad Continental, tiene como conclusión general:

Aplicando el método de explotación de corte y relleno ascendente mecanizado en la explotación de los tajeos de la zona Ximena, se ha incrementado la producción de 5,400 TM/mes versus los 2,450 TM/mes usando el método convencional, cuyo incremento es de un 44 %. (2022, p. 75)

- **Lopez Arancibia** en el estudio “Optimización del método de explotación corte y relleno ascendente para incrementar la producción en la Compañía Minera Cobre Nazca Unidad Santa-Ana” de la Universidad Nacional del Centro del Perú, obtiene como resultado final lo siguiente:

Aplicar en tajos con RMR > 45 voladura masiva con faneles, mejorando el ciclo en 51 guardias, logrando una productividad de 2.25 Ton/tarea. En

relación al talento humano esta alternativa, exige al personal una especialización y capacitación permanente, para alcanzar estándares competitivos internacionales. (2012, p. 76)

- **De La Cruz Alanya** en el estudio “Optimización económica aplicando el método de explotación long wall mining frente al método corte y relleno ascendente en Cía. Minera Poderosa SA, Unidad Santa María” de la Universidad Nacional del Centro del Perú, obtiene el siguiente resultado general:

Según análisis de costos de explotación, es más económico explotar por el método Long Wall Mining, en comparación del método Corte y Relleno Ascendente Convencional, el cual significa un ahorro de S/47.16/m<sup>3</sup>. Además al aplicar el método de Long Wall Mining se incrementó la valorización mensual en tajos de la veta San Vicente, el cual significa en promedio un aumento de S/. 15,266.76 por tajo explotado. (2014, p. 88)

- **Salinas Támara** en el estudio “Aplicación del método corte y relleno ascendente con la variante zigzag para incrementar la productividad en la mina Coturcan compañía minera Lincuna SA-2021” de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo de Huaraz, llega a la siguiente conclusión general:

La aplicación del método de corte y relleno ascendente con la variante Zigzag incrementó la productividad de la Mina Coturcan, dando un aporte anual de 512,993 TM con un incremento de 54,029 TM. (2022, p. 78).

## 2.2. Bases teóricas científicas

- **Valor Actual Neto (VAN)**

El valor actual neto (VAN) es un indicador de rentabilidad de un proyecto.

Para el cálculo del VAN se utiliza la siguiente ecuación (1):

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (1)$$

(Arroyo & Vásquez, 2005, p. 71).

- **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

La expresión matemática para determinar la TIR se encuentra en la fórmula (2).

$$\sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0 = 0 \quad (2)$$

- **La Relación Beneficio/Costo**

La expresión matemática para calcular la relación beneficio/costo se muestra en la ecuación (3).

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Valor presente de los flujos futuros}}{\text{Inversión inicial}} \quad (3)$$

Donde

Flujos futuros = ingresos – egresos

B = beneficio

C = costo

- **Período de Recuperación del Capital (PRI)**

El período de recuperación de capital (PRI) responde a la interrogante: ¿en cuánto tiempo recupero mi inversión?.

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Beneficio.**- “Son los pagos que reciben las empresas por la venta de bienes y servicios menos los costes incurridos por dichas empresas (Ingresos menos costes)” (Raupp & Raupp, 2022, p. 258).
- **Margen de beneficio.** – “Diferencia entre el coste y el precio de venta” (Raupp & Raupp, 2022, p. 258) .
- **Regla de maximización de beneficios.**- “Una empresa maximizará los beneficios o minimizará las pérdidas, produciendo la cantidad de producto total en la que el coste marginal de la empresa es igual a su ingreso” (Raupp & Raupp, 2022, p. 258) .Marginal:  $MC=MR$
- **Capital humano.** - La salud, la fuerza, la educación, la formación y las habilidades que las personas aportan a sus trabajos. Todo lo que hagamos para cambiar nosotros mismos para ser más productivos en el futuro, o que nos beneficie de otras formas, es una inversión en capital humano. Un ejemplo obvio es la educación. Otro ejemplo es la atención sanitaria preventiva. Cuando recibimos una atención sanitaria que nos mantiene sanos en el futuro, perdemos menos días de trabajo y somos más productivos (y disfrutemos más de la vida en el futuro), es una inversión en capital humano (Raupp & Raupp, 2022, p. 151).
- **Tipo de interés.** - Porcentaje por el que se multiplica una cantidad de dinero multiplicado para obtener la cantidad que se paga por el uso de ese dinero; a menudo se expresa en forma decimal.
- **Productividad multifactorial (MFP).** – “Medida de los resultados económica que compara la cantidad de bienes y servicios producidos (producción) con la cantidad de insumos combinados para producir dichos bienes y servicios. También conocida como productividad total de los factores (PTF). Refleja la eficiencia global de la mano de obra y el capital en el proceso de producción” (Raupp & Raupp, 2022, 215).

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El mejoramiento del método de explotación de corte y relleno ascendente incrementaría la producción de la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas.**

#### ***2.4.2.1. Primera Hipótesis Específica.***

La eficiente perforación en el método de explotación de corte y relleno ascendente aumentaría la producción de la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

#### ***2.4.2.2. Segunda Hipótesis Específica.***

La eficiente voladura en el método de explotación de corte y relleno ascendente aumentaría la producción de la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

#### ***2.4.2.3. Tercera Hipótesis Específica.***

La capacitación del talento humano en la ejecución del método de explotación de corte y relleno ascendente incrementaría la producción de la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variables.**

Tenemos las variables dependientes e independientes.

#### ***2.5.1.1. Variable Dependiente.***

Incremento de la producción de la unidad minera Julcani de la Empresa Minera Buenaventura S.A.A.

#### ***2.5.1.2. Variables Independientes.***

Mejoramiento del método de explotación de corte y relleno ascendente en la unidad minera Julcani.

**Indicadores:**

- Eficiente perforación en el método de explotación de corte y relleno ascendente en la unidad minera Julcani.
- Eficiente voladura en el método de explotación de corte y relleno ascendente en la unidad minera Julcani.
- Capacitación del talento humano en el método de explotación de corte y relleno ascendente en la unidad minera Julcani.

**2.6. Definición operacional de variables e indicadores**

Ver Figura 11 y la Tabla 2 siguientes:

Figura 11. Variables dependientes e independientes del proyecto.

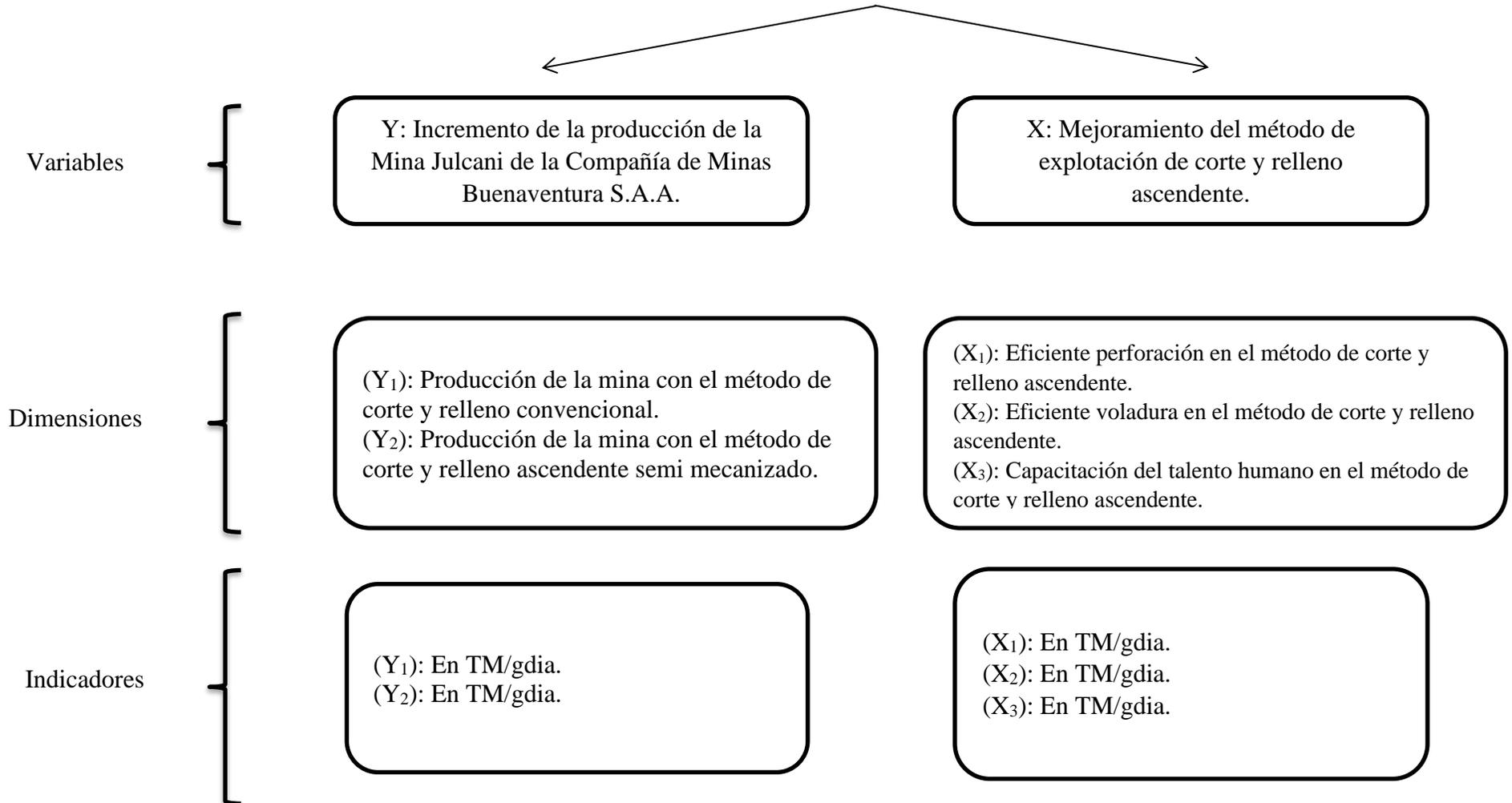


Tabla 2. Operacionalización de variables.

**CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE INVESTIGACIÓN**  
**“Mejoramiento del Método de Explotación de Corte y Relleno Ascendente para Incrementar la Producción en Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.”**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  X: Mejoramiento del método de explotación de corte y relleno ascendente.	"El minado se realiza en forma de cortes horizontales avanzando con dirección hacia arriba a partir de la chimenea principal. El mineral obtenido como consecuencia de la voladura es cargado y transportado con dirección al echadero según el avance por la variante en realce (perforación en vertical). Una vez finalizado con el corte, se pasa a la etapa del relleno, realizando la voladura de la caja piso para usar el producto estéril como relleno, lo cual genera también piso para iniciar el siguiente corte" (Llanos Malpartida, 2023, p. 98).	En nuestra investigación vamos a determinar las condiciones: Técnicas Económicas, para la aplicación del método de explotación de corte y relleno ascendente convencional y la propuesta de corte y relleno ascendente semi mecanizado para la optimización de la producción en la unidad minera Julcani.	(X1): Eficiente perforación en el método de corte y relleno ascendente en unidad minera Julcani.	Metros perforados por guardia (m/gdía)	Fichas bibliográficas y de resumen  Cuestionarios  Encuestas
			(X2): Eficiente voladura en el método de corte y relleno ascendente en unidad minera Julcani.	Toneladas métricas por guardia. Metros cúbicos.	Análisis estadístico de variables.
			(X3): Capacitación del talento humano en el método de corte y relleno ascendente en unidad minera Julcani.	Desempeño del personal	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  Y: Incremento de la producción de la unidad minera Julcani.			Y1= Producción de la unidad minera Julcani con el Corte y Relleno Ascendente Convencional. (ley, volumen)	Tm/gdía Porcentaje de mineral Metros cúbicos Horas hombre	Fichas bibliográficas y de resumen  Cuestionarios  Encuestas
			Y2. Producción de la unidad minera Julcani con el Corte y Relleno Ascendente Mecanizado.(ley, volumen)	Tm/gdía Porcentaje de mineral Metros cúbicos Horas hombre	Análisis estadístico de variables.

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPITULO III**

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

#### **3.1. Tipo de Investigación**

La investigación es aplicada y descriptiva.

#### **3.2. Nivel de investigación**

El nivel de la investigación es explicativo.

#### **3.3. Método de investigación**

El método de la investigación es científico.

#### **3.4. Diseño de investigación**

La investigación es no experimental, ésta se realizó sin manipular deliberadamente las variables independientes.

#### **3.5. Población y muestra**

##### **3.5.1. Población**

La población de estudio se encuentra compuesta por todas las labores de Acchilla de la unidad minera Julcani de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A.

##### **3.5.2. Muestra.**

La muestra es el Tajo 468 – 16 del nivel 610 sector de la veta Yamila – Mina Acchilla.

### **3.6. Técnicas e instrumento de recolección de datos**

#### **A. Técnica:**

Análisis bibliográfico y documental.

#### **B. Instrumentos:**

Fichas bibliográficas y de resumen.

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

Para el presente estudio por ser un estudio de tipo descriptivo se ha tomado datos del área de planeamiento de la Unidad Minera Julcani.

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

Los datos han sido procesados usando el Excel.

### **3.9. Tratamiento estadístico**

El procesamiento de datos estadísticos se realizó con el programa Jamovi.

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

Este estudio indaga sobre la evaluación ética de los profesores, investigando su razonamiento moral para la toma de decisiones éticas, en Turquía. En concreto se probaron tres hipótesis: La conciencia ética general de los profesores identificarán las razones para la evaluación ética relacionadas con valores filosóficos como la justicia, la deontología, el utilitarismo y la justicia social y la disposición de los profesores a tomar cuestionables es baja. Se realizó una encuesta entre 117 profesores que participaron voluntariamente en la encuesta. El autor creó ocho escenarios en el contexto educativo y modificó la Escala Multidimensional de Ética. La escala se redujo a cuatro dimensiones. La escala se redujo a cuatro dimensiones; justicia, utilitarismo, relativismo y egoísmo. Los resultados revelaron que la conciencia ética general de los profesores es alta. En segundo lugar, los valores filosóficos afectan a la

evaluación ética de los participantes. Por último, no están dispuestos a realizar acciones contrarias a la ética. Este artículo pretende contribuir a los estudios sobre ética y educación a los estudios sobre ética y educación. (Shen & Hu, 2021, p. 1)

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción del trabajo de campo

##### 4.1.1. Método de Explotación: Corte y Relleno Ascendente

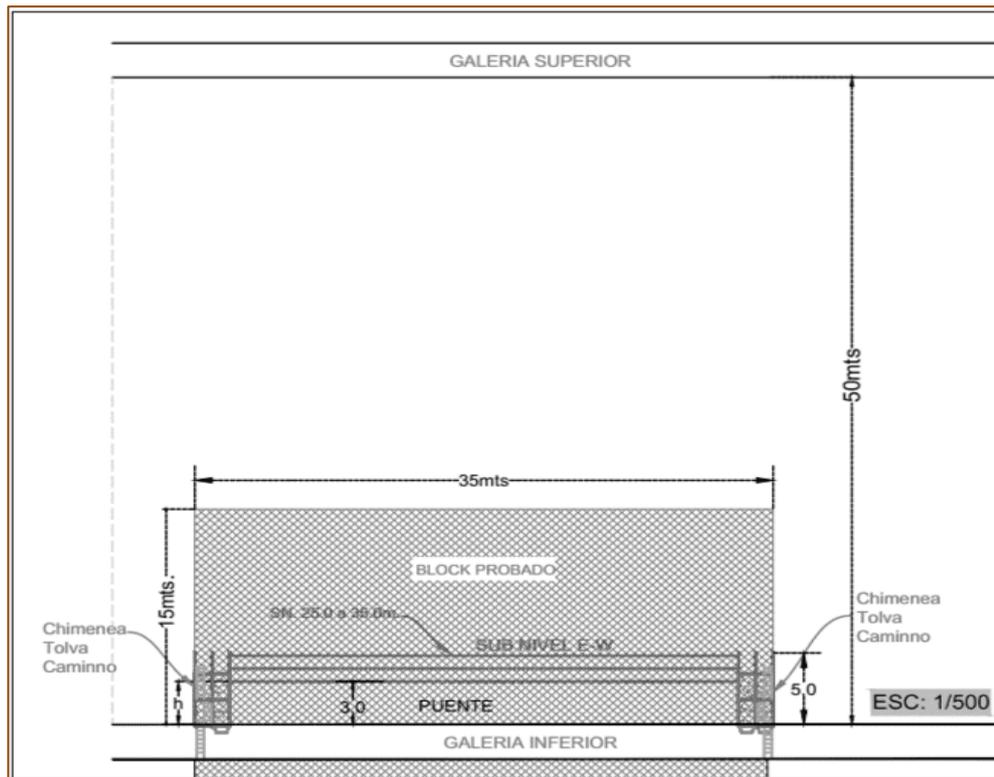
El método de explotación de corte y relleno ascendente consiste en los siguiente:

“El minado se realiza en forma de cortes horizontales avanzando con dirección hacia arriba a partir de la chimenea principal. El mineral obtenido como consecuencia de la voladura es cargado y transportado con dirección al echadero según el avance por la variante en realce (perforación en vertical). Una vez finalizado con el corte, se pasa a la etapa del relleno, realizando la voladura de la caja piso para usar el producto estéril como relleno, lo cual genera también piso para iniciar el siguiente corte” (Llanos Malpartida, 2023, p. 98).

##### **4.1.1.1. Corte y Relleno – Variante 01**

La variante 01 del método de explotación corte y relleno ascendente trata lo siguiente se aplica en blocks de reservas de mineral de tamaños cortos con dimensiones en altura menores de 50 m y longitud de 35 m. Ver Figura 12.” (Llanos Malpartida, 2023, p. 84).

Figura 12. Corte y relleno ascendente – variante 01.

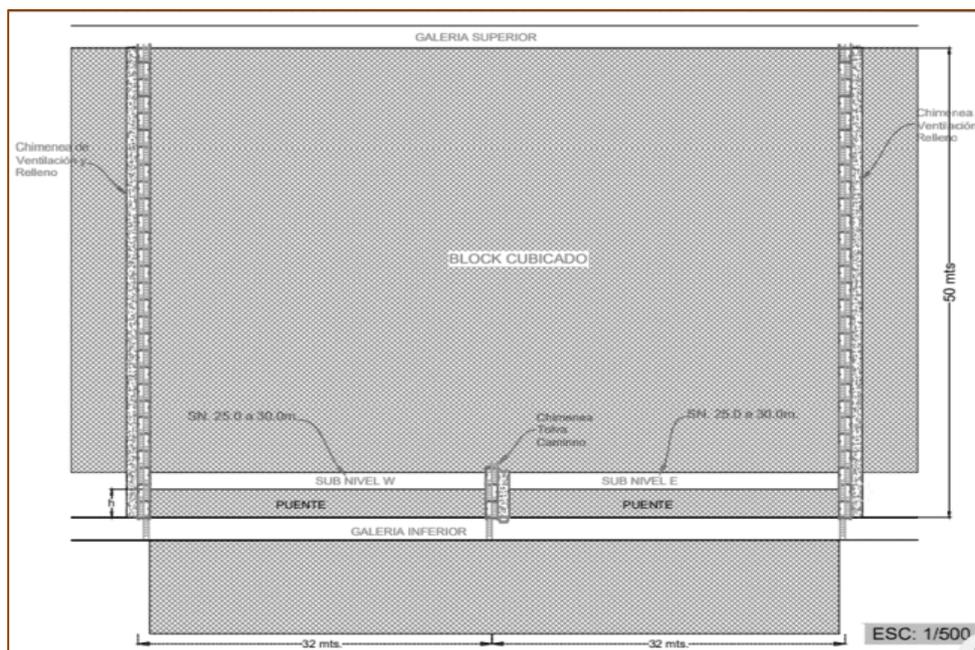


Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

#### 4.1.1.2. Corte y Relleno Ascendente – Variante 02

“Para el caso de esta variante la preparación consiste por definir un tajo con dimensiones 50 m. x 50 m. delimitando mediante la construcción de galerías en el nivel superior e inferior, y la construcción de chimeneas a los extremos del block que van desde el nivel inferior al nivel superior” (Llanos Malpartida, 2023, p. 85). Ver Figura 13:

Figura 13. Corte y relleno ascendente – variante 02.

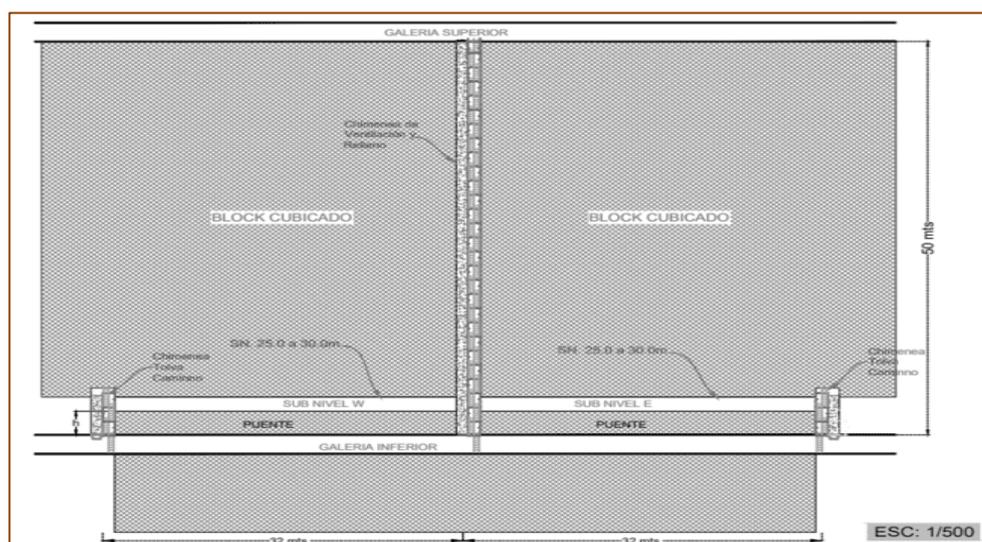


Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

#### 4.1.1.3. Corte y Relleno Ascendente – Variante 03

“Para el caso de la variante 3 del método de explotación de corte y relleno ascendente ver la Figura 14.” (Llanos Malpartida, 2023, p. 86).

Figura 14. Corte y relleno ascendente – variante 03.

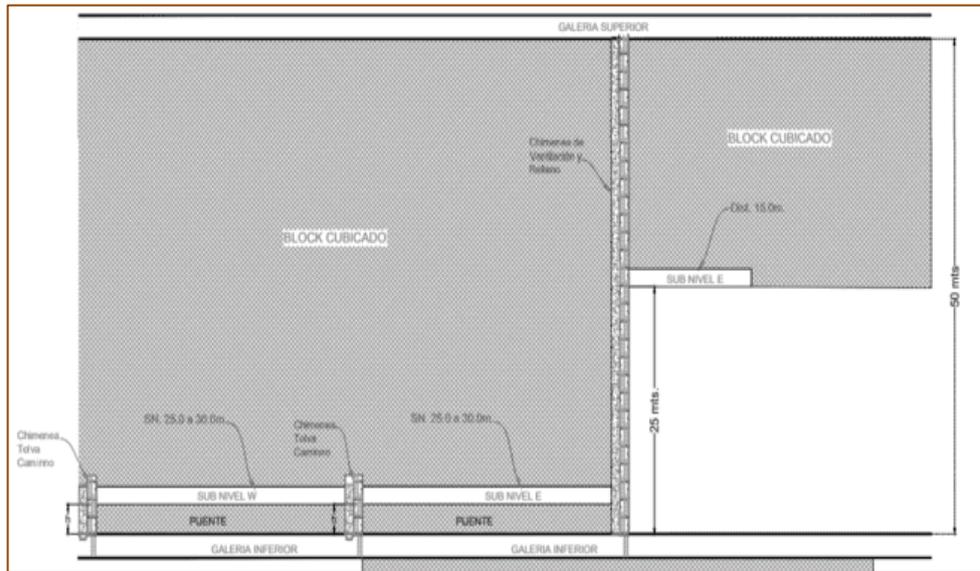


Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

#### 4.1.1.4. Corte y Relleno Ascendente – Variante 04

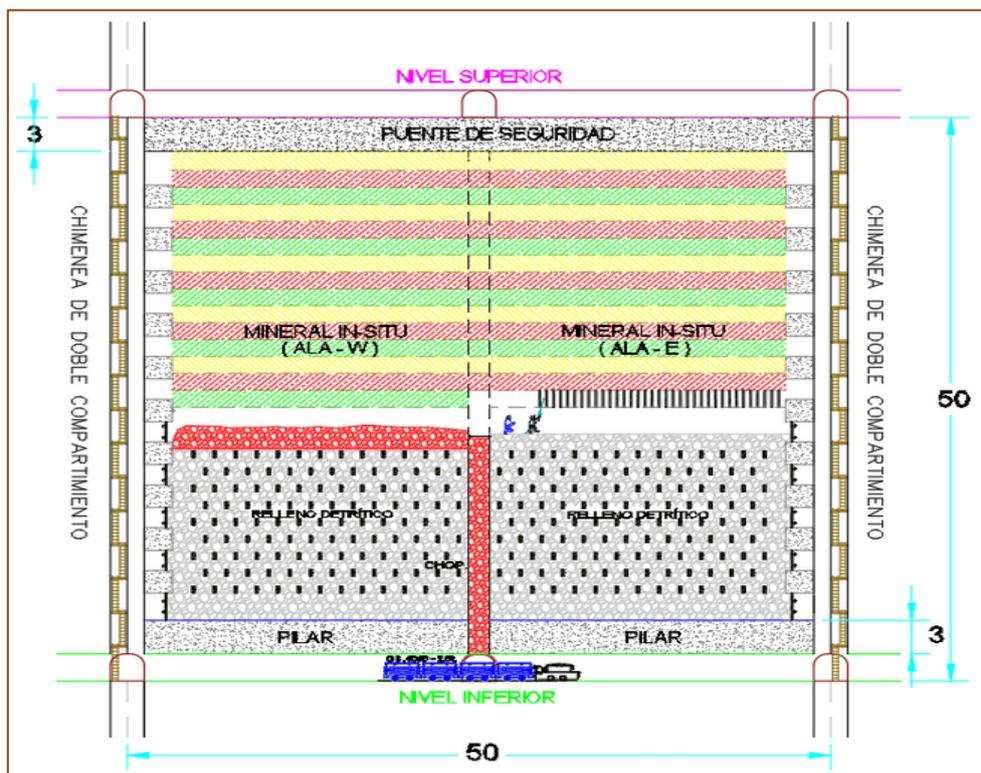
“Para la variante 4 del método de corte y relleno ascendente ver la Figura 15.” (Llanos Malpartida, 2023, p. 87).

Figura 15. Corte y relleno ascendente – variante 04.



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

Figura 16. Corte y relleno ascendente – Explotación.



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

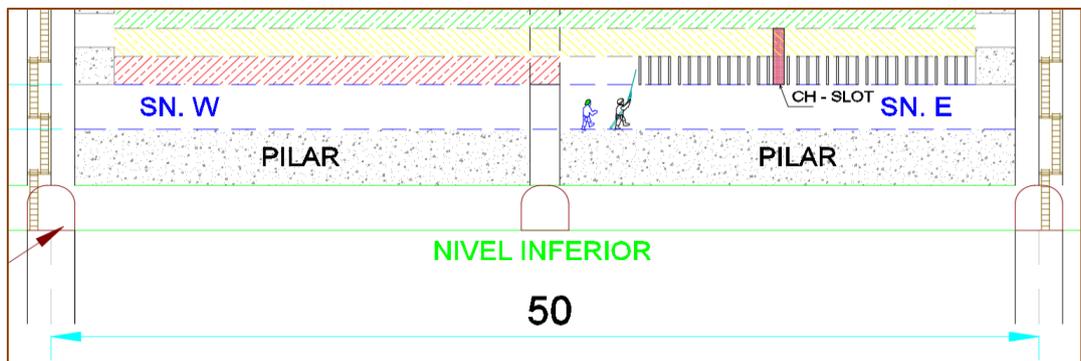
#### 4.1.2. Ciclo de Minado

“El ciclo de minado en la unidad minera Julcani consiste en el desarrollo de las actividades unitarias perforación y voladura en mineral, desate manual, limpieza, perforación y voladura de cajas (desmonte), relleno y sostenimiento de cajas” (Llanos Malpartida, 2023).

#### 4.1.3. Perforación y Voladura

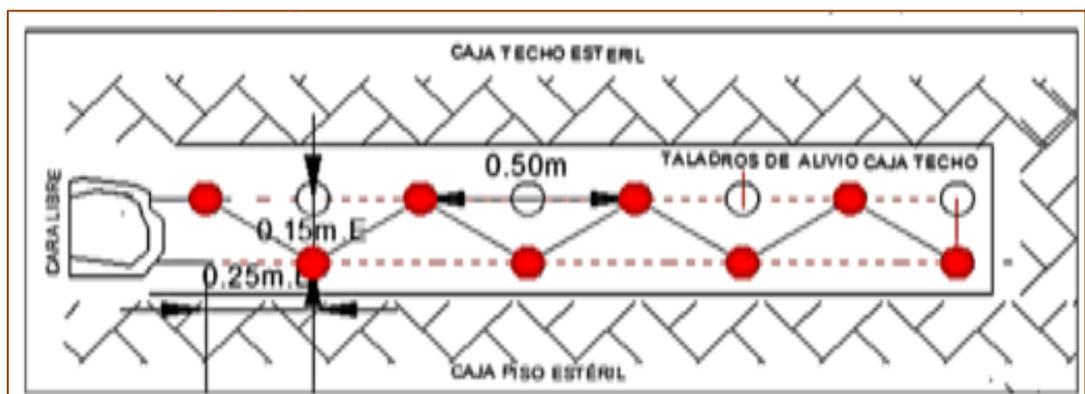
“La perforación se realiza con máquinas Jack Leg (convencional) con barrenos de 4 - 5 pies de acuerdo al buzamiento y potencia de la veta y la calidad del macizo rocoso” (Llanos Malpartida, 2023).

Figura 17. Perforación y taladros de perforación.



Fuente: (Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2022).

Figura 18. Malla de perforación circado en mineral.

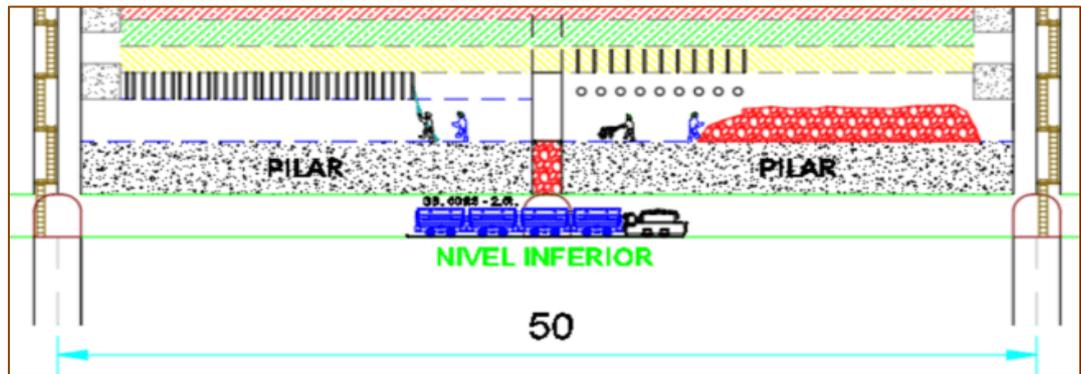


Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

#### 4.1.4. Desatado de Rocas, Sostenimiento y Limpieza

“El desatado de roca es manual, sostenimiento de corona con pernos *Split set* 4” y malla electrosoldada, luego se completa el sostenimiento con puntales y *Jack pot*, para proceder con la limpieza de mineral con lampa y carretilla hasta su evacuación hacia el echadero” (Llanos Malpartida, 2023).

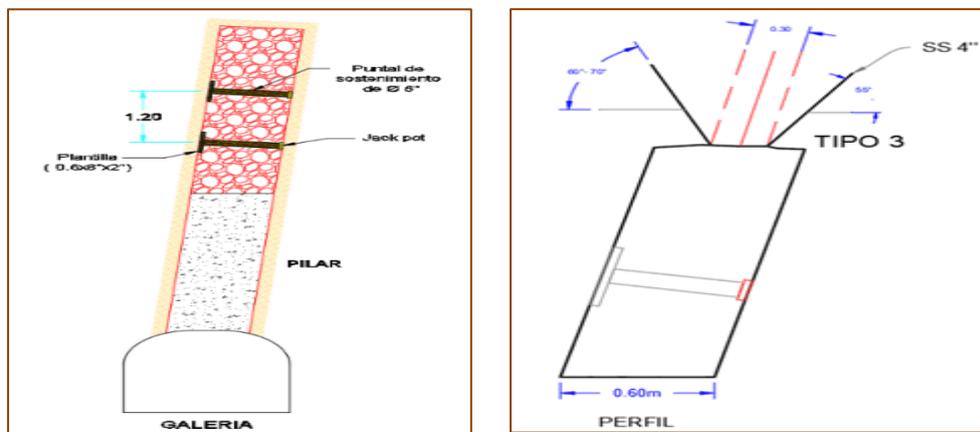
Figura 19. Detalle de carguío de taladro en circado.



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

“Se aplica sostenimiento con puntales de seguridad con *Jack pots* espaciados a 1.00 m. Las coronas del tajo también son acompañadas de la instalación de pernos *split set* de 4” espaciados 0.85m y malla electrosoldada” (Llanos Malpartida, 2023).

Figura 20. Sostenimiento de tajeo con puntales y *jack pot* + *split set* 4”.



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

“En el tajeo se realiza la limpieza con carretillas, lampa y pico. Cabe mencionar que en las galerías se usan las palas neumáticas Atlas Copco LM36 y LM56, en otros casos utilizamos micro-scoop eléctrico” (Llanos Malpartida, 2023).

Figura 21. Limpieza de mineral con carretilla.

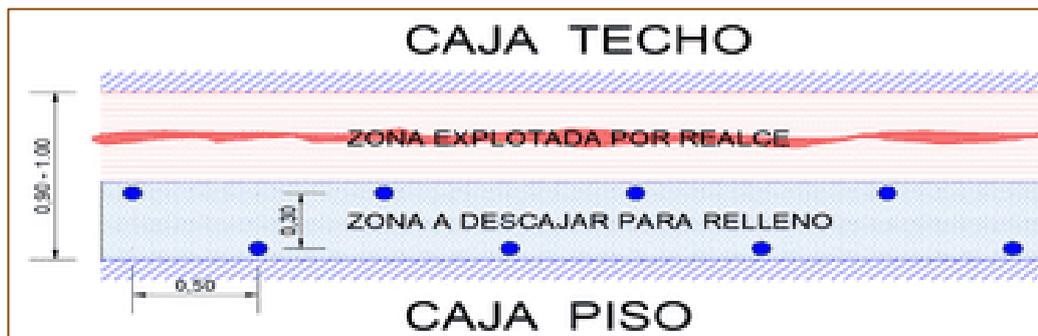


*Fuente:* Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

#### 4.1.5. Relleno

Los vacíos generados por la voladura y posterior limpieza de la carga, deben ser rellenados con material detrítico.

Figura 22. Malla de perforación para descaje (caja piso).



*Fuente:* Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

Tabla 3. Resumen del tiempo total de la actividad de relleno.

ACTIVIDADES PARA RELLENO DEL TAJO I	UNIDADES	CANTIDAD
Tiempo de Perforación de caja piso para relleno (1er tramo)	h	2.04
Tiempo de Carguío de taladros para relleno (1er tramo)	h	1.17
Tiempo de Perforación para 03 estocadas de relleno (1er disparo)	h	3.92
Tiempo de Carguío para 03 estocadas de relleno (1er disparo)	h	1.49
<b>Tiempo Subtotal I</b>	<b>h</b>	<b>8.61</b>

ACTIVIDADES PARA RELLENO DEL TAJO II	UNIDADES	CANTIDAD
Tiempo de Perforación de caja piso para relleno (2do tramo)	h	2.04
Tiempo de Carguío de taladros para relleno (2do tramo)	h	1.17
Tiempo de Perforación para 03 estocadas de relleno (2do disparo)	h	3.92
Tiempo de Carguío para 03 estocadas de relleno (2do disparo)	h	1.49
<b>Tiempo Subtotal II</b>	<b>h</b>	<b>8.61</b>

ACTIVIDADES PARA RELLENO DEL TAJO III	UNIDADES	CANTIDAD
Tiempo de Perforación para 03 estocadas de relleno (3er disparo)	h	3.92
Tiempo de Carguío para 03 estocadas de relleno (3er disparo)	h	1.49
<b>Tiempo Subtotal III</b>	<b>h</b>	<b>5.41</b>

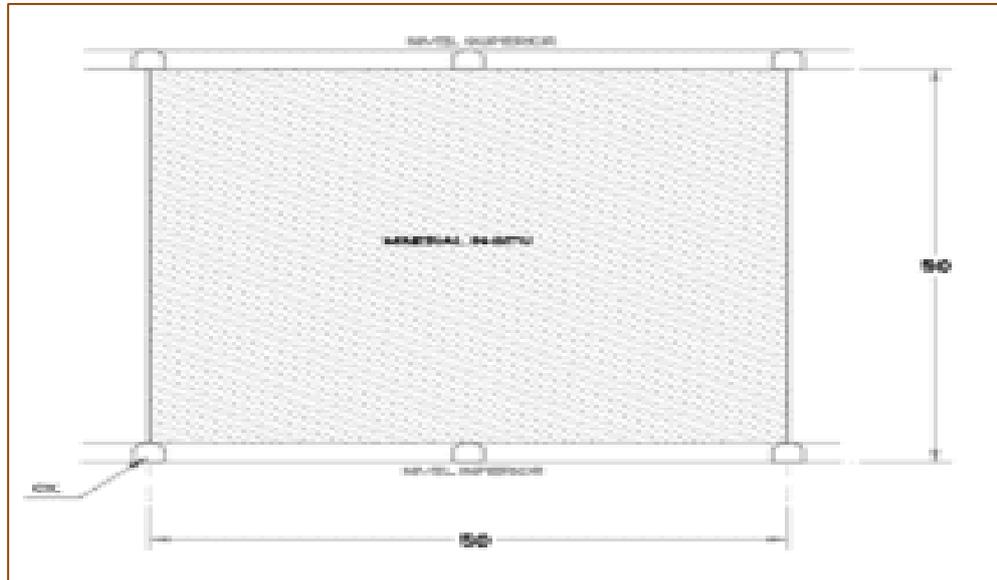
Tiempo Total (Subtotal I + Subtotal II + Subtotal III)	h	22.63
<b>Tiempo Total</b>	<b>días</b>	<b>2.00</b>

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

#### 4.1.6. Resumen de Preparación y Explotación C&R Ascendente

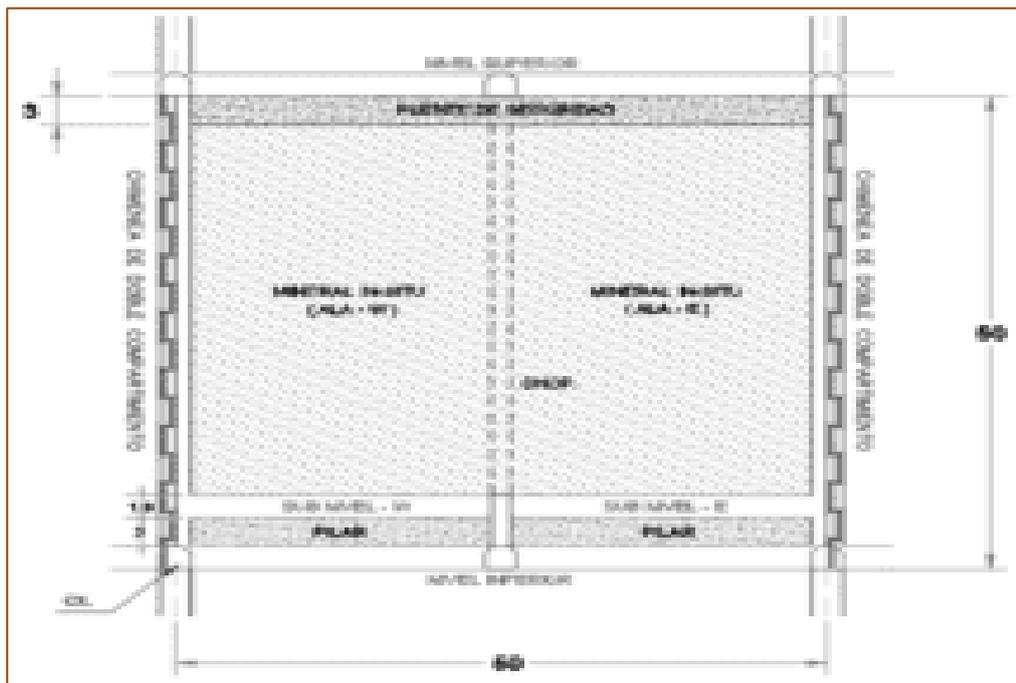
Se detalla lo siguiente:

Figura 23. Preparación de cámaras.



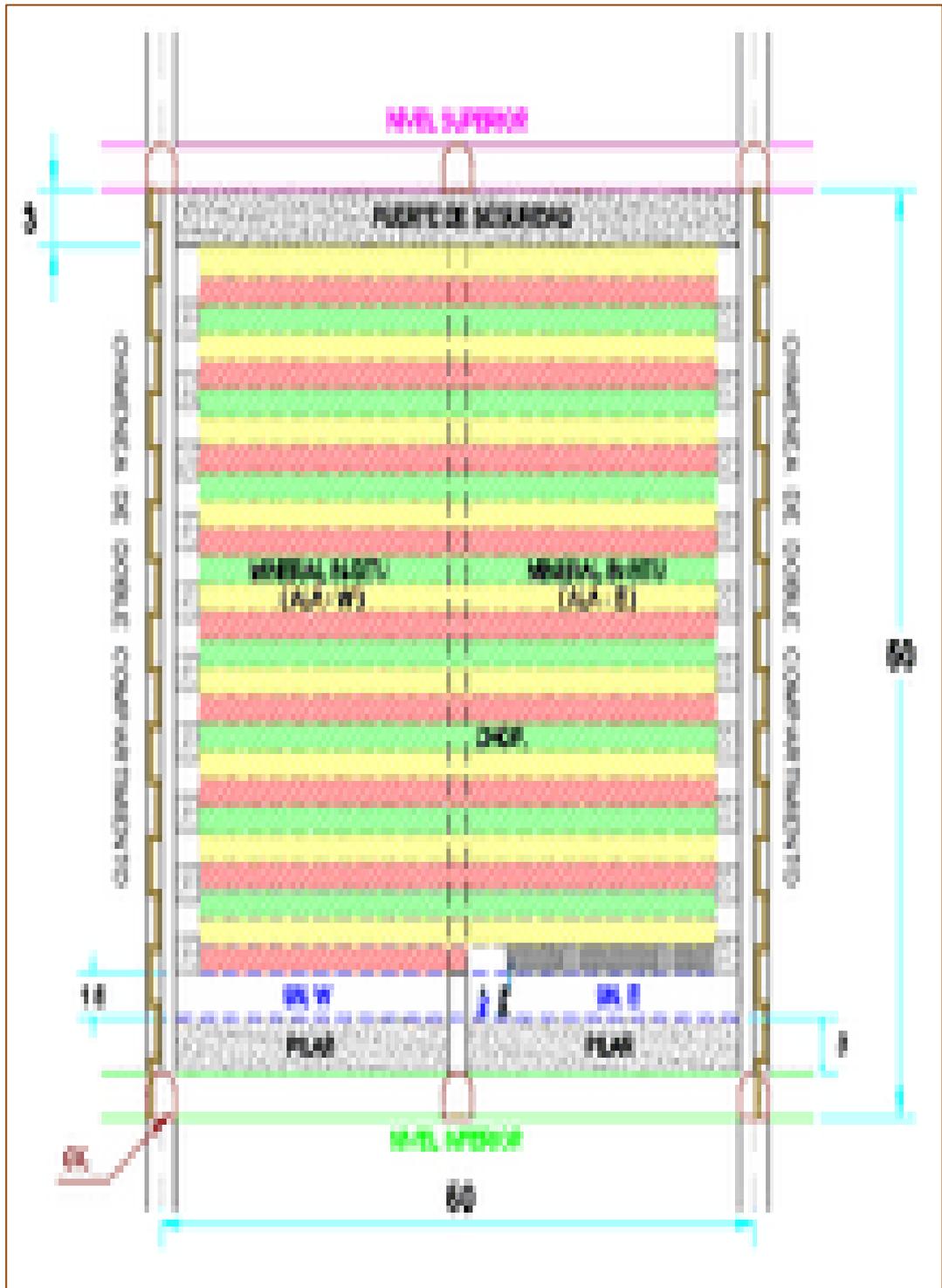
Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

Figura 24. Avance de subnivel y chimeneas.



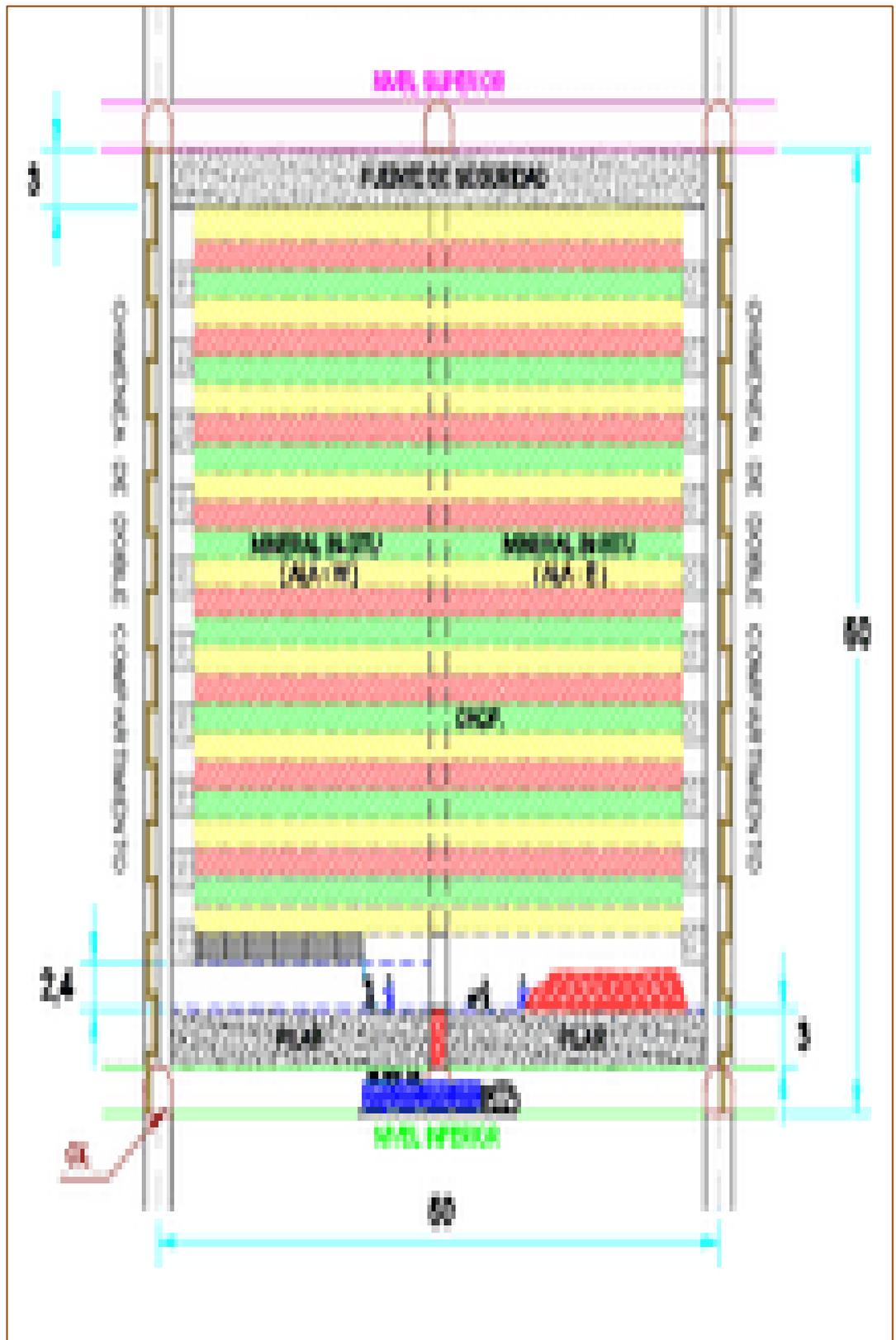
Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

Figura 25. Perforación y voladura del Ala – E.



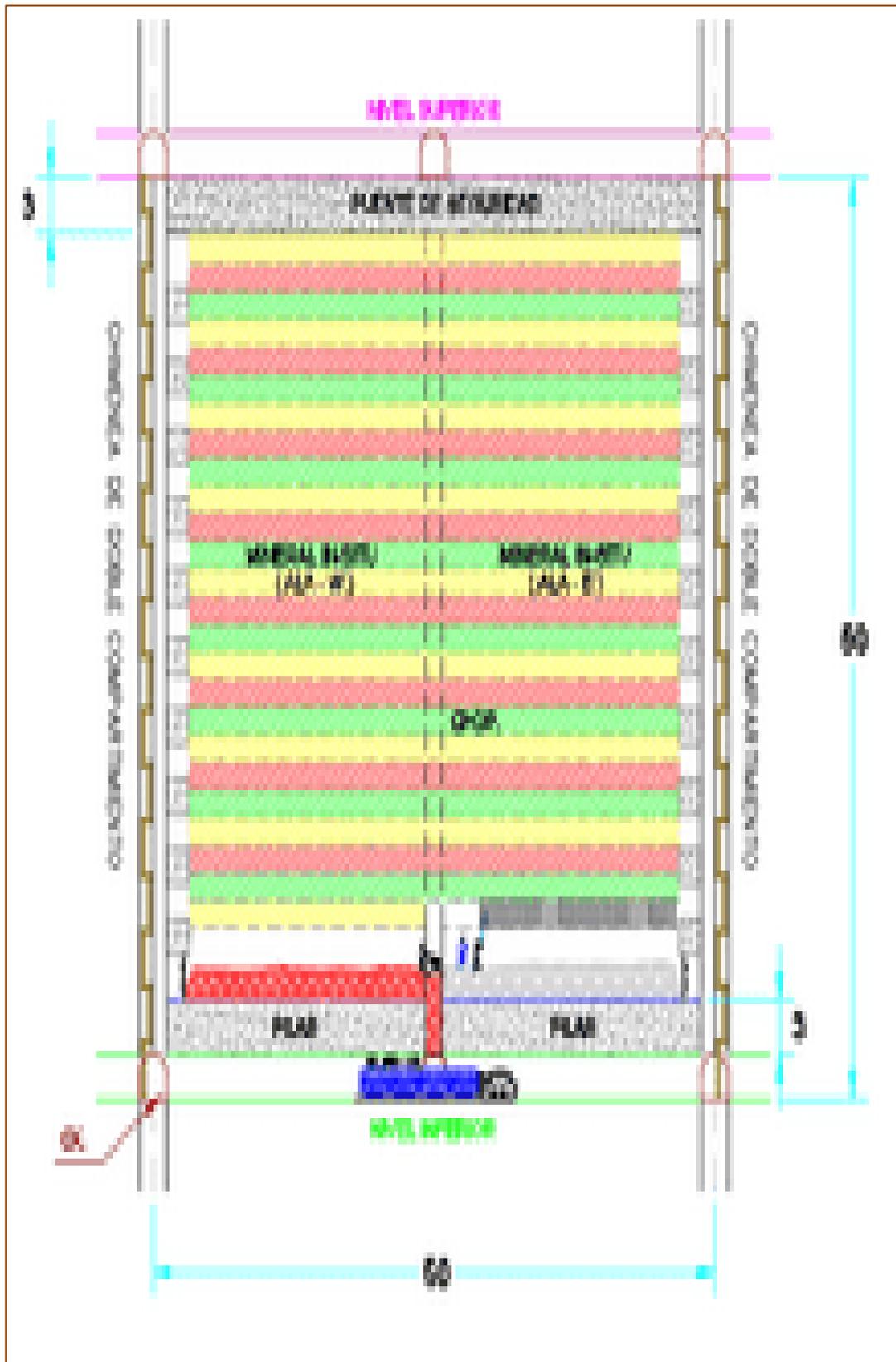
Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

Figura 26. Perforación y voladura del Ala – W y limpieza del Ala – E.



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

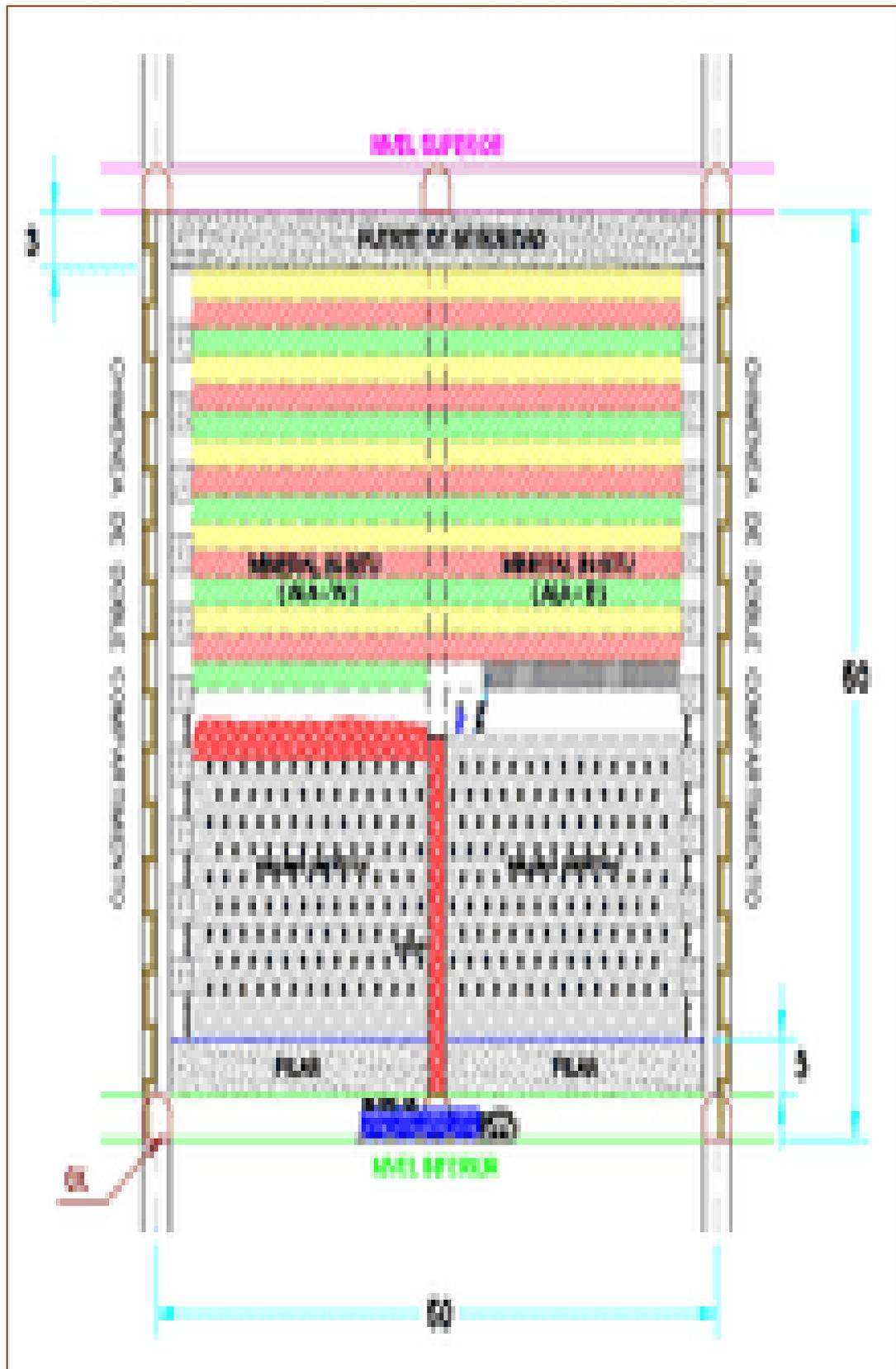
Figura 27. Limpieza de mineral Ala – W, relleno y perforación Ala – E (2do



corte).

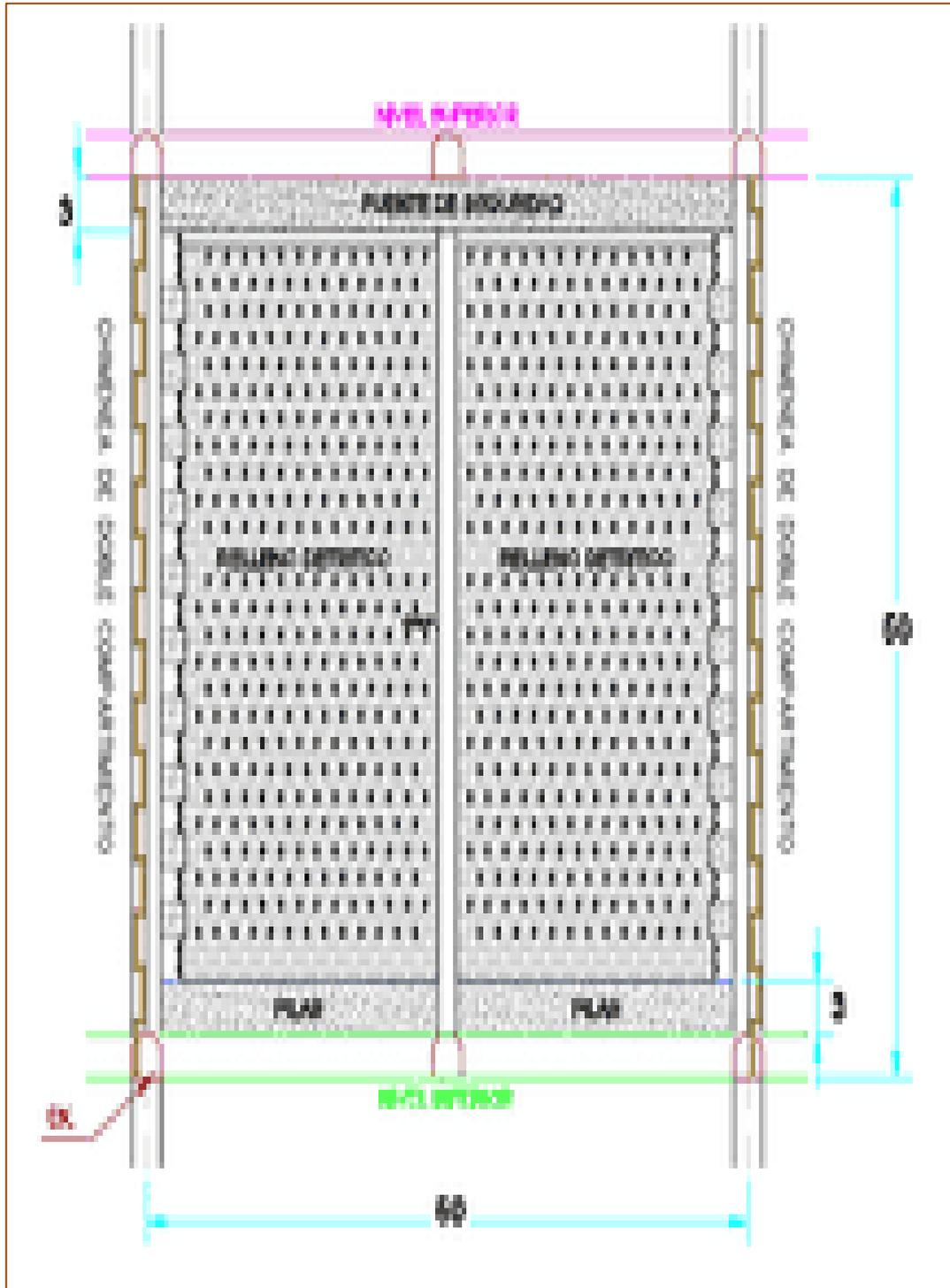
Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

Figura 28. Procedimiento repetitivo.



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

Figura 29. Relleno completo del tajo.



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022).

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Plan de Minado, Diseño de Avances y Estándar de Labores Subterráneas

Las dimensiones y rendimientos que se consideraran para la elaboración del programa de avances son mostrados en las siguiente Tabla 4 y Tabla 5, donde se observan las diferentes labores, con su respectivo rendimiento.

*Tabla 4. Dimensiones y rendimientos de labores con avance convencional.*

TIPO DE LABORES	ANCHO (M)	ALTO (M)	RENDIMIENTO CON JACK LEG
			AVANCE MENSUAL (M)
Crucero	2.40	2.40	80.00
Galería	2.40	2.40	80.00
Ventana	2.40	2.40	80.00
Subnivel	0.90	1.80	80.00
Estocada	0.90	1.80	80.00
Estocada para relleno	0.90	1.80	80.00
Chimenea doble compartimiento	1.50	2.40	22.50
Chimenea simple	1.20	1.50	60.00
Refugio peatonal	1.00	1.80	80.00

Fuente: Ignitia Consultores SAC.

*Tabla 5. Dimensiones y rendimientos de labores con avance convencional.*

TIPO DE LABORES	ANCHO (M)	ALTO (M)	RENDIMIENTO MECANIZADO
			AVANCE MENSUAL (M)
Crucero (Troncal de Nivel)	2.40	2.70	120.00
Galería	2.40	2.70	120.00
Ventana	2.40	2.70	120.00

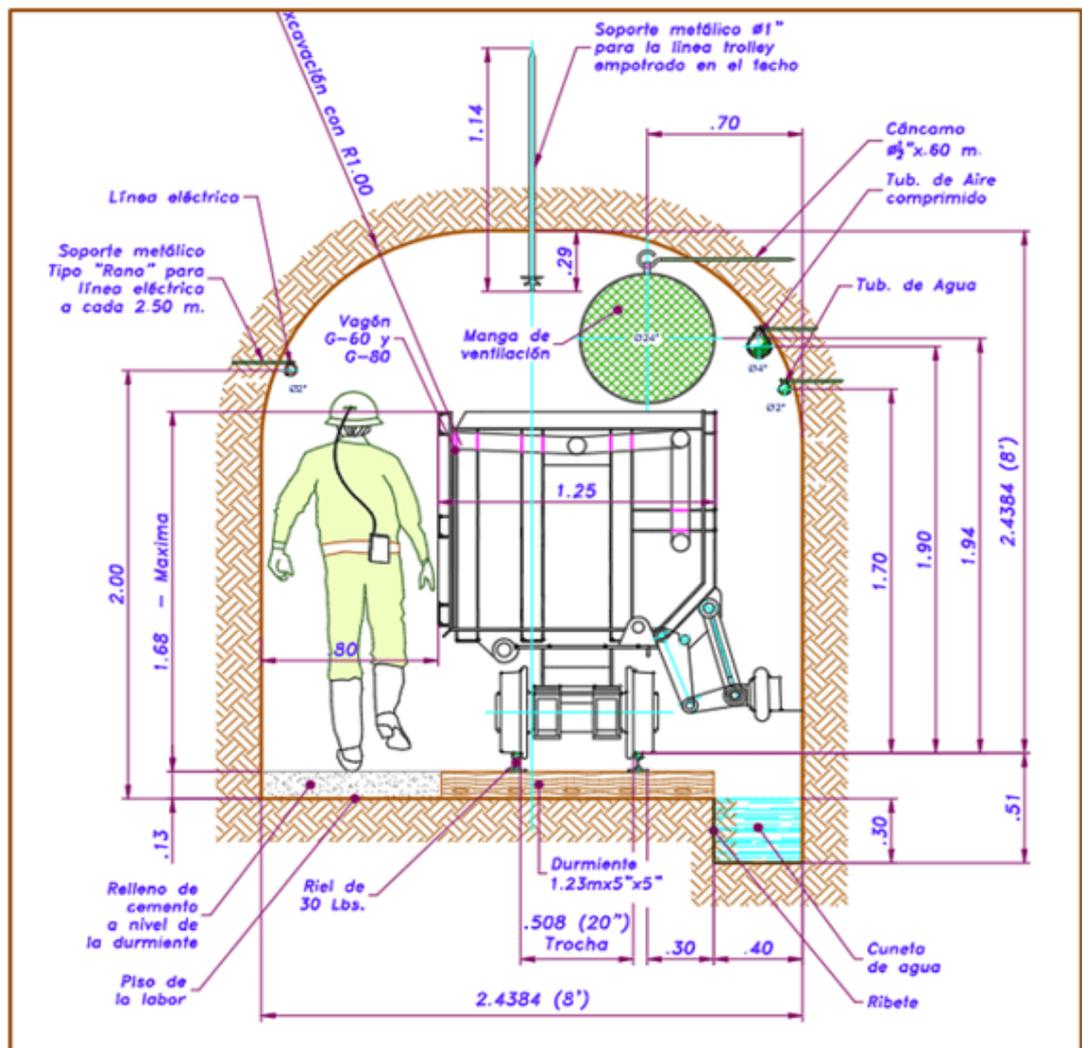
Fuente: Ignitia Consultores SAC.

Las tablas anteriores resumen las labores que deben desarrollarse con anticipación con el fin de garantizar el cumplimiento del programa de producción.

#### 4.2.2. Diseño de Labores de Desarrollo

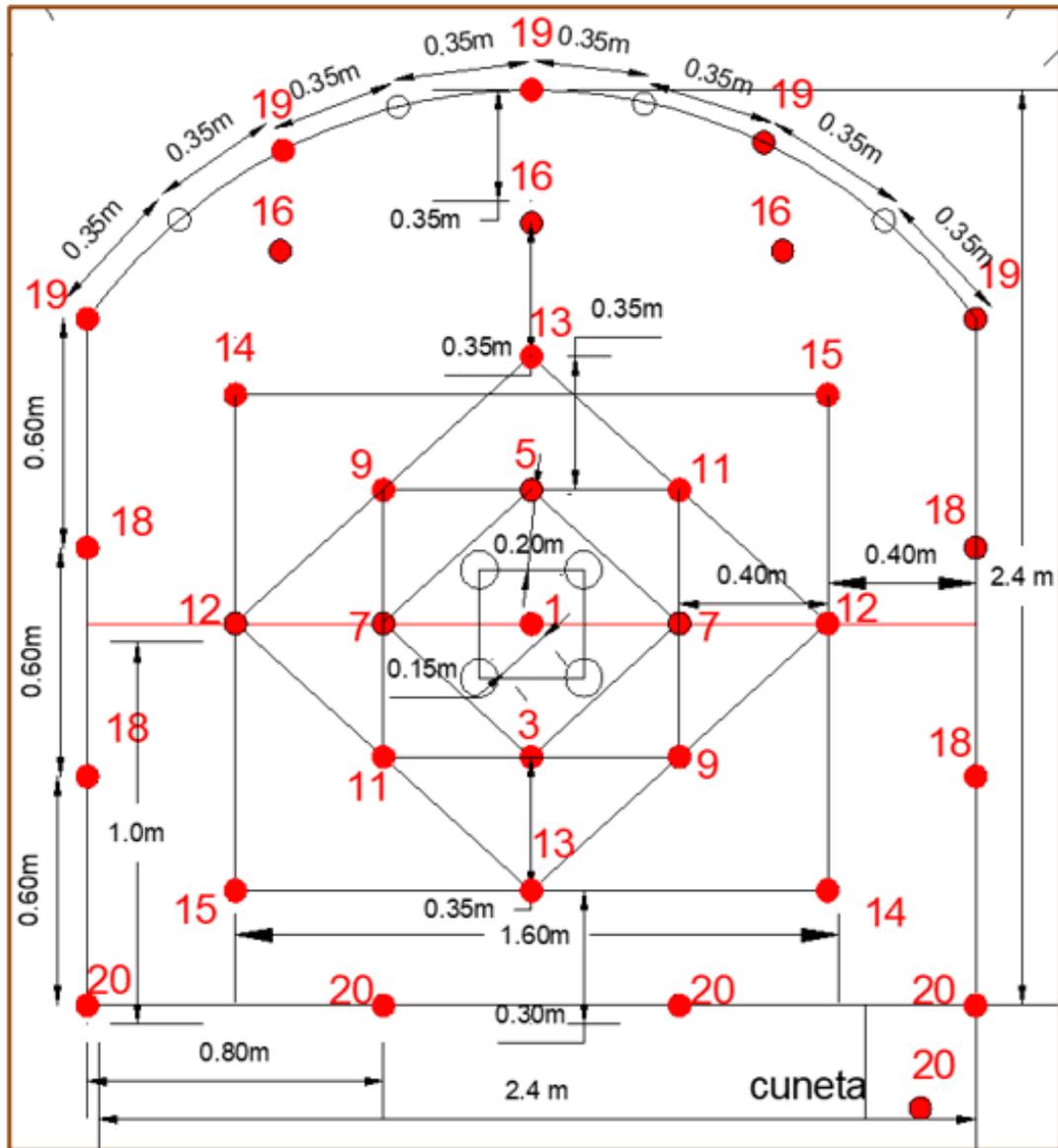
En la Figura se puede observar la malla de perforación para la sección de galerías, cruceros y estocadas en niveles principales.

SECCIÓN TÍPICA DE 2.40 m x 2.40 m



Fuente: Ignitia Consultores SAC.

MALLA DE PERFORACIÓN PARA LABORES DE 2.40 m x 2.40 m



Fuente: Ignitia Consultores SAC.

Tabla 6. Parámetros de perforación para labores de 2.40 m x 2.40 m.

MEDIDAS	UNIDAD	CANTIDAD
Ancho	m	2.40
Alto	m	2.40
Perimetro	m	8.87
Area	m <sup>2</sup>	6.12
Volumen	m <sup>3</sup>	9.79
Densidad	t/m <sup>3</sup>	2.50
Tonelaje	t	24.48
RMR		40 - 60
Diametro de la Broca	mm	38.00

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Longitud de Barra	ft	6.00
Eficiencia de perforación	%	93%
Longitud de Barra perforada	m	1.70
Eficiencia de Voladura	%	94%
Avance efectivo	ft	5.25
Avance efectivo	m	1.60

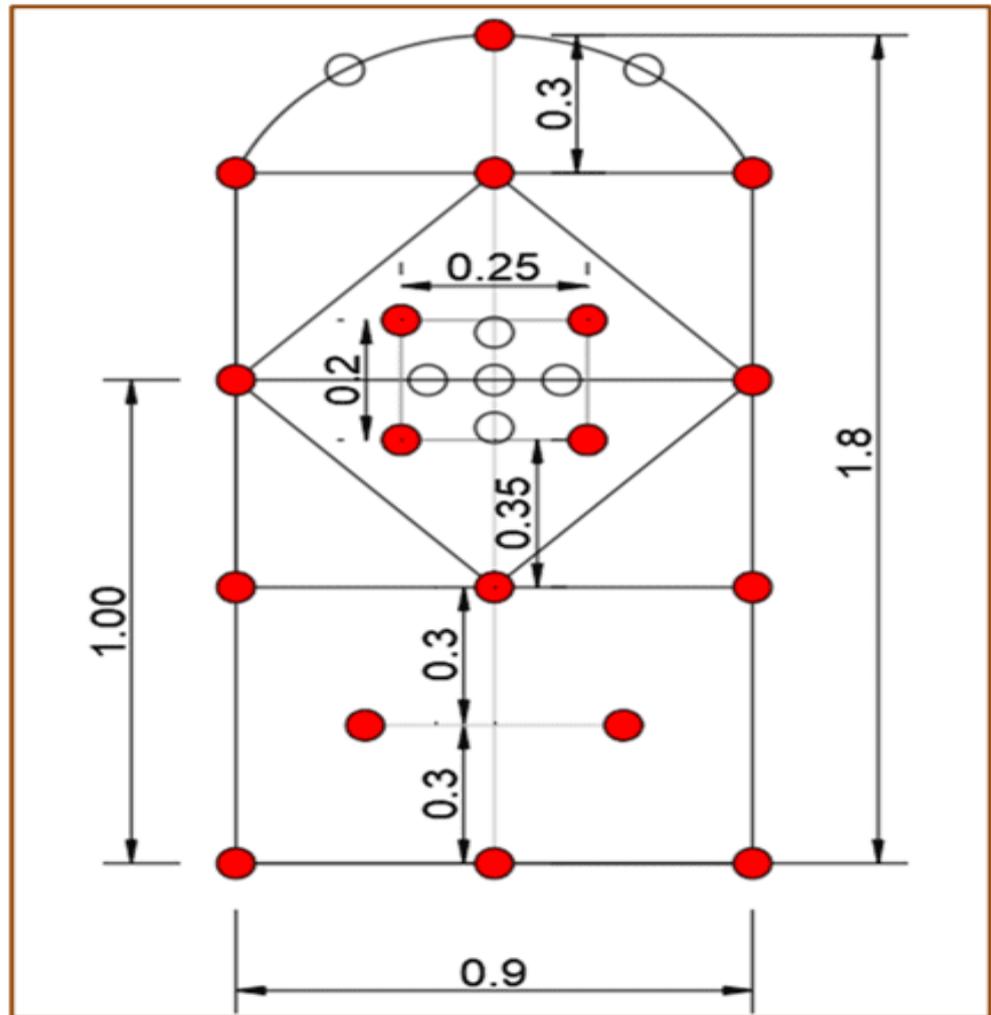
FACTOR DE CARGA	UNIDAD	CANTIDAD
Factor de Carga lineal	kg/m	15.37
Factor de Carga	kg/m <sup>3</sup>	2.51
Factor de Potencia	kg/t	1.07

TALADROS	UNIDAD	CANTIDAD
Taladros Perforados	taladros	38.00
Taladros Cargados	taladros	34.00
Taladros Alivio	taladros	4.00

#### 4.2.2.1. Diseño de Subnivel

En la Figura 6.8 podemos observar el diseño de la malla de perforación para los subniveles de producción.

MALLA DE PERFORACIÓN PARA LOS SUBNIVELES DE PRODUCCIÓN 0.90 m x 1.80 m



Fuente: Agnitia Consultores SAC.

Tabla 7. Parámetros de perforación para los subniveles de producción de 0.90 m x 1.80 m.

MEDIDAS	UNIDAD	CANTIDAD
Ancho	m	0.90
Alto	m	1.80
Perimetro	m	5.40
Area	m <sup>2</sup>	1.59
Volumen	m <sup>3</sup>	2.27
Densidad	t/m <sup>3</sup>	2.70
Tonelaje	t	6.13
RMR		40 - 60
Diametro de la Broca	mm	38.00

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Longitud de Barra	ft	5.00
Eficiencia de perforación	%	92%
Longitud de Barra perforada	m	1.40
Eficiencia de Voladura	%	89%
Avance efectivo	ft	4.10
Avance efectivo	m	1.25

FACTOR DE CARGA	UNIDAD	CANTIDAD
Factor de Carga lineal	kg/m	8.51
Factor de Carga	kg/m <sup>3</sup>	5.49
Factor de Potencia	kg/t	1.95

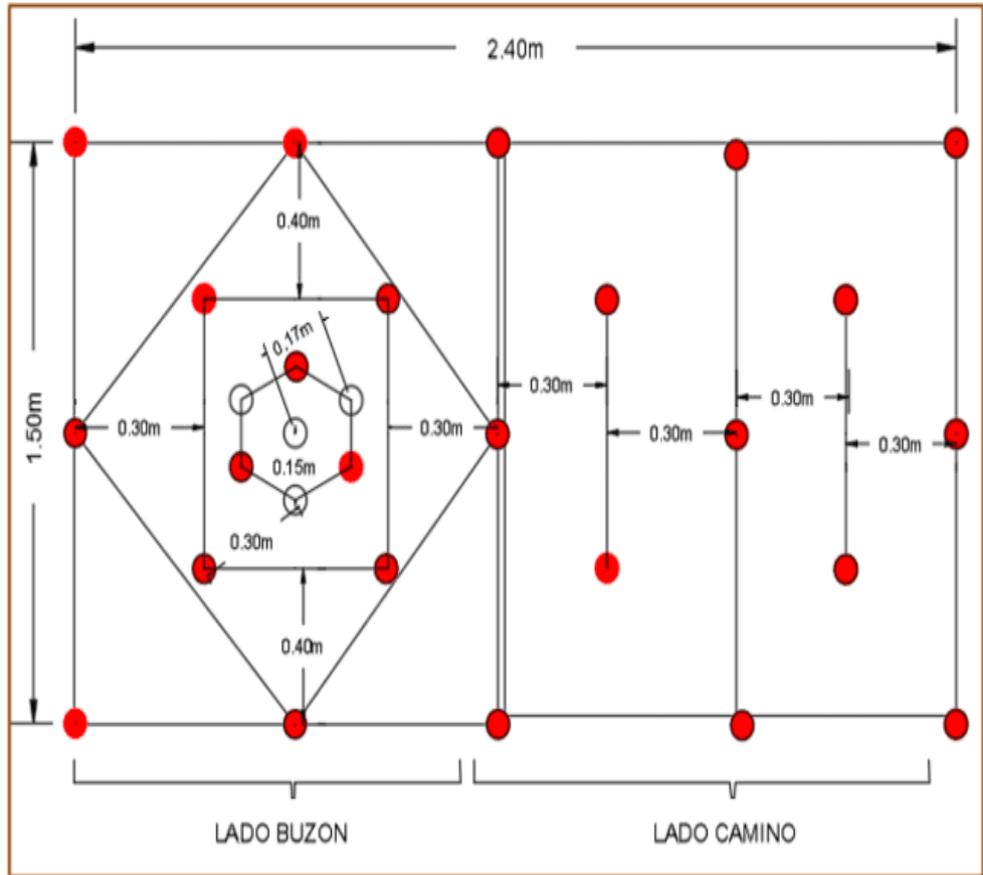
TALADROS	UNIDAD	CANTIDAD
Taladros Perforados	taladros	23.00
Taladros Cargados	taladros	18.00
Taladros Alivio	taladros	5.00

#### 4.2.2.2. Diseño de Chimeneas

Las vetas se delimitan mediante la ejecución de chimeneas de doble compartimiento de dimensiones de 1.50m x 2.40m que además servirán de echadero, acceso al personal, traslado de materiales, herramientas, máquinas y también para la ventilación.

En la siguiente figura podemos observar el diseño en sección longitudinal de la chimenea.

MAJLA DE PERFORACIÓN PARA CHIMENEAS DOBLE  
COMPARTIMIENTO DE 0.50 m x 2.40 m



Fuente: Agnitia Consultores SAC.

#### 4.2.3. Descripción de las Alternativas

En el estudio tenemos dos alternativas, como son:

- Corte y relleno ascendente convencional
- Corte y relleno ascendente mecanizado.

#### **ALTERNATIVA 1: CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL**

La perforación se realiza con equipos Jackleg Atlas Copco BBC16W, de forma horizontal (breasting) y la limpieza del mineral se realiza con winche eléctrico hasta el echadero principal del tajo, finalmente se extrae el mineral desde el nivel inferior y es trasladado por locomotoras (Laura Lazo, 2015).

Luego el relleno hidráulico es bombeado desde la planta a la labor mediante tuberías de polietileno (Laura Lazo, 2015).

#### **ALTERNATIVA 2: CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO**

Este método consiste en arrancar el mineral en franjas horizontales comenzando por la parte inferior del tajo y avanzando verticalmente hacia arriba en cada corte, además una vez extraído completamente la franja, se procede a rellenar el espacio libre (Laura Lazo, 2015).

La perforación se realiza en forma horizontal (breasting) con Jackleg y la limpieza del mineral roto se realiza con scoop Jarvis Clarck JS – 220 diesel de 2.2 Yd<sup>3</sup>, es necesario tener en cuenta que el término de mecanizado se debe a que la limpieza del mineral se realiza con scoop, evacuando el mineral a través del brazo basculante hasta el echadero, luego será extraído desde el nivel inferior mediante locomotoras (Laura Lazo, 2015). El relleno hidráulico es bombeado, desde la planta a través de tuberías de polietileno.

#### **4.2.4. Desarrollo**

La exploración y desarrollo comprende las siguientes labores:

- Galerías
- Cruceros
- Chimeneas.

#### **4.2.5. Labores de Preparación**

A continuación, se detallan las alternativas que se plantean:

Alternativa 1

“La preparación consiste en la ejecución de la chimenea principal de explotación de tres compartimiento con sección de 3.60 m x 1.20 m, una chimenea auxiliar de doble compartimiento con sección de 2.40 m x 1.20 m, subnivel intermedio con sección de 1.20 m x 1.80 m, bypass y

ventanas con sección de 3.00 m x 3.00 m que sirven para la extracción del mineral roto” (Laura Lazo, 2015).

#### **Alternativa 2**

“La preparación del tajo se iniciará con la ejecución de la rampa auxiliar positiva con una gradiente de +15% con sección de 3 m. x 3 m. a partir del crucero principal. Seguidamente se construye las rampas basculantes desde la rampa hasta la veta con una pendiente de -15% y que se realizan hasta alcanzar una pendiente de +15%, dichas basculantes servirán para iniciar la etapa de explotación del tajo” (Laura Lazo, 2015).

“Se construyen dos chimeneas de sección 1.50 m x 1.50 m (ore pass - waste pass) desde el nivel inferior que se conectaron al inicio del brazo basculante para darle velocidad a la limpieza y extracción del mineral/desmonte” (Laura Lazo, 2015).

#### **4.2.6. Perforación**

“Para la perforación se usará máquinas perforadoras Jackleg con perforación en breasting para los tajos ya que la veta tiene una calidad de roca no favorable para el empleo de Jumbo” (Laura Lazo, 2015).

#### **Alternativa 1**

“La perforación se realiza con Jackleg y barreno de 06 pies de longitud en forma horizontal (breasting), con un burden de 0.70 m. y un espaciamiento de 0.70 m. A continuación, se muestra algunos parámetros” (Laura Lazo, 2015).

- Diámetro del taladro: 38 mm
- Longitud de perforación: 1.70 m
- Ancho de Corte: 1.50 m (Por calidad de roca).
- Altura de Corte: 2.40 m (Por calidad de roca).

### **Alternativa 2**

“La perforación se realiza con Jackleg y barrenos de 06 pies de longitud en forma horizontal (breasting), con un burden de 0.70 m. y un espaciamiento de 0.70 m” (Laura Lazo, 2015).

- Diámetro del taladro: 38 mm
- Longitud de perforación: 1.70 m
- Ancho de corte: 3.00 m (Por calidad de roca).
- Altura de corte: 3.00 m (Por calidad de roca).

#### **4.2.7. Voladura**

Se presentan las siguientes alternativas:

##### **Alternativa 1**

“Son para una sección de 1.50 m x 2.40 m. De acuerdo a las pruebas realizadas se ha determinado el empleo de Exablock de 7/8” x 7” con la finalidad de minimizar el daño al macizo rocoso y accesorios de voladura Exanel, pentacord, carmex” (Laura Lazo, 2015).

##### **Alternativa 2**

“El carguío de los taladros perforados para la voladura es en forma secuencial y ordenada, se emplea Exablock de 7/8” x 7” y accesorios de voladura tales como el Exanel, pentacord, carmex. La distribución de la carga varía ya que la sección a romper fue de 3.00 m x 3.00 m. “(Laura Lazo, 2015).

#### **4.2.8. Limpieza**

Para limpieza se sugieren las siguientes alternativas:

##### **Alternativa 1**

“Se realiza con winche eléctrico Wabco 02H de 2 tamboras maniobrado por un trabajador, debe estar correctamente instalado y protegido con su malla respectiva para evitar lesiones al operador” (Laura Lazo, 2015).

## Alternativa 2

“Para la limpieza se emplea un scooptram diesel de 2.2 Yd<sup>3</sup>. Dicho equipo traslada el mineral roto desde el tope del tajo hasta el echadero que acumula la carga para luego ser transportado por locomotoras desde el nivel inferior con destino a la planta concentradora” (Laura Lazo, 2015).

### 4.2.9. Relleno

“El relleno que se comporta como un soporte, es una necesidad en los tajos explotados o vacíos. El objetivo es que no afecte a otras áreas de trabajo, evitando el hundimiento y otros efectos secundarios y más aún para buscar la seguridad en la explotación, a medida que van profundizándose las labores las presiones son mayores, también el relleno en este método de minado nos sirve de piso para ejecutar los cortes sucesivos y continuar con la explotación” (Laura Lazo, 2015).

### 4.2.10. Evaluación Económica de las Alternativas

En la siguiente tabla se muestra los criterios de la evaluación económica de las alternativas sin proyecto y con proyecto.

*Tabla 8. Criterios para la evaluación económica.*

CRITERIOS A TOMAR EN CUENTA PARA LA EVALUACIÓN	UNIDAD	CORTE Y RELLENO CONVENCIONAL (ALTERNATIVA 1)	CORTE Y RELLENO SEMI MECANIZADO (ALTERNATIVA 2)
<b>VARIABLES DEL YACIMIENTO</b>			
Potencia de la veta	m	3.00	3.00
Buzamiento de la veta	°	70.0	70.0
Longitud de Tajo	m	120	120
Altura de Tajo	m	50	50

Fuente: (Laura Lazo, 2015, p. 97).

Tabla 9. Costo unitario de explotación en Mina Julcani.

CRITERIOS A TOMAR EN CUENTA PARA LA EVALUACIÓN	UNIDAD	CORTE Y RELLENO CONVENCIONAL	CORTE Y RELLENO MECANIZADO
Perforación	\$/ton	6.4	6.3
Voladura	\$/ton	4.9	4.7
Sostenimiento	\$/ton	3.9	3.9
Limpieza	\$/ton	1.0	2.9
Acarreo y transporte	\$/ton	4.5	4.5
Relleno	\$/ton	1.9	1.9
CF y GG de EE	\$/ton	7.7	1.6
<b>COSTO UNITARIO DE EXPLOTACIÓN</b>	<b>\$/ton</b>	<b>30.4</b>	<b>25.8</b>

Fuente: Dpto. de Planeamiento de Mina Julcani.

Tabla 10 . Comparación de Alternativas, criterios de comparación.

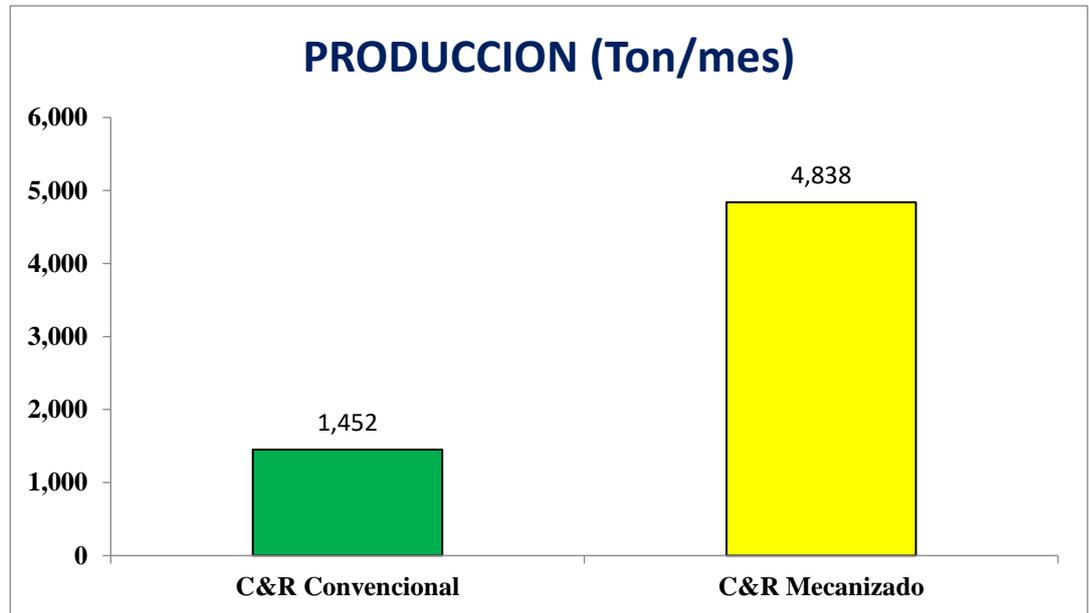
CRITERIO	UNIDAD	CORTE Y RELLENO CONVENCIONAL (Alternativa 1)	CORTE Y RELLENO MECANIZADO (Alternativa 2)
Nivel de riesgo	Alto/Medio/Bajo	Bajo	Bajo a Medio
Producción	Ton/mes	1451.52	4838.4
Costo de explotación	\$ US/Ton	30.4	25.8
VAN	\$ US	11551630.99	13578140.50
Dilución	%	4.7	5.6
Tiempo explotación	Meses	38	11

Fuente: (Laura Lazo, 2015, p. 97).

De las tablas anteriores, haciendo una comparación de las dos alternativas sin proyecto y con proyecto, de los valores de las variables se deduce que la ALTERNATIVA 2 es la mejor, por tanto, el método de explotación

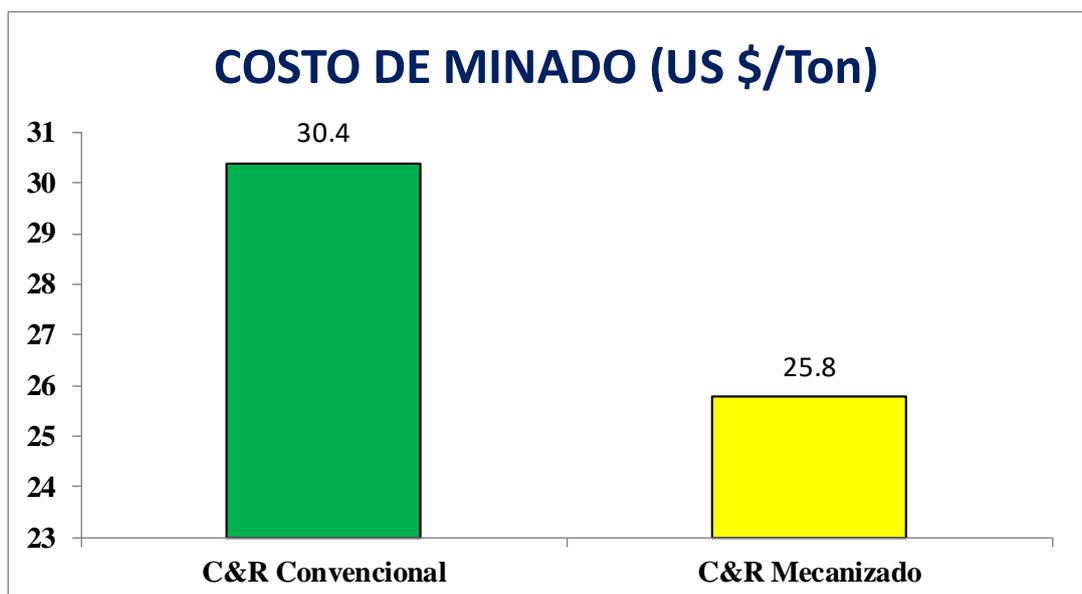
CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO, es el que ha de mejorar la PRODUCCION en la unidad minera Julcani.

Figura 30. Comparación de la producción de C&R Convencional y C&R Mecanizado.



En la Figura 30 se observa que la producción actual con el método de corte y relleno ascendente mecanizado es mayor que la producción mediante el corte y relleno convencional con una diferencia de 3,386 ton.

Figura 31. Comparación del costo de minado con C&R ascendente convencional y C&R ascendente mecanizado.



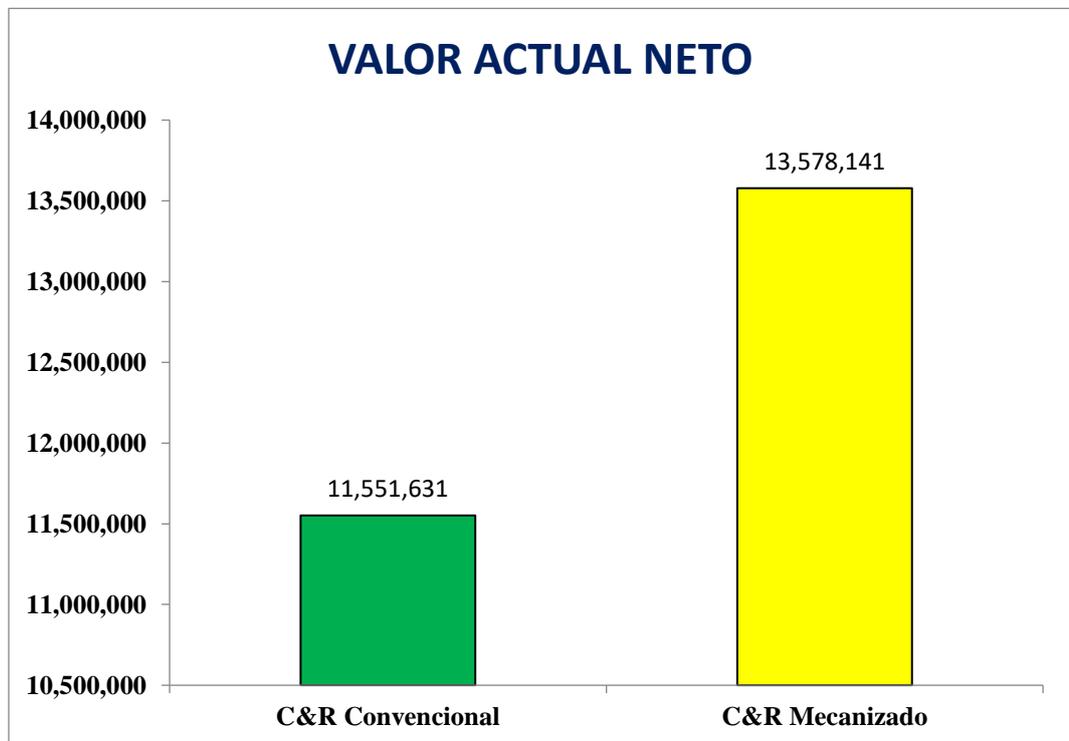
De la Figura 31 se tiene que el costo del método de corte y relleno ascendente mecanizado es de 25.8 \$/ton y el costo unitario del método de corte y relleno ascendente convencional es de 30.4 \$/ton con una diferencia de 4.6 \$/ton.

Tabla 11. Datos para la evaluación económica del proyecto.

<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA</b>			
Ingreso mensual	\$	393,369	1,339,691
Periodo de explotación	Meses	38	11
Tasa de descuento - mensual	%	1.4	1.4
<b>VAN</b>	<b>\$</b>	<b>11,551,630.99</b>	<b>13,578,140.50</b>

Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. Análisis económico de las 2 alternativas usando el VAN como indicador de rentabilidad.



En la Figura 32 se observa que el VAN del Corte y Relleno ascendente convencional es menor que el VAN del corte y relleno ascendente mecanizado.

De las tablas y figuras anteriores se concluye que la alternativa 2: CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO, es la que tiene mejores resultados en tonelaje y costo, por lo que podemos llegar a la conclusión que existe un incremento de la productividad en la mina Julcani, con respecto a la alternativa 1: CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL que actualmente se viene aplicando en unidad minera Julcani.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

##### **4.3.1. Hipótesis General**

La hipótesis general es el siguiente:

El mejoramiento del método de explotación de corte y relleno ascendente incrementaría la producción de la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

##### **Conclusión:**

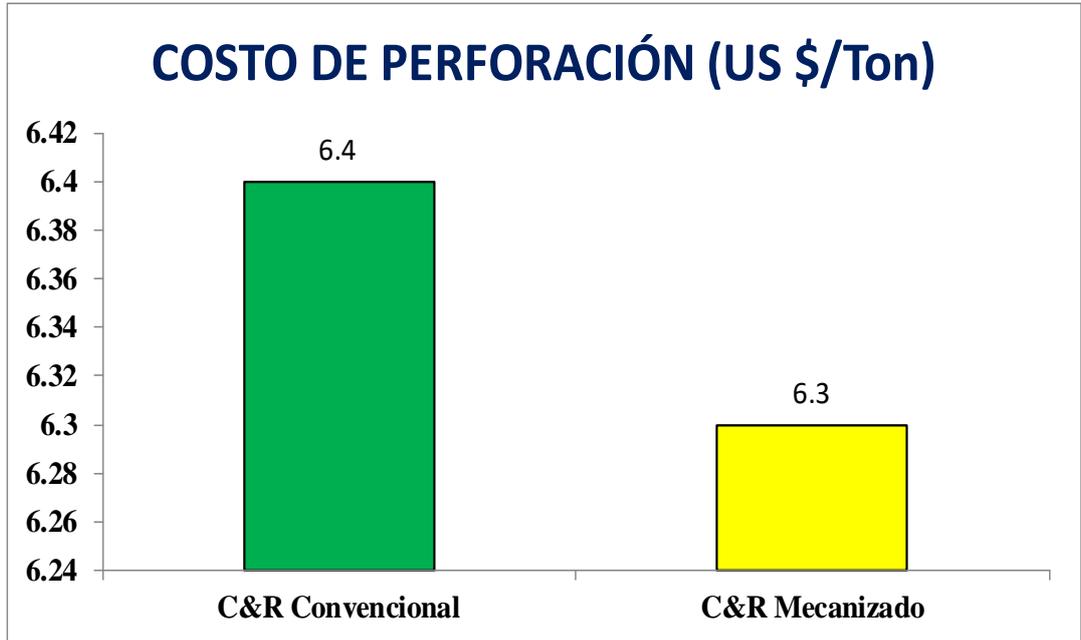
Según la Figura 30 se concluye que el método de corte y relleno ascendente mecanizado es más productivo que el método de corte y relleno ascendente convencional, mediante el método de corte y relleno ascendente convencional la producción es de 1451.52 ton/mes, mientras que mediante el método de corte y relleno ascendente mecanizado la producción es de 4838.4, por lo que se demuestra el incremento de la producción de la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

##### **4.3.2. Primera Hipótesis Específica**

Tenemos:

La eficiente perforación en el método de explotación de corte y relleno ascendente aumentaría la producción de la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Figura 33. Costo de perforación del corte y relleno ascendente convencional y corte y relleno ascendente mecanizado.



Fuente: Elaboración propia.

#### **Conclusión:**

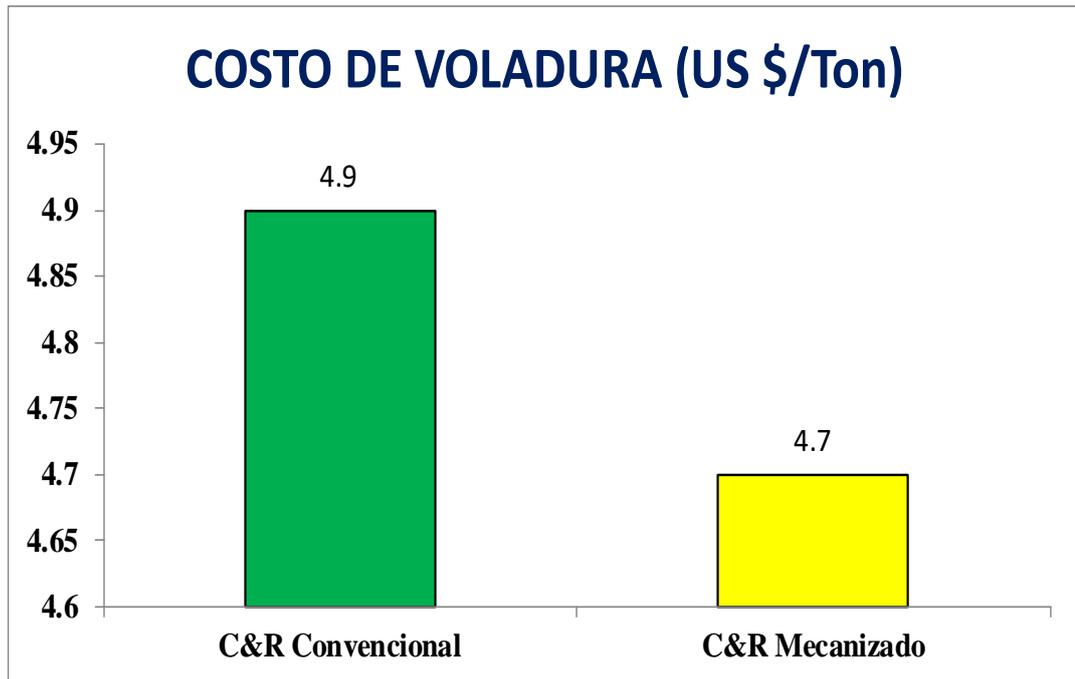
De la Figura 33 se concluye que el costo de perforación del corte y relleno ascendente convencional es mayor que el costo de perforación del corte y relleno ascendente mecanizado, la diferencia es mínima, pero una eficiente perforación minimiza los costos e incrementa la rentabilidad de la unidad minera Julcani de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A.

#### **4.3.3. Segunda Hipótesis Específica**

La segunda hipótesis específica es el siguiente:

La eficiente voladura en el método de explotación de corte y relleno ascendente aumentaría la producción de la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Figura 34. Costo de voladura de los métodos de explotación corte y relleno ascendente convencional y corte y relleno ascendente mecanizado.



**Conclusión:**

De la Figura 34 se concluye que el costo de voladura del corte y relleno ascendente convencional es mayor que el costo de perforación del corte y relleno ascendente mecanizado, la diferencia es mínima, pero una eficiente voladura minimiza los costos e incrementa la rentabilidad de la unidad minera Julcani de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A.

**4.3.4. Tercera Hipótesis Específica**

Tenemos:

La capacitación del talento humano en la ejecución del método de explotación de corte y relleno ascendente incrementaría la producción de la unidad minera Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

**CONCLUSIÓN:**

La capacitación del personal es una necesidad de las empresas y su intención es guiar el aprendizaje colaborativo como recurso, con la finalidad de obtener mejores resultados. Esto significa contar con trabajadores con conocimientos idóneos para poder responder a las necesidades con las que

cuenta la empresa y las demandas del mercado. En toda actividad que implique inversión económica o de recursos, las organizaciones no deben dejar nada al azar. En la opinión de Salgado, Gómez y Juan (2017) la formación de los empleados debe visualizarse hacia los planes que la empresa tiene para sí mismo y para los que forman parte de esta lo cual debe acomodarse a esos intereses y prioridades (Honores et al., 2020).

La eficiencia del talento humano condiciona la productividad. En la actualidad las empresas mineras realizan grandes inversiones para mecanizar los trabajos mineros. El empleo del equipo LHD tiene mayor productividad, es mayor la rentabilidad económica en relación a los métodos convencionales.

#### 4.4. Discusión de resultados

Tomando en cuenta los autores citados en el marco teórico, se pasa a discutir los resultados estadísticos de manera conjunta.

*Tabla 12. Discusión de resultados.*

Variable	Autor	Similitud	Diferencia	Resultado
Costo de producción del Corte y Relleno	Matos Rojas Ken	El estudio se realizó en la Compañía Minera Alpayana S.A. (Ex Casapalca)	Costo de explotación en US\$/TM	Costo de explotación: C & R Convencional = 26.87 \$/TM. C & R Mecanizado = 22.52 \$/TM.

Ascendente Convencional	De La Cruz Alanya Eduardo Charly	El estudio se realizó en la Unidad Santa María de la Cía. Minera Poderosa S.A.	Ahorro al optimizar el corte y relleno convencional con la aplicación del Long Wall Mining	Ahorro: S/ 47.16/m3
	Gamboa Perez Elmer Raul	El estudio se realizó en la Compañía Minera Kolpa S.A. en Huancavelica	Costo de operación en US\$/TM.	Corte y Relleno: 132.34 \$/TM. Sublevel Stopping: 121.63 \$/TM.

Costo de producción del Corte y Relleno Ascendente Mecanizado	El presente estudio	Estudio realizado en la Unidad Minera Julcani de la Cía. Minera Buenaventura S.A.A.	Costo de explotación en US\$/TM.	Corte y Relleno Ascendente Convencional: 30.4 \$/TM. Corte y Relleno Ascendente Mecanizado: 25.8 \$/TM.
---	---------------------	---	----------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. La evaluación económica de las alternativas del corte y relleno ascendente convencional con el corte y relleno ascendente mecanizado muestra una rentabilidad económica para la Unidad Minera Julcani de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A.
2. El COK llamado el costo de oportunidad del capital o tasa mínimo atractivo de rendimiento de acuerdo al riesgo del proyecto minero ha sido tomado en cuenta en 18% anual o 1.39% mensual.
3. Sobre la evaluación económica y rentabilidad del proyecto se estima en los siguientes resultados:  
  
El VAN del corte y relleno ascendente convencional = 11,551,631 US\$.  
  
El VAN del corte y relleno ascendente mecanizado = 13,578,141 US\$.
4. La producción mensual de la unidad minera Julcani usando el método de corte y relleno convencional es de 1,452 ton/mes y mediante el método de corte y relleno ascendente mecanizado es de 4,838 ton/mes con una diferencia de 3,387 ton/mes.
5. El costo de explotación usando el método de corte y relleno ascendente convencional es de 30.4 \$/ton y mediante el método de corte y relleno ascendente mecanizado es de 25.8 \$/ton.
6. El costo de perforación mediante el método de corte y relleno ascendente convencional es de 6.4 \$/ton y mediante el método de corte y relleno ascendente mecanizado es de 6.3 \$/ton.
7. El costo de voladura mediante el método de corte y relleno ascendente convencional es de 4.9 \$/ton y mediante el método de corte y relleno ascendente mecanizado es de 4.7 \$/ton.
8. La capacitación del personal es una necesidad de la Empresa Minera siendo su intención el de guiar el aprendizaje colaborativo como recurso con la finalidad de obtener mejores resultados.

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar supervisión y control permanente de las operaciones mineras con el objetivo de lograr las metas programadas por la unidad minera Julcani.
2. Elaborar un programa de capacitaciones para el personal de la mina y planta de la unidad minera Julcani.
3. Continuar mecanizando las operaciones mineras con el fin de lograr mejores resultados.
4. Planificar los trabajos en equipo con el objetivo de apalancar los recursos y cumplir con éxito los objetivos trazados por la empresa minera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo, P., & Vásquez, R. (2005). Ingeniería Económica ¿Cómo medir la rentabilidad de un proyecto". In *NASPA Journal* (Vol. 42, Issue 4).
- Chavez, F. E. (2018). Metodología de perforación y voladura controlada en la construcción del nivel 660, para evitar la sobre excavación en la mina Acchilla, U.E.A. Julcani, Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., 2018. *Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo*, 1, 1–127. [file:///C:/Users/MEY/Downloads/T033\\_46655702\\_T.pdf](file:///C:/Users/MEY/Downloads/T033_46655702_T.pdf)
- Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (2022). *Plan de Minado de la Mina Julcani*.
- De La Cruz Alanya, E. C. (2014). *Optimización económica aplicando el método de explotación long wall mining frente al método corte y relleno ascendente en Cía. Minera Poderosa SA, Unidad Santa María*.
- Goodell, P. C., & Petersen, U. (1974). Julcani Mining District, Peru: A study of metal ratios. *Economic Geology*, 69(3), 347–361. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.69.3.347>
- Honores, N., Vargas, C., Espinoza, C., & Tapia, N. (2020). Importancia y capacitación personal: aprendizaje colaborativo y desempeño laboral en las empresas mineras. *593 Digital Publisher CEIT*, 5(6), 398–409.
- Laura Lazo, H. R. (2015). *Implementación del método corte y relleno ascendente semimecanizado para mejorar la productividad en Mina Julcani, Compañía de Minas Buenaventura SAA*.
- Llanos Malpartida, A. F. (2023). *Evaluación económica para incrementar la rentabilidad del planeamiento de minado de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura SAA*.
- Lopez Arancibia, Y. B. (2012). *Optimización del método de explotación corte y relleno ascendente para incrementar la producción en la Compañía Minera Cobre Nazca Unidad Santa-Ana*.

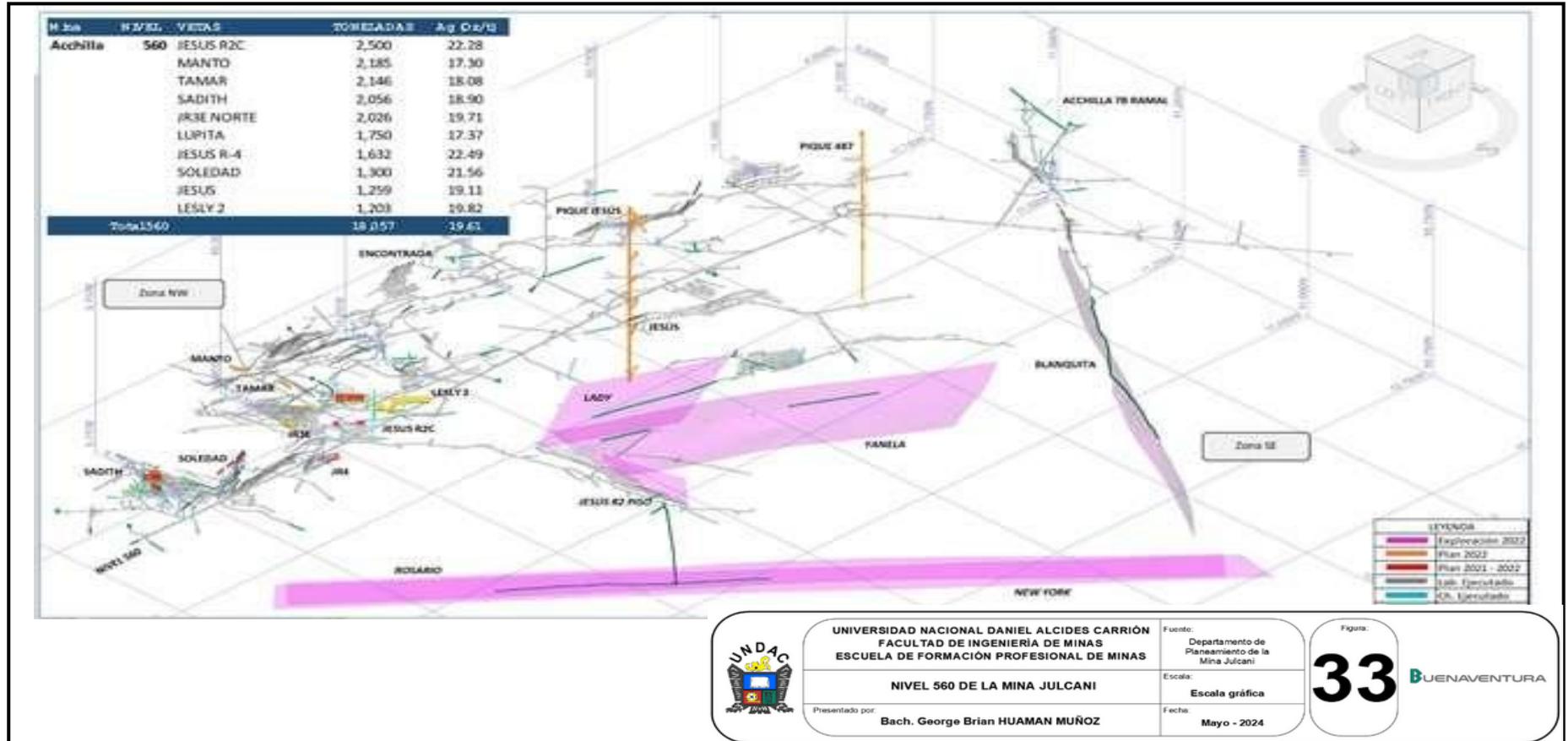
- Matos Rojas, K. (2022). *Aplicación del método de explotación corte y relleno ascendente semimecanizado para mejorar la productividad en la veta Ximena en los niveles 18 y 19 en la ECM Gestión Minera Integral SAC-Compañía Minera Alpayana.*
- Raupp, E., & Raupp, V. (2022). Dictionary of economic terms. *Great Bay Community College Portsmouth, New Hampshire: Blue Impala.*
- Requejo, L. A. (2019). Geología, mineralización y evaluación de la veta Yamila en el yacimiento minero Julcani” compañía de minas Buenaventura S.A.A. distrito de Ccochaccasa, provincia de Angaraes y departamento de Huancavelica Requejo Montoya, Luis Alberto. *Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.*  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9661>
- Salinas Támara, N. A. (2022). *Aplicación del método corte y relleno ascendente con la variante zigzag para incrementar la productividad en la mina Coturcan compañía minera Lincuna SA-2021.*
- Shen, Y., & Hu, G. (2021). Chinese graduate students’ perceptions of plagiarism: A mixed-methods study. *Accountability in Research, 28(4), 197–225.*

## **ANEXOS**

## Instrumentos de Recolección de Datos

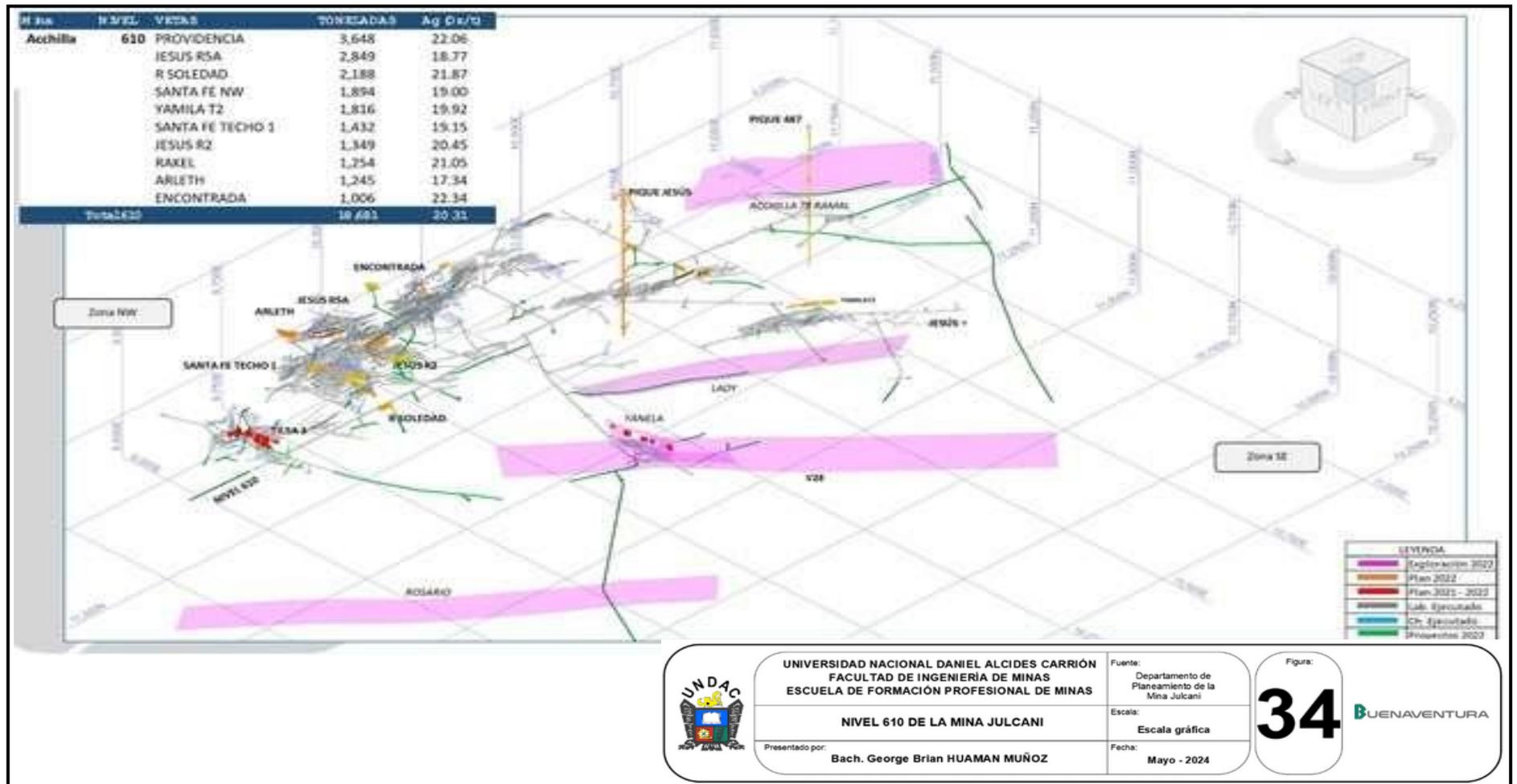
Anexo 1. Planos de la Mina Julcani.

Figura 35. Nivel 560 de la mina Julcani.



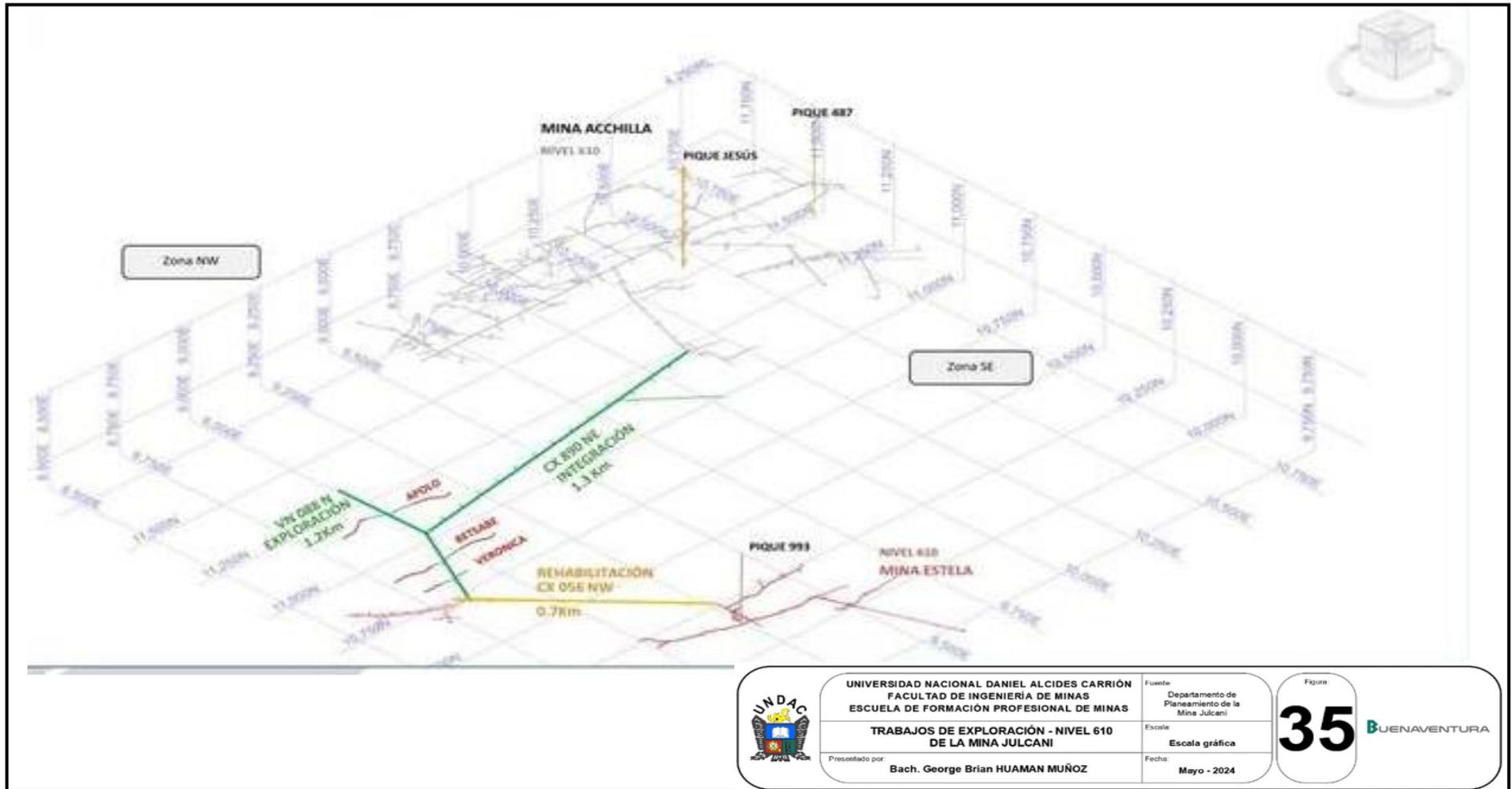
Fuente: Mina Julcani.

Figura 36. Nivel 610 de la Mina Julcani.



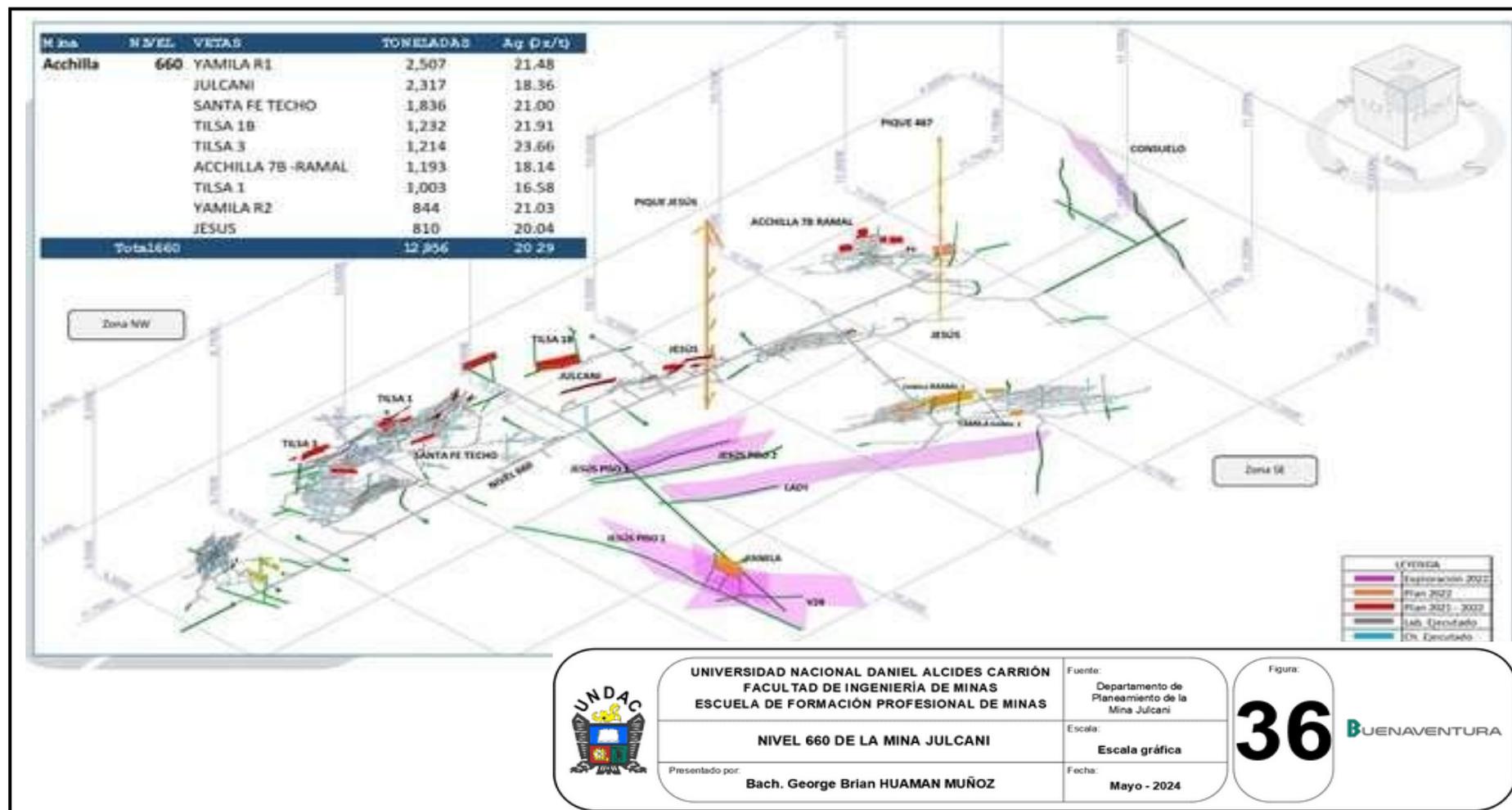
Fuente: Mina Julcani.

Figura 37. Trabajos de exploración-Nivel 610 de la Mina Julcani.



Fuente: Mina Julcani.

Figura 38. Nivel 660 de la Mina Julcani.



Fuente: Mina Julcani.



Anexo 2. *Panel Fotográfico.*



*Figura 40. Trabajos de sostenimiento de labores subterráneas.*



*Figura 41. Equipos de la mina Julcani.*



*Figura 42. Malla de perforación.*



*Figura 43. Sostenimiento de labores subterráneas.*

Anexo 3. Matriz de consistencia.

Mejoramiento del Método de Explotación de Corte y Relleno Ascendente para Incrementar la Producción en Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Cómo el mejoramiento del método de explotación de corte y relleno ascendente <b>incrementará</b> la producción de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p><b>Incrementar</b> la producción de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. mediante el mejoramiento del método de explotación de corte y relleno ascendente.</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>El mejoramiento del método de explotación de corte y relleno ascendente <b>incrementaría</b> la producción de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>X: Mejoramiento del método de explotación de corte y relleno ascendente.</p>	<p>(X<sub>1</sub>): Eficiente perforación en el método de corte y relleno ascendente en Mina Julcani.</p> <p>(X<sub>2</sub>): Eficiente voladura en el método de corte y relleno ascendente en Mina Julcani.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>La investigación es aplicada y descriptiva.</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo.</p> <p><b>Diseño:</b></p>

<b>Primer problema específico</b>	<b>Primer objetivo específico</b>	<b>Primera hipótesis específica</b>			
<p>¿La eficiente perforación en el método de explotación de corte y relleno ascendente <b>incrementará</b> la producción de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?</p>	<p><b>Incrementar</b> la producción de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. mediante la eficiente perforación en el método de explotación de corte y relleno ascendente.</p>	<p>La eficiente perforación en el método de explotación de corte y relleno ascendente <b>aumentaría</b> la producción de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p><b>Variable Dependiente (Y):</b></p> <p>Y: Incremento de la producción de la Mina Julcani.</p>	<p>(X<sub>3</sub>): Capacitación del talento humano en el método de corte y relleno ascendente en Mina Julcani.</p> <p>Y<sub>1</sub>= Producción de la Mina Julcani con el Corte y Relleno Ascendente Convencional.</p>	<p>No experimental.</p> <p><b>Población</b></p> <p>La población de estudio se encuentra compuesta por todas las labores de Acchilla de la Mina Julcani de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A.</p> <p><b>Muestra:</b></p>

<b>Segundo problema específico</b>	<b>Segundo objetivo específico</b>	<b>Segunda hipótesis específica</b>		Y2. Producción de la Mina Julcani con el Corte y Relleno Ascendente Semi mecanizado.	La muestra ha sido elegida aleatoriamente.
<p>¿La eficiente voladura en el método de explotación de corte y relleno ascendente <b>incrementará</b> la producción de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?</p>	<p><b>Aumentar</b> la producción de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. mediante la eficiente voladura del método de explotación de corte y relleno ascendente.</p>	<p>La eficiente voladura en el método de explotación de corte y relleno ascendente <b>aumentaría</b> la producción de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>			

<b>Tercer problema específico</b>	<b>Tercer objetivo específico</b>	<b>Tercera hipótesis específica</b>			
<p>¿La capacitación del talento humano en el método de explotación de corte y relleno ascendente <b>incrementará</b> la producción de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?</p>	<p><b>Añadir</b> valor a la producción de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. mediante la capacitación del talento humano en la ejecución del método de explotación de corte y relleno ascendente.</p>	<p>La capacitación del talento humano en la ejecución del método de explotación de corte y relleno ascendente <b>incrementaría</b> la producción de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>			

*Fuente: Elaboración propia.*