

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



T E S I S

**Optimización de la producción e incremento de la rentabilidad en la
Mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.**

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

Autor:

Bach. John Williams GOMEZ GARCIA

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

**Optimización de la producción e incremento de la rentabilidad en la
Mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA
PRESIDENTE

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA
MIEMBRO

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería de Minas
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 147-JUIFIM-2023

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 Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:

El Bachiller John Williams GOMEZ GARCIA

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:

Tesis

“Optimización de la Producción e Incremento de la Rentabilidad en la Mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.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, 30 setiembre del 2023


Dr Agustín Arturo AGUIRRE ADAUTO
JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD
DE INGENIERIA DE MINAS

DEDICATORIA

A Dios por ser la fuerza de mis iluminaciones.

A mis padres Jorge Gómez y María García por sus
invalorables inspiraciones de perseverancia y
abnegación.

AGRADECIMIENTO

Mi reconocimiento profundo a Dios por su invaluable dote de fe y esperanza.

Gratitud a los docentes de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por compartir sus experiencias académicas durante mi permanencia en la Universidad durante mis estudios de pregrado y la finalización del presente trabajo de investigación.

Mi agradecimiento al asesor de la tesis, así como también a los revisores; por lo que, según sus orientaciones se llegó a concluir el trabajo de investigación y optar el correspondiente grado académico de Ingeniero de Minas.

RESUMEN

La presente investigación titulada: “Optimización de la producción en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.”, se desarrolló con la finalidad de conocer la factibilidad de incrementar la producción de las operaciones mineras en la mina Yauricocha. Esta mina cuenta con una mineralización muy buena y esta variable permite realizar el planeamiento de la ampliación de la producción debido a que la mineralización presenta un sistema de vetas y cuerpos que establecen dicho incremento de producción, para lo cual se realiza el análisis del método de explotación “sub level caving mecanizado”, determinando el valor del mineral, así como la estimación de las leyes que cuenta los concentrados de plata, zinc y cobre, el cálculo de los costos de operaciones y producción, la valorización de los concentrados, así como la determinación de la vida útil de la mina y posteriormente el cálculo de los valores de los indicadores de rentabilidad como son el VAN y la TIR.

Palabras Claves: Optimización, producción, valor actual neto, tasa interna de retorno.

ABSTRACT

This research entitled: "Optimization of production at the Yauricocha mine of Sociedad Minera Corona S.A.", was developed with the purpose of knowing the feasibility of increasing the production of mining operations at the Yauricocha mine. This mine has a very good mineralization and this variable allows planning the expansion of production because the mineralization has a system of veins and bodies that establish such production increase, for which the analysis of the mining method "mechanized sub level caving" is performed, determining the value of the mineral, as well as the estimation of the grades of silver, zinc and copper concentrates, the calculation of the costs of operations and production, the valuation of the concentrates, as well as the determination of the useful life of the mine and subsequently the calculation of the values of the profitability indicators such as NPV and IRR.

Key words: Optimization, production, net present value, internal rate of return.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de explicar la optimización de la producción e incremento de la rentabilidad en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A., esta investigación tiene como objetivo de minimizar los costos de operación del mineral, es importante tener en cuenta que según informaciones la minería se encuentra en un momento no muy favorable para la industria minera debido a la baja de los precios de los minerales. En consecuencia, de acuerdo a los objetivos planteados, la tesis comprende de cuatro capítulos que se detalla a continuación:

En el capítulo 1 se presenta el problema de investigación, donde se demuestra la realidad a estudiar en la mina Yauricocha. En el capítulo 2 tenemos el marco teórico donde se desarrolla los antecedentes de estudio, las bases teóricas – científicas, la formulación de hipótesis y la definición operacional de variable e indicadores. En el capítulo 3 de la tesis se presenta la metodología de la investigación, referente al tipo de investigación, población y muestra, tratamiento estadístico y la selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación. En el capítulo 4 se efectúa el análisis e interpretación de los resultados, se realiza la descripción del trabajo de campo, la presentación, análisis e interpretación de los resultados. En la última parte se considera las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

El autor.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1. Información General de la Mina Yauricocha.	3
1.2.2. Geología de la Unidad de Acumulación Yauricocha.	10
1.2.3. Métodos de Explotación en Yauricocha.....	18
1.2.4. Ejecución de Sub Level Caving Mecanizado.....	21
1.2.5. Costo de Explotación.....	28
1.3. Formulación del problema	37
1.3.1. Problema general	37
1.3.2. Problemas específicos.	37
1.4. Formulación de los objetivos	37
1.4.1. Objetivo general	37
1.4.2. Objetivos Específicos.	37
1.5. Justificación de la investigación	38
1.6. Limitaciones de la investigacion.....	38

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	39
2.1.1. Antecedentes Internacionales.	39
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	40
2.2. Bases teóricas-científicas	42

2.3.	Definición de términos básicos	52
2.4.	Formulación de Hipótesis	54
2.4.1.	Hipótesis general	54
2.4.2.	Hipótesis general	54
2.5.	Identificación de variables	54
2.5.1.	Variable Dependiente.	54
2.5.2.	Variables Independientes.....	54
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	55
2.6.1.	Indicadores de la Hipótesis General.	55
2.6.2.	Indicadores de las Hipótesis Secundarias.....	55

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación.....	58
3.1.1.	De Acuerdo al Propósito.	58
3.1.2.	De Acuerdo al Nivel de Investigación.....	58
3.1.3.	De acuerdo al Diseño.....	58
3.1.4.	De acuerdo al Método.	58
3.2.	Nivel de investigación.....	58
3.3.	Métodos de investigación.....	58
3.4.	Diseño de investigación	58
3.5.	Población y Muestra.....	59
3.5.1.	Población.	59
3.5.2.	Muestra.	59
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	60
3.6.1.	Técnicas.	60
3.6.2.	Instrumentos.	60
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	60
3.8.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	60
3.9.	Tratamiento estadístico	60
3.9.1.	Diseño Estadístico.	60
3.9.2.	Estrategia de la Prueba de Hipótesis.	60
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	61

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo	63
4.1.1. Valor del Mineral.	63
4.1.2. Producción de Mina.....	63
4.1.3. Valor de la Producción.	67
4.1.4. Vida de la Mina.	67
4.1.5. Depreciación.....	68
4.1.6. Costo de Operación y Producción.	69
4.1.7. Inversiones.....	69
4.1.8. Financiamiento.	70
4.1.9. Estados Financieros.....	71
4.1.10. Valor Actual Neto (VAN).	72
4.1.11. Tasa Interna de Retorno (TIR).	73
4.1.12. Período de Retorno.	74
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	75
4.3. Prueba de hipótesis.....	76
4.4. Discusión de resultados.....	80

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA	97
ANEXO 2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	91
ANEXO 3. PANEL FOTOGRÁFICO.....	99

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE UBICACIÓN NACIONAL – DEPARTAMENTAL.	4
FIGURA 2. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LA MINA YAURICOCHA.	5
FIGURA 3. MAPA DE ACCESIBILIDAD DE LA MINA YAURICOCHA.	7
FIGURA 4. ÁREAS MINERAS DE LA MINA YAURICOCHA.	8
FIGURA 5. MAPA DE CONCESIÓN DE LA MINA YAURICOCHA.	9
FIGURA 6. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA MINA YAURICOCHA.	11
FIGURA 7. SECCIÓN LONGITUDINAL DE LA MINA YAURICOCHA.....	12
FIGURA 8. ÁREAS DE CRECIMIENTO EN PROFUNDIDAD DE LA MINA YAURICOCHA.....	13
FIGURA 9. MAPA GEOLÓGICO LOCAL.....	15
FIGURA 10. ZONAS MINERALIZADAS DE YAURICOCHA.	17
FIGURA 11. SUB LEVEL CAVING.....	19
FIGURA 12.- PERFIL DE DISEÑO DE CIMBRA.	20
FIGURA 13. VENTANAS PERPENDICULARES AL CUERPO EN LA EJECUCIÓN DEL SUB LEVEL CAVING MECANIZADO.	22
FIGURA 14. MÉTODO DE SUB LEVEL CAVING.....	24
FIGURA 15. SOSTENIMIENTO POR CUADROS.	26
FIGURA 16. MÉTODO SUB LEVEL CAVING.....	27
FIGURA 17. CORTE Y RELLENO.	28
FIGURA 18. ZONA MINERALIZADA EN 2017 Y 2019 EN EL ÁREA MINERA “MINA CENTRAL”	31

FIGURA 19. ZONA MINERALIZADA EN 2017 Y 2019 EN EL ÁREA MINERA “ESPERANZA”.	32
.....	
FIGURA 20. ZONA MINERALIZADA EN 2017 Y 2019 EN EL ÁREA MINERA “CACHI CACHI”	33
.....	
FIGURA 21. ZONA MINERALIZADA EN 2017 Y 2019 EN EL ÁREA MINERA “CUERPOS PEQUEÑOS”.	34
.....	
FIGURA 22. ZONA MINERALIZADA EN 2017 Y 2019 EN EL ÁREA MINERA “MASCOTA”.	35
FIGURA 23. ZONA MINERALIZADA EN 2017 Y 2019 EN EL ÁREA MINERA “CUYE”	36
.....	
FIGURA 24. VALOR ACTUAL NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO	46
.....	
FIGURA 25. PRODUCCIÓN DE LA MINA YAURICOCHA DEL 2002 AL 2018 (TMS).	66
.....	
FIGURA 26. PRODUCCIÓN DE LA MINA YAURICOCHA DEL 2002 AL 2018 (TMS).	66
.....	
FIGURA 27. GRÁFICO DE NORMALIDAD DEL VAN PARA EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL DE LA MINA YAURICOCHA.	77
.....	
FIGURA 28. GRÁFICO DE NORMALIDAD PARA EL SISTEMA MECANIZADO EN LA MINA YAURICOCHA.	78
.....	
FIGURA 29. VALOR ACTUAL NETO (VAN) DE LOS SISTEMAS CONVENCIONAL Y MECANIZADO (SUB LEVEL CAVING) EN LA MINA YAURICOCHA.	83
.....	
FIGURA 30. VALOR ACTUAL NETO (VAN) DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL Y MECANIZADO (SUB LEVEL CAVING) EN LA MINA YAURICOCHA.	83
.....	
FIGURA 31. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL Y MECANIZADO (SUB LEVEL CAVING) EN LA MINA YAURICOCHA.	84
.....	
FIGURA 32. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL Y MECANIZADO (SUB LEVEL CAVING) EN LA MINA YAURICOCHA.	84
.....	
FIGURA 33. CAMPAMENTO CHUMPE DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.	99
.....	
FIGURA 34. CAMPAMENTO CHUMPE DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.	99
.....	

FIGURA 35. SOSTENIMIENTO CON CIMBRAS METÁLICAS EN LA MINA YAURICOCHA. .	100
FIGURA 36. LABORATORIO DE AGREGADOS EN EL INTERIOR MINA.....	100
FIGURA 37. CILINDROS DE ACELERANTE SIGUNIT L-60 AF PLUS, LIBRE DE ÁLCALIS.	101
FIGURA 38. BOLSA DE FIBRA DE ACERO SIKA FIBER CHO 65/35 NB.	101
FIGURA 39. MANIPULACIÓN DE LOS CILINDROS DE ACELERANTE Y PLASTIFICANTE PARA SER DESCENDIDOS POR EL PIQUE.....	102
FIGURA 40. TRANSPORTE DE MADERA Y CEMENTO MEDIANTE PLATAFORMAS AL INTERIOR MINA.	102
FIGURA 41. ALMACÉN DE CEMENTO PORTLAND EN LA PLANTA DE SHOTCRETE (Nv. 920)	103
FIGURA 42. ALMACENAMIENTO DE CILINDROS EN LA CÁMARA DE ADITIVOS (Nv. 970)	103
FIGURA 43. SALA DE REUNIONES DE LA MINA YAURICOCHA.....	104
FIGURA 44. EL AUTOR DE LA TESIS EN LA MINA YAURICOCHA.	104
FIGURA 45. SOSTENIMIENTO DE LABORES SUBTERRÁNEAS MEDIANTE EL CONCRETO LANZADO EN LA MINA YAURICOCHA.....	105
FIGURA 46. TRABAJOS DE SOSTENIMIENTO EN LA MINA YAURICOCHA.....	105
FIGURA 47. NIVEL 300 DE LA MINA YAURICOCHA.....	106
FIGURA 48. EL TESISISTA EN EL CAMPAMENTO CHUMPE.....	106
FIGURA 49. EL TESISISTA EN LA PARTE ALTA DEL CAMPAMENTO CHUMPE.	107
FIGURA 50. NIVEL 300 DE LA MINA YAURICOCHA.....	107
FIGURA 51. EQUIPOS DE PERFORACIÓN EN LA MINA YAURICOCHA.....	108
FIGURA 52. EL TESISISTA EN LA MINA YAURICOCHA DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.	108

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS UTM DE LA MINA YAURICOCHA.....	3
TABLA 2. VÍAS DE ACCESIBILIDAD A LA MINA.	6
TABLA 3. CUADRO DE LEYES, RESERVAS DE MINERAL DE LA MINA YAURICOCHA AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2015-MINERAL PROBADO.....	16
TABLA 4. CUADRO DE LEYES, RESERVAS DE MINERAL DE LA MINA YAURICOCHA AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2015-MINERAL PROBADO.....	16
TABLA 5. CUADRO DE LEYES, RESERVAS DE MINERAL DE LA MINA YAURICOCHA AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2015-MINERAL PROBADO.....	16
TABLA 6. COSTO DE EXPLOTACIÓN DEL MÉTODO DE SUB LEVEL CAVING MECANIZADO.....	29
TABLA 7. FLUJO DE CAJA PARA VAN Y TIR.....	45
TABLA 8. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL VAN	46
TABLA 9. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	57
TABLA 10. VALOR DEL MINERAL EN LA MINA YAURICOCHA.....	63
TABLA 11. APORTE A LA PRODUCCIÓN POR ZONAS.....	64
TABLA 12. APORTE A LA PRODUCCIÓN POR ZONAS.....	64
TABLA 13. GRAN TOTAL DE LA PRODUCCIÓN DE LA MINA YAURICOCHA-2018.	64
TABLA 14. ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN DE LA MINA YAURICOCHA.	65
TABLA 15. RESERVAS PROBADAS DE LA MINA YAURICOCHA.	67
TABLA 16. RESERVAS PROBABLES DE LA MINA YAURICOCHA.....	67
TABLA 17. RESERVAS PROBADAS Y PROBABLES DE LA MINA YAURICOCHA.	67
TABLA 18. COSTOS DE OPERACIÓN Y PRODUCCIÓN DE LA MINA YAURICOCHA.....	69
TABLA 19. INVERSIONES DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.	70
TABLA 20. CUADRO DE AMORTIZACIÓN DEL PRÉSTAMO.....	71
TABLA 21. ESTADOS FINANCIEROS DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.....	72

TABLA 22. VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	72
TABLA 23. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LA MINA YAURICOCHA CON EL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN TRADICIONAL Y MECANIZADA.....	76
TABLA 24. PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS DATOS.....	77
TABLA 25. CÁLCULO DEL PVALOR PARA EL T DE STUDENT.	79
TABLA 26. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN) DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL Y MECANIZADO (SUB LEVEL CAVING) EN LA MINA YAURICOCHA.	81
TABLA 27. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL Y MECANIZADO (SUB LEVEL CAVING) EN LA MINA YAURICOCHA.	82
TABLA 28. CUADRO DE LEYES, RESERVAS DE MINERAL DE LA MINA YAURICOCHA AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2015-MINERAL PROBADO.....	91
TABLA 29. CUADRO DE LEYES, RESERVAS DE MINERAL DE LA MINA YAURICOCHA AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2015-MINERAL PROBADO.....	91
TABLA 30. CUADRO DE LEYES, RESERVAS DE MINERAL DE LA MINA YAURICOCHA AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2015-MINERAL PROBADO.....	91
TABLA 31. COSTO DE EXPLOTACIÓN DEL MÉTODO DE SUB LEVEL CAVING MECANIZADO....	92
TABLA 32. VALOR DEL MINERAL EN LA MINA YAURICOCHA.....	93
TABLA 33. COSTOS DE OPERACIÓN Y PRODUCCIÓN DE LA MINA YAURICOCHA.....	93
TABLA 34. INVERSIONES DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.	94
TABLA 35. CUADRO DE AMORTIZACIÓN DEL PRÉSTAMO.....	95
TABLA 36. ESTADOS FINANCIEROS DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.....	95
TABLA 37. VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	96

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

La optimización implica la asignación o configuración de recursos bajo el control de la dirección, que maximiza o minimiza un objetivo concreto. Existe una configuración de variables controlables (por ejemplo, tasas de extracción de capital, ciclos de trabajo, etc.) para un determinado conjunto de factores externos o incontrolables (por ejemplo, geología, condiciones económicas, mercados de materias primas, actividad de la competencia). La optimización requiere una comprensión precisa de cómo los cambios en una o más de estas variables o factores influirán en un resultado o métrica deseada (Ballington et al., 2004).

Las variables de entrada son "factores de influencia" que influyen en los resultados de la empresa y pueden clasificarse en dos grupos distintos:

- **Palancas de gestión**, es decir, factores en los que la dirección puede influir, como la planificación de recursos; y

- **VARIABLES DEL ENTORNO**, es decir, factores externos que también influyen en el valor, pero que están fuera del control directo de la empresa, por ejemplo, la actividad de la competencia, la demanda, la inflación, etc.

Del mismo modo, existen dos tipos de métricas de resultados:

- **Métricas económicas**, es decir, rentabilidad, costes, ingresos, capital, etc.; y
- **Métricas operativas o de diagnóstico**, las métricas que no son económicas, pero que indican el rendimiento de una operación; como las demandas de mercado, número de empleados, etc. Estas métricas también se denominan métricas de diagnóstico porque explican las métricas económicas (Ballington et al., 2004).

La Mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A. tiene planificado el incremento de la producción a pesar de la caída de los precios de los metales básicos en los mercados mundiales. Para lograr este objetivo la mina cuenta con reservas de mineral disponible; sin embargo se debe optimizar las operaciones mineras controlando la contaminación del medio ambiente, problema que tratamos de resolver en la presente tesis.

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación se desarrolló en la Mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

1.2.1. Información General de la Mina Yauricocha.

1.2.1.1. Ubicación de la Mina.

La mina Yauricocha se encuentra ubicada en el distrito de Alis, provincia de Yauyos, departamento de Lima (Sandoval Bonilla, 2020, p. 23)

Su ubicación geográfica se encuentra definida por las coordenadas UTM que se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas UTM de la Mina Yauricocha.

NORTE	ESTE
8'647,000	431,000
8'628,000	417,000

Fuente: Elaboración Propia.

Ver Figura 1 y Figura 2 de las páginas 4 y 5 respectivamente.

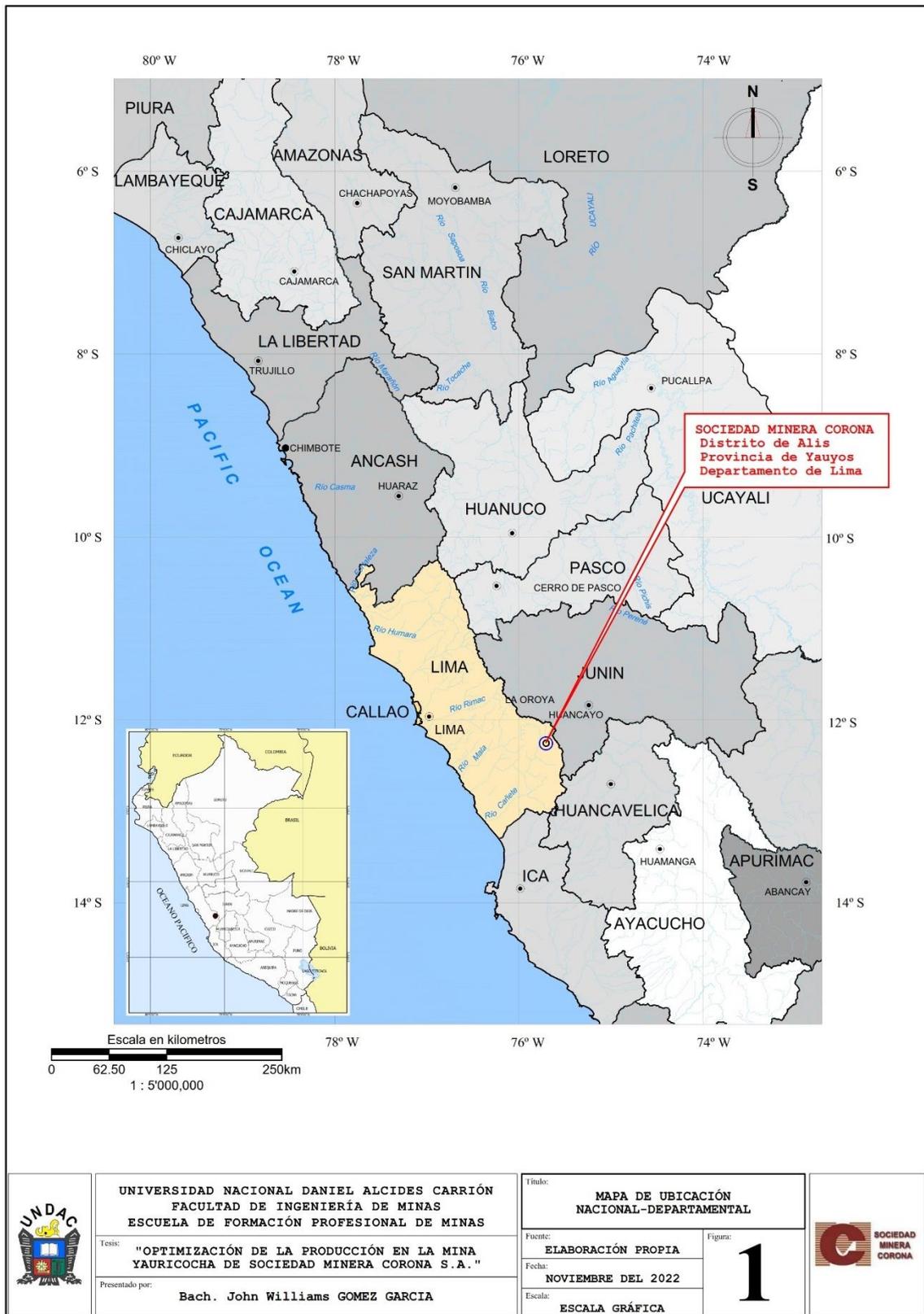


Figura 1. Mapa de Ubicación Nacional – Departamental.

Fuente: Elaboración Propia.

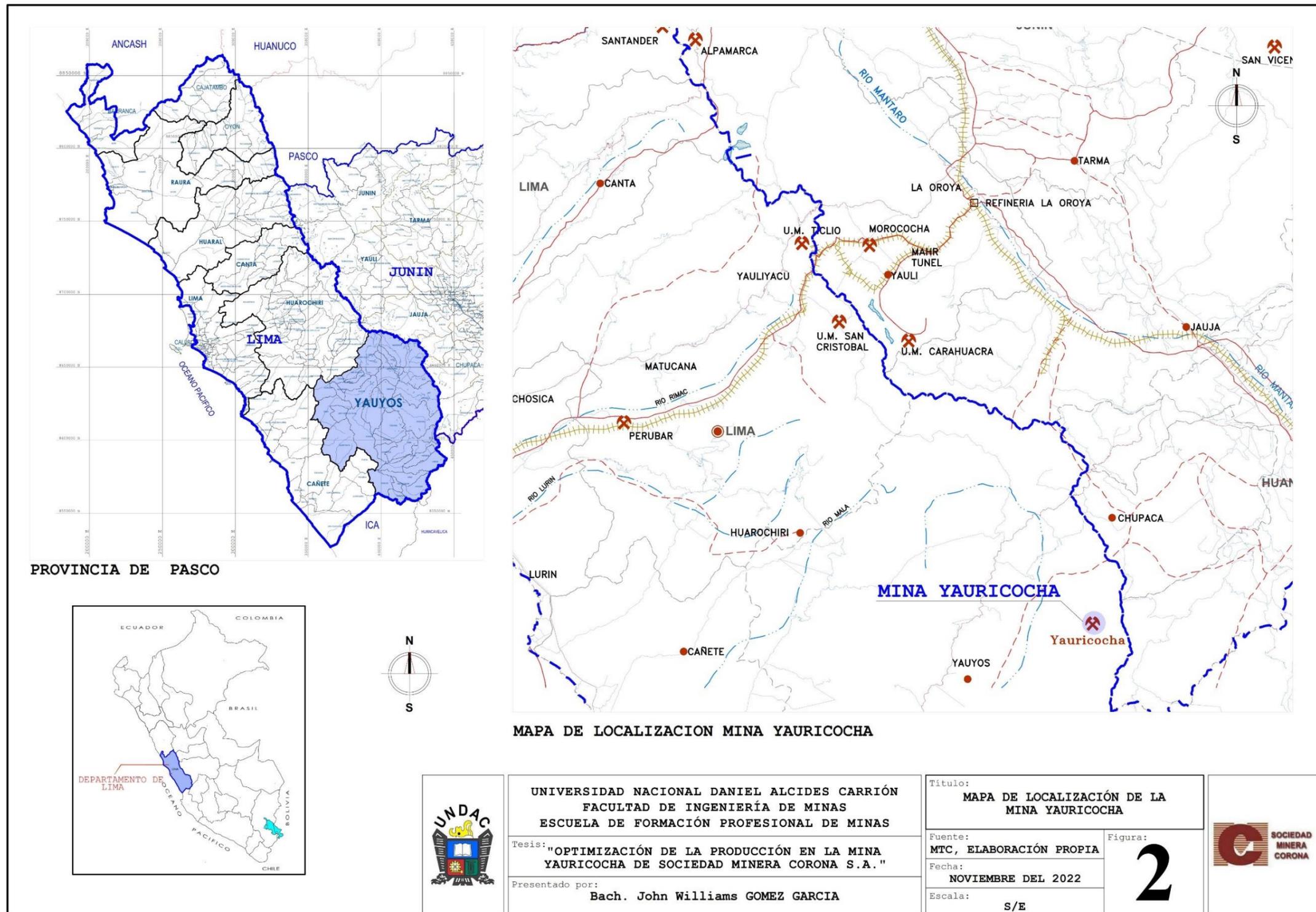


Figura 2. Mapa de Localización de la Mina Yauricocha.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Elaboración Propia.

1.2.1.2. Accesibilidad.

Las principales vías de acceso a la mina Yauricocha se muestra en la Tabla 2 (Quispe-Matos, 2013). Ver Figura 3 de la página 7.

Tabla 2. Vías de accesibilidad a la Mina.

“Ruta 1	Distancia	Ruta 2	Distancia	Ruta 3	Distancia
Lima-Cañete	150 km	Lima-La Oroya	174 km	Lima-Jauja (Avión)	180 km
Cañete-Yauricocha	225 km	La Oroya-Huancayo	124 km	Jauja-Huancayo	48 km
		Huancayo-Yauricocha	103 km	Huancayo-Yauricocha	103 km
Tiempo promedio	6 horas	Tiempo promedio	7 horas	Tiempo promedio	4 horas”

Fuente: Cairo Camarena (2019).

1.2.1.3. Clima.

La zona de estudio presenta un clima frígido que es propio de la región puna con temperaturas que varían entre -3°C y 13°C (Ramos Camac, 2021, p. 64).

1.2.1.4. Relieve.

El yacimiento minero de Yauricocha presenta un relieve muy accidentado con cumbres elevadas los cuales en algunas ocasiones se encuentran cubiertos con nieves perpetuas.

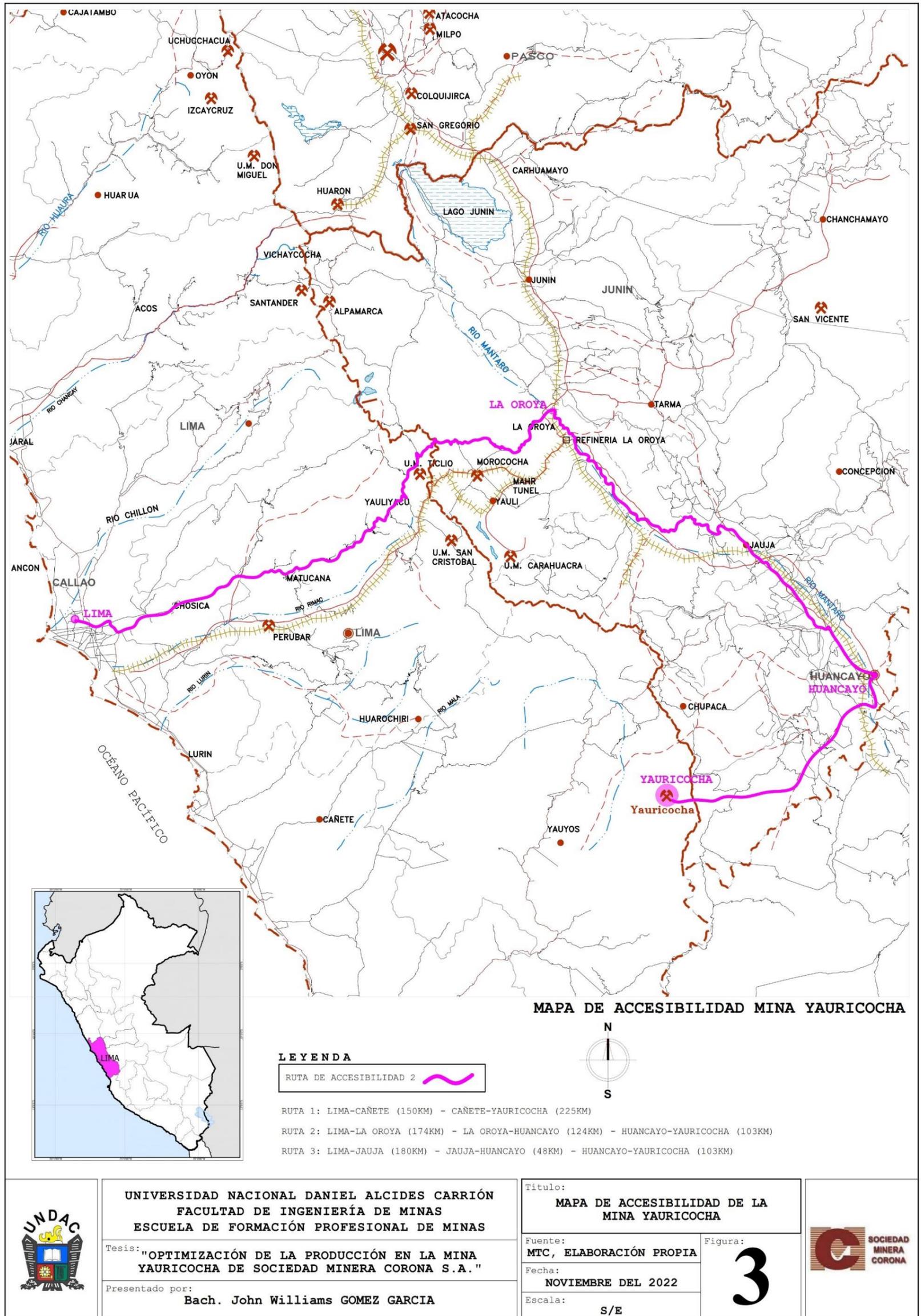
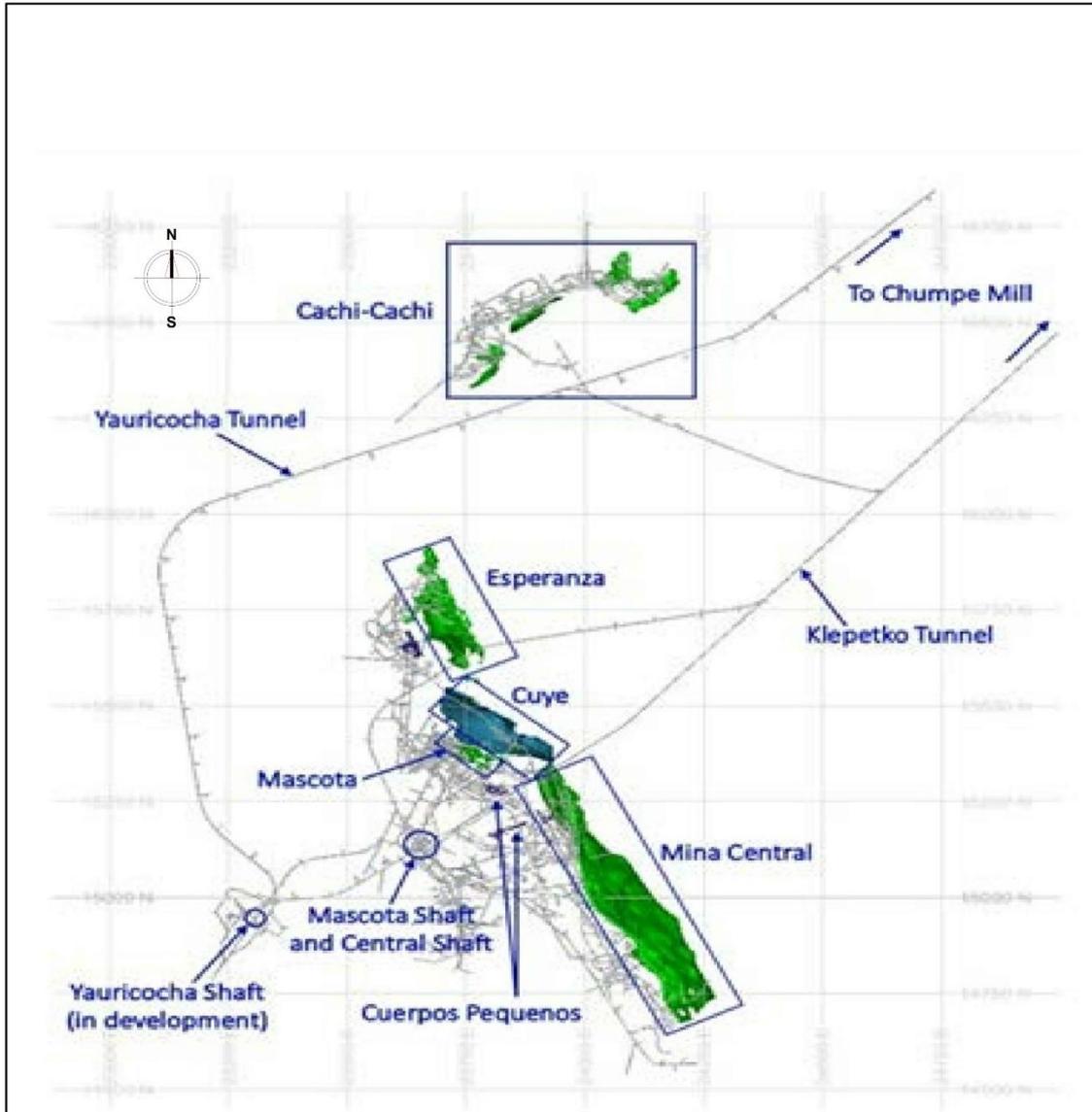


Figura 3. Mapa de Accesibilidad de la Mina Yauricocha.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Elaboración Propia.

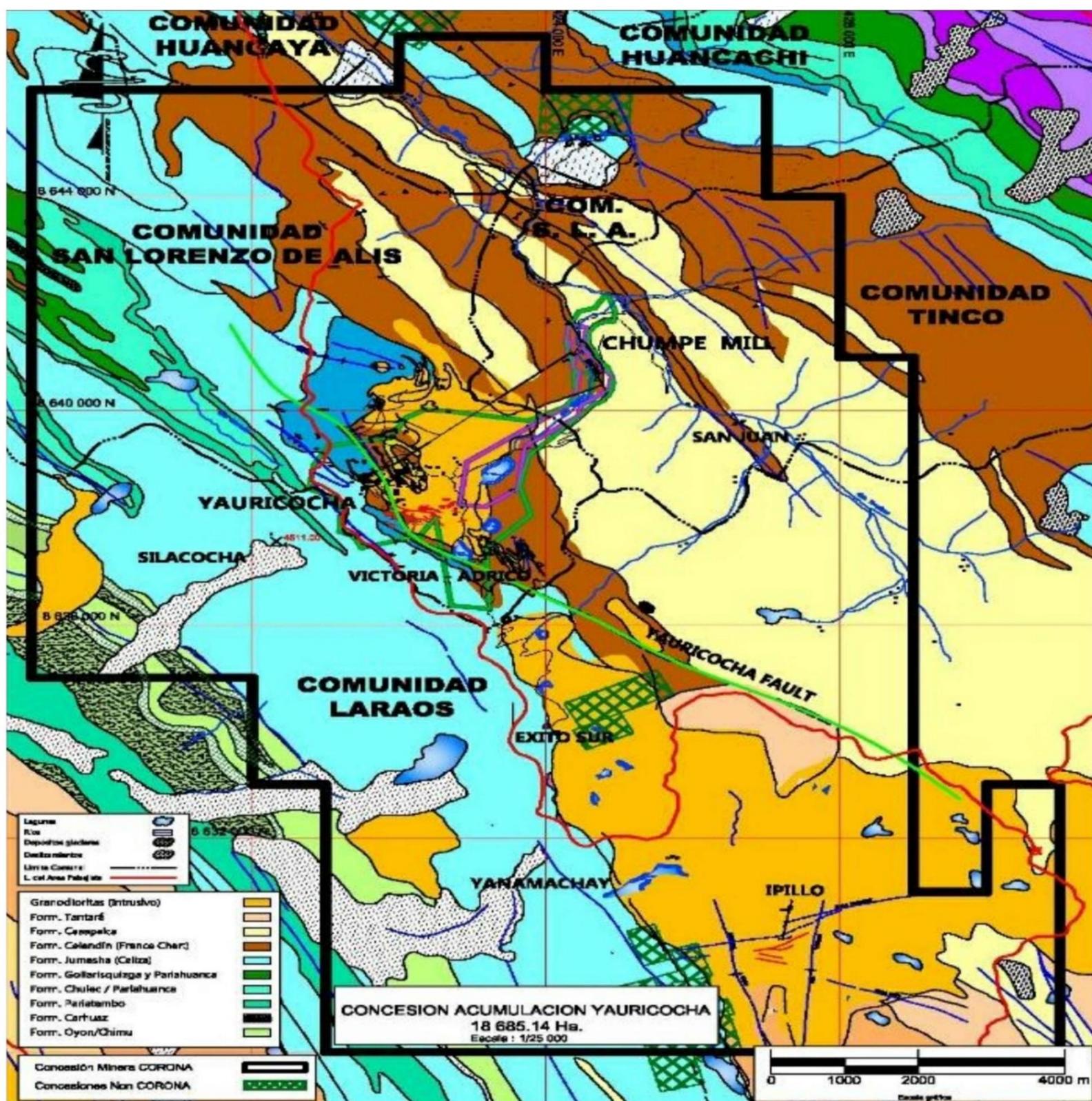
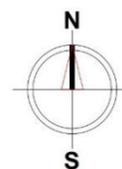


ÁREAS MINERAS DE LA MINA YAURICOCHA

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS	Título: ÁREAS MINERAS DE LA MINA YAURICOCHA		
	Tesis: "OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA MINA YAURICOCHA DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A."	Fuente: SIERRA METALS INC.		Figura: 4
	Presentado por: Bach. John Williams GOMEZ GARCIA	Fecha: NOVIEMBRE DEL 2022		
		Escala: S/E		

Figura 4. Áreas Mineras de la Mina Yauricocha.

Fuente: Sierra Metals Inc.



MAPA DE CONCESIÓN DE LA MINA YAURICOCHA

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS</p>	<p>Título: MAPA DE CONCESIÓN DE LA MINA YAURICOCHA</p>		
	<p>Tesis: "OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA MINA YAURICOCHA DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A."</p>	<p>Fuente: SIERRA METALS INC.</p>	<p>Figura: 5</p>	
	<p>Presentado por: Bach. John Williams GOMEZ GARCIA</p>	<p>Fecha: NOVIEMBRE DEL 2022</p>		
		<p>Escala: ESCALA GRÁFICA</p>		

Figura 5. Mapa de Concesión de la Mina Yauricocha.

Fuente: Sierra Metals Inc.

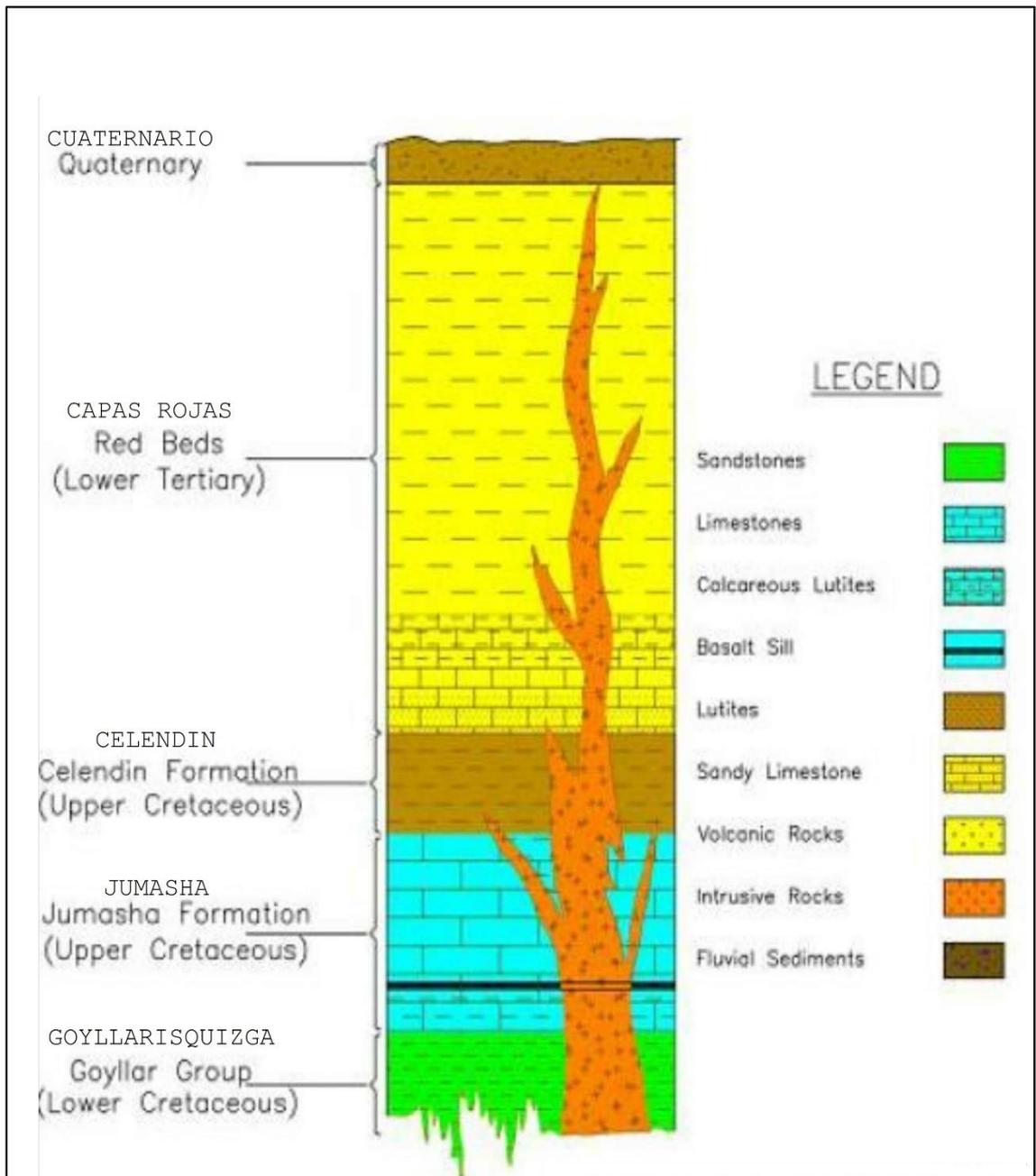
1.2.2. Geología de la Unidad de Acumulación Yauricocha.

1.2.1.5. Geología Regional.

El distrito minero de Yauricocha presenta intrusiones de granodiorita que han sido emplazadas por las calizas Jumasha del Cretáceo Medio, además presenta calizas que fueron recristalizados adquiriendo una textura de grano grueso. (Patiño Gallo, 2022, p. 25)

1.2.1.5.1. Estratigrafía.

En la Figura 6 se muestra la columna estratigráfica del área de la mina (Patiño Gallo, 2022).

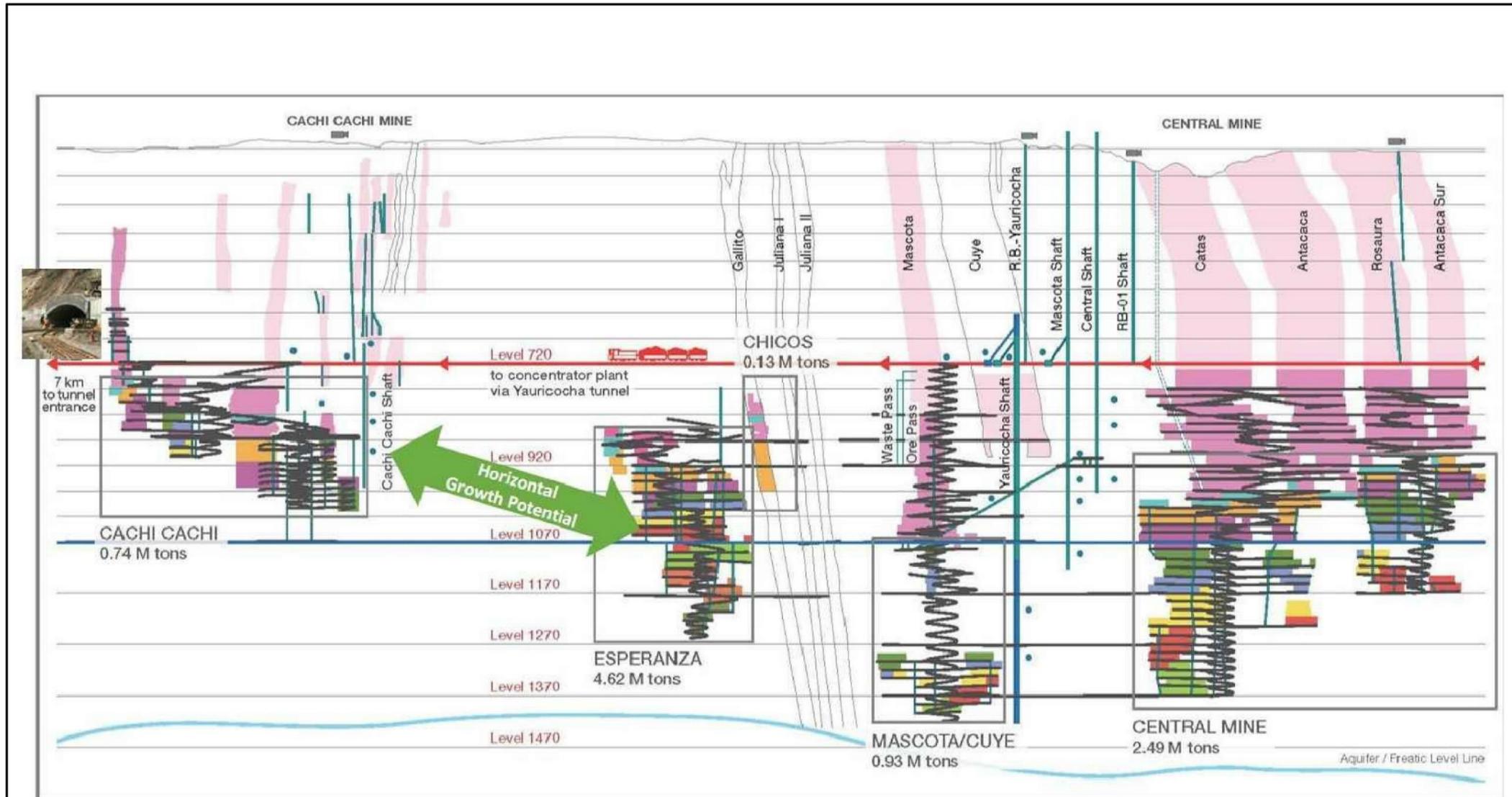


COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA MINA YAURICOCHA

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS	Título: COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA MINA YAURICOCHA		
	Tesis: "OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA MINA YAURICOCHA DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A."	Fuente: SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.		Figura: 6
	Presentado por: Bach. John Williams GOMEZ GARCIA	Fecha: NOVIEMBRE DEL 2022		
		Escala: S/E		

Figura 6. Columna Estratigráfica de la Mina Yauricocha.

Fuente: Sociedad Minera Corona S.A.

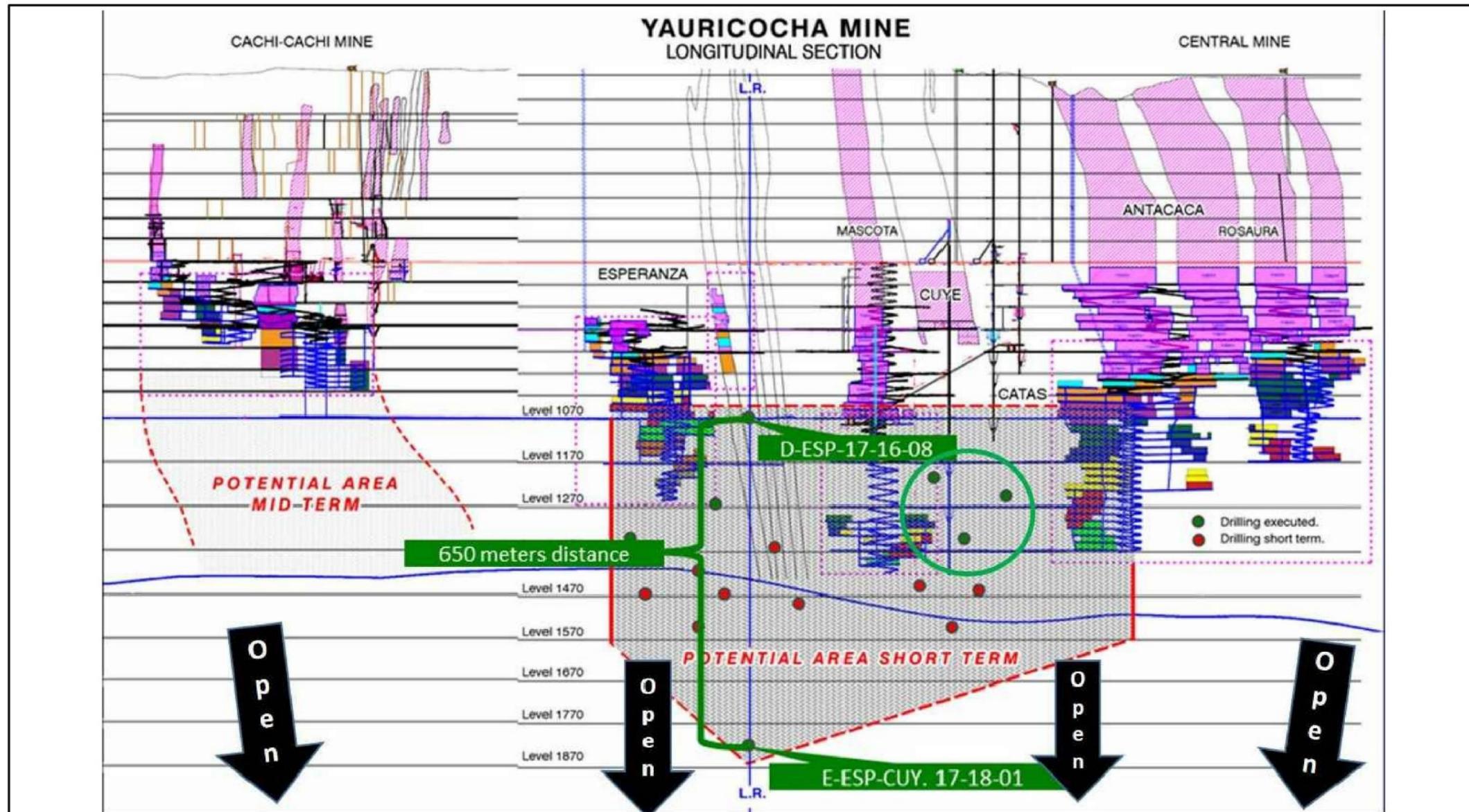


SECCIÓN LONGITUDINAL DE LA MINA YAURICOCHA

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS	Título: SECCIÓN LONGITUDINAL DE LA MINA YAURICOCHA			
	Tesis: "OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA MINA YAURICOCHA DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A."	Fuente: SIERRA METALS INC.	Fecha: NOVIEMBRE DEL 2022		7
	Presentado por: Bach. John Williams GOMEZ GARCIA	Escala: S/E			

Figura 7. Sección Longitudinal de la Mina Yauricocha.

Fuente: Sierra Metals Inc.



ÁREAS DE CRECIMIENTO EN PROFUNDIDAD DE LA MINA YAURICOCHA

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS	Título: ÁREAS DE CRECIMIENTO EN PROFUNDIDAD DE LA MINA YAURICOCHA		
	Tesis: "OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA MINA YAURICOCHA DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A."	Fuente: SIERRA METALS INC.	Figura: 8	
	Presentado por: Bach. John Williams GOMEZ GARCIA	Fecha: NOVIEMBRE DEL 2022	Escala: S/E	

Figura 8. Áreas de Crecimiento en Profundidad de la Mina Yauricocha.

Fuente: Sierra Metals Inc.

1.2.1.6. Geología Estructural.

1.2.1.6.1. Pliegues.

En la zona de estudio varios pliegues conforman las estructuras principales del área de Yauricocha, como son:

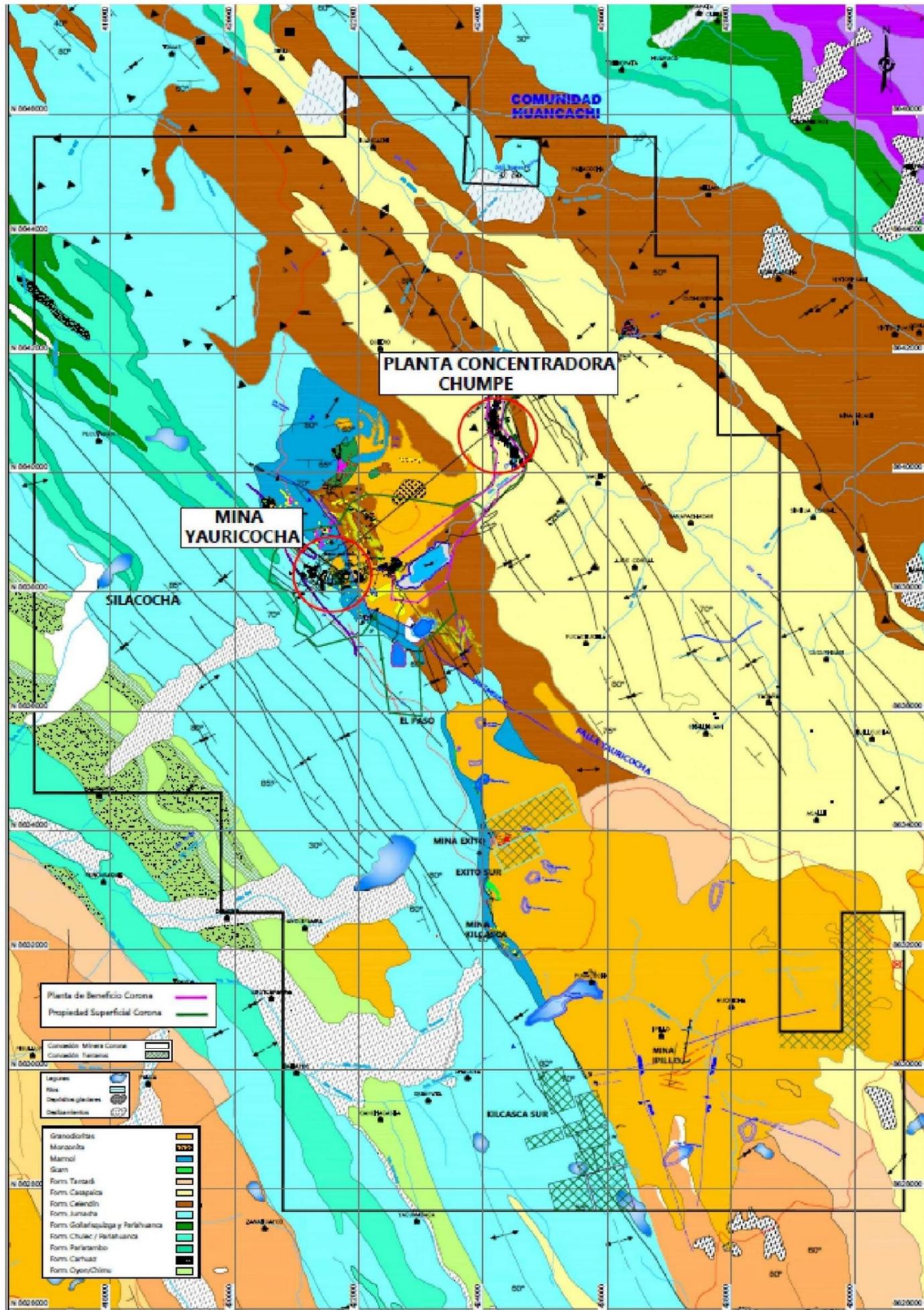
- El anticlinal Purísima Concepción.
- El sinclinal France Chert.
- El anticlinal Cachi-Cachi- Prometida.
- El Sinclinal Quimpara (Soca Jorge, 2016)

1.2.1.6.2. Fracturas.

Debido a los esfuerzos ocurridos en varias épocas, tenemos como resultado el desarrollo de diversas fracturas.

1.2.1.6.3. Geología Local.

Una de las características estructurales importantes que aparece en el área de la mina Yauricocha es el fallamiento de ocurrencia compleja con el mapeo superficial se han podido distinguir tres sistemas de estructuras que contienen mineralización, pudiendo ser económicas y marginales, el primer sistema conformado por vetas de rumbo N 70°-75° E y buzamiento 65°-70° NW, el segundo sistema conformado por vetas de rumbo N 60°-75° W y buzamiento 65°-80° SW y el tercer sistema conformado por una serie de estructuras ligeramente E-W con buzamiento al NW al S. (Soca Jorge, 2016)



MAPA GEOLÓGICO LOCAL

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS	Título: MAPA GEOLÓGICO LOCAL			
	Tesis: "OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA MINA YAURICOCHA DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A."	Fuente: SIERRA METALS INC.	Fecha: NOVIEMBRE DEL 2022		9
	Presentado por: Bach. John Williams GOMEZ GARCIA	Escala: ESCALA GRÁFICA			

Figura 9. Mapa Geológico Local.

Fuente: Sierra Metals Inc.

1.2.1.7. Geología Económica.

Según los trabajos de cubicación realizada por el Departamento de Geología de la empresa minera al 31 de diciembre del 2015, en la siguiente tabla se muestra las reservas de mineral probado (Soca Jorge, 2016).

Tabla 3. Cuadro de Leyes, Reservas de Mineral de la Mina Yauricocha al 31 de Diciembre del 2015-MINERAL PROBADO.

"CUERPO	POTENCIA Mts.	TONELAJE TMS	LEYES			
			Oz/TM Ag	% Cu	% Pb	% Zn
Cuye	9.00	247,541	9.54	0.50	2.67	3.38
Mascota	8.10	188,475	8.65	0.42	2.55	3.22
Sasacaca	7.20	137,375	8.21	0.38	3.12	3.68
Sur Medio	6.40	175,622	7.64	0.30	2.16	3.88
Maritza	5.90	160,525	7.85	0.34	2.79	3.17
TOTAL:		909,538				
PROMEDIO	7.32		8.49	0.40	2.64	3.45"

Fuente: Soca Jorge (2016).

Tabla 4. Cuadro de Leyes, Reservas de Mineral de la Mina Yauricocha al 31 de Diciembre del 2015-MINERAL PROBADO.

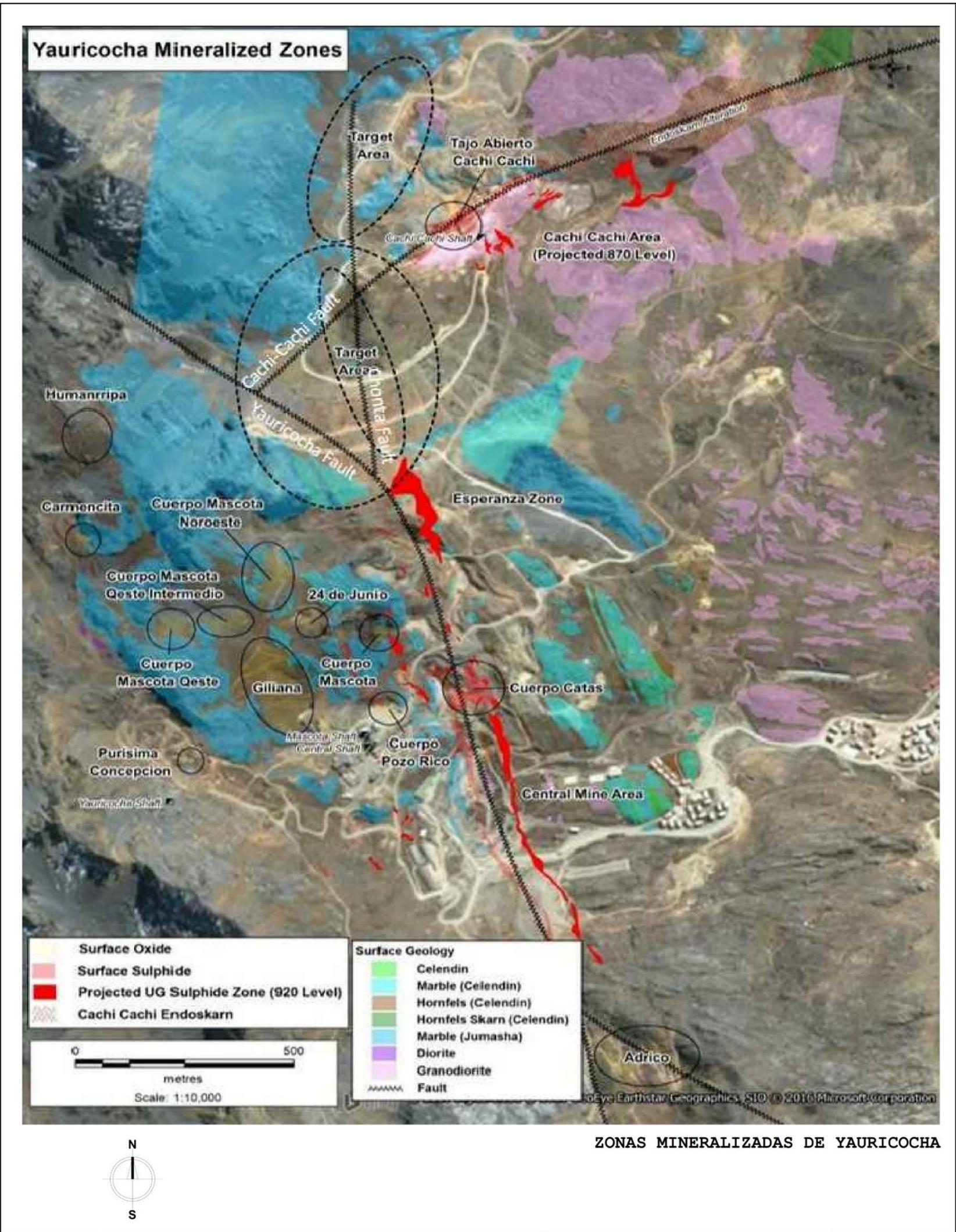
"CUERPO	POTENCIA Mts	TONELAJE TMS	LEYES			
			Oz/TM Ag	% Cu	% Pb	% Zn
Cuye	8.74	172,830	9.23	0.50	2.58	3.34
Mascota	7.64	131,600	8.25	0.45	2.47	3.19
Sasacaca	6.95	95,951	8.11	0.36	3.10	3.50
Sur Medio	6.23	122,567	7.36	0.28	2.10	3.70
Maritza	5.72	108,722	7.62	0.31	2.61	3.12
TOTAL:		631,670				
PROMEDIO	7.06		8.22	0.39	2.55	3.37"

Fuente: Soca Jorge (2016).

Tabla 5. Cuadro de Leyes, Reservas de Mineral de la Mina Yauricocha al 31 de Diciembre del 2015-MINERAL PROBADO.

"CATEGORIA	POTENCIA Mts.	TONELAJE TMS	LEYES			
			Oz/TM Ag	% Cu	% Pb	% Zn
PROBADO	7.32	909,538	8.49	0.40	2.64	3.45
PROBABLE	7.06	108,722	8.22	0.39	2.55	3.37
TOTAL:		1,018,260				
PROMEDIO	7.19		8.46	0.40	2.63	3.44"

Fuente: Soca Jorge (2016).



ZONAS MINERALIZADAS DE YAURICOCHA

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS	Título: ZONAS MINERALIZADAS DE YAURICOCHA		
	Tesis: "OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA MINA YAURICOCHA DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A."	Fuente: SIERRA METALS INC.	Figura: 10	
	Presentado por: Bach. John Williams GOMEZ GARCIA	Fecha: NOVIEMBRE DEL 2022		
		Escala: ESCALA GRÁFICA		

Figura 10. Zonas Mineralizadas de Yauricocha.

Fuente: Sierra Metals Inc.

1.2.3. Métodos de Explotación en Yauricocha.

En Yauricocha tenemos los siguientes métodos:

- Sub Level Caving Mecanizado.

Para la aplicación del método se ha utilizado como estructuras de sostenimiento las cimbras aseguradas con arriostres y entabladas; para los trabajos de la extracción del mineral se han usado los scoops eléctricos y diesel. Para ello tenemos:

- Utilización de cimbras
- Utilización de scoops eléctricos de 1.5 yd³ y 2.5 yd³
- Producción entre 195-255TM/Guardia. Ver Figura 11 y Figura 12.

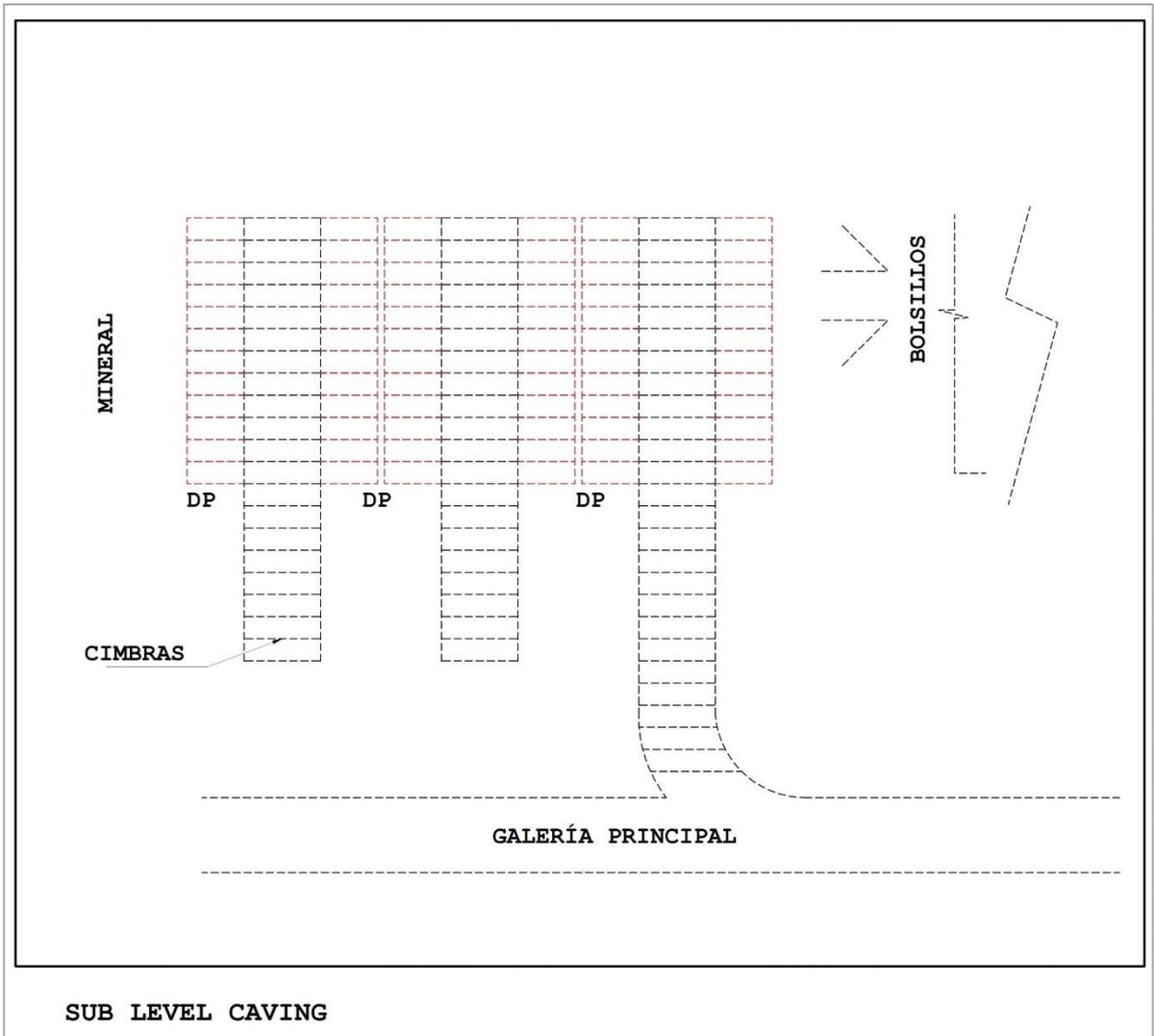


Figura 11. Sub Level Caving

Fuente: Soca, 2016.

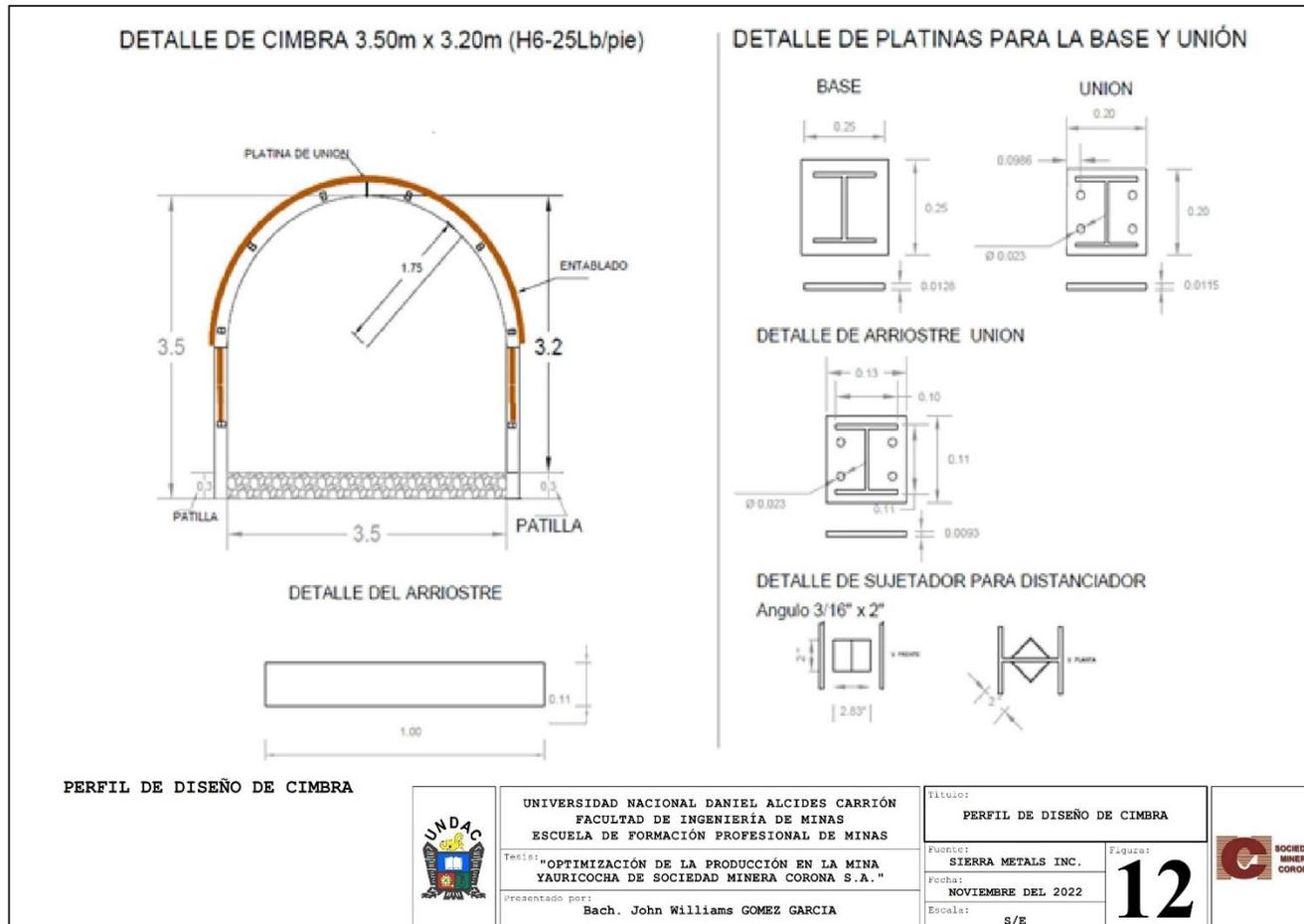


Figura 12.- Perfil de Diseño de Cimbra.

Fuente: Sierra Metals Inc.

1.2.4. Ejecución de Sub Level Caving Mecanizado.

Preparación

Desarrollar un sub nivel principal en paralelo al cuerpo mineralizado y en roca estéril, el cual debe tener una sección de 3.0 m. x 3.0 m.

Luego hacer una delimitación del cuerpo mineralizado, con una corrida a partir del sub nivel principal desarrollando ventanas paralelas de 3.0m. x 3.0m. de sección, con un espaciamiento a 8.0m. de eje a eje y dejando pilares de 5.0m.; además evitarse la construcción de ventanas en “Y”, todo esto hasta realizar la delimitación del cuerpo mineralizado.

La construcción de las ventanas en tramos en roca y en cuerpo mineralizado se debe correrse con sostenimiento a base de cimbras H-6 los cuales deben estar distanciadas con luz de 1.0m. de eje a eje para lo cual es importante realizar previamente la evaluación geomecánica.

La colocación de cimbras y entablado los cuales deben efectuarse utilizando andamios con escaleras especiales.

Una vez llegado al contacto o límite del cuerpo se colocará en el tope un enrejado mediante madera redonda con la finalidad de estabilizar el frente principalmente cuando el buzamiento del cuerpo es vertical o sub vertical con la finalidad de no diluir el mineral.

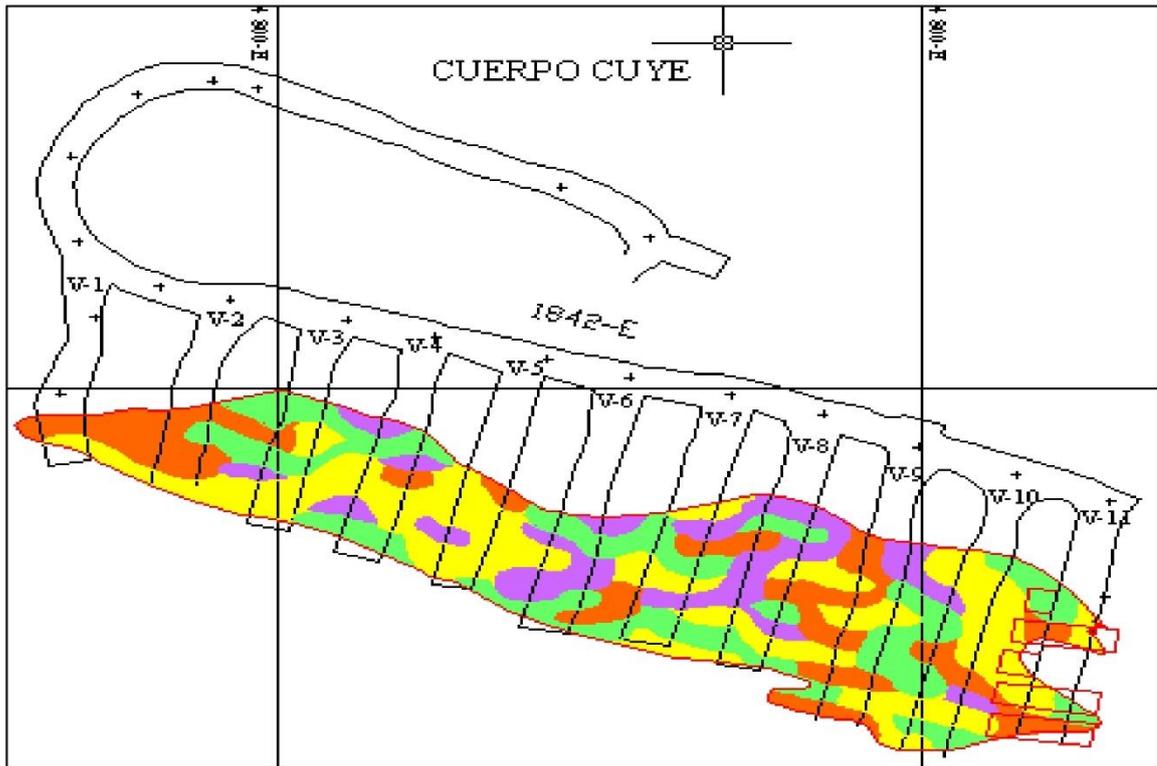


Figura 13. Ventanas Perpendiculares al Cuerpo en la Ejecución del Sub Level Caving Mecanizado.

Fuente: Soca, 2016.

Provocar El Caving

Una vez que se haya concluido con la delimitación del cuerpo mineralizado, luego de haber preparado las ventanas, y antes de iniciar con la provocación de la caída de mineral, es importante verificar el estado de la chimenea de escape así como las alarmas, éstos deben mantenerse en buen estado de conservación (Soca Jorge, 2016, p. 41).

Extracción Del Mineral

En la mina Yauricocha antes de iniciar con la extracción del mineral usando el scoop, debe verificarse la ventilación y luego revisar el estado del entablado del techo así como de las partes laterales de la ventana y los tapones de los bolsillos con la finalidad de garantizar la normal operación en los tajeos, ver Figura 14 de la página 24 (Soca Jorge, 2016, 44).

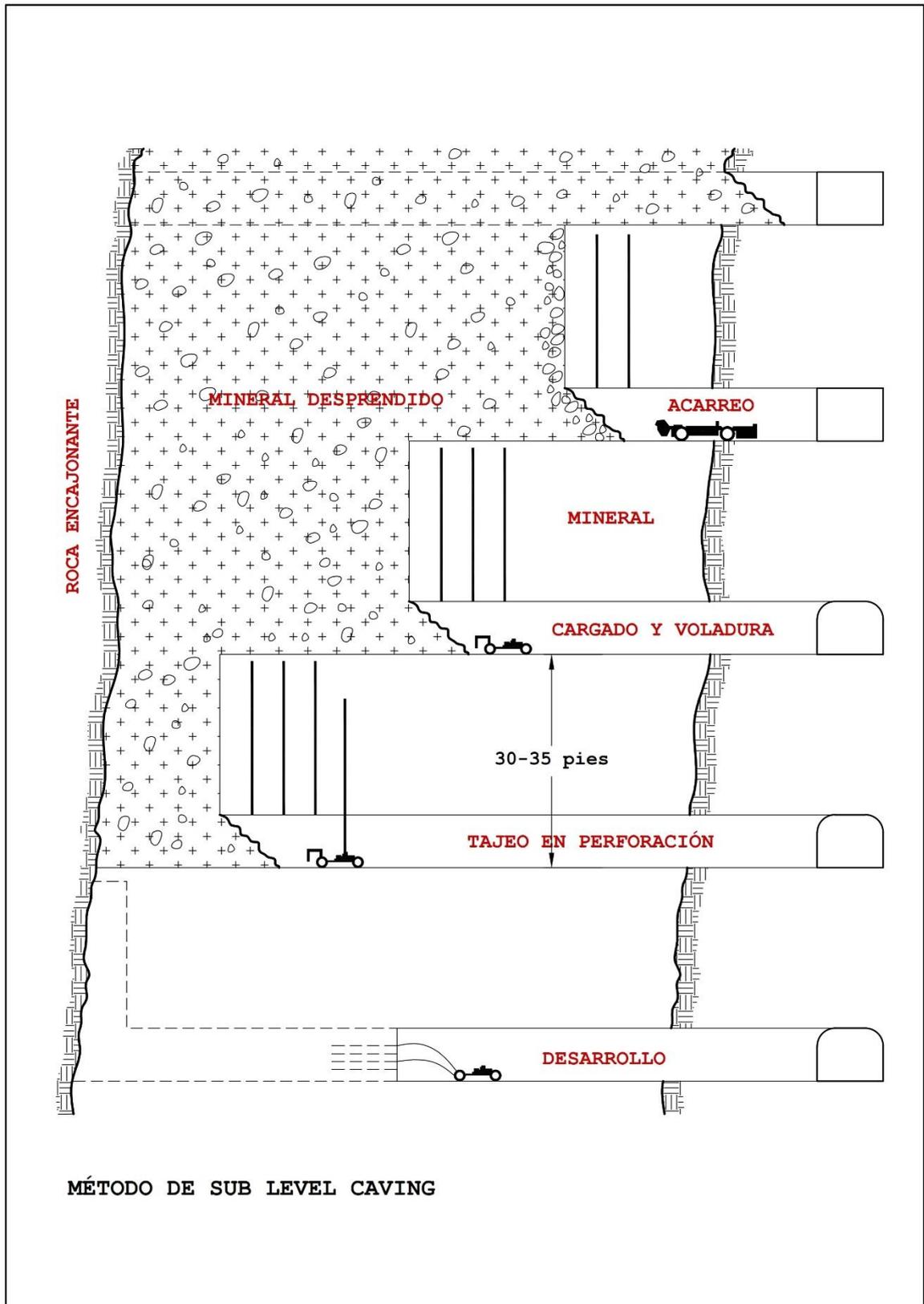


Figura 14. Método de Sub Level Caving

Fuente: Soca, 2016.

Al final de cada guardia el scoop y el jumbo deberán dejarse estacionado fuera del tajeo en un lugar seguro con fines de seguridad del equipo (Soca Jorge, 2016, p. 45).

1.2.4.1. Sublevel Caving Convencional

Según Soca Jorge (2016) en la mina Yauricocha para la aplicación del método de Sublevel Caving Convencional se ha utilizado como estructuras de sostenimiento los cuadros de madera y para la extracción del mineral se ha realizado mediante el uso de rastrillos.

- Empleo de cuadros de madera.
- Empleo de winches eléctricos.
- Utiliza bolsillos.
- La producción es de 40 TM/Guardia
- El costo es de US\$ 3.2/TM (Soca Jorge, 2016, p. 38).

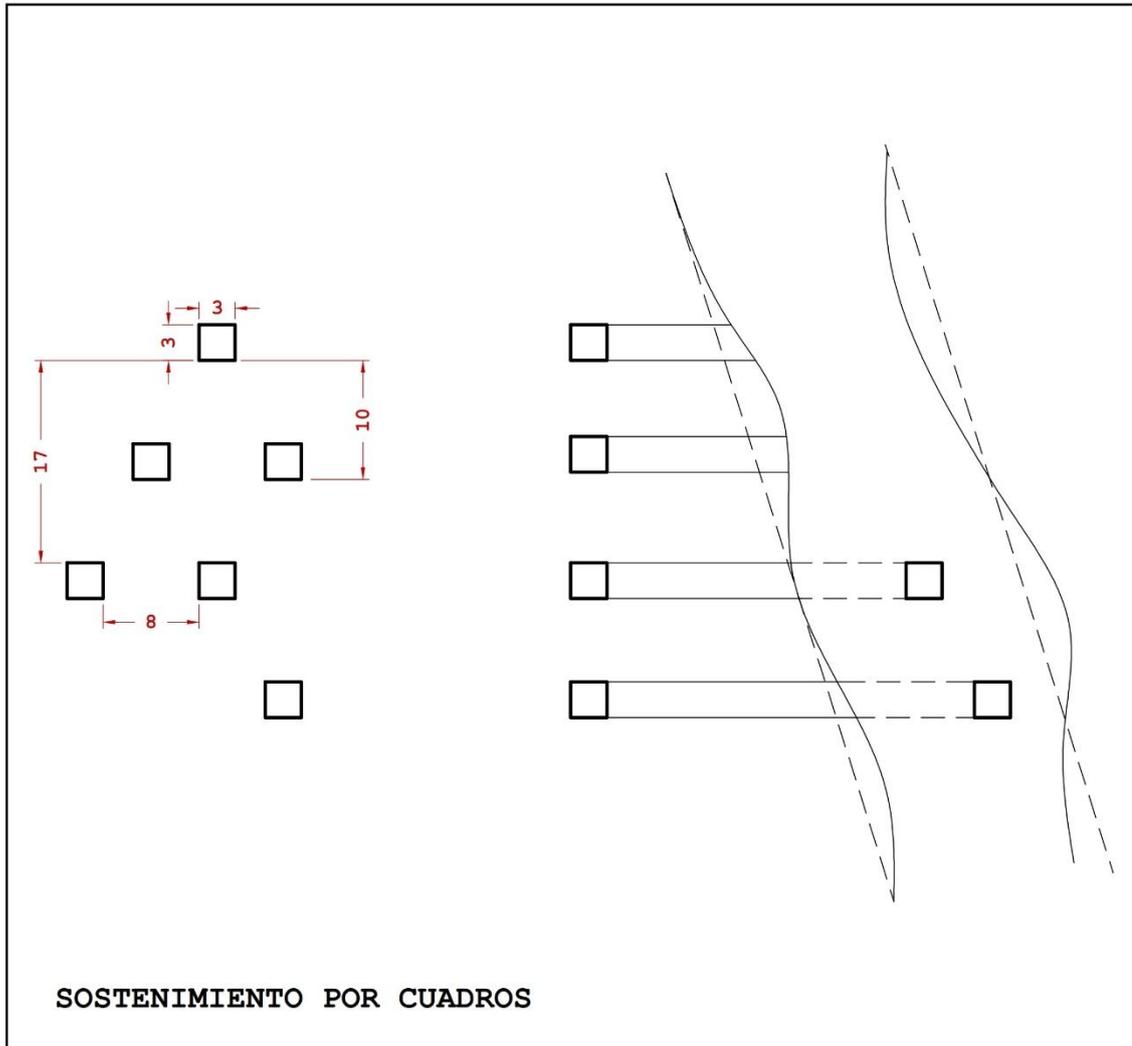


Figura 15. Sostenimiento por Cuadros.

Fuente: Soca, 2016.

En el método Sub Level Caving se deben desarrollar galerías paralelas generalmente con separación de 9 a 15 m (Figura 16 de la página 27) (Laurente, 2017).

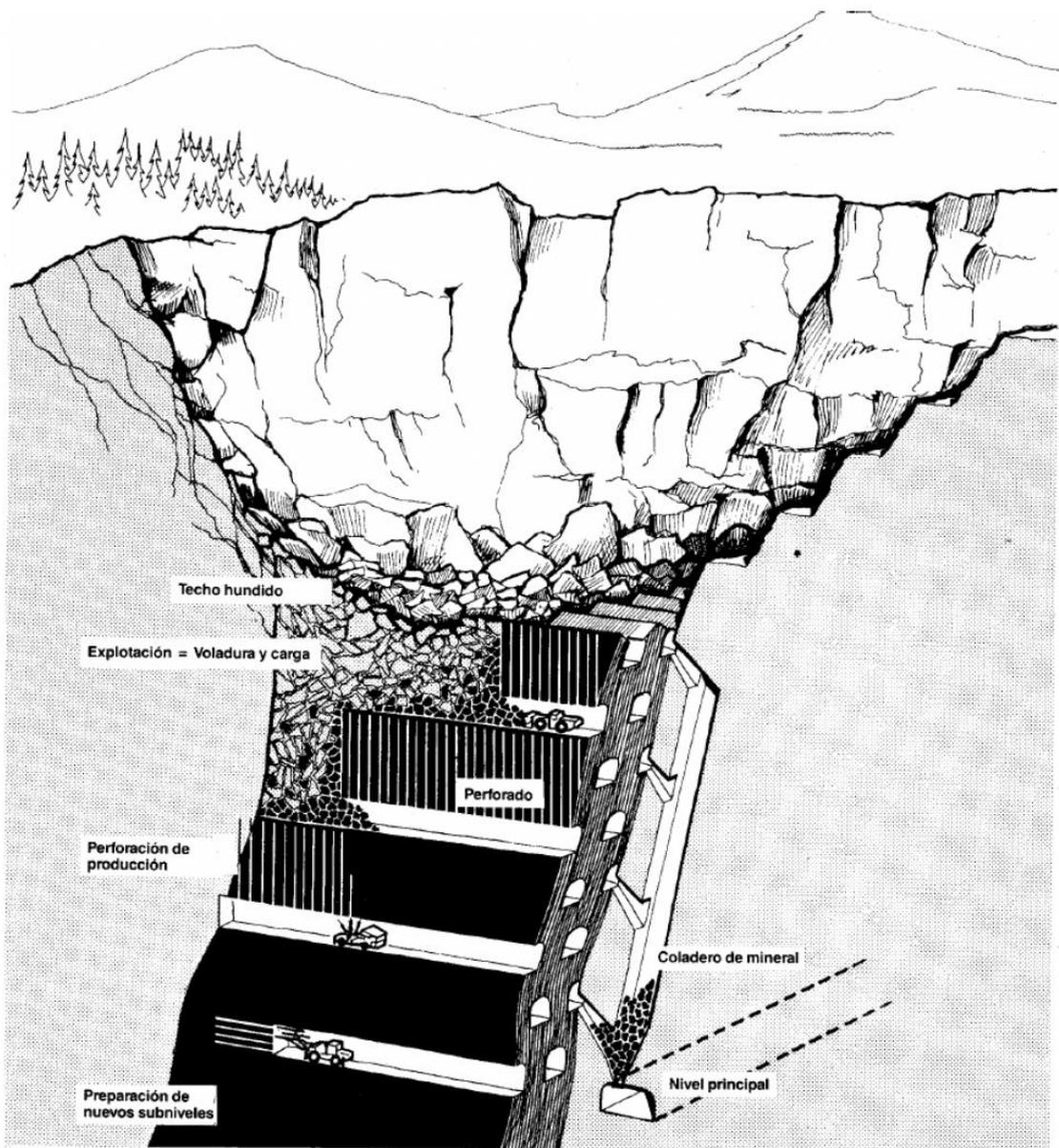


Figura 16. Método Sub Level Caving.

Fuente: Laurente, 2017.

1.2.4.2. Corte y Relleno Ascendente con una Variante de Cámaras y Pilares.

Este método se desarrolla con sostenimiento de cuadros y con relleno detrítico, generalmente en terreno suelto y en terreno semi duro con sostenimiento preventivo de malla y Split set (Laurente, 2017).

1.2.4.3. Corte y Relleno con Taladros Horizontales (Breasting).

El breasting es un método ascendente (realce), el mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales iniciando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente (Figura 17 de la página 28).

Una vez realizado la extracción de la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril que sirve de piso de trabajo a los obreros y al mismo tiempo permite sostener las paredes, y en algunos casos especiales el techo. Ver Figura 17.

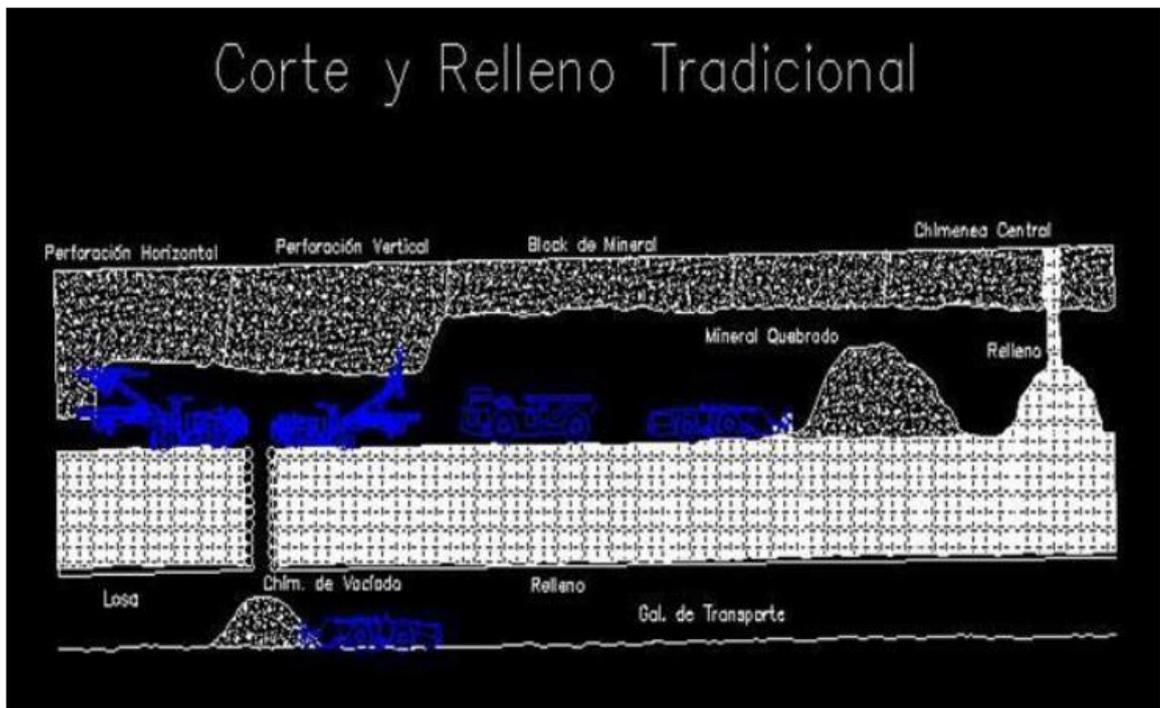


Figura 17. Corte y Relleno.

Fuente: Laurente, 2107.

1.2.5. Costo de Explotación.

En la Tabla 6, se detalla el costo de explotación con el método de explotación sub level caving mecanizado (Soca Jorge, 2016).

Tabla 6. Costo de Explotación del Método de Sub Level Caving Mecanizado

UNIDAD DE PRODUCCIÓN:	Tajeo	Longitud barra:	3.60 m.			
TIPO DE MATERIAL:	Mineral	Eficiencia voladura:	90%			
INCLUYE: Incluye limpieza scoop hasta los 1.50 m.		N° de taladros perforados:	30			
		N° de taladros disparados:	30			
FECHA DE ELABORACIÓN:	mar-20	Metros perforados:	97.2 m.			
TIPO DE CAMBIO:	3.50	Volumen roto:	405 m ³			
		Tonelaje roto:	1,093.50 m ³			
		Densidad mineral:	2.70 TM/m ³			
		Factor de potencia:	1.11 kg/TM			
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (US\$)	PARCIAL	TOTAL \$
1.00	MANO DE OBRA					
	Jumbero	h/h	4.2187	8.37	35.30	
	Ayudante jumbero	h/h	4.2187	5.70	24.04	
	Cargadores	h/h	5.1429	5.70	29.31	
	Ayudante de cargador	h/h	5.1429	5.16	26.55	
	Operador de scoop	h/h	4.3872	7.30	32.01	
	Capataz	h/h	3.0000	8.89	26.68	
	Bodeguero	h/h	3.0000	5.16	15.49	
	Leyes sociales (65%)				123.09	312.45
2.00	MATERIALES					
	Fulminante fanel	U	30.0000	1.37	41.02	
	Fulminante N° 6	U	2.0000	0.13	0.26	
	Conectores	U	2.0000	0.15	0.31	
	Guía de seguridad	m	4.0000	0.09	0.35	
	Pentacord	m	30.0000	0.18	5.25	
	Dinamita 65%	kg	7.8000	2.10	16.38	
	Anfo	kg	435.6000	0.89	385.91	
	Aceros de perforación 41 mm.	mp	96.0000	0.77	73.50	522.98
3.00	IMPLEMENTOS Y HERRAMIENTAS					
	Implementos de seguridad	% mo	0.0800		25.00	
	Herramientas	% mo	0.0500		15.62	40.62
4.00	EQUIPOS					
	Jumbo de 01 brazo	h-m	3.2187	128.52	413.65	
	Scoop de 2.5 yd ³	h-m	3.3872	90.08	305.12	718.78
5.00	SOSTENIMIENTO					
	Cimbras H-6	U	15.0000	142.19	2132.81	
	Planchas metálicas de 1.50 x 2.40 m.	U	20.0000	42.66	853.13	2,985.94
COSTO DIRECTO						4,580.76
GASTOS GENERALES 36.00%						1,649.08
UTILIDAD 10%						458.08
COSTO TOTAL US\$						6,687.92

UNIDAD DE PRODUCCIÓN:	Tajeo	Longitud barra:	3.60 m.			
TIPO DE MATERIAL:	Mineral	Eficiencia voladura:	90%			
INCLUYE: Incluye limpieza scoop		N° de taladros perforados:	30			
hasta los 1.50 m.		N° de taladros disparados:	30			
FECHA DE ELABORACIÓN:	mar-20	Metros perforados:	97.2 m.			
TIPO DE CAMBIO:	3.50	Volumen roto:	405 m ³			
		Tonelaje roto:	1,093.50 m ³			
		Densidad mineral:	2.70 TM/m ³			
		Factor de potencia:	1.11 kg/TM			
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (US\$)	PARCIAL	TOTAL \$
	TONELAJE PRODUCIDO (TM)					1,093.50
	COSTO POR TONELADA \$/TM					6.12

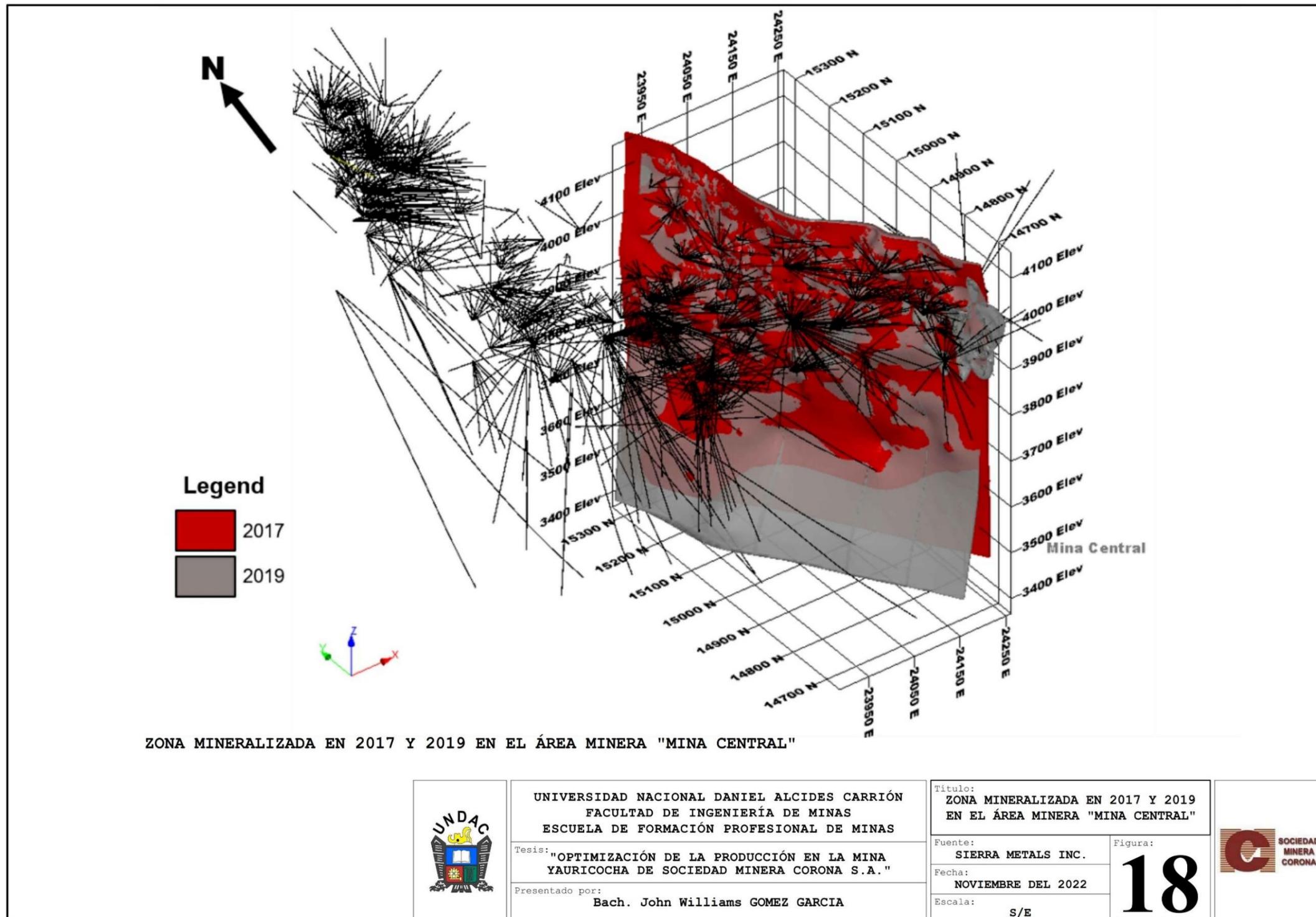


Figura 18. Zona Mineralizada en 2017 y 2019 en el Área Minera "Mina Central"

Fuente: Sierra Metals Inc.

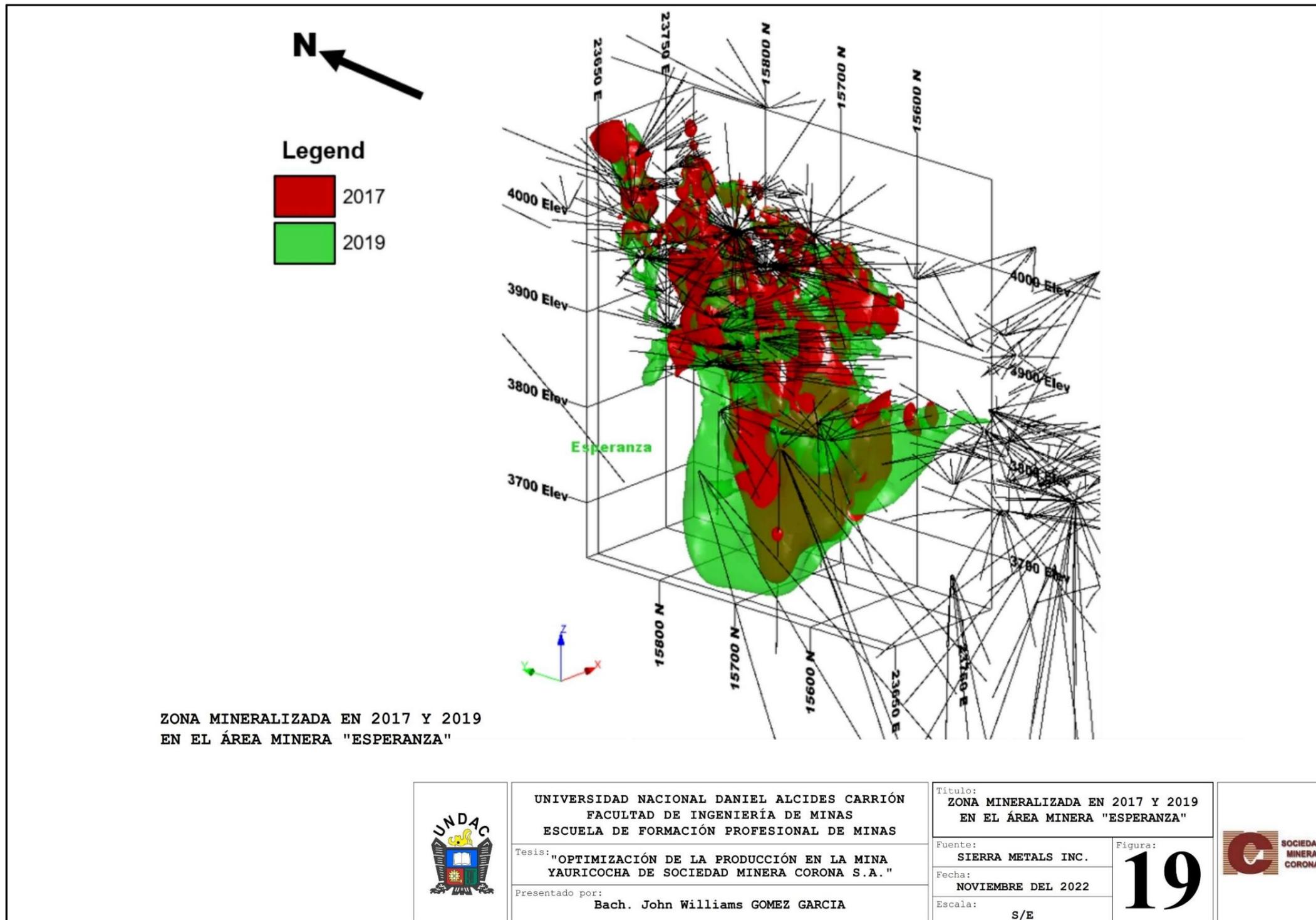


Figura 19. Zona Mineralizada en 2017 y 2019 en el Área Minera "Esperanza".

Fuente: Sierra Metals Inc.

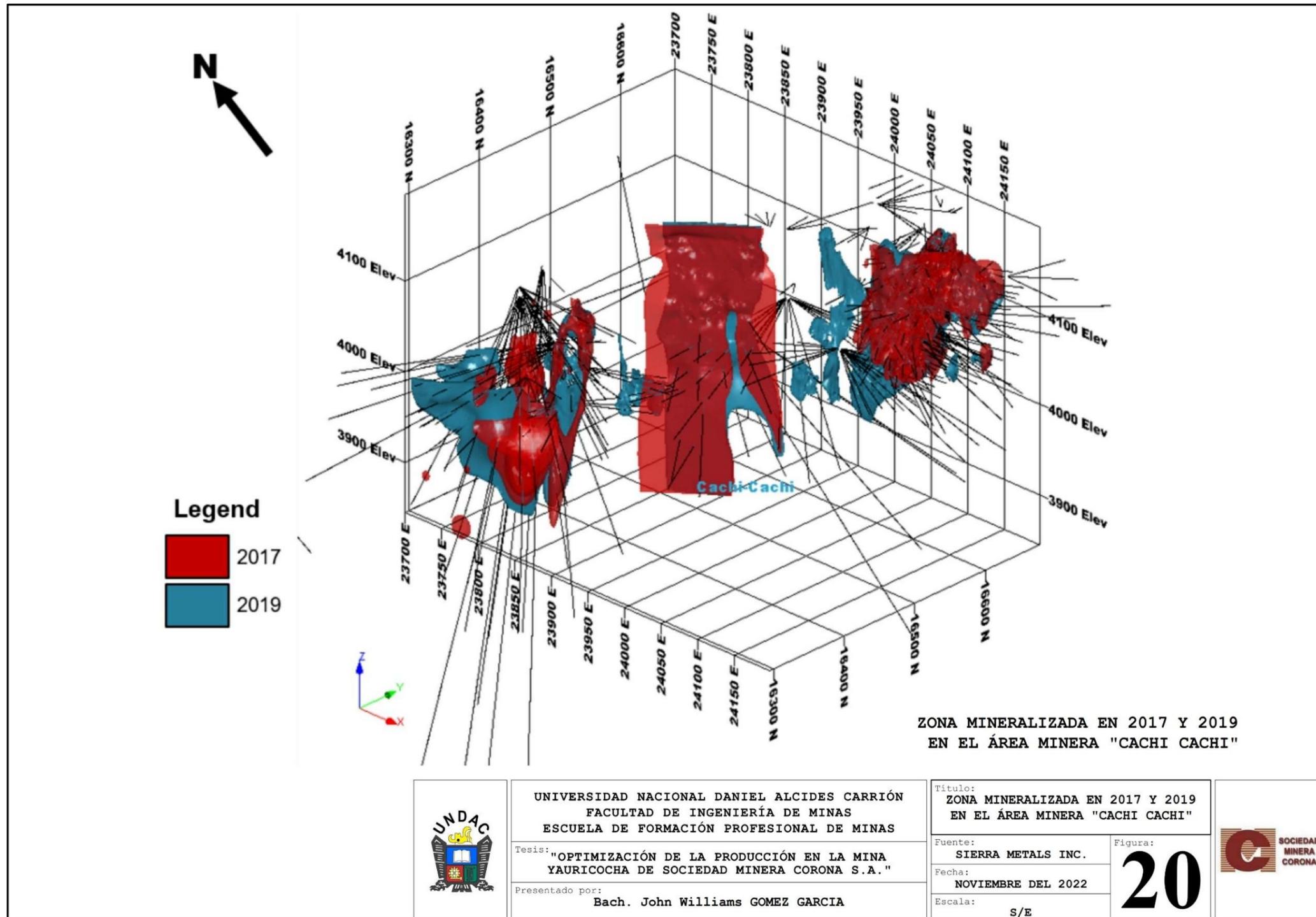


Figura 20. Zona Mineralizada en 2017 y 2019 en el Área Minera "Cachi Cachi"

Fuente: Sierra Metals Inc.

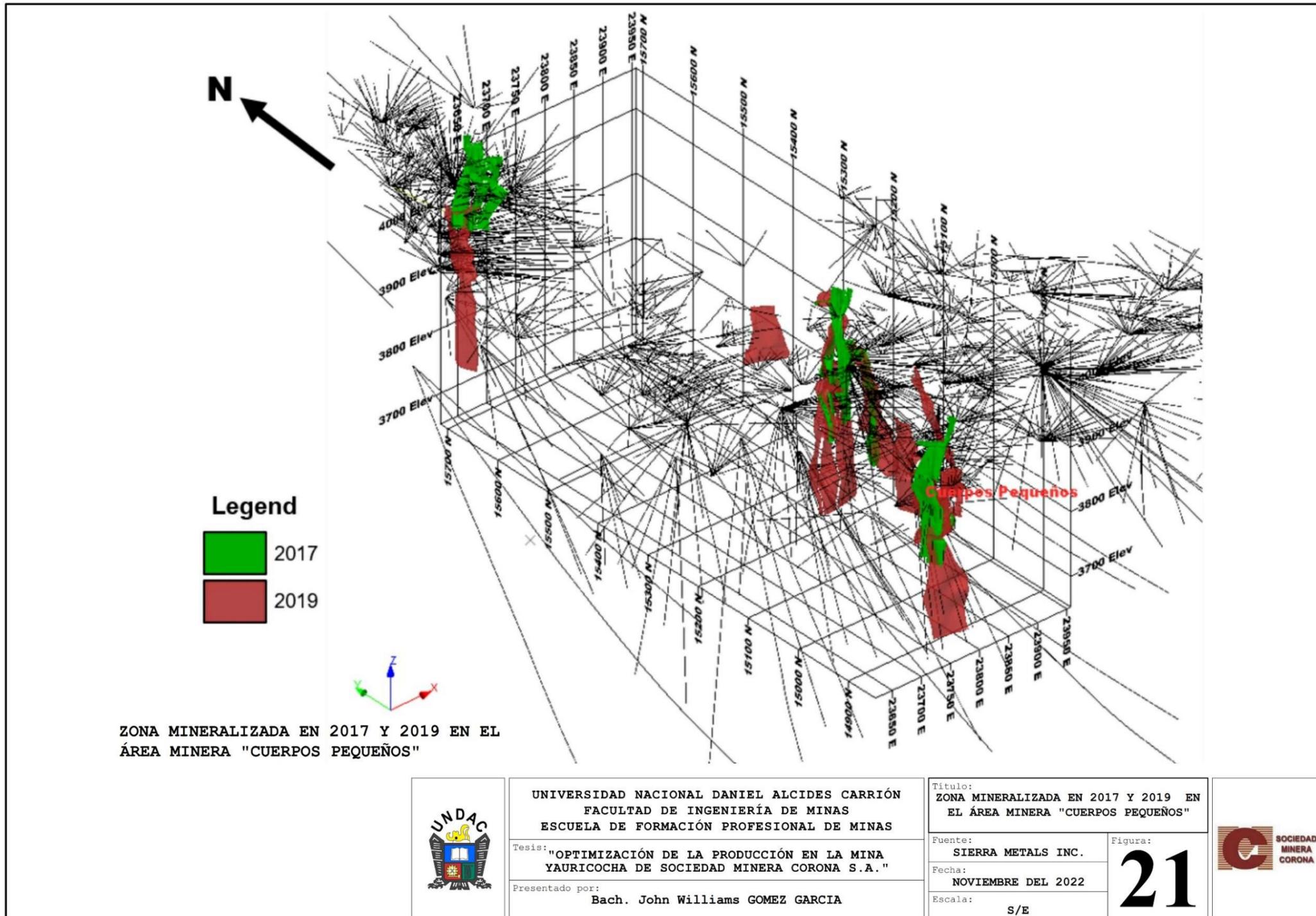
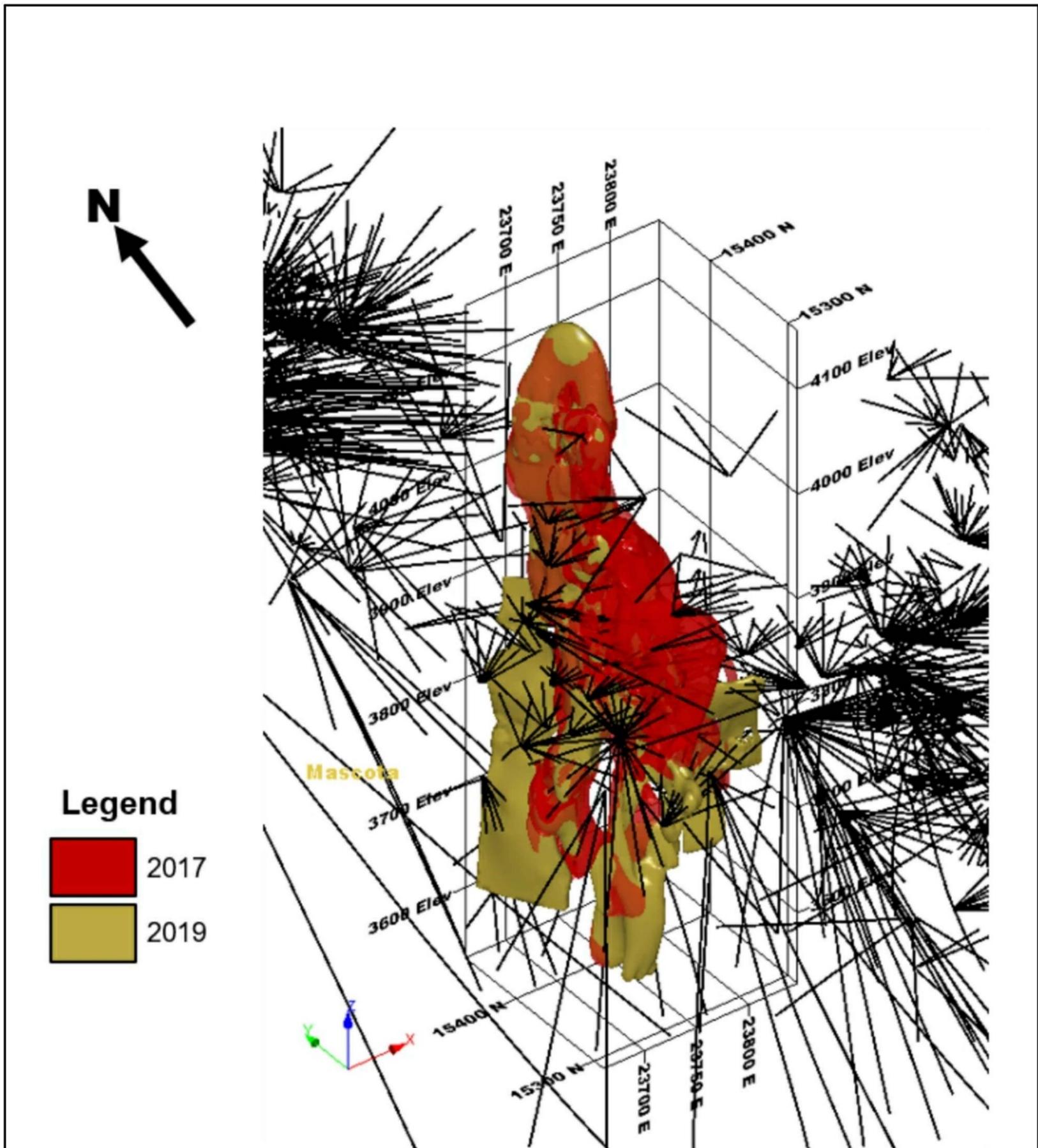


Figura 21. Zona Mineralizada en 2017 y 2019 en el Área Minera "Cuerpos Pequeños".

Fuente: Sierra Metals Inc.



ZONA MINERALIZADA EN 2017 Y 2019
EN EL ÁREA MINERA "MASCOTA"

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS	Título: ZONA MINERALIZADA EN 2017 Y 2019 EN EL ÁREA MINERA "MASCOTA"		
	Tesis: "OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA MINA YAURICOCHA DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A."	Fuente: SIERRA METALS INC.	Figura: 22	
	Presentado por: Bach. John Williams GOMEZ GARCIA	Fecha: NOVIEMBRE DEL 2022		
		Escala: S/E		

Figura 22. Zona Mineralizada en 2017 y 2019 en el Área Minera "Mascota".

Fuente: Sierra Metals Inc.

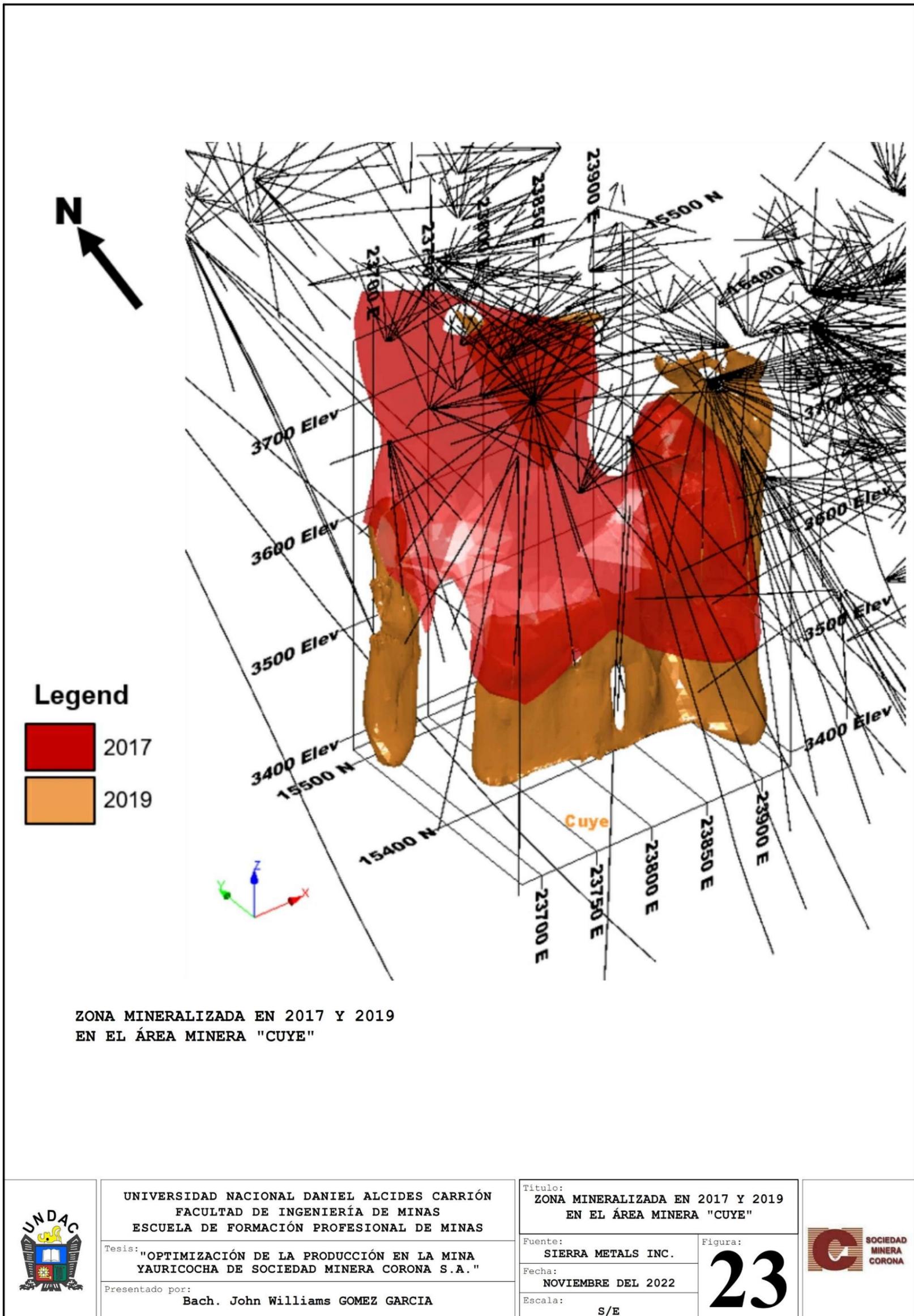


Figura 23. Zona Mineralizada en 2017 y 2019 en el Área Minera "Cuye"

Fuente: Sierra Metals Inc.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo la optimización de los costos de producción incrementará la rentabilidad en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.?

1.3.2. Problemas específicos.

- a. ¿Cómo la optimización de los costos de perforación y voladura incrementarán la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.?
- b. ¿Cómo la optimización de los costos de carguío y transporte mejorarán la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.?
- c. ¿Cómo la optimización de los costos de sostenimiento mejorará la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.?

1.4. Formulación de los objetivos

1.4.1. Objetivo general

Incrementar la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A. mediante la optimización de los costos de producción.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- a. Incrementar la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A. mediante la minimización de los costos de perforación y voladura.
- b. Mejorar la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A. mediante la optimización de los costos de carguío y transporte.

- c. Mejorar la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A. mediante la optimización de los costos de sostenimiento de las excavaciones mineras subterráneas.

1.5. Justificación de la investigación

En los últimos 60 años, se han desarrollado muchas técnicas de optimización para resolver problemas de minas a cielo abierto y subterráneo. La aplicación práctica de estas técnicas ha demostrado que la optimización de la planificación puede generar valor adicional para los proyectos mineros. La optimización en la planificación subterránea está menos desarrollada y aplicada debido a que es más complejo en relación a los métodos de tajo abierto (Hou et al., 2019).

La planificación de minas subterráneas tiene tres grandes áreas (fases): trazados de desarrollo, programación de la producción y selección y utilización de equipos (Musingwini 2016). En general, la planificación es un proceso continuo y secuencial, lo que significa que los resultados de una fase proporcionan los de la fase siguiente (Little et al. 2013). El objetivo de la planificación óptima de la mina es maximizar el beneficio sujeto al acceso, geotécnicas, geológicas y de capacidad de la planta concentradora (Hou et al., 2019).

Por lo que el presente estudio tiene la finalidad de contribuir con la optimización de los costos de producción de la mina Yauricocha con la finalidad de lograr el incremento de la rentabilidad, por lo que se justifica su desarrollo.

1.6. Limitaciones de la investigación

Una de las limitaciones ha sido la poca información disponible en la empresa minera habiendo tenido algunas restricciones por parte de los directivos de la empresa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

- **Music Garrido (2007)** en el trabajo de investigación “Diagnóstico y optimización de disparos en desarrollo horizontal, mina El Teniente” tiene como objetivo evaluar la eficiencia y estándares de las voladura de las labores de desarrollo de la mina. Como resultado final de este trabajo se elaboró una propuesta de diseño de voladura.
- **Camhi Andrade (2012)** en el estudio de investigación: “Optimización de los procesos de desarrollo y construcción en minería de block caving caso estudio mina El Teniente Codelco Chile” explica sobre la excavación de galerías subterráneas que es una actividad fundamental en las minas explotadas por hundimiento, debido a que abre los frentes de trabajo para todas las actividades que se ejecutan posteriormente.

El resultado de este estudio, permite concluir que la aplicación de la metodología de desarrollo rápido es factible en el método de hundimiento por Block Caving de la mina El Teniente (Camhi Andrade, 2012)

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

Se ha revisado una serie de bibliografías que esta relacionados con el tema en estudio de optimización de la producción e incremento de la rentabilidad, de los cuales se ha seleccionado algunos artículos que en algunas de sus partes tienen en común con incremento de rentabilidad de minas subterráneas, para ellos se ha revisado la fecha de publicación y el lugar de la publicación:

- **Córdova-Mondragón (2019)** en el trabajo de investigación titulado “Propuesta de mejora en el área de producción para aumentar la rentabilidad de la mina de cal Resurrección E.I.R.L.”, tiene por objetivo de aumentar la rentabilidad de la empresa Resurrección E.I.R.L. Como resultado del estudio se han logrado aumentar las ventas de sus servicios en un 22%; se logró reducir el número de trabajadores a 35, ingresos anuales de S/. 961 278; todo esto con la propuesta de las herramientas mencionadas (Córdova-Mondragón, 2019). Para culminar, se realizó una evaluación económica financiera obteniéndose un VAN de S/. 23 702, un TIR de 43.54 y B/C de 1.20; lo cual indica que el proyecto es rentable (Córdova-Mondragón, 2019).
- **Soca Jorge (2016)** en la tesis “Evaluación técnico económica para ampliar la producción de 1500 tmd a 3000 tmd de la mina Yauricocha-Sociedad Minera Corona S.A.” considera como finalidad la de conocer la factibilidad entre la evaluación técnico económica y la ampliación de producción en la unidad minera mencionada, el cual se inicia desarrollando las características del aumento de la producción con el método de explotación “sub level caving

mecanizado” (Soca Jorge, 2016). Como conclusión se tiene que la Sociedad Minera Corona S.A. tiene contrato de aumentar la producción de concentrados, por lo que la mina debe aumentar su producción de mineral de cabeza de 1,500 TMD a 3,000TMD el VAN es de \$ 223´296,638.44 y la TIR es de 428.60 %. (Soca Jorge, 2016)

- **Castellano Sanchez et al. (2015)** en trabajo de investigación “Proyecto de ampliación de operaciones para incrementar la capacidad de producción de una pequeña mina subterránea”, tiene como objetivo demostrar que con la ampliación de operaciones en una pequeña mina subterránea se logra un incremento de rentabilidad. (ampliación de producción de 3000 tm/mes a 5,000 tm/mes) (Castellano Sanchez et al., 2015). El resultado del análisis del flujo de caja descontado presenta un VAN positivo (Castellano Sanchez et al., 2015). Se obtendría más de \$ 3, 606,205 de VAN si se desarrolla el proyecto y una TIR de 32.60%. (Castellano Sanchez et al., 2015)
- **Muñoz Bernardo (2006)** en el trabajo de investigación titulado: “Ampliación de producción de la unidad minera Chungar de 2000 TMD a 3000 TMD”, fue realizado en las diferentes áreas de la unidad Económica Administrativa Chungar de la Cía. Minera Volcan S.A.A., en coordinación con la superintendencia de Minas En el presente trabajo se ha considerado un incremento de producción escalonado de 2025; 2300; 2500 y 3000 TMD, para lo cual se ha priorizado las preparaciones e infraestructura minera en las 02 vetas principales (Muñoz Bernardo, 2006). El VAN obtenido es de \$ 34´216,393.05 y la TIR es de 49.87 %. (Muñoz Bernardo, 2006)

2.2. Bases teóricas-científicas

Las bases teóricas científicas se refieren a las definiciones de los temas relacionados con el trabajo de investigación: “Optimización de la Producción e Incremento de la Rentabilidad en la Mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.”

- **Valor Actual Neto (VAN)**

El valor actual neto (VAN) viene a ser el valor actual de los beneficios netos que genera el proyecto, utilizando el costo de oportunidad de capital (COK), menos la inversión realizada en el periodo cero (Arroyo & Vásquez, 2005).

Según Arroyo & Vásquez para el cálculo del VAN se utiliza la siguiente ecuación (1):

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

Donde:

BN_t : beneficios netos del periodo (t)

i : tasa de descuento o tasa de interés o costo de oportunidad del capital (%)

I_0 : inversión en el período cero

n : vida útil del proyecto (Arroyo & Vásquez, 2005, p. 71).

Los flujos futuros deben tener una sola periodicidad, es decir, flujos mensuales, trimestrales o anuales, por lo que la tasa de descuento debe estar en función de dicha periodicidad (Arroyo & Vásquez, 2005).

Interpretación del VAN

Los intervalos que puede tomar este indicador de rentabilidad se detallan a continuación:

- **VAN > 0.** Cuando el VAN es mayor que cero, se recomienda ejecutar la inversión del proyecto en estudio. Cuando este valor es mayor que cero indica que se obtendrá una ganancia respecto a la inversión en la mejor alternativa (Arroyo & Vásquez, 2005).
- **VAN = 0.** Cuando el VAN es igual a cero, para el inversionista es indiferente realizar la inversión en el proyecto u optar por la mejor alternativa (Arroyo & Vásquez, 2005).
- **VAN < 0.** Si el VAN es menor que 0, el proyecto no es rentable cuyo resultado no es mejor que su alternativa, por lo que el empresario deberá decidir no ejecutarlo (Arroyo & Vásquez, 2005).

Cada inversión se evalúa en función de las decisiones futuras a lo largo de su vida útil en función de los flujos de caja esperados. El resultado es el valor actual neto (VAN) y un VAN positivo indica que la inversión crea valor, por lo que este método es preferido por los analistas económicos. (Burksaitiene, 2009)

Hanafizadeh & Latif (2011) en el estudio de investigación Robust net present value explica que teniendo en cuenta la varianza y la correlación de los parámetros inciertos, el estudio presenta un nuevo enfoque para calcular el valor actual neto (VAN) de los procesos financieros. Los cambios de los parámetros inciertos se ubican en una región cerrada y convexa denominada región de incertidumbre. El tamaño y la forma de la región de incertidumbre se seleccionan en función de los datos históricos. La varianza de los flujos de

caja es muy importante para analizar la sensibilidad del VAN. El modelo propuesto en este estudio es muy fiable porque introduce la covarianza de los datos históricos.

Morley et al. (1999) en su trabajo de investigación Financial impact of resource/reserve uncertainty explica lo siguiente:

Existen cuatro procesos cualitativos que influyen en la incertidumbre de los recursos/reservas. Estas etapas son:

1. Definición del mineral
2. Interpretación geológica
3. Estimación de recursos
4. Estimación de las reservas de mineral y planificación de la mina.

El autor ha utilizado un modelo financiero hipotético basado en una operación de una mina aurífera de oro para estimar el efecto potencial de la incertidumbre de los recursos/reservas en los ingresos. Además ha empleado la simulación de Monte Carlo para simular una serie de escenarios hipotéticos, además recomienda que, al construir un modelo financiero, se realice una revisión de los KPAs (Key Performance Activities) de recursos/reservas relevantes y de incertidumbre para proporcionar una gama de resultados potenciales. El autor recomienda que los resultados obtenidos se pueden tener en cuenta en el análisis detallado de los flujos de caja para garantizar que la incertidumbre técnica se incorpore a las decisiones financieras. (1999, p. 293)

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

Según Arroyo & Vásquez la tasa interna de retorno:

Llamado también TIR es una tasa porcentual que indica la rentabilidad promedio anual (o periódica, dependiendo de la periodicidad de los flujos) que genera el capital que permanece invertido en el proyecto.

De acuerdo a los autores Arroyo & Vásquez la expresión matemática para determinar la TIR se muestra en la fórmula (2).

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

Donde:

“BNt : beneficios netos del periodo (t)

i : tasa de descuento (tasa de interés (%) o costo de oportunidad del capital (%)

I₀ : inversión en el período cero

n : vida útil del proyecto” (Arroyo & Vásquez, 2005, p. 74).

Ejemplo: dado el siguiente flujo de fondos que se muestran en la Tabla 7 de la página 45.

Tabla 7. Flujo de caja para VAN y TIR

Período	Flujo neto
0	-3,000
1	1,600
2	1,600
3	1,600

Los resultados del cálculo del VAN se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados del cálculo del VAN

TIR	VAN
0%	1,800.00
5%	1,357.20
10%	978.96
15%	653.16
20%	370.37
27.76%	0.00
25%	123.20
30%	-94.22
35%	-286.59
40%	-457.73

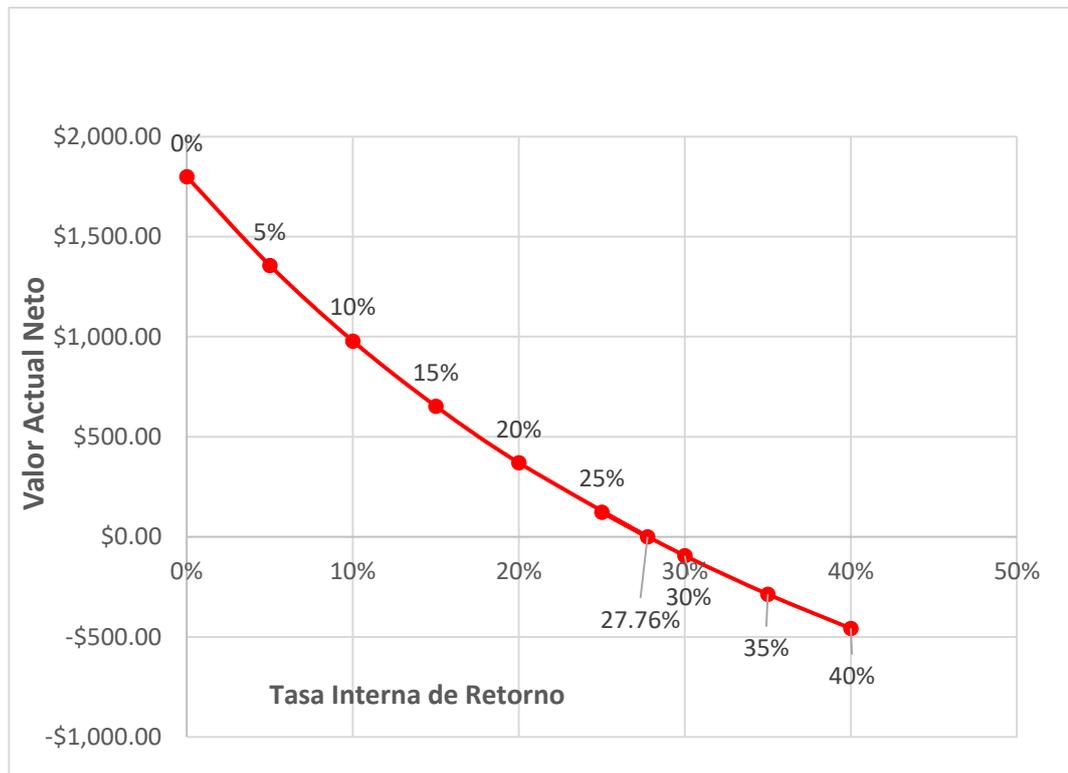


Figura 24. Valor actual neto y tasa interna de retorno

Fuente: Elaboración propia.

Tal como puede apreciarse en la Figura 24, la tasa que arroja un VAN igual a 0 es 27.76%, siendo ella la TIR del flujo.

Criterio de decisión de la TIR

Son los siguientes:

- $TIR > COK$, el proyecto deberá ser aceptado. (Arroyo & Vásquez Ruth, 2005, 76)
- $TIR = COK$, para el inversionista es indiferente invertir en el proyecto o en la mejor alternativa de inversión, debido a que ambas alternativas generan la misma rentabilidad. (Arroyo & Vásquez Ruth, 2005, 76)
- $TIR < COK$, el proyecto se rechaza, debido a que su rendimiento es menor a la mejor alternativa posible de inversión. (Arroyo & Vásquez Ruth, 2005, p. 76)

Interpretación de la TIR

“Las evaluaciones económicas de los proyectos mineros incorporan el examen y evaluación de los aspectos técnicos, financieros, sociales y del entorno en el que se encuentra el yacimiento minero” (Allen, 2012, p. 137).

Un proyecto minero es el conjunto de instalaciones necesarias para extraer los minerales de los yacimientos definidos, generalmente requiere de una inversión o asignación de recursos, como el capital y el plazo definido de finalización en un tiempo determinado (Allen, 2012).

Es necesario conocer la diferencia de los proyectos mineros con los proyectos de "exploración", que suelen tener como objetivo la definición de la del tamaño de los yacimientos minerales (Allen, 2012).

Según Allen (2012) las evaluaciones de los proyectos mineros deben tener los siguientes principios:

- a) Proporcionar una base sobre la toma de decisiones económicas,
- b) Identificar y cuantificar el nivel de riesgo, y

c) Establecer las prioridades del proyecto con un adecuado planeamiento.

- **La Relación Beneficio/Costo**

“La relación beneficio/costo es un indicador que halla la relación existente entre el valor actual de los flujos futuros y el valor actual de la inversión del proyecto (en valor absoluto)” (Arroyo & Vásquez, 2005).

La fórmula 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

“En la relación beneficio/costo si el resultado es mayor a 1, ello indica que es mayor el beneficio que la inversión” (Arroyo & Vásquez, 2005).

Leland Blank & Anthony Tarquin explica respecto a la toma de decisiones del ratio beneficio/costo:

Si $B/C \geq 1.0$, se acepta el proyecto.

Si $B/C < 1.0$, Se rechaza el proyecto porque no es económicamente rentable.

Si el valor de B/C es exacto o muy cercano a 1.0, los factores no económicos ayudarán a tomar la decisión. (1972, p. 235)

El **ratio B/C convencional**, es probablemente el más utilizado, se calcula de la siguiente manera, ver ecuación (4):

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{beneficios positivos} - \text{beneficios negativos}}{\text{costos}} \quad (4)$$

$$= \frac{B - BN}{c}$$

En la ecuación (4), los beneficios negativos se restan de los beneficios positivos, no se agregan a los costos.

La fórmula para calcular la relación **B/C modificada** se muestra en la ecuación (5):

$$\frac{B}{C} \text{ modificada} \quad (5)$$

$$= \frac{\text{beneficios positivos} - \text{beneficios negativos} - \text{costos M\&O}}{\text{inversión inicial}}$$

Es necesario tener en cuenta, cualquier valor de salvamento esta incluido en el denominador como un costo negativo.

- **Período de Recuperación del Capital**

El periodo de recuperación del capital, llamado también el periodo de recuperación de la inversión, es una herramienta de evaluación que permite responder a la interrogante: ¿en cuánto tiempo puedo recuperar mi inversión? (Arroyo & Vásquez, 2005).

Runge respecto a los criterios del valor actual neto y tasa interna de retorno menciona los siguiente:

Que además de los criterios del valor actual neto y de la tasa interna de rendimiento, un criterio de apoyo, a veces el único, utilizado para la toma de decisiones es el periodo de recuperación del capital invertido. El

periodo de retorno es el tiempo que tarda un proyecto en devolver al inversionista el dinero invertido en la empresa, cuanto más rápido sea el reembolso menos tiempo está en riesgo la inversión del propietario (Runge, 1998, p. 92).

El cálculo del periodo de recuperación es bastante sencillo una vez que se ha preparado un flujo de caja descontado (Runge, 1998). Los flujos de caja se calcula de forma acumulativa partiendo de cero desde antes del compromiso del proyecto. Los flujos de caja iniciales son invariablemente salidas de efectivo, es decir, flujos de efectivo negativos; el periodo de recuperación es el tiempo que tarda el flujo de caja acumulado en volver a ser positivo (Runge, 1998).

Según Csiminga & Ilouiu (2007) el periodo de recuperación de capital es la técnica de evaluación más sencilla. Es un criterio muy adecuado de rentabilidad de los proyectos de inversión. También es aplicable, hasta cierto punto, para medir el riesgo. Los proyectos a largo plazo son arriesgados, al menos porque no es fácil prever los flujos de caja futuros. Las inversiones en proyectos a corto plazo protegen a la empresa del riesgo. El plazo de recuperación del capital refleja la liquidez de los proyectos de inversión.

Mirakovski et al. (2009) explica un ejemplo de análisis del flujo de caja de una inversión en la ampliación de una mina subterránea polimetálica, para el cual el análisis comprende los siguientes pasos: análisis del flujo de caja, flujo monetario acumulado, cálculo de los indicadores, período de retorno de la inversión, valor actual neto y la tasa interna de retorno.

El flujo de caja descontado (DCF) es un método de valoración que se utiliza para estimar el atractivo de una oportunidad de inversión mediante

proyecciones de flujos de caja libres futuros y los descuenta (casi siempre utilizando el coste medio ponderado del capital) para llegar a un valor actual, que se utiliza para evaluar el potencial de inversión. Si el valor obtenido mediante el análisis DCF es superior al coste actual de la inversión, la oportunidad puede ser buena (Mirakovski et al., 2009).

La fórmula para calcular el flujo de caja descontado se muestra en la ecuación (6).

$$DCF = \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} \quad (6)$$

Donde:

DCF = Flujo de caja descontado

CF = Flujo de caja proyectado

r= Tasa de descuento

Este método incluye los efectos del riesgo y del tiempo ajustando o descontando el flujo de caja neto del proyecto. Cuanto mayor sea el riesgo del proyecto, mayor deberá ser el tipo de descuento, según este método, el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son los métodos más comunes para evaluar un proyecto minero (Mirakovski et al., 2009).

El calendario de los flujos de caja es importante, más de la mitad de las quiebras pueden atribuirse en su totalidad o en gran medida a un error de cálculo o un cambio inesperado en el calendario de los flujos de los flujos de caja, el calendario es más crítico en los proyectos muy apalancados (por ejemplo cuando gran parte del equipo es alquilado), pero es igualmente vital en otros tres ámbitos, a saber: (1) productos cuyos precios cambian de forma cíclica; (2) casos en los que los planes menos intensivos de capital se

convierten en sistemas más intensivos en capital de capital; y (3) durante la expansión de las minas (Runge, 1998).

Según Runge (1998) para los cálculos de los flujos de caja, deben tenerse en cuenta los siguientes ajustes:

- ✓ La producción no se vende inmediatamente.
- ✓ En la mayoría de las minas, los costos de explotación se pagan inmediatamente. La mayor partida de costes de explotación suele ser la mano de obra, cuyo pago no puede retrasarse. Los costes de explotación del combustible y la electricidad pueden pagarse a 30 o 60 días, y estos elementos posiblemente se retrasen en el análisis del flujo de caja.
- ✓ El pago de los impuestos está sujeto a los efectos del calendario y, si es crítico, debe ajustarse al periodo de tiempo correcto en el flujo de caja. Si es crítico, debe ajustarse al periodo correcto en el flujo de caja. Muchas autoridades fiscales están ahora solicitando los impuestos progresivos en el año en que se incurre en la obligación fiscal, sobre la base de un impuesto ficticio calculado de los ingresos de años anteriores. Para los flujos de caja a corto plazo (especialmente en el caso de empresas que crecen rápidamente), es imperativo modelar correctamente el calendario de pagos de impuestos.

2.3. Definición de términos básicos

Tenemos:

Tolva: Disposición de carga que utiliza la gravedad para mover material de un nivel superior a un nivel inferior.

Buzamiento: Ángulo en el que se inclina un depósito de mineral desde el horizontal.

Punto de extracción: Lugar donde se puede cargar y extraer mineral.

Parrilla: Disposición que evita que la roca de gran tamaño a un sistema de transferencia de mineral.

Nivel: Sistema de trabajos subterráneos horizontales conectado al eje. Un nivel forma la base para la excavación del mineral por encima o por debajo.

Mineral: Depósito mineral que se puede trabajar con fines de lucro según las condiciones económicas existentes.

Ore Pass: Abertura subterránea vertical o inclinada a través del cual se transfiere el mineral.

Chimenea: Abertura subterránea impulsada hacia arriba desde un nivel inferior a un nivel superior o a la superficie; una elevación puede ser vertical o inclinado.

Rampa: Abertura subterránea inclinada que conecta niveles o áreas de producción; las rampas están inclinadas para permitir el paso de vehículos motorizados. Las rampas generalmente se conducen hacia abajo.

Subnivel: Sistema de trabajos subterráneos horizontales; normalmente, los subniveles se usan solo dentro de las áreas de parada donde son necesarios para la producción de mineral.

Desmonte: Roca estéril o roca de grado demasiado bajo para ser extraída económicamente.

Evaluación de un proyecto: Es determina la rentabilidad de un proyecto, para lo cual se hace uso de los indicadores de rentabilidad.

Flujo de caja: Flujo neto de caja de los ingresos y egresos de una empresa.

Inversión (I): Monto que cuenta la empresa minera para ejecutar las operaciones de explotación de minerales, los cuales sirven para la compra de equipos, materiales y pago de mano de obra.

Rentabilidad: Valor actual neto descontado del flujo de caja de la empresa.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La optimización de los costos de producción incrementaría la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

2.4.2. Hipótesis general

- a. La minimización de los costos de perforación y voladura incrementarían la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.
- b. La optimización de los costos de carguío y transporte mejoraría la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.
- c. La optimización de los costos de sostenimiento de las excavaciones mineras subterráneas mejoraría la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

2.5. Identificación de variables

Tenemos:

2.5.1. Variable Dependiente.

Para el presente trabajo de investigación, la variable dependiente es:

- *Y = El incremento de la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.*

2.5.2. Variables Independientes.

Para el estudio, las variables independientes son:

- X = La optimización de los costos de producción en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.
- X_1 = La minimización la de los costos de perforación y voladura en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.
- X_2 = La optimización de los costos de carguío y transporte en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.
- X_3 = La optimización de los costos de sostenimiento en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Ver Tabla 9 donde se muestran las variable e indicadores de la tesis.

2.6.1. Indicadores de la Hipótesis General.

Tenemos:

- **VARIABLES INDEPENDIENTES**

X = La optimización de los costos de producción en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

- **VARIABLES DEPENDIENTES**

Y = El incremento de la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

2.6.2. Indicadores de las Hipótesis Secundarias.

Tenemos:

- **VARIABLES INDEPENDIENTES**

X = La optimización de los costos de producción en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

Dimensiones:

X1 = La minimización la de los costos de perforación y voladura en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

X2 = La optimización de los costos de carguío y transporte en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

X3= La optimización de los costos de sostenimiento en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

▪ **Variables Dependientes**

Y = El incremento de la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

Indicadores:

Y₁= Valor Actual Neto (VAN).

Y₂= Tasa Interna de Retorno (TIR).

Ver la Tabla 9 de la página 57 donde se detallan las variables e indicadores del trabajo de investigación.

Tabla 9. Cuadro de Operacionalización de Variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnica de análisis	Instrumento de análisis	Fuentes
<p>Variable Independiente:</p> <p>X = La optimización de los costos de producción en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p>	<p>X₁ = La minimización la de los costos de perforación y voladura en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p> <p>X₂ = La optimización de los costos de carguío y transporte en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p> <p>X₃= La optimización de los costos de sostenimiento en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p>	<p>X₁ = Costos de perforación y voladura (\$).</p> <p>X₂ = Costos de carguío y transporte (\$).</p> <p>X₃= Costos de sostenimiento (\$).</p>	Documental	Informe mensual de Sociedad Minera Corona S.A.	Datos del área de Planeamiento de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.
<p>Variable Dependiente:</p> <p>Y = El incremento de la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p>	<p>Y₁= Valor Actual Neto (VAN)</p> <p>Y₂= Tasa Interna de Retorno (TIR)</p>	<p>Y₁= Valor Actual Neto (VAN) en \$.</p> <p>Y₂= Tasa Interna de Retorno (TIR) en %.</p>	Documental. Documental.	Informe Informe	<p>Mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p> <p>Ministerio de Energía y Minas.</p>

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

3.1.1. De Acuerdo al Propósito.

La investigación es de tipo aplicada.

3.1.2. De Acuerdo al Nivel de Investigación.

La investigación es de tipo descriptiva.

3.1.3. De acuerdo al Diseño.

La investigación es No Experimental.

3.1.4. De acuerdo al Método.

El estudio es hipotético deductivo.

3.2. Nivel de investigación

Descriptivo

3.3. Métodos de investigación

Es descriptivo.

3.4. Diseño De Investigación

No experimental.

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población.

La población se encuentra compuesto por los tajos donde se aplica el método de Sub Level Caving en la mina Yauricocha los cuales se mencionan a continuación:

1. Tj. 7695 - Antacaca
2. Tj. 7900 - Antacaca Sur
3. Tj. 7500 - Rosaura
4. Tj. 6950 - Esperanza
5. Tj. 0974 - Esperanza Norte

3.5.2. Muestra.

La muestra del estudio se determina mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Nz_{\alpha}^2 p q}{d^2 x (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p q}$$

Donde:

Z = 1.96 (seguridad=95%).

p = Proporción esperada (5% = 0.05).

q= 1-p (1-0.05 = 0.95).

N = Número total de la población.

a = Nivel de significancia (para nuestro caso a = 0.05).

d = precisión del trabajo de investigación (d = 3 %).

n =Tamaño de la muestra (Lind et al., 2015).

Reemplazando datos, tenemos:

$$n = \frac{Nz_{\alpha}^2 p q}{d^2 x (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p q}$$

$$n = \frac{5 \times 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95}{0.03^2 \times (5 - 1) + 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95}$$

n = 5 tajos.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas.

En la elaboración de la tesis se usaron las siguientes técnicas:

- Datos documentales.
- Observación y
- Medición.

3.6.2. Instrumentos.

Se usaron:

- Una guía de análisis de los documentos.
- Guías de observaciones.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se desarrollará mediante hojas de cálculo y programas estadísticos como el SPSS y Jamovi para desarrollar la prueba de hipótesis.

3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Se harán uso de las hojas de cálculo y programas estadísticos como SPSS Jamovi.

3.9. Tratamiento estadístico

3.9.1. Diseño Estadístico.

En el estudio usaremos el muestreo aleatorio simple.

3.9.2. Estrategia de la Prueba de Hipótesis.

Ver prueba de hipótesis.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Las cuestiones éticas relacionadas con la realización responsable de la investigación implican cuestiones relativas a los derechos y obligaciones de los investigadores a la hora de proponer, diseñar, ejecutar y publicar una investigación.

Plagiar es hacer tuyo el trabajo de otra persona. El plagio es malo. El plagio no es ético y dificulta el aprendizaje. También es robar porque utiliza el trabajo de otras personas. El plagio está mal porque el plagiario se beneficia del contenido, no el propietario. Está mal porque propiedad de otra persona. Los escritores/investigadores/científicos originales ponen mucho esfuerzo en su trabajo; por lo que robarles el mérito es malo. Al robar el trabajo de otras personas, demuestras a todo el mundo que no puedes desarrollar el tuyo propio. (Singh, G. (2009). El plagio indica deshonestidad académica y personal. Se desacredita a los autores que influyeron en tu investigación o trabajo. El plagio accidental es éticamente aceptable es éticamente aceptable porque no se cita la fuente, pero el plagio deliberado es deshonesto. El plagio accidental y deliberado es aborrecido en el mundo académico, y verás cómo tus calificaciones caen en picada o tu trabajo será rechazado. Alguien pasó años investigando algo y tú lo utilizaste en 2 horas sin dar crédito. Sus años de trabajo, estudio, nombre y dinero están siendo tomados sin crédito. Cuando se reconozca tu trabajo, sentirás que pertenece a otra persona. Así que reconoce, y luego crea. Así que dé crédito a numerosos otros autores que has citado. Porque mentiste al escribir mentiras. (Kumar, C. (2009). Mentir es poco ético porque viola tu marco ético. El delito legal o moral no importa. Nadie puede utilizar el trabajo o la propiedad intelectual de otro sin permiso o atribución. Desarrollar la propiedad intelectual requiere tiempo, recursos, habilidades y experiencia (Shahabuddin, S. (2009). El plagio demuestra una falta de respeto por el autor

original. Utilizar el trabajo no está prohibido, pero debe citarse adecuadamente (Dar et al., 2022).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Valor del Mineral.

En la siguiente tabla se muestran los valores del mineral de cabeza por tonelada.

Tabla 10. Valor del Mineral en la Mina Yauricocha.

Item	\$/TM
Valor total de 1 TM de mineral de cabeza con contenido de Ag-Cu	612.55
Valor total de 1 TM de mineral de cabeza con contenido de Plomo	108.07
Valor total de 1 TM de mineral de cabeza con contenido de Zinc	817.08

Fuente: Sociedad Minera Corona S.A.

4.1.2. Producción de Mina.

Según estadísticas el año 2018, la extracción de minerales de los diferentes labores de la mina alcanzó 1'074,475.50 TMS, los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera, según la producción de minerales:

- La cantidad de 830 790.30 TMS, son minerales polimetálicos con leyes promediosiguientes: Ag 1.77 Oz/TM; Pb 1.52%; Cu 0.69%; Zn 4.31%.

- La cantidad de 243 685.20 TMS, minerales con sulfuros de cobre de leyes promedio: Ag 1.60 Oz/TM; Pb 0.56%; Cu 2.10%; Zn 1.37%.

- a) El aporte a la producción de mineral polimetálico por zona fueron los siguientes:

Tabla 11. Aporte a la Producción por Zonas.

Zonas	TMS	Leyes			
		Ag oz/tm	Pb %	Cu %	Zn %
III Mina Cachi	250,813.52	0.95	0.68	0.45	4.00
IV Mina Central	279,976.78	2.12	1.89	0.79	4.45
Total	830,790.30	1.77	1.52	0.69	4.31

Fuente: Memoria Anual de Sociedad Minera Corona, 2018.

- b) El aporte a la producción por zonas de mineral de sulfuros de cobre fue el siguiente:

Tabla 12. Aporte a la Producción por Zonas.

Zonas	TMS	Leyes			
		Ag oz/tm	Pb %	Cu %	Zn %
Mina Central	243,685.20	1.60	0.56	2.10	1.37

Fuente: Memoria Anual de Sociedad Minera Corona, 2018.

De esta manera, tenemos que el gran total de la producción de mina durante el año 2018 fue:

Tabla 13. Gran Total de la Producción de la Mina Yauricocha-2018.

	TMS	Ag oz/tm	Pb %	Cu %	Zn %
Gran total producción de mina	1'074,477	1.73	1.3	1.01	3.64

Fuente: Memoria Anual de Sociedad Minera Corona, 2018.

Finalmente, debemos señalar que la producción comparativa de mina de los últimos años es la siguiente:

Tabla 14. Estadísticas de Producción de la Mina Yauricocha.

Año	TMS	Leyes			
		Ag gr/tm	Pb %	Cu %	Zn %
2002 (**)	124,377	4.85	3.81	0.42	6.66
2003	212,677	5.23	3.57	0.30	5.86
2004	233,486	3.61	3.03	0.58	6.87
2005	373,546	4.22	3.09	0.94	6.86
2006	487,909	3.83	2.57	1.05	4.77
2007	546,652	4.13	2.41	1.19	4.32
2008	690,222	5.75	3.33	0.98	3.60
2009	802,737	5.30	3.51	1.03	3.29
2010	837,389	5.13	3.64	1.00	3.25
2011	819,993	4.68	3.03	1.05	2.88
2012	849,613	4.75	3.03	0.76	3.31
2013	858,399	3.95	3.08	0.73	3.57
2014	929,316	3.78	3.68	0.84	3.58
2015	802,251	3.03	2.82	0.74	3.18
2016	847,467	2.85	2.50	0.67	3.79
2017	1'009,635	1.99	1.46	0.93	3.84
2018	1'074,477	1.73	1.30	1.01	3.64

(**) A partir de abril 2002 la Empresa Sociedad Minera Corona S.A. tomó el control de las operaciones de la mina Yauricocha.
Fuente: Sociedad Minera Corona, 2018.

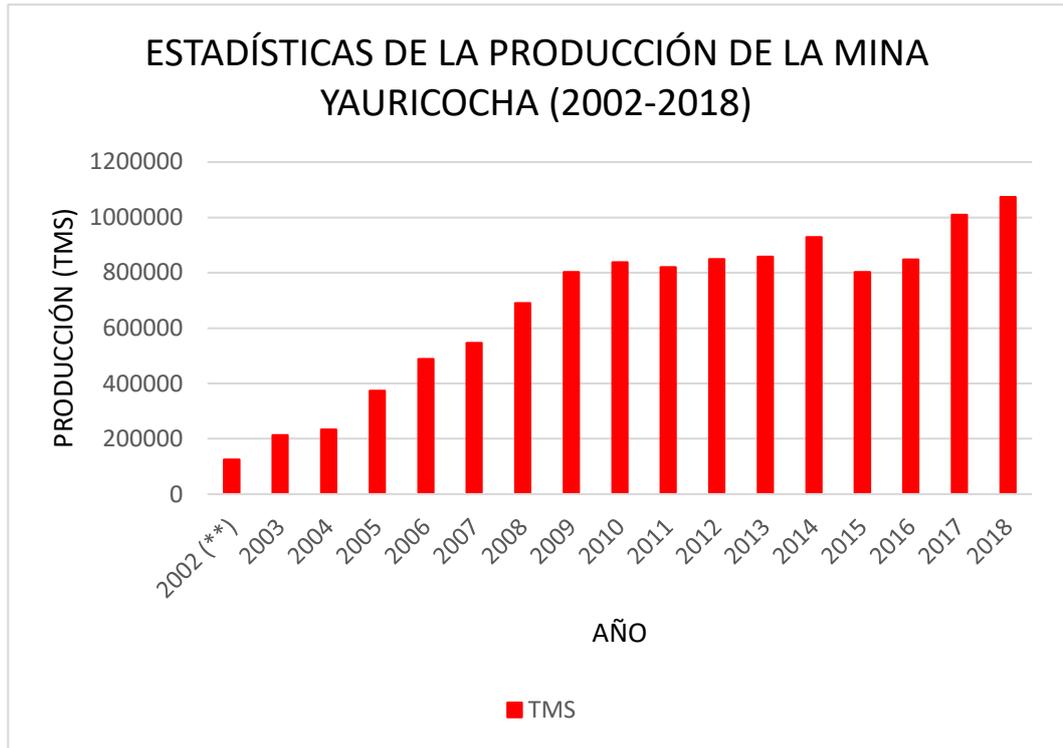


Figura 25. Producción de la Mina Yauricocha del 2002 al 2018 (TMS).

(**) A partir de abril 2002 la Empresa Sociedad Minera Corona S.A. tomó el control de las operaciones de la mina Yauricocha.

Fuente: Elaboración Propia.

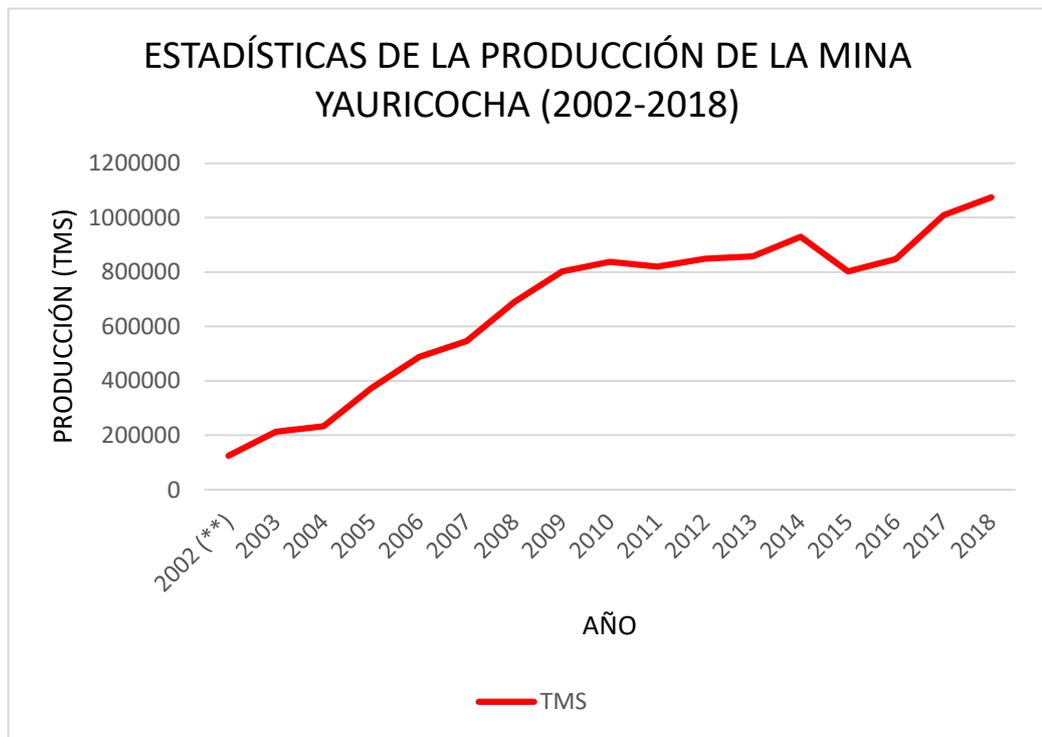


Figura 26. Producción de la Mina Yauricocha del 2002 al 2018 (TMS).

(**) A partir de abril 2002 Sociedad Minera la Empresa Sociedad Minera Corona S.A. se hizo cargo de las operaciones de la mina Yauricocha.

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.3. Valor de la Producción.

Para el estudio se toman los siguientes datos:

Producción diaria = 3000 TM.

Producción mensual = 3000 TM x 30 días = 90000 TM.

Producción anual = 90000 TM x 12 = 1'080,000 TM.

Valor de la producción = 817.08 \$/TM x 1'080,000 TM = \$ 882'446,400

4.1.4. Vida de la Mina.

Ver Tabla 15 y Tabla 16 donde se muestran las reservas de la mina (Inga Colonia, 2019).

Tabla 15. Reservas Probadas de la Mina Yauricocha.

Tipo de mineral	Leyes					
	TMS	Ag/g-t	% Pb	% Cu	% Zn	Au/g-t
Mineral Polimetálico	1'083.870	44.62	0.87	1.12	2.56	0.62
Mineral Sulfuro de cobre	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1'083.870	44.62	0.87	1.12	2.56	0.62

Fuente: Memoria Anual de Sociedad Minera Corona S.A., 2018.

Tabla 16. Reservas Probables de la Mina Yauricocha.

Tipo de mineral	Leyes					
	TMS	Ag/g-t	% Pb	% Cu	% Zn	Au/g-t
Mineral Polimetálico	6'243,660	50.24	0.82	1.18	2.68	0.52
Mineral Sulfuro de cobre	515,000	53.94	0.31	1.59	1.35	0.60
TOTAL	6'758,660	50.52	0.78	1.21	2.58	0.53

Fuente: Memoria Anual de Sociedad Minera Corona S.A., 2018.

Tabla 17. Reservas Probadas y Probables de la Mina Yauricocha.

Tipo de mineral	Leyes					
	TMS	Ag/g-t	% Pb	% Cu	% Zn	Au/g-t
Mineral Polimetálico	7'327,530	49.41	0.83	1.17	2.66	0.53
Mineral Sulfuro de cobre	515,000	53.94	0.31	1.59	1.35	0.60
TOTAL	7'842,530	49.71	0.79	1.20	2.58	0.54

Fuente: Memoria Anual de Sociedad Minera Corona S.A., 2018.

Según datos del Departamento de Geología de la mina Yauricocha, las reservas de minerales cubicadas al 31 de diciembre del 2018 entre probado y probable, ascienden a 7'842,530 TM (Soca Jorge, 2016).

Luego, considerando el ritmo actual de producción de 1'080,000 TM/año, el cálculo de la vida de la mina resulta:

$$Vida\ mina = \frac{7'842,530\ TM}{1'080,000\ TM/año} = 7.26\ años = 7\ años \quad (1)$$

4.1.5. Depreciación.

Considerando el valor de los activos que cuenta la mina Yauricocha en el área de sus operaciones es de US \$ 15'000,000 con un valor de salvamento del 30 % y siendo la vida de la mina de 7 años, la depreciación anual resulta:

$$\text{Valor activos} = \$ 15'000,000$$

$$\text{Valor de salvamento (30\%)} = \$ 4'500,000.$$

$$Depreciación = \frac{\text{Valor activos} - \text{Valor salvamento}}{\text{Vida de la mina}} \quad (2)$$

$$Depreciación = \frac{\$ 15'000,000 - \$ 4'500,000}{7\ años} \quad (3)$$

$$Depreciación = \$ 1'500,000/año \quad (4)$$

4.1.6. Costo de Operación y Producción.

Los costos de operación y producción actuales están dados por los rubros que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 18. Costos de Operación y Producción de la Mina Yauricocha.

ITEM	US \$/TM
Exploraciones y desarrollos	11.48
Explotación	6.12
Costos directos mina	19.47
Beneficio	24.83
Costos directos planta	27.23
Gastos administrativos	15.64
Gastos de ventas	19.91
Gastos financieros	17.61
Total US \$/TM=	142.29

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.7. Inversiones.

El monto de inversiones para construcción de labores subterráneas y equipamiento resulta en US \$ 22'439,375 con el siguiente detalle:

Tabla 19. Inversiones de Sociedad Minera Corona S.A.

MINA:	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
LABORES:			US\$	US\$	US\$
Rampa acceso, 4.0 x 4.5 m.	mts.	2,000	550	1,100,000	
By Pass de 3.5 x 3.5 m.	mts.	2,500	450	1,125,000	
Ventana de 3.5 x 3.5 m.	mts.	2,000	450	900,000	
Chimenea de 1.5 x 1.5 m. (Raise Bore)	mts.	3,000	400	1,200,000	
Construcción de galerías 4.0 x 4.5 m.	mts.	5,000	550	2,750,000	
Construcción de subniveles de 3.5 x 3.5 m.	mts.	4,500	450	2,025,000	
Profundización pique mascota	mts.	500	950	475,000	
Construcción inclinado central	mts.	650	750	487,500	10,062,500
EQUIPOS:					
Compresoras, tableros, tuberías, instalación				200,000	
Casa bomba, bombas, tuberías, accesorios e instalaciones				950,000	
Winche, motor, tableros, instalaciones eléctricas pique Mascota e inclinado				2,300,000	
Ventiladoras eléctricas de 60,000 CFM.				100,000	3,550,000
PLANTA CONCENTRADORA:					
Adquisición de equipos: Chancado, molienda, flotación, secado y otros				2,500,000	
Obras civiles planta concentradora				750,000	
Ampliación de la cancha de relaves				1,200,000	
Recrecimiento del dique de relaves 4ta.Etapa				1,450,000	5,900,000
SUB TOTAL					19,512,500
Imprevistos 10%					1,951,250
Escalamiento 5%					975,625
TOTAL INVERSIONES					22,439,375

Fuente: Sociedad Minera Corona S.A.

El capital de trabajo se estima en \$ 3'776,750.

Por tanto:

La inversión total será: \$ 22'439,375 + \$2'560,625 = \$ 25'000,000.

4.1.8. Financiamiento.

El capital requerido será financiado por una entidad financiera, con garantía de activos que posee la empresa, a un costo de oportunidad del capital (COK) del 15% anual y pagadero en cuotas trimestrales y durante 1 año cuya amortización se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 20. Cuadro de Amortización del Préstamo.

COK= 3.56%				
Fecha o periodo transcurrido (trimestres)	Pago	Interés	Amortización	Saldo
0				25,000,000.00
1	6,815,298.348	888,951.91	5,926,346.44	19,073,653.56
2	6,815,298.348	678,222.43	6,137,075.92	12,936,577.64
3	6,815,298.348	459,999.82	6,355,298.53	6,581,279.11
4	6,815,298.348	234,017.62	6,581,280.72	-1.61
Total	27,261,193.392	2,261,191.78	25,000,001.61	

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.9. Estados Financieros.

Con el objetivo de realizar la evaluación económica del proyecto de explotación de minerales con el método de subniveles con aplicación de taladros largos, ha sido conveniente elaborar los estados de ganancias y pérdidas, así como también el flujo de fondos con un rendimiento de 83% y cuyo horizonte de análisis es de 5 trimestres, los cuales se detallan en el cuadro siguiente:

Tabla 21. Estados Financieros de Sociedad Minera Corona S.A.

ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS						
TRIMESTRE	0	I	II	III	IV	V
Producción TM		225,000	225,000	225,000	225,000	225,000
Valor de la Producción		183,843,000	183,843,000	183,843,000	183,843,000	183,843,000
Costo de Producción		32,015,250	32,015,250	32,015,250	32,015,250	32,015,250
UTILIDAD BRUTA		151,827,750	151,827,750	151,827,750	151,827,750	151,827,750
Depreciación		375,000	375,000	375,000	375,000	375,000
Utilidad antes de impuestos		151,452,750	151,452,750	151,452,750	151,452,750	151,452,750
Impuestos (30%)		45,435,825	45,435,825	45,435,825	45,435,825	45,435,825
UTILIDAD NETA		106,016,925	106,016,925	106,016,925	106,016,925	106,016,925
FLUJO DE CAJA						
INGRESOS						
Utilidad neta		106,016,925	106,016,925	106,016,925	106,016,925	106,016,925
Depreciación		375,000	375,000	375,000	375,000	375,000
Total ingresos		106,391,925	106,391,925	106,391,925	106,391,925	106,391,925
EGRESOS						
Intereses		888,952	678,222	460,000	234,018	
Amortizaciones		5,926,346	6,137,076	6,355,299	6,581,281	
Inversiones	25,000,000					
Total egresos		6,815,298	6,815,298	6,815,298	6,815,298	
FLUJO NETO	-25,000,000	99,576,627	99,576,627	99,576,627	99,576,627	106,391,925

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.10. Valor Actual Neto (VAN).

Para hallar el valor actual del proyecto, se ha tomado los flujos netos de la Tabla 21. Estados Financieros de Sociedad Minera Corona S.A., de la página 72 y asumiendo una tasa de actualización del 30 %, el cálculo del VAN es como sigue:

Tabla 22. Valor Actual Neto (VAN).

TRIMESTRE	FLUJO NETO US\$	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN $1/(1+i)^n$	FLUJO ACTUALIZADO US\$
0	-25,000,000	1.00000	-25,000,000.00
1	99,576,627	0.76923	76,597,405.12
2	99,576,627	0.59172	58,921,080.86
3	99,576,627	0.45517	45,323,908.35
4	99,576,627	0.35013	34,864,544.89
5	106,391,925	0.26933	28,654,438.68
VAN			219,361,377.89

Fuente: Elaboración Propia.

$$\begin{aligned}
VAN &= -25'000,000 + \frac{99'576,627}{(1 + 0.3)^1} + \frac{99'576,627}{(1 + 0.3)^2} \\
&+ \frac{99'576,627}{(1 + 0.3)^3} + \frac{99'576,627}{(1 + 0.3)^4} + \frac{99'576,627}{(1 + 0.3)^5} \quad (5) \\
&= \$ 219'361,377.89
\end{aligned}$$

Po tanto:

$$VAN = \$ 219'361,377.89 \quad (6)$$

Como el $VAN > 0$ y la $TIR > COK$ el proyecto es rentable, por lo que debe ejecutarse.

4.1.11. Tasa Interna de Retorno (TIR).

Usando la fórmula de la Tasa Interna de Retorno (TIR), para lo cual hace uso de la misma fórmula del VAN, haciendo $VAN = 0$, se tiene:

$$\begin{aligned}
VAN &= -25'000,000 + \frac{99'576,627}{(1 + TIR)^1} + \frac{99'576,627}{(1 + TIR)^2} \\
&+ \frac{99'576,627}{(1 + TIR)^3} + \frac{99'576,627}{(1 + TIR)^4} + \frac{99'576,627}{(1 + TIR)^5} = 0 \quad (7)
\end{aligned}$$

Haciendo $1 + TIR = x$, se tiene la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
VAN &= -25'000,000 + \frac{99'576,627}{x^1} + \frac{99'576,627}{x^2} \\
&+ \frac{99'576,627}{x^3} + \frac{99'576,627}{x^4} + \frac{99'576,627}{x^5} = 0 \quad (8)
\end{aligned}$$

Resolviendo:

$$\begin{aligned}
& -25'000,000x^5 + 99'576,627x^4 + 99'576,627x^3 \\
& \quad + 99'576,627x^2 + 99'576,627x \\
& \quad + 99'576,627 = 0
\end{aligned} \tag{9}$$

Resolviendo se obtiene:

$$x = 4.9818$$

$$1 + \text{TIR} = 4.9818$$

$$\text{TIR} = 4.9818 - 1$$

$$\text{TIR} = 3.9818$$

$$\text{TIR} = 398.18\%$$

Por lo que el método de explotación es muy rentable.

4.1.12. Período de Retorno.

Trimestre	Flujo	Flujo Acumulado
1	99'576,627	99'576,627

$$\text{Flujo trimestre 1} = \frac{99'576,627}{3} = \$ 33'192,209/\text{mes} \tag{10}$$

Cálculo del flujo diario:

$$\text{Flujo diario} = \frac{33'192,209}{30} = \$ 1'106,407/\text{mes} \tag{11}$$

$$\text{Días necesarios} = \frac{25'000,000}{1'106,407} = 22.60 = 23 \text{ días} \tag{12}$$

El tiempo necesario para recuperar el capital es solo 23 días de acuerdo a los cálculos desarrollados.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

1. Según la hipótesis planteada la optimización de los costos de producción mediante la aplicación del sub level caving con taladros largos incrementa la rentabilidad de la mina Yauricocha..
2. El incremento de la producción a un de tonelaje de 3,000 TMD en la Mina Corona S.A. generará mayores expectativas llegando a competir en el mercado mundial, lo cual optimizará los resultados, obteniendo un VAN = \$ 219'361,377.89 > 0
3. La inversión en equipos modernos van a permitir a la empresa minera ubicarse en la vanguardia de la producción y también esta optimización exige la preparación y práctica sin descuidar la parte social que engloba a sectores que se encuentran ubicados en el área de influencia de la mina.
4. En el estudio se ha determinado como actividad critica en los trabajos mineros la falta de supervisión, por lo que es necesario reforzar esta actividad para tener mejores resultados.
5. En el proceso de la aplicación de la optimización de la producción en la mina Yauricocha se debe aplicar la “Educación Ambiental”, desarrollando a una agresiva sobre el medio ambiente.

4.3. Prueba de hipótesis

1) Proponer las hipótesis H_0 y H_1 :

Sea:

H_0 : La optimización de los costos de producción no incrementaría la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

H_1 : La optimización de los costos de producción si incrementaría la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

Para la prueba de hipótesis se tienen los datos del valor actual neto y la tasa interna de retorno para los sistemas de explotación tradicional y optimizada.

Tabla 23. Análisis de Rentabilidad de la Mina Yauricocha con el Método de Explotación Tradicional y Mecanizada.

LABOR	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL		SISTEMA DE EXPLOTACIÓN MECANIZADA (SUB LEVEL CAVING)	
	VAN (\$)	TIR	VAN (\$)	TIR
1	146,836,528.03	279.72%	219,361,378.65	398.21%
2	144,400,958.27	275.70%	216,925,808.90	394.21%
3	141,965,388.52	271.69%	214,490,239.14	390.21%
4	139,529,818.77	267.68%	212,054,669.39	386.20%
5	137,094,249.02	263.67%	209,619,099.64	382.20%

Fuente: Elaboración Propia.

2) Prueba de normalidad:

Usando el SPSS y el estadístico T de Student para dos muestras independientes, tenemos:

Tabla 24. Prueba de Normalidad de los Datos.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Sistemas de explotación		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Valor Actual Neto	Sistema convencional	.136	5	.200*	.987	5	.967
	Sistema mecanizado	.136	5	.200*	.987	5	.967
Tasa Interna de retorno	Sistema convencional	.136	5	.200*	.987	5	.967
	Sistema mecanizado	.137	5	.200*	.987	5	.967

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: *Elaboración Propia.*

Gráfico Q-Q normal de Valor Actual Neto para Explotación= Sistema convencional

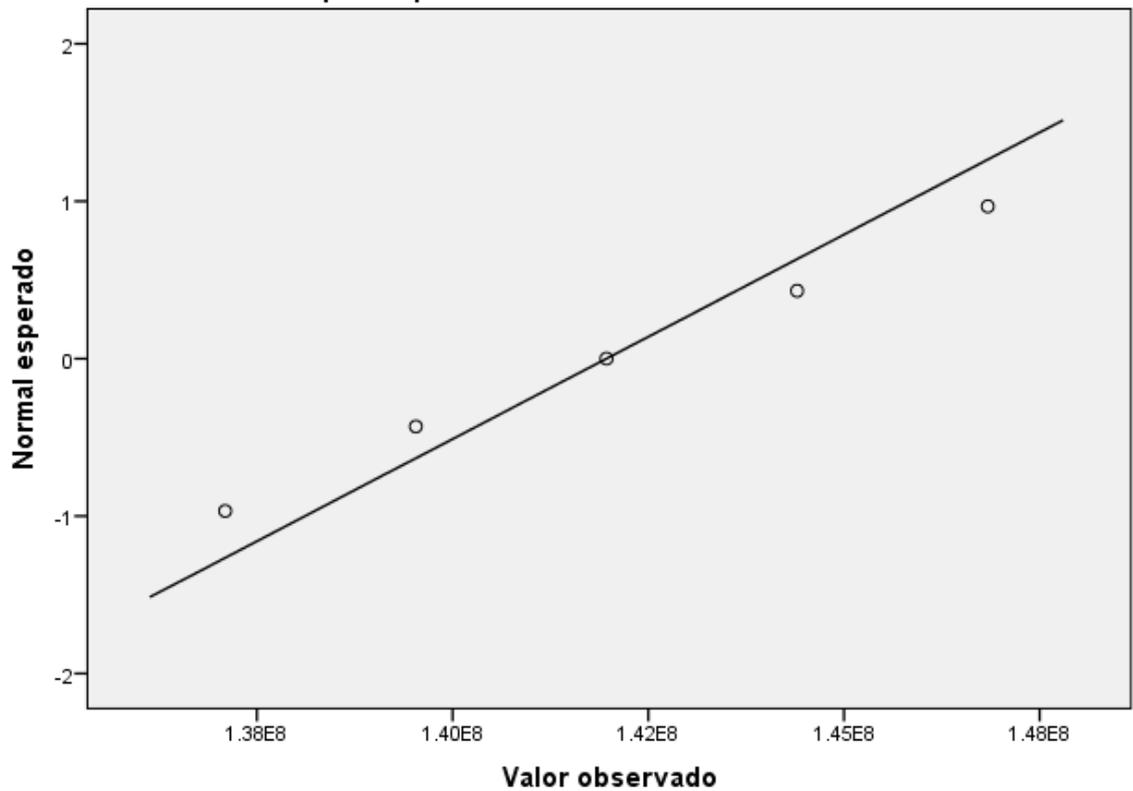


Figura 27. Gráfico de Normalidad del VAN para el Sistema de Explotación Convencional de la Mina Yauricocha.

Fuente: *Elaboración Propia.*

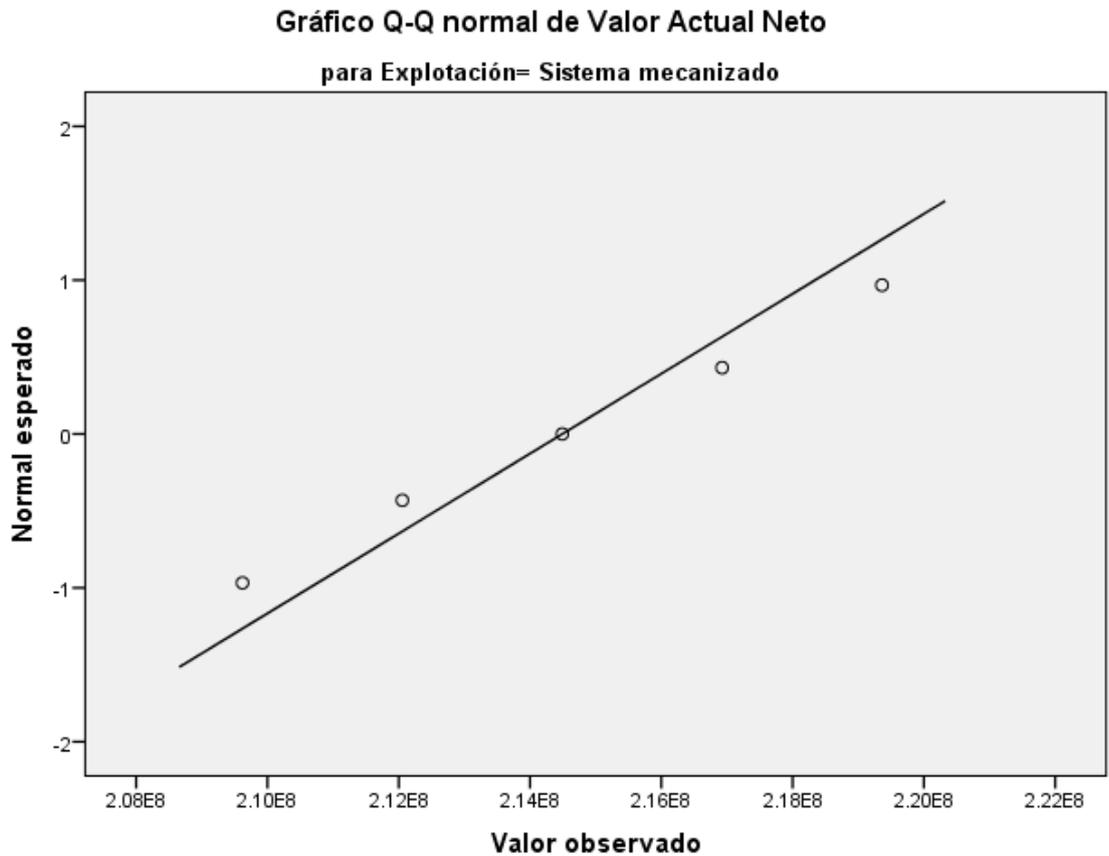


Figura 28. Gráfico de Normalidad para el Sistema Mecanizado en la Mina Yauricocha.

Fuente: Elaboración Propia.

Según Shapiro-Wilk, por ser $n \leq 30$, tenemos:

Para el sistema convencional:

$$P_{\text{val}} = 0.967$$

Para el sistema mecanizado (sub level caving):

$$P_{\text{val}} = 0.967$$

Como $P_{\text{val}} > 0.05$ en ambos casos, entonces los datos provienen de una distribución normal.

3) Cálculo de la Prueba de Igualdad de Varianzas:

Esta prueba se hace junto con la prueba de T de Student:

Tabla 25. Cálculo del Pvalor para el T de Student.

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Valor Actual Neto	Se han asumido varianzas iguales	.000	1.000	29.777	8	.000	72524850.62200	2435569.75250	78141284.54283	66908416.70117
	No se han asumido varianzas iguales			29.777	8.000	.000	72524850.62200	2435569.75250	78141284.54283	66908416.70117
Tasa Interna de retorno	Se han asumido varianzas iguales	.000	.996	29.573	8	.000	-1.1851400	.0400750	-1.2775532	-1.0927268
	No se han asumido varianzas iguales			29.573	8.000	.000	-1.1851400	.0400750	-1.2775533	-1.0927267

Fuente: Elaboración Propia.

Observando la prueba de Levene para igualdad de varianzas, se tiene:

$$P_{\text{valor}} = 1.00$$

Como $P_{\text{valor}} > 0.05$, entonces las varianzas son iguales.

4) Cálculo de Pvalor para el T de Student:

Observando la Tabla 25 se tiene:

$P_{\text{valor}} = 0.00$. Se toma el valor superior, porque se ha asumido varianzas iguales.

Como:

H_0 : La optimización de los costos de producción no incrementaría la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

H₁: La optimización de los costos de producción sí incrementaría la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

Además, como $P_{valor} < 0.05$, entonces se rechaza la H₀ y se acepta la hipótesis alterna.

Por lo que la optimización de los costos de producción sí incrementa la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.

Conclusión:

LA OPTIMIZACIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN SÍ INCREMENTARÍA LA RENTABILIDAD DE LA MINA YAURICOCHA DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.

4.4. Discusión de resultados

De los resultados obtenidos de los sistemas de explotación convencional y mecanizado (sub level caving) se tienen:

Para el Valor Actual Neto (VAN):

La media del VAN del sistema convencional = \$ 141'965,388.52

La media del VAN del sistema mecanizado (sub level caving) = \$ 214'490,239.14

Para la Tasa Interna de Retorno (TIR):

La media de la TIR del sistema convencional = 271.692 %

La media de la TIR del sistema mecanizado (sub level caving) = 390.206 %

En la Tabla 26, Tabla 27, Figura 30, Figura 31 y Figura 32 de las páginas 81, 82, 83, 83, 84 y 84 se muestran los resultados.

Tabla 26. Estadísticos Descriptivos del Valor Actual Neto (VAN) de los Sistemas de Explotación Convencional y Mecanizado (Sub Level Caving) en la Mina Yauricocha.

				Descriptivos	
		Sistemas de explotación		Estadístico	Error típ.
Valor Actual Neto	Sistema convencional	Media		141965388.5220	1722207.88769
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	137183772.8621	
			Límite superior	146747004.1819	
		Media recortada al 5%		141965388.5217	
		Mediana		141965388.5200	
		Varianza		1483000042143.332	
		Desv. típ.		3850973.90827	
		Mínimo		1.37E+008	
		Máximo		1.47E+008	
		Rango		9742279.01	
	Amplitud intercuartil		7306709.25		
	Asimetría		.000	.913	
	Curtosis		-1.200	2.000	
	Sistema mecanizado	Media		214490239.1440	1722207.88840
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	209708623.4821	
			Límite superior	219271854.8059	
		Media recortada al 5%		214490239.1439	
		Mediana		214490239.1400	
		Varianza		14830000054321.277	
		Desv. típ.		3850973.90985	
Mínimo		2.10E+008			
Máximo		2.19E+008			
Rango		9742279.01			
Amplitud intercuartil		7306709.26			
Asimetría		.000	.913		
Curtosis		-1.200	2.000		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 27. Estadísticos Descriptivos de la Tasa Interna de Retorno (TIR) de los Sistemas de Explotación Convencional y Mecanizado (Sub Level Caving) en la Mina Yauricocha.

Descriptivos				
	Sistemas de explotación	Estadístico	Error típ.	
Tasa Interna de retorno	Media	2.716920	.0283691	
	Límite inferior	2.638155		
	Intervalo de confianza para la media al 95%			
	Límite superior	2.795685		
	Media recortada al 5%	2.716917		
	Mediana	2.716900		
	Sistema convencional	Varianza	.004	
	Desv. típ.	.0634353		
	Mínimo	2.6367		
	Máximo	2.7972		
	Rango	.1605		
	Amplitud intercuartil	.1204		
	Asimetría	.002	.913	
	Curtosis	-1.198	2.000	
	Media	3.902060	.0283055	
	Límite inferior	3.823471		
	Intervalo de confianza para la media al 95%			
	Límite superior	3.980649		
	Media recortada al 5%	3.902061		
	Mediana	3.902100		
Sistema mecanizado	Varianza	.004		
Desv. típ.	.0632930			
Mínimo	3.8220			
Máximo	3.9821			
Rango	.1601			
Amplitud intercuartil	.1201			
Asimetría	-.001	.913		
Curtosis	-1.202	2.000		

Fuente: elaboración Propia.

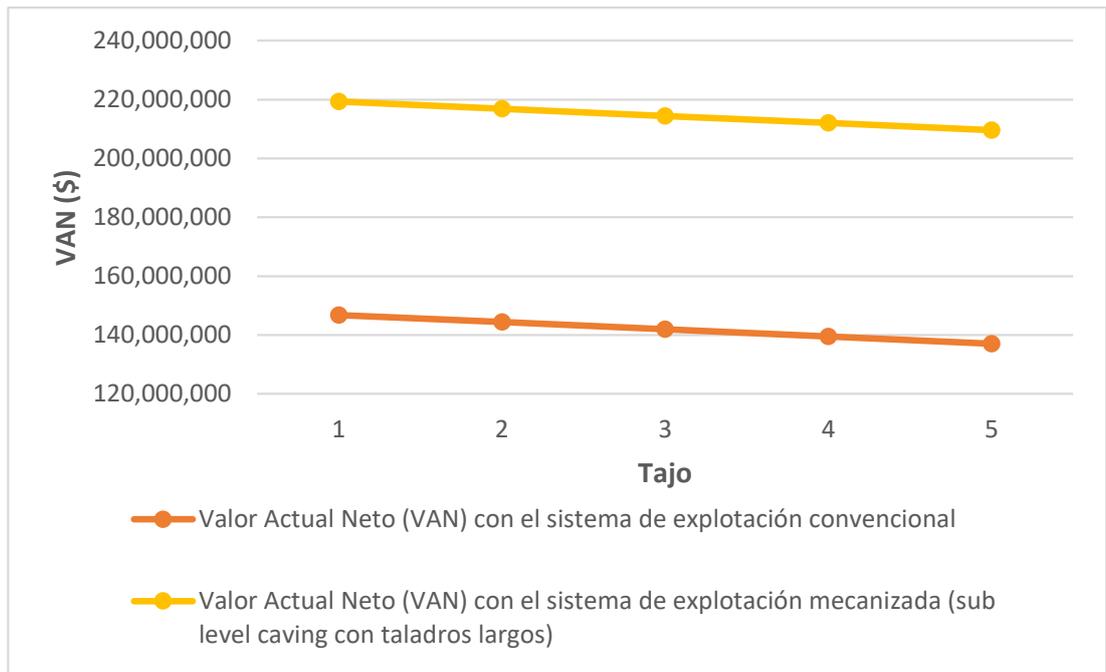


Figura 29. Valor Actual Neto (VAN) de los Sistemas Convencional y Mecanizado (Sub Level Caving) en la Mina Yauricocha.

Fuente: Elaboración Propia.

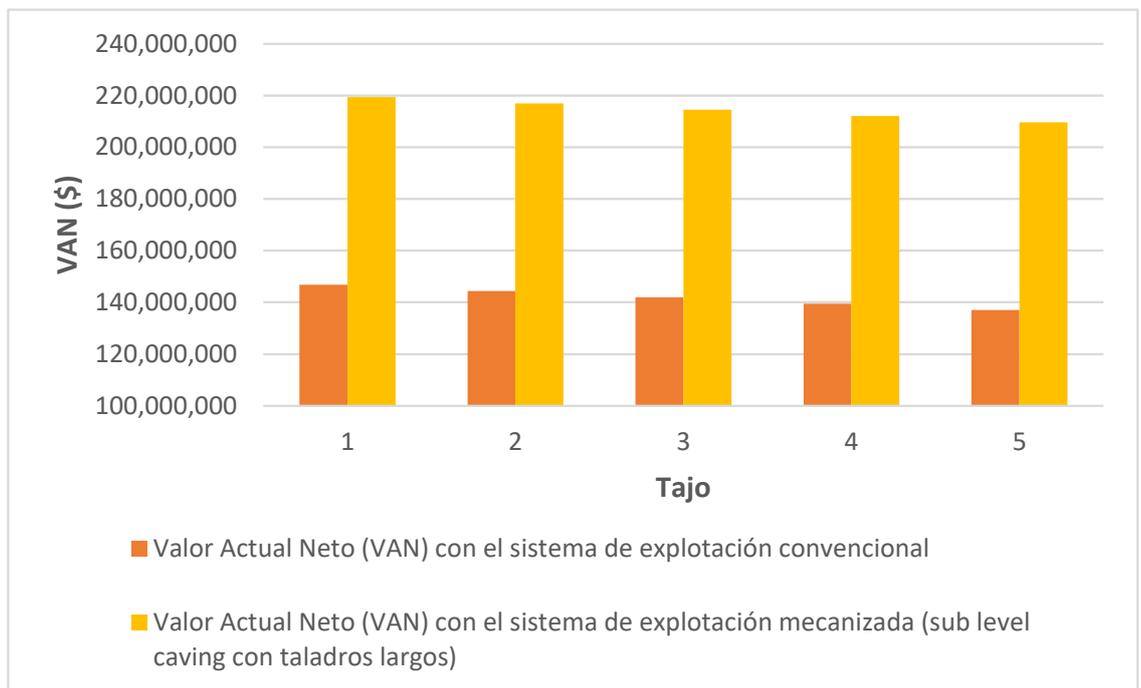


Figura 30. Valor Actual Neto (VAN) de los Sistemas de Explotación Convencional y Mecanizado (Sub Level Caving) en la Mina Yauricocha.

Fuente: Elaboración Propia.

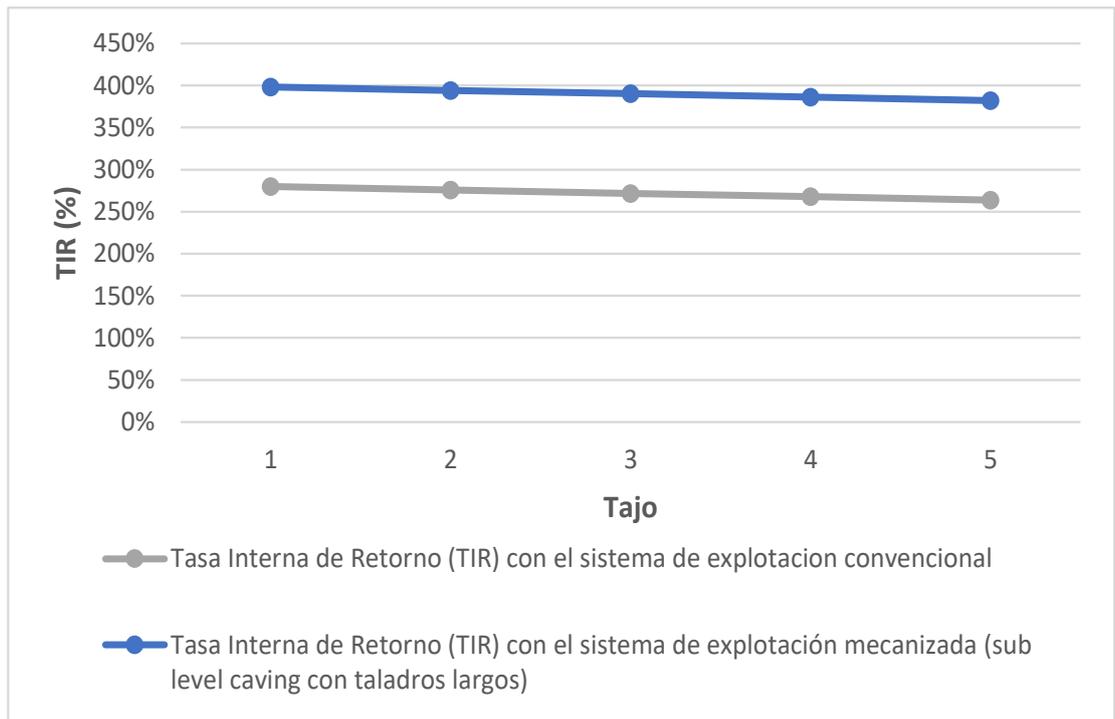


Figura 31. Tasa Interna de Retorno (TIR) de los Sistemas de Explotación Convencional y Mecanizado (Sub Level Caving) en la Mina Yauricocha.

Fuente: Elaboración Propia.

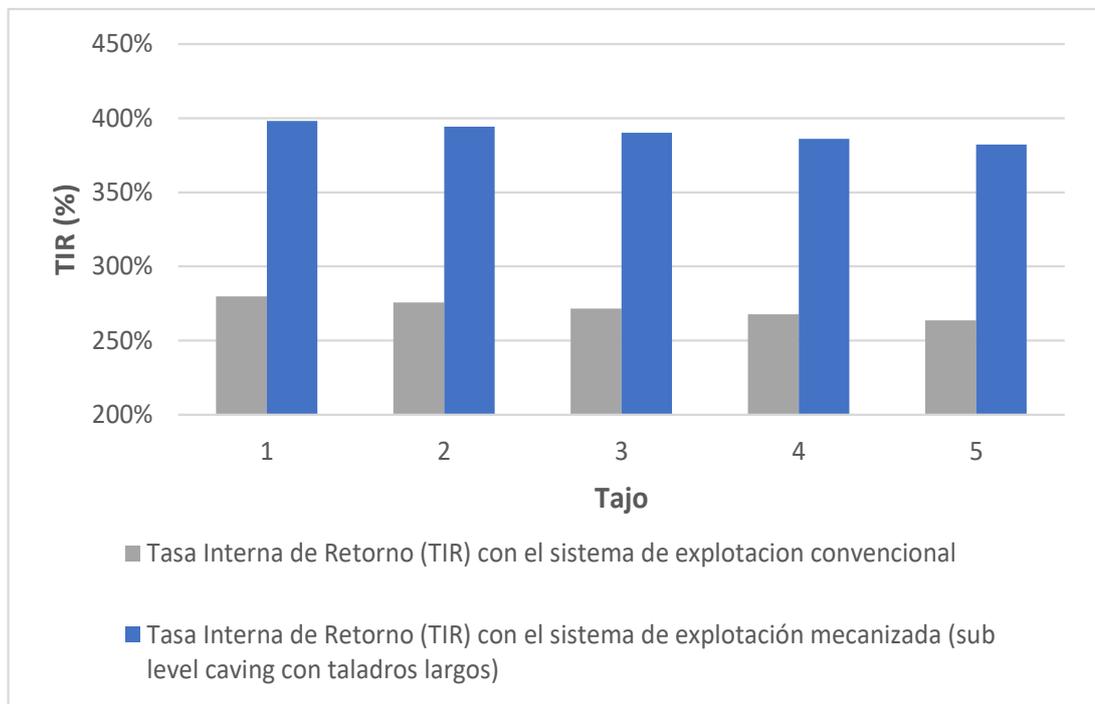


Figura 32. Tasa Interna de Retorno (TIR) de los Sistemas de Explotación Convencional y Mecanizado (Sub Level Caving) en la Mina Yauricocha.

Fuente: Elaboración Propia.

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se desprenden del desarrollo de esta tesis son las siguientes:

1. De acuerdo al análisis de la alta dirección de la Empresa Minera la Sociedad Minera Corona S.A. se ha determinado que la minera tiene contrato para aumentar la producción de concentrados, por lo que Corona S.A. debe mantener la producción de los últimos años con una producción de mineral de cabeza de 3,000TMD.
2. Las reservas de la mina cubicadas al 31 de diciembre del 2018, resultan entre probado y probable la cantidad de 7'842,530 TMS con leyes de 49.71 Ag/g-t, 1.20 % Cu, 0.79 % de Pb, 2.58% de Zn y 0.54 Au/g-t.
3. Para desarrollar los trabajos de excavaciones mineras subterráneas se deben emplear los siguientes equipos: el jumbo colibrí de un solo brazo para la perforación y el scoop de 2.5 yd³ para la limpieza.
4. La Empresa Minera para lograr los resultados de la optimización de la producción requiere realizar una inversión de US\$ 30'000,000, cuyo monto de capital debe estar destinado a la construcción de labores de desarrollo y preparación de la mina así como también en el capital de trabajo.
5. Como resultado de la evaluación económica y financiera del proyecto de optimización, tomando en cuenta los precios actuales de los metales y el costo de oportunidad del capital, el proyecto es de alta rentabilidad obteniéndose un VAN de \$ 219'361,377.89 y una TIR de 398.18%.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones son:

1. Se recomienda que el método de explotación de sub level caving convencional debe ser reemplazado por el método mecanizado con el objetivo de incrementar la producción de la mina.
2. La empresa minera debe desarrollar y continuar con los programas de exploración a fin de ubicar nuevas reservas para prolongar la vida de la mina.
3. Realizar de forma permanente la reforestación de la zona con plantas nativas con la finalidad de garantizar su sostenibilidad.
4. Se recomienda la capacitación permanente de los trabajadores con el fin de evitar los accidentes por desprendimiento de rocas y por causa de desconocimiento del funcionamiento de los nuevos equipos y maquinarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, H. . E. K. (2012). *Aspects of Evaluating Mining Projects*.
- Arroyo, P., & Vásquez, R. (2005). Ingeniería Económica ¿Cómo medir la rentabilidad de un proyecto". In *NASPA Journal* (Vol. 42, Issue 4).
- Ballington, I., Bondi, E., Hudson, J., Lane, G., & Symanowitz, J. (2004). A practical application of an economic optimisation model in an underground mining environment. *Orebody Modelling and Strategic Mine Planning*.
- Blank, L., & Tarquin, A. (1972). *Engineering Economy*.
<https://doi.org/10.1201/9780203908587-42>
- Burksaitiene, D. (2009). Measurement of value creation : economic value added and net present value. *Economics & Management*, 2002, 709–714.
- Cairo Camarena, G. C. (2019). Diseño de malla de perforación y voladura para estandarizar en el método de explotación Sub Level Caving. *Universidad Continental*.
- Camhi Andrade, J. F. (2012). *Optimización de los procesos de desarrollo y construcción en minería de Block Caving. Caso estudio mina El Teniente Codelco Chile*.
- Castellano Sanchez, C. A., Maque Vilca, A., & Jun, Y. (2015). *Proyecto de ampliación de operaciones para incrementar la capacidad de producción de una pequeña mina subterránea*.
- Córdova-Mondragón, M. L. (2019). Análisis del método de Corte y relleno ascendente semimecanizado, frente al método Long wall en la producción de mineral del tajo 6520, Nv 2760, Compañía Minera Poderosa S.A. *Tesis*, 1–110.
<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1899/MIN-COR-MON-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Csiminga, D., & Ilouiu, M. (2007). Economic Analysis of Mining Projects. *Fascicle of Management and Technological Engineering*, VI(XVI), 2094–2098.
- Dar, S. A., Lone, N. A., & Shairgojri, A. A. (2022). Plagiarism is Unethical: So Be Original and Don't Plagiarize. *Central Asian Journal of Arts and Design*, 3(6), 21–29.
- Hanafizadeh, P., & Latif, V. (2011). Robust net present value. *Mathematical and Computer Modelling*, 54(1), 233–242.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mcm.2011.02.005>
- Hou, J., Xu, C., Dowd, P. A., & Li, G. (2019). Integrated optimisation of stope boundary and access layout for underground mining operations. *Mining Technology*, 128(4), 193–205.
- Inga Colonia, C. (2019). Memoria anual 2018, Sociedad Minera Corona S. A. *Sociedad Minera Crona S.A.* <https://www.mineracorona.com.pe/wp-content/uploads/2018/04/Memoria-Anual-SMC-2018.pdf>
- Laurente, R. G. (2017). *Uso de shotcrete vía húmeda con fibra metálica y su influencia en la caída de rocas en Sociendad Minera Corona SA-Yauricocha.*
- Leland Blank, A., & Anthony Tarquin, P. E. (2005). *Engineering economy*. McGraw-Hill.
- Lind, D. A., Marchal, W. G., Wathen, S. A., Obón León, M. del P., & León Cárdenas, J. (2015). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Mirakovski, D., Krstev, B., Krstev, A., & Petrovski, F. (2009). Mine Project Evaluation Techniques. *Natural Resources and Technologies*, 3(3), 7.
- Morley, C., Snowden, V., & Day, D. (1999). *Financial impact of resource / reserve uncertainty*. *December*, 293–301.

- Muñoz Bernardo, M. M. (2006). *Ampliación de producción de la unidad minera Chungar de 2000 TMD a 3000 TMD.*
- Music Garrido, A. A. (2007). *Diagnóstico y optimización de disparos en desarrollo horizontal, Mina El Teniente.*
- Patiño Gallo, H. D. (2022). *Simulación del Sistema de Ventilación, con el uso del software Ventsim Premium , a fin de optimizar el aire en las labores subterráneas. Mina Central - U.M. Yauricocha.* 1–110.
- Pino, R. (2018). *Metodología de la investigación: Elaboración de diseños para contrastar hipótesis.* San Marcos.
- Quispe-Matos, K. A. (2013). Evaluacion Geomecanica para la eleccion de tipo de sostenimiento en el tunel Yauricocha del Nv.720,Sociedad Minera Corona S:A: *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ramos Camac, C. G. (2021). Estudio geomecánico local para la construcción del taller de mantenimiento nivel 870 Unidad Minera Yauricocha. *Universidad Continental.*
- Runge, I. (1998). Mining Economics and Strategy. In *Choice Reviews Online* (Vol. 36, Issue 10). Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.
- Sandoval Bonilla, F. J. M. (2020). *Estudio Geomecánico para un Óptimo Diseño de la Excavación y Sostenimiento - Mina Yauricocha S.A. Región Lima.*
- Soca Jorge, P. (2016). *Evaluación técnico económica para ampliar la producción de 1500 tmd a 3000 tmd mina Yauricocha-Sociedad Minera Corona SA.*

ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos

Tabla 28. Cuadro de Leyes, Reservas de Mineral de la Mina Yauricocha al 31 de Diciembre del 2015-MINERAL PROBADO.

CUERPO	POTENCIA Mts.	TONELAJE TMS	LEYES			
			Oz/TM Ag	% Cu	% Pb	% Zn
Cuye						
Mascota						
Sasacaca						
Sur Medio						
Maritza						
TOTAL:						
PROMEDIO						

Fuente: Sociedad Minera Corona S.A.

Tabla 29. Cuadro de Leyes, Reservas de Mineral de la Mina Yauricocha al 31 de Diciembre del 2015-MINERAL PROBADO.

CUERPO	POTENCIA Mts	TONELAJE TMS	LEYES			
			Oz/TM Ag	% Cu	% Pb	% Zn
Cuye						
Mascota						
Sasacaca						
Sur Medio						
Maritza						
TOTAL:						
PROMEDIO						

Fuente: Sociedad Minera Corona S.A.

Tabla 30. Cuadro de Leyes, Reservas de Mineral de la Mina Yauricocha al 31 de Diciembre del 2015-MINERAL PROBADO.

CATEGORIA	POTENCIA Mts.	TONELAJE TMS	LEYES			
			Oz/TM Ag	% Cu	% Pb	% Zn
PROBADO						
PROBABLE						
TOTAL:						
PROMEDIO						

Fuente: Sociedad Minera Corona S.A.

Tabla 31. Costo de Explotación del Método de Sub Level Caving Mecanizado

UNIDAD DE PRODUCCIÓN:	Tajeo	Longitud barra:	3.60 m.			
TIPO DE MATERIAL:	Mineral	Eficiencia voladura:	90%			
INCLUYE: Incluye limpieza scoop hasta los 1.50 m.		N° de taladros perforados:	30			
		N° de taladros disparados:	30			
FECHA DE ELABORACIÓN:	mar-20	Metros perforados:	97.2 m.			
TIPO DE CAMBIO:	3.50	Volumen roto:	405 m ³			
		Tonelaje roto:	1,093.50 m ³			
		Densidad mineral:	2.70 TM/m ³			
		Factor de potencia:	1.11 kg/TM			
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (US\$)	PARCIAL	TOTAL \$
1.00	MANO DE OBRA					
	Jumbero	h/h				
	Ayudante jumbero	h/h				
	Cargadores	h/h				
	Ayudante de cargador	h/h				
	Operador de scoop	h/h				
	Capataz	h/h				
	Bodeguero	h/h				
	Leyes sociales (65%)					
2.00	MATERIALES					
	Fulminante fanel	U				
	Fulminante N° 6	U				
	Conectores	U				
	Guía de seguridad	m				
	Pentacord	m				
	Dinamita 65%	kg				
	Anfo	kg				
	Aceros de perforación 41 mm.	mp				
3.00	IMPLEMENTOS Y HERRAMIENTAS					
	Implementos de seguridad	% mo				
	Herramientas	% mo				
4.00	EQUIPOS					
	Jumbo de 01 brazo	h-m				
	Scoop de 2.5 yd3	h-m				
5.00	SOSTENIMIENTO					
	Cimbras H-6	U				
	Planchas metálicas de 1.50 x 2.40 m.	U				
COSTO DIRECTO						
GASTOS GENERALES 36.00%						
UTILIDAD 10%						
COSTO TOTAL US\$						
TONELAJE PRODUCIDO (TM)						
COSTO POR TONELADA \$/TM						

Tabla 32. Valor del Mineral en la Mina Yauricocha.

Item	\$/TM
Valor total de 1 TM de mineral de cabeza con contenido de Ag-Cu	
Valor total de 1 TM de mineral de cabeza con contenido de Plomo	
Valor total de 1 TM de mineral de cabeza con contenido de Zinc	

Fuente: Sociedad Minera Corona S.A.

Tabla 33. Costos de Operación y Producción de la Mina Yauricocha.

ITEM	US \$/TM
Exploraciones y desarrollos	
Explotación	
Costos directos mina	
Beneficio	
Costos directos planta	
Gastos administrativos	
Gastos de ventas	
Gastos financieros	
Total US \$/TM=	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 34. Inversiones de Sociedad Minera Corona S.A.

MINA:	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
LABORES:			US\$	US\$	US\$
Rampa acceso, 4.0 x 4.5 m.	mts.				
By Pass de 3.5 x 3.5 m.	mts.				
Ventana de 3.5 x 3.5 m.	mts.				
Chimenea de 1.5 x 1.5 m. (Raise Bore)	mts.				
Construcción de galerías 4.0 x 4.5 m.	mts.				
Construcción de subniveles de 3.5 x 3.5 m.	mts.				
Profundización pique mascota	mts.				
Construcción inclinado central	mts.				
EQUIPOS:					
Compresoras, tableros, tuberías, instalación					
Casa bomba, bombas, tuberías, accesorios e instalaciones					
Winche, motor, tableros, instalaciones eléctricas pique Mascota e inclinado					
Ventiladoras eléctricas de 60,000 CFM.					
PLANTA CONCENTRADORA:					
Adquisición de equipos: Chancado, molienda, flotación, secado y otros					
Obras civiles planta concentradora					
Ampliación de la cancha de relaves					
Recrecimiento del dique de relaves 4ta.Etapa					
SUB TOTAL					
Imprevistos 10%					
Escalamiento 5%					
TOTAL INVERSIONES					

Fuente: Sociedad Minera Corona S.A.

Tabla 35. Cuadro de Amortización del Préstamo.

COK=				
Fecha o periodo transcurrido (trimestres)	Pago	Interés	Amortización	Saldo
0				
1				
2				
3				
4				
Total				

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 36. Estados Financieros de Sociedad Minera Corona S.A.

ESTADO DE GANANCIAS Y PÉRDIDAS						
TRIMESTRE	0	I	II	III	IV	V
Producción TM						
Valor de la Producción						
Costo de Producción						
UTILIDAD BRUTA						
Depreciación						
Utilidad antes de impuestos						
Impuestos (30%)						
UTILIDAD NETA						
FLUJO DE CAJA						
INGRESOS						
Utilidad neta						
Depreciación						
Total ingresos						
EGRESOS						
Intereses						
Amortizaciones						
Inversiones						
Total egresos						
FLUJO NETO						

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 37. Valor Actual Neto (VAN).

TRIMESTRE	FLUJO NETO US\$	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN $1/(1+i)^n$	FLUJO ACTUALIZADO US\$
0			
1			
2			
3			
4			
5			
VAN			

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2. Matriz de consistencia

“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN E INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA MINA YAURICOCHA DE SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>General</p> <p>¿Cómo la optimización de los costos de producción incrementará la rentabilidad en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.?</p>	<p>General</p> <p>Incrementar la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A. mediante la optimización de los costos de producción.</p>	<p>General</p> <p>La optimización de los costos de producción incrementaría la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p>	<p>Variable Independiente (X)</p> <p>X = La optimización de los costos de producción en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p> <p>Variable Dependiente (Y)</p> <p>Y = El incremento de la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p>	<p>Nivel: Descriptivo.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Método: No experimental. Hipotético deductivo.</p>
<p>Específico 1</p> <p>¿Cómo la optimización de los costos de perforación y voladura incrementarán la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.?</p>	<p>Específico 1</p> <p>Incrementar la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A. mediante la minimización de los costos de perforación y voladura.</p>	<p>Específico 1</p> <p>La minimización de los costos de perforación y voladura incrementaría la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p>	<p>Variable Independiente (X)</p> <p>X = La optimización de los costos de producción en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p> <p>INDICADORES:</p> <p>X₁ = La minimización de los costos de perforación y voladura</p>	<p>Diseño: No experimental.</p>

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Específico 2</p> <p>¿Cómo la optimización de los costos de carguío y transporte mejorarán la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.?</p>	<p>Específico 2</p> <p>Mejorar la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A. mediante la optimización de los costos de carguío y transporte.</p>	<p>Específico 2</p> <p>La optimización de los costos de carguío y transporte mejoraría la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p>	<p>en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p> <p>X_2 = La optimización de los costos de carguío y transporte de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p> <p>X_3= La optimización de los costos de sostenimiento en la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p> <p>Variable Dependiente (Y)</p> <p>Y = El incremento de la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p> <p>INDICADORES:</p> <p>Y_1= Valor Actual Neto (VAN)</p> <p>Y_2= Tasa Interna de Retorno (TIR)</p>	
<p>Específico 3</p> <p>¿Cómo la optimización de los costos de sostenimiento mejorará la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.?</p>	<p>Específico 3</p> <p>Mejorar la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A. mediante la optimización de los costos de sostenimiento de las excavaciones mineras subterráneas.</p>	<p>Específico 3</p> <p>La optimización de los costos de sostenimiento de las excavaciones mineras subterráneas mejoraría la rentabilidad de la mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.</p>		

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 1. Panel Fotográfico.



*Figura 33. Campamento Chumpe de Sociedad Minera Corona S.A.
Fuente: Elaboración Propia.*



*Figura 34. Campamento Chumpe de Sociedad Minera Corona S.A.
Elaboración Propia.*



Figura 35. Sostenimiento con Cimbras Metálicas en la Mina Yauricocha.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 36. Laboratorio de Agregados en el Interior Mina.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 37. Cilindros de Acelerante Sigunit L-60 AF Plus, Libre de Alcalis.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 38. Bolsa de Fibra de Acero Sika Fiber CHO 65/35 NB.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 39. Manipulación de los Cilindros de Acelerante y Plastificante para ser Descendidos por el Pique.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 40. Transporte de Madera y Cemento Mediante Plataformas al Interior Mina.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 41. Almacén de Cemento Portland en la Planta de Shotcrete (Nv. 920)
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 42. Almacenamiento de Cilindros en la Cámara de Aditivos (Nv. 970)
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 43. Sala de Reuniones de la Mina Yauricocha.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 44. El Autor de la Tesis en la Mina Yauricocha.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 45. Sostenimiento de Labores Subterráneas Mediante el Concreto Lanzado en la Mina Yauricocha.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 46. Trabajos de Sostenimiento en la Mina Yauricocha.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 47. Nivel 300 de la Mina Yauricocha.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 48. El Tesista en el Campamento Chumpe.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 49. El Tesista en la Parte Alta del Campamento Chumpe.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 50. Nivel 300 de la Mina Yauricocha.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 51. Equipos de Perforación en la Mina Yauricocha.
Fuente: Elaboración Propia.

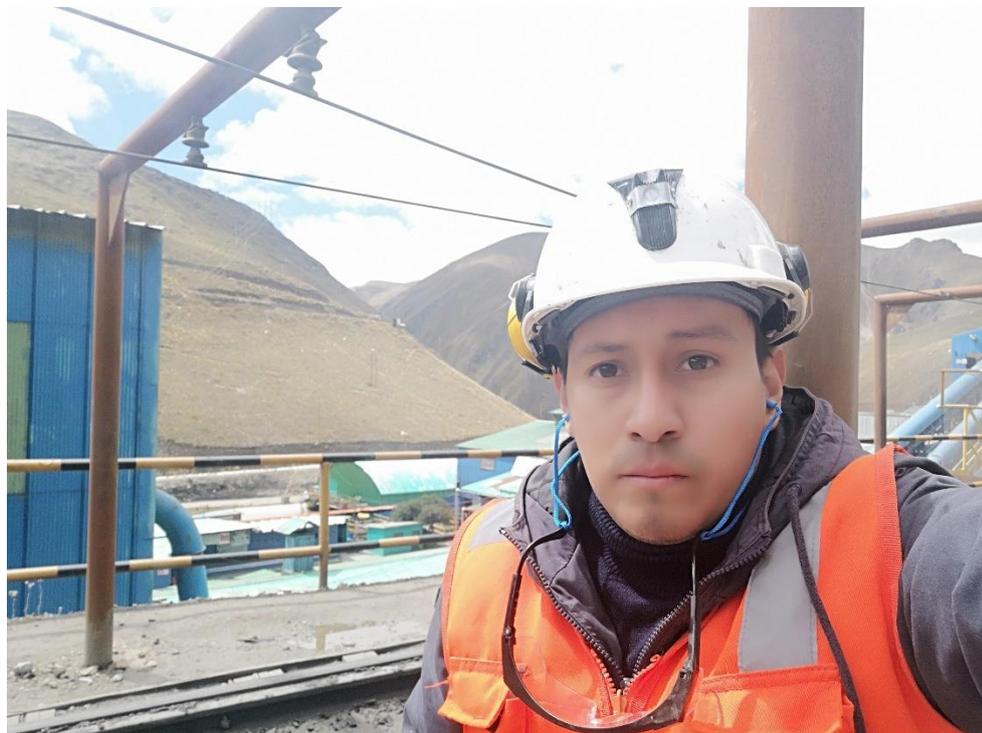


Figura 52. El Tesista en la Mina Yauricocha de Sociedad Minera Corona S.A.
Fuente: Elaboración Propia.