

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Evaluación del sistema de izaje para implementar en el
Pique Coris con fines de extracción de mineral, zona
baja de la Unidad Minera Cobriza Sector IV -
Huancavelica 2019"**

Christian Henry Damian Martinez

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2019

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, agradezco a la Universidad Continental y a los ingenieros quienes fueron fuente de aprendizaje en mi proceso académico, personas de gran sabiduría, quienes se han esforzado por ayudarme y así lograr realizarme como el profesional que soy hoy en día.

DEDICATORIA

A mis padres por haberme inculcado valores y así ser la persona que soy ahora, y muchos de mis logros se los debo a ellos, gracias a la formación que me dieron y la motivación para alcanzar todas mis metas.

ÍNDICE

Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
Índice.....	iv
Lista de tablas	ix
Lista de figuras.....	xi
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción.....	xv
CAPÍTULO I.....	16
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	16
1.1. Planteamiento y formulación del problema	16
1.1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.1.2. Formulación del problema.....	17
1.2. Objetivos	17
1.2.1. Objetivo general	17
1.2.2. Objetivo específico	17
1.3. Justificación	17
A. Justificación social - práctica	17
B. Justificación académica.....	18
C. Justificación económica.....	18
1.4. Hipótesis de la investigación.....	18
1.4.1. Hipótesis general.....	18
1.4.2. Hipótesis específica	18
1.5. Identificación de variables	18
1.5.1. Variable independiente.....	18
1.5.2. Variable dependiente	18
1.6. Matriz de operacionalización de variables.....	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes del problema	20
2.1.1. Antecedentes nacionales	20
2.1.2. Antecedentes internacionales	21

2.2.	Generalidades de la mina	22
2.2.1.	Ubicación.....	22
2.1.1.	Historia	24
2.2.2.	Accesibilidad	24
2.3.	Geología.....	25
2.3.1.	Geología regional	25
2.3.2.	Geología estructural	27
2.3.3.	Tipo de depósito.....	29
2.4.	Bases teóricas	30
2.4.1.	Sistema de izaje	30
2.4.2.	Extracción por pique de una mina	31
2.4.3.	Componentes de un sistema de izaje	31
2.4.4.	Parámetros considerados para el diseño de izaje	31
2.4.5.	Diseño de la maquinaria de extracción	32
2.4.6.	Ciclo de trabajo	32
2.4.7.	Peso máximo y capacidad del <i>skip</i>	32
2.4.8.	Tipos de winches de izaje	32
2.4.9.	Pique	34
2.4.10.	Elementos de infraestructura y equipos básicos.....	34
2.5.	Diagnóstico situacional.....	34
2.5.1.	Programa de producción mensual.....	35
2.5.2.	Programa de producción por día.....	36
2.5.3.	Método de minado de la U. M. Cobriza, sector IV	36
2.5.4.	Equipos utilizados en producción de la U. M. Cobriza, sector IV ..	37
2.6.	Ciclo de minado de la U.M. Cobriza, sector IV	38
2.6.1.	Perforación	38
2.6.2.	Voladura.....	39
2.6.3.	Limpieza.....	41
2.6.4.	Extracción.....	42
2.6.5.	Relleno	42
2.6.6.	Sostenimiento.....	42
2.6.7.	Ventilación.....	42
2.6.8.	Drenaje.....	42
2.7.	Servicios auxiliares	43

2.7.1. Aire comprimido	43
2.7.2. Energía eléctrica	44
2.7.3. Transporte exterior	45
2.7.4. Agua.....	45
2.8. Características del pique Coris.....	46
2.8.1. Construcción del pique Coris.....	46
2.9. Costos	79
2.9.1. Precio de los equipos	79
2.9.2. Cálculo de costos de operación	79
2.9.3. Resumen costo labores de desarrollo, preparación, producción... 80	
2.9.4. Costo de pique	81
2.9.5. Costo de galería	82
2.9.6. Costo de subnivel.....	83
2.9.7. Costo de chimenea	84
2.9.8. Costo de aire comprimido.....	85
2.9.9. Opex.....	86
2.9.10. Flujo de caja.....	86
2.9.11. Van – Tir	87
2.10. Descripción de tablas de costos.....	88
2.11. Fórmulas para el cálculo de winche de izaje.....	89
2.12. Fórmulas para los parámetros del winche de izaje	92
2.13. Definición de términos básicos	96
2.13.1. Sistema de extracción de mineral	96
2.13.2. Pique Coris	96
2.13.3. Winche de izaje.....	97
2.13.4. Incremento de producción	97
2.13.5. Método de minado	97
2.13.6. Extracción de mineral	97
CAPÍTULO III.....	98
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	98
3.1. Método y alcances de la investigación	98
3.1.1. Método de investigación	98
3.1.2. Nivel de investigación.....	98
3.2. Diseño de investigación.....	98

3.2.1. Tipo de investigación.....	98
3.3. Población y muestra	99
3.3.1. Población.....	99
3.3.2. Muestra	99
3.4. Técnicas de tratamientos de datos	99
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	99
CAPÍTULO IV.....	100
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	100
4.1. Evaluación del sistema de izaje.....	100
4.2. Determinación de los componentes del sistema de izaje	105
4.2.1. Instalación del castillo	105
4.2.2. Implementación del winche de izaje.....	106
4.2.3. Acondicionamiento del pique Coris	107
4.2.4. Preparación del ore <i>pocket</i> de carga (bolsillo de carga)	107
4.2.5. Preparación de la cancha.....	107
4.2.6. Instalación del <i>skip</i>	108
4.2.7. Sistema de extracción por el pique Coris	109
4.3. Determinación de características del sistema de izaje	109
4.3.1. Cálculo del esfuerzo a la tracción del cable	109
4.3.2. Cálculo del grosor de hilos	110
4.3.3. Cálculo del esfuerzo de curvatura	110
4.3.4. Cálculo del esfuerzo total	110
4.3.5. Cálculo del factor de seguridad.....	110
4.3.6. Cálculo del número de viajes por hora (NV).....	110
4.3.7. Cálculo del tiempo total del ciclo (T total).....	111
4.3.8. Cálculo del tiempo de velocidad uniforme (Tu)	111
4.3.9. Cálculo de la velocidad de izaje	111
4.3.10. Cálculo del peso del cable	111
4.3.11. Cálculo de la carga o peso admisible del cable	112
4.3.12. Cálculo del diámetro de la tambora	112
4.3.13. Cálculo del diámetro de la polea.....	112
4.3.14. Cálculo de distancia horizontal eje tambor-eje cable vertical....	112
4.3.15. Cálculo de longitud inclinada del cable de polea a tambora	112
4.3.16. Cálculo del ancho de tambor	113

4.3.17. Cálculo del número de vueltas de cable en el tambor	113
4.3.18. Señales con sonido de operación del winche de izaje.....	113
Conclusiones	115
Recomendaciones	116
Referencias	117
Anexos.....	122

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	19
Tabla 2. Cuadro de accesibilidad a mina Cobriza	25
Tabla 3. Producción de mineral/ Gd	35
Tabla 4. Producción mensual.....	35
Tabla 5. Producción por día	36
Tabla 6. Cuadro de datos técnico - económicos	36
Tabla 7. Cuadros de parámetros del tajeo	37
Tabla 8. Cuadro de requerimiento de personal por actividades por tajeo	37
Tabla 9. Resultado del pesaje de las muestras.....	55
Tabla 10. Resultado del pesaje de las muestras (2)	56
Tabla 11. Precio de equipos.....	79
Tabla 12. Cálculo costos de operación	79
Tabla 13. Resumen de costos desarrollo, preparación y producción	80
Tabla 14. Costo de pique	81
Tabla 15. Costo de galería	82
Tabla 16. Costo de subnivel	83
Tabla 17. Costo de chimenea.....	84
Tabla 18. Costo de aire comprimido.....	85
Tabla 19. Opex.....	86
Tabla 20. Flujo de caja durante 1 año	86
Tabla 21. Cuadro de 1 año Van - Tir	87
Tabla 22. Cable serie 6 X 19 con alma de acero boa para izaje	91
Tabla 23. Cantidad de sacos de mineral con sistema de extracción manual .	100
Tabla 24. Peso de mineral por sacos	101
Tabla 25. Resumen de producción manual.....	102
Tabla 26. Producción mensual de extracción manual	102
Tabla 27. Peso de la carga del skip de cada muestra	103
Tabla 28. Sistema de extracción mecanizada mediante skip	103
Tabla 29. Producción de mineral mensual mecanizada	104
Tabla 30. Comparación de producción de mineral manual y mecanizada	104
Tabla 31. Comparación de valores de producción mensual manual y	

mecanizado	104
Tabla 32. Comparación gráfica de valores de producción mensual manual y mecanizado	105
Tabla 33. Señales con sonido de operación del winche de izaje	113
Tabla 34. Resumen del cuadro de características	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plano de ubicación de mina Cobriza	23
Figura 2. Columna estratigráfica regional.....	26
Figura 3. Plano geológico regional.....	27
Figura 4. Plano estructural	28
Figura 5. Modelo estructural de yacimiento Cobriza	29
Figura 6. Plano de estructuras Coris	29
Figura 7. Evolución del yacimiento Cobriza.....	30
Figura 8. Diagnóstico situacional.....	35
Figura 9. Perforación vertical.....	38
Figura 10. Producto Semexsa	40
Figura 11. INGERSOLL RAND 600 CFM P600WIR EL MOBILAIR M 170	44
Figura 12. Alternador.....	45
Figura 13. Transporte exterior	45
Figura 14. Vista en perfil	47
Figura 15. Vista en planta	48
Figura 16. Instalación de cuadros - vista longitudinal.....	49
Figura 17. Instalación de cuadros - vista de perfil	50
Figura 18. Pesaje de las tres muestras	52
Figura 19. Resultado del pesaje de las tres muestras.....	53
Figura 20. Resultado de la determinación del volumen de las muestras	54
Figura 21. Proceso de inmersión de las muestras	54
Figura 22. Proceso de secado de las muestras	55
Figura 23. Dirección del muestreo con el martillo de Schmidt.....	59
Figura 24. Longitud del perfil medio	60
Figura 25. Datos de procesamiento muestreo geomecánico set 1 (F1)	61
Figura 26. Buzamiento predominante del set 1 (Familia 1).....	61
Figura 27. Dirección del buzamiento predominante del set 1 (Familia 1).....	62
Figura 28. Tipo de estructura predominante del set 1 (Familia 1)	62
Figura 29. Tipo de espaciado predominante del set 1 (Familia 1).....	63
Figura 30. Tipo de persistencia predominante del set 1 (Familia 1)	63
Figura 31. Tipo de apertura predominante del set 1 (Familia 1).....	64

Figura 32. Tipo de rugosidad predominante del set 1 (Familia 1)	64
Figura 33. Tipo de relleno predominante del set 1 (Familia 1)	65
Figura 34. Tipo de alteración predominante del set 1 (Familia 1).....	65
Figura 35. Presencia de agua predominante del set 1 (Familia 1)	66
Figura 36. Concentración de polos de las discontinuidades del set 1 (F1)	66
Figura 37. Concentración de polos de las discontinuidades del set 1 (F1)	67
Figura 38. Concentración de polos de las discontinuidades del set 1 (F1)	67
Figura 39. Resumen del procesamiento del set 1 (Familia 1)	68
Figura 40. Datos de procesamiento de muestreo geomecánico set 2 (F2)	69
Figura 41. Buzamiento predominante del set 2 (Familia 2)	69
Figura 42. Tipo de estructura predominante del set 2 (Familia 2)	70
Figura 43. Tipo de espaciado predominante del set 2 (Familia 2)	70
Figura 44. Tipo de persistencia predominante del set 2 (Familia 2)	71
Figura 45. Tipo de apertura predominante del set 2 (Familia 2).....	71
Figura 46. Tipo de rugosidad predominante del set 2 (Familia 2)	72
Figura 47. Tipo de relleno predominante del set 2 (Familia 2)	72
Figura 48. Tipo de alteración predominante del set 2 (Familia 2).....	73
Figura 49. Presencia de agua predominante del set 2 (Familia 2)	73
Figura 50. Concentración de polos de las discontinuidades del set 2 (F2)	74
Figura 51. Concentración de polos de las discontinuidades del set 2 (F2)	74
Figura 52. Concentración de polos de las discontinuidades del set 2 (F2)	75
Figura 53. Resumen del procesamiento del set 2 (Familia 2)	75
Figura 54. Resumen de mapeo del pique Coris	76
Figura 55. Maderamen en piques.....	77
Figura 56. Cálculo de radio hidráulico de tajo	77

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Evaluación del sistema de izaje para implementar en el pique Coris con fines de extracción de mineral, zona baja de la unidad minera Cobriza, sector IV – Huancavelica 2019”, se encuentra en el departamento de Huancavelica, provincia de Churcampa, distrito de San Pedro de Coris a una altitud de 3676 m s. n. m., cuyo problema general fue ¿Cuál es el resultado de la evaluación del sistema de izaje para implementar en el pique Coris con fines de extracción de mineral?; tuvo como objetivo general determinar los componentes del sistema de izaje para la extracción de mineral; la hipótesis general fue la evaluación del sistema de izaje para implementar en el pique Coris permitirá la extracción de mineral económicamente rentable.

El método general de la investigación fue el científico de tipo aplicada, el nivel es explicativo y el diseño es no experimental y de corte longitudinal, la población está constituida por el pique Coris de la unidad minera Cobriza, sector IV, la muestra no probabilística y por consiguiente no aleatoria, está constituida por el sistema de izaje.

El producto de la investigación concluye que se eligió un sistema de izaje vertical de capacidad entre 0.8 a 1.2 t por ciclo, con una longitud efectiva de 40 m, el número de viajes por hora fluctúa entre 20 a 25. Se acondicionó el pique Coris para una implementación más eficiente del sistema de izaje, dos compartimientos, uno para el sistema de izaje y el otro para caminos y la incorporación para servicios auxiliares: agua, aire y electricidad con sus respectivas señalizaciones e identificación de colores. El sistema de izaje tendrá un horario para el transporte de personal y para el transporte de mineral.

Palabras claves: extracción de mineral, evaluación, implementación, pique, sistema de izaje.

ABSTRAC

This research work entitled "Evaluation of the lifting system to implement in the Coris shaft for mineral extraction purposes, lower area of the Cobriza mining unit, sector IV - Huancavelica 2019", is located in the department of Huancavelica, province of Churcampa, district of San Pedro de Coris at an altitude of 3676 m s. n. m., whose general problem was: What is the result of the evaluation of the lifting system to implement in the Coris shaft for mineral extraction purposes?; Its general objective was to determine the components of the lifting system for mineral extraction; The general hypothesis was the evaluation of the lifting system to implement in the Coris shaft that will allow the extraction of economically profitable mineral.

The general method of the research was applied scientific, the level is explanatory and the design is non-experimental and longitudinal, the population is made up of the Coris shaft of the Cobriza mining unit, sector IV, the non-probabilistic sample and therefore not random, it is constituted by the lifting system.

The product of the investigation concludes that a vertical lifting system with a capacity between 0.8 to 1.2 t per cycle was chosen, with an effective length of 40 m, the number of trips per hour fluctuates between 20 to 25. The Coris shaft was conditioned to a more efficient implementation of the lifting system, two compartments, one for the lifting system and the other for roads and the incorporation for auxiliary services: water, air and electricity with their respective markings and identification of colors. The lifting system will have a schedule for the transport of personnel and for the transport of ore.

Keywords: shaft, lifting system, mineral extraction, implementation, evaluation.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación trata del estudio de la “Evaluación del sistema de izaje para implementar en el pique Coris con fines de extracción de mineral, zona baja de la unidad minera Cobriza, sector IV – Huancavelica 2019”, la tesis se ha dividido en 5 capítulos cuyos contenidos son los siguientes:

En el capítulo I se expone el planteamiento de estudio donde se encuentra el planteamiento y formulación del problema, objetivos, justificación, hipótesis y la identificación de variables.

En el capítulo II se expone el marco teórico donde se encuentran los antecedentes del problema, generalidades de la mina, geología, bases teóricas y la definición de términos básicos.

En el capítulo III se expone la metodología de la investigación donde se encuentra el método, nivel, tipo, diseño de la investigación, también la población y muestra, por ultimo las técnicas de tratamiento de datos y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el capítulo IV se expone el análisis e interpretación de resultados los cuales nos demostrarán las estadísticas, gráficos y cuadros comparativos de los resultados.

En el capítulo V se exponen las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas de la tesis.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Hoy en día el rubro minero quiere lograr sus objetivos trazados con las operaciones mineras que realiza diariamente y que a la vez busca reducir y maximizar su producción.

Es por lo que se necesitan expertos en el tema con los conocimientos necesarios para poder utilizar la tecnología moderna y de alta utilidad para que la producción sea rentable y el costo sea menor.

En la unidad minera Cobriza, sector IV Huancavelica, minera subterránea, se extrae Pb, Ag y Zn; se usa el sistema convencional, el corte y relleno se presenta ascendentemente como parte del método de explotación, desde el nivel inferior se extraen los minerales y también el desmonte mediante carretillas a las tolvas y luego se baja al mini *dumper*, la producción mensual es de 1565.20 t. La veta tiene una potencia de 1.2 m y la ley promedio de cada mineral es de 5.20 Oz/t Ag, 7.17%Pb y 5.13% Zn.

A 50 m de la bocamina se tiene un pique de 40 m de profundidad que necesita implementarse con un sistema de izaje, para poder seguir con los trabajos de

exploración y explotación; con la implementación del sistema de izaje se podrá extraer el mineral de una mejor manera. De lo anterior, se hace necesario realizar los cálculos para implementar el sistema de izaje, extrayendo así los minerales que se encuentran en el nivel inferior, y también usar esto como acceso y transporte.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Cuál es el resultado de la evaluación del sistema de izaje para implementar en el pique Coris con fines de extracción de mineral, zona baja de la unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019?

1.1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son los componentes del sistema de izaje para la extracción de mineral de la zona baja, unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019?
- b) ¿Cuáles son las características de izaje para la extracción de mineral de la zona baja, unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar la evaluación del sistema de izaje para implementar en el pique Coris con fines de extracción de mineral, zona baja de la unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019.

1.2.2. Objetivo específico

- a) Determinar los componentes del sistema de izaje para la extracción de mineral de la zona baja, unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019.
- b) Establecer las características de izaje para la extracción de mineral de la zona baja, unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019.

1.3. Justificación

A. Justificación social - práctica

La investigación contribuye con las empresas que tratan de encontrar mejoras

para extraer mineral a través de izaje, para así generar un sistema de producción continua, minimizando tiempo perdido y la extracción de costo.

B. Justificación académica

La investigación genera, con su desarrollo, implementar un sistema de izaje con el fin de extraer mineral mediante tecnologías modernas de izaje y pueda ser aplicado en distintas áreas de investigación operativa.

C. Justificación económica

La investigación pretende mejorar la producción en sistemas de extracción de mineral controlando los costos y mejorando la rentabilidad de inversión de la operación minera.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

La evaluación del sistema de izaje para implementar en el pique Coris permitirá la extracción de mineral económicamente rentable, zona baja de la unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019.

1.4.2. Hipótesis específica

- a) Los componentes del sistema de izaje se relacionan positivamente para la extracción de mineral de la zona baja, unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019.
- b) Las características del izaje influyen positivamente en la extracción de mineral de la zona baja, unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019.

1.5. Identificación de variables

1.5.1. Variable independiente

Sistema de izaje

1.5.2. Variable dependiente

Extracción de mineral

1.6. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable(s)	Definición conceptual	Dimensión	Subdimensión	Indicador
V. I. Sistema de izaje	Es un conjunto de procedimientos basado en llevar o empujar una carga por medio de equipos.	Componentes del sistema de izaje Características del izaje	❖ Electricidad ❖ Cable ❖ Potencia del motor ❖ Accesorios	❖ kW/h ❖ Lb/yard ❖ HP ❖ US\$/accesorio
V. D. Extracción de mineral	Es el procedimiento por el cual se obtiene el mineral de una determinada zona baja, producto de la explotación de un yacimiento.	Producción	❖ Producción mensual	❖ TM/mes

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes nacionales

En la investigación *“Influencia del diseño del pique inclinado en 30° en la profundización veta Julie 2 en la cía. minera Poderosa S. A.”* (1) Se planteó el objetivo de *“optimizar la profundización de la veta Julie 2 en la cía. minera Poderosa S. A.”*, utilizando el diseño de pique inclinado de 30° en el 2017. En la conclusión se menciona que se tuvo que construir un sistema de izaje en concordancia con lo diseñado, determinando esto a través de un winche, cuya potencia de 80 HP sirvió en el izaje de cinco vehículos de mina, tipo U35, que se desplazarán por el pique inclinado Julie 2 de sección 2.7 m x 2.7 m, inclinado a 30°, con 300.00 m de longitud, a velocidad de 5,4 m/s. El winche cuenta con un tambor de forma cilíndrica con 5 pies de diámetro. (1)

En la investigación *“Sistema de extracción de mineral del pique 718 con winche de izaje e incremento de producción en la mina Calpa – Arequipa”*. (2) El objetivo principal fue *“implementar el sistema de extracción de mineral mecanizado”*, para ello se usó un winche de izaje que permitió el aumento de la manufactura en un tiempo reducido a través del pique 718 en la mina Calpa – Arequipa. En la conclusión se menciona que la preparación del pique 718 permitió instalar, implementar y hacer funcionar el sistema de extracción de

mineral mecanizado con winche de izaje, incrementando la extracción vertical en la mina Calpa. (2)

En la investigación *“Automatización e implementación de un sistema scada para mejorar el desempeño del sistema de izaje por winches en minería subterránea de la compañía minera Casapalca S. A.”* (3) El objetivo central fue *“mejorar el trabajo del winche de izaje de la empresa minera Casapalca S. A. mecanizando e inspeccionando el sistema de izaje en la totalidad del proceso para reducir las detenciones no programadas y acrecentando la producción”*. En la conclusión se menciona que, con la sistematización y ejecución del sistema scada, se logró la mejora del trabajo del winche de izaje de la empresa minera Casapalca. (3)

En la investigación *“Proyecto pique central para explotación debajo del nivel 1400 - sociedad minera Austria Duvaz S. A. C.”* (4) El objetivo principal fue *“establecer la influencia del proyecto pique central en el proceso de explotación debajo del nivel 1400 en la sociedad minera Austria Duvaz S. A. C.”* En la conclusión se menciona que, se ha definido como reserva probada y probables 1 009 799 TM de mineral, luego de la interpretación de los resultados de actividades de exploración. (4)

2.1.2. Antecedentes internacionales

En la investigación *“Evaluación numérica del empuje de suelo sobre revestimiento en piques circulares considerando el efecto del método constructivo”*. (5) Se tiene como objetivo general *“estudiar cómo influye el método constructivo en el proceso de distribución del empuje del suelo sobre el sostenimiento en piques circulares”*. En la conclusión se menciona que, se investigó el impacto de un método constructivo determinado en el proceso de distribución del empuje sobre el sostenimiento de un pique circular. Revisando, a la vez, los esfuerzos en las direcciones tangencial y vertical, las deformaciones del suelo contiguo al muro, y los asentamientos superficiales, para tener una visión integral de las diferencias generadas con el uso de métodos constructivos diferentes. (5)

En la investigación “*Diseño de excavación para profundizar el **pique de fierro** ubicado en el área **Ciruelo Unificado**, operado por la compañía Minesadco S. A.*” (6) Se tiene como objetivo general “*determinar el diseño de excavación para profundizar el pique de fierro ubicado en el área ciruelo unificado, operado por la compañía Minesadco S. A.*” En la conclusión se menciona que, “*existe la necesidad de excavar el subsuelo en búsqueda constante de grandes depósitos minerales que se encuentran a profundidades considerables, haciéndose necesaria la implementación de técnicas mineras subterráneas para explotar estos yacimientos, siendo una alternativa óptima la construcción de piques verticales*”. (6)

2.2. Generalidades de la mina

2.2.1. Ubicación

El yacimiento cobriza está ubicado en el distrito de Coris, provincia de Churcampa y departamento de Huancavelica, su ubicación es por el Oeste de la Cordillera Oriental y sobre el lado izquierdo del río Mantaro.

Sus coordenadas/ejes geográficos son:

Longitud	74°24' Oeste
Latitud	12°34' Sur

2.1.1. Historia

Los primeros informes geológicos emitidos fueron de Raymondi (1866) y Dueñas (1908), quienes mencionaron al yacimiento de Cobriza al explorar y sacar conclusiones del departamento de Huancavelica.

En 1926 y 1927, cuando el interés por el Au y la Ag fue acentuado; Noble, Peale y Forán emitieron informes privados.

Entre 1956 y 1967, investigadores geólogos locales y foráneos ayudaron a entender la geología de esta área, haciendo una mención a Petersen, Fernández y Phendler. A partir de 1970 hasta el día de hoy, numerosos geólogos han dado investigaciones que han ayudado a una mejor información de esta zona.

2.2.2. Accesibilidad

Se accede por carretera asfaltada de 305 km, desde Lima hasta Huancayo.

Desde la ciudad de Huancayo por 2 carreteras afirmadas, una de 229 km pasando por Pampas-Chanta y otra de 252 km pasando por Izcuchaca-La Mejorada-Chanta.

Tabla 2. Cuadro de accesibilidad a mina Cobriza

Cuadro de accesibilidad a mina Cobriza, sector IV			
Primera ruta - vía terrestre	Distancia (km)	Vía	Tiempo (aprox.)
Lima - La Oroya	210	Asfaltada	5 h
La Oroya - Huancayo	160	Asfaltada	2 h
Huancayo - Pampas	100	Afirmada	5 h
Pampas - San Pedro de Coris - Cobriza	30	Afirmada	1.5 h
Total	500		13.5 h
Segunda ruta - vía aérea/terrestre	Distancia (km)	Vía	Tiempo (aprox.)
Lima - Ayacucho	202	Aérea	0.75 h
Ayacucho - Huanta - Churcampa	100	Afirmada	2 h
Churcampa - San Pedro de Coris	50	Afirmada	1 h
San Pedro de Coris - Cobriza	10	Afirmada	0.75 h
Total	362		4.5 h

2.3. Geología

2.3.1. Geología regional

En la geología regional surgen cadenas estratificadas de grano fino: limonitas y lutitas gris oscuro, pertenecientes al denominado “grupo Tarma, de edad Carbonífero-Pensilvaniano” (Paleozoico inferior). Por lo tanto, también se encontrarán “secuencias de areniscas, pizarras, caliza y conglomerados metamorfoseados”. También se aprecia que tajando a los sólidos rocosos sedimentarios se ven rocas intrusivas del tipo “grano grueso de la edad Permiano-Triásico”. En la superficie se observa un revestimiento de suelos de la edad Cuaternaria, de origen aluvional–coluvial, ubicado en los lados de las márgenes del río Mantaro.

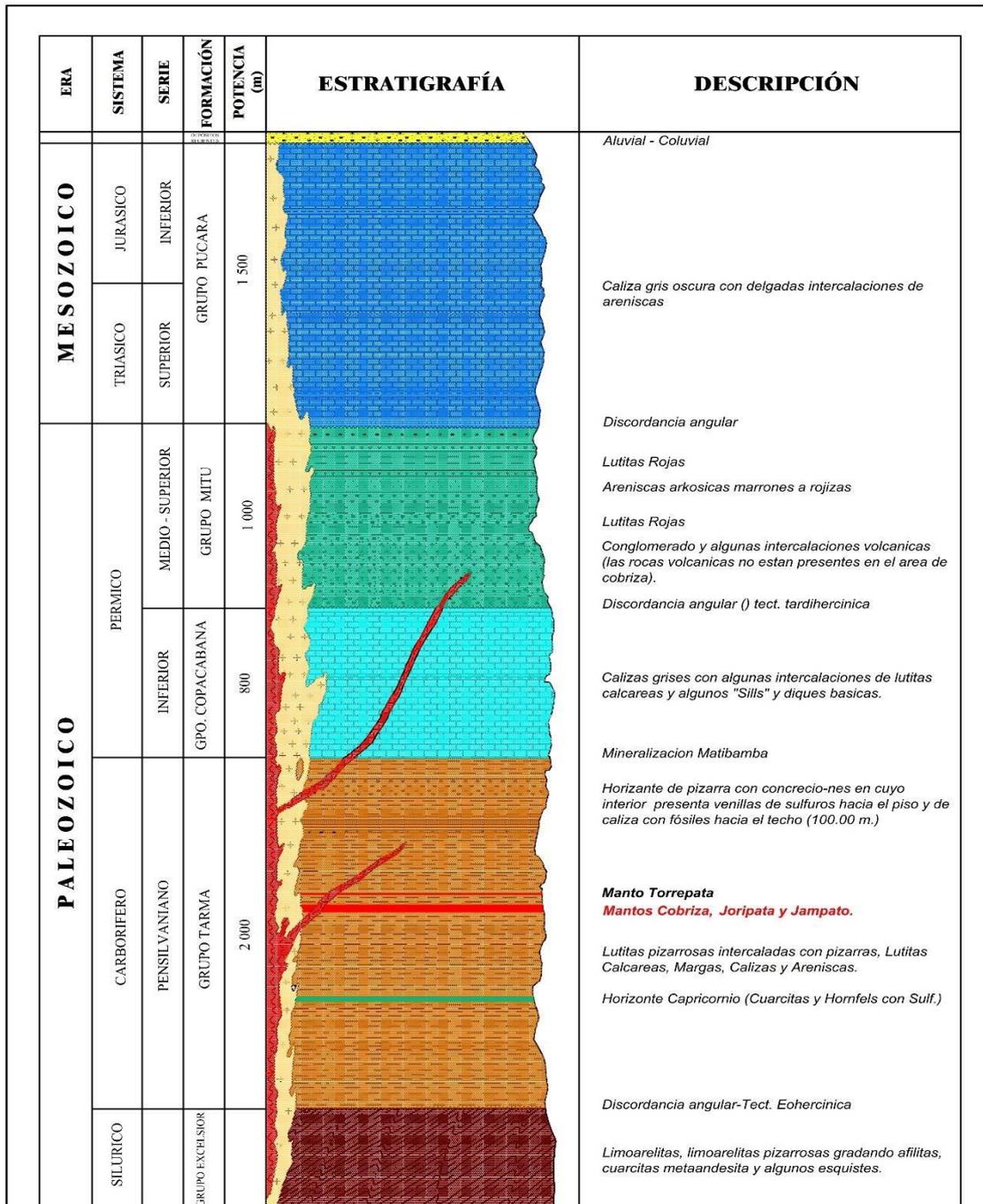


Figura 2. Columna estratigráfica regional

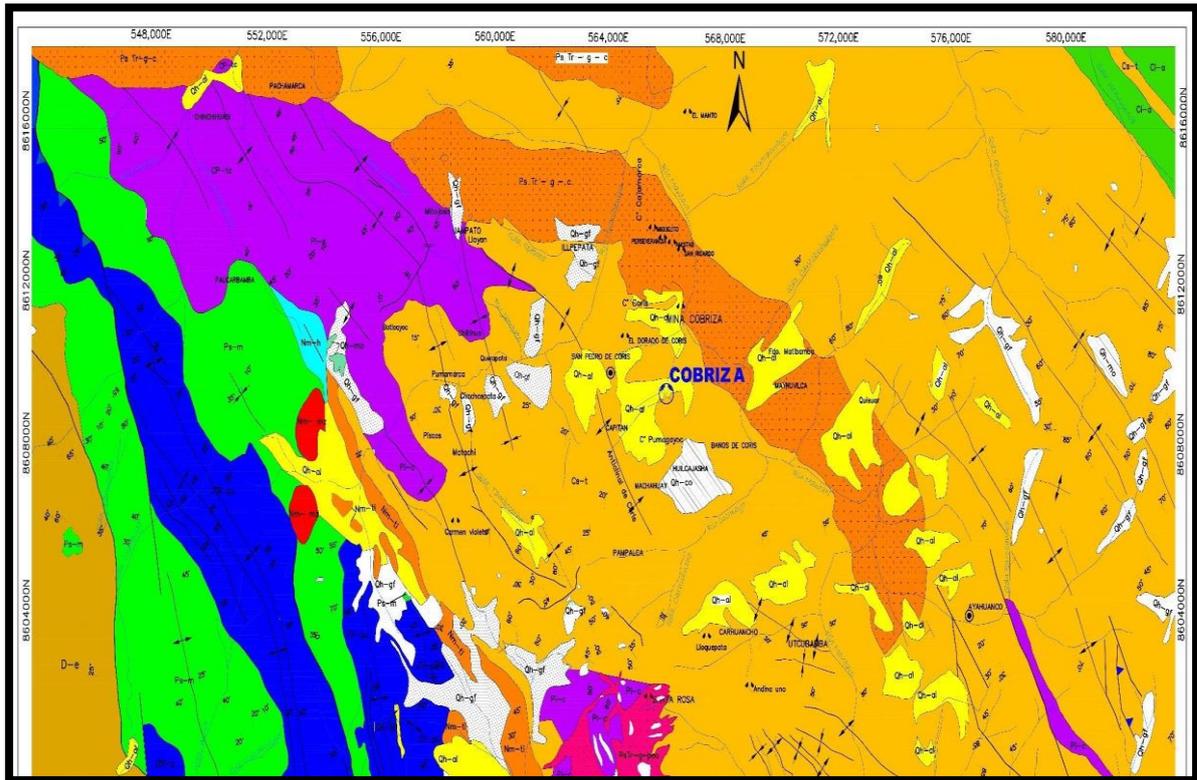


Figura 3. Plano geológico regional

2.3.2. Geología estructural

Existe un depósito de *skarn*, ahí es factible observar actinolita, tremolita y hornblenda; así como, magnetita y pirrotita; estos componentes muestran la existencia de soluciones poco saturadas, apareciendo así la substitución de sulfuros de Cobre; determinando así que el granate fue el mineral que substituyó a los piróxenos; posteriormente, la substitución de estos por anfíboles, magnetita, pirrotita y calcopirita. Las lutitas pizarrosas y lutitas calcáreas muestran una secuencia de permuta en temperaturas elevadas. (16)

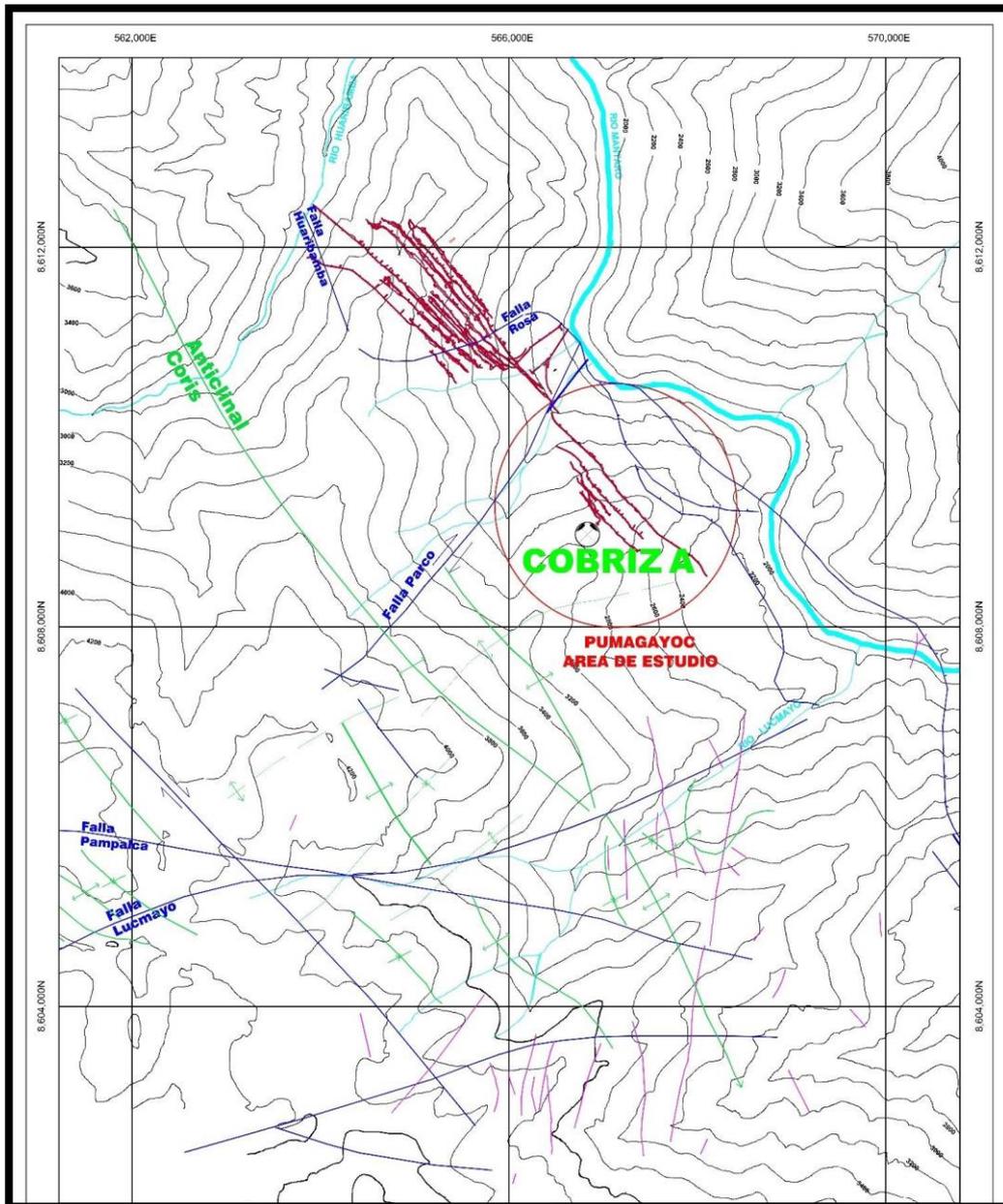


Figura 4. Plano estructural

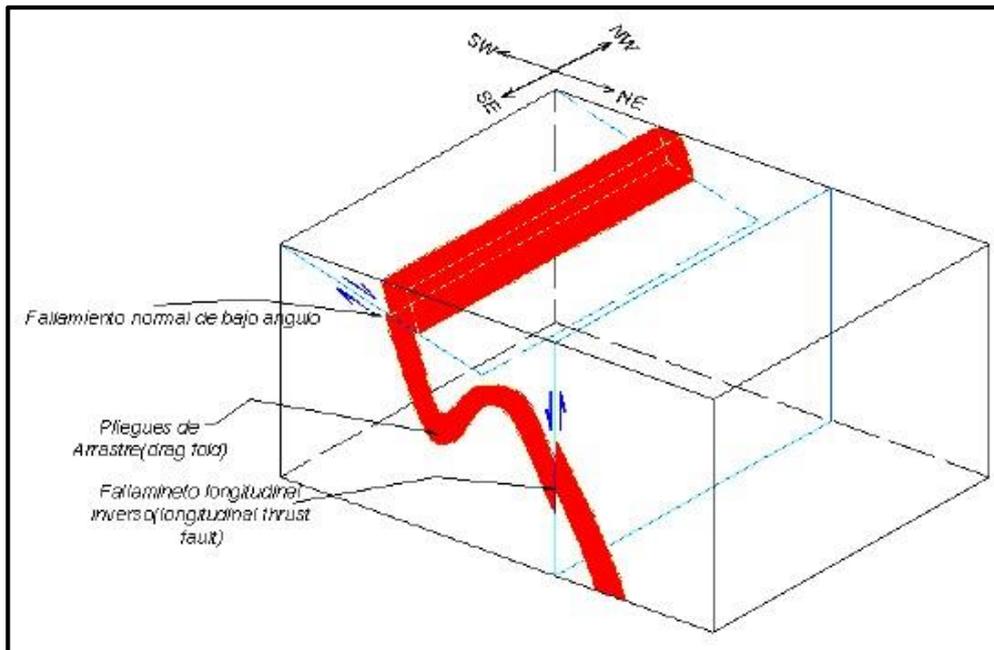


Figura 5. Modelo estructural de yacimiento Cobriza

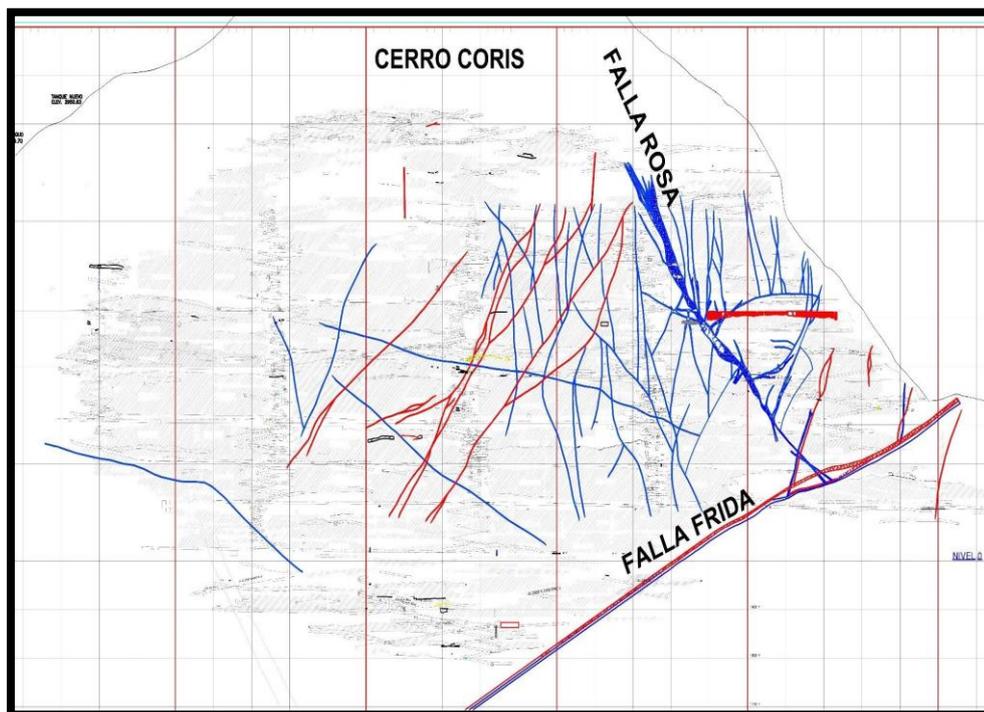


Figura 6. Plano de estructuras Coris

2.3.3. Tipo de depósito

Cobriza es un establecimiento del tipo *skarn* que contiene metálicos de Pb, Zn, Cu, “en mantos estratiformes irregulares y emplazados en calizas, filitas”. Estructuralmente muestra rugosidades y en el anticlinal de Coris se emplaza Cobriza. Una falla normal corta el distrito, entonces, “hay fallas E-O y no parecen

estar las relacionadas a las ocurrencias minerales”. Las alteraciones forman “ensambles típicos de *skarn* y se nota un zonamiento desde el diópsido – granate / epidota en la parte central y que van pasando hacia los bordes a hornblenda – actinolita – tremolita - serpentina - y mármol dolomítico”. (21)

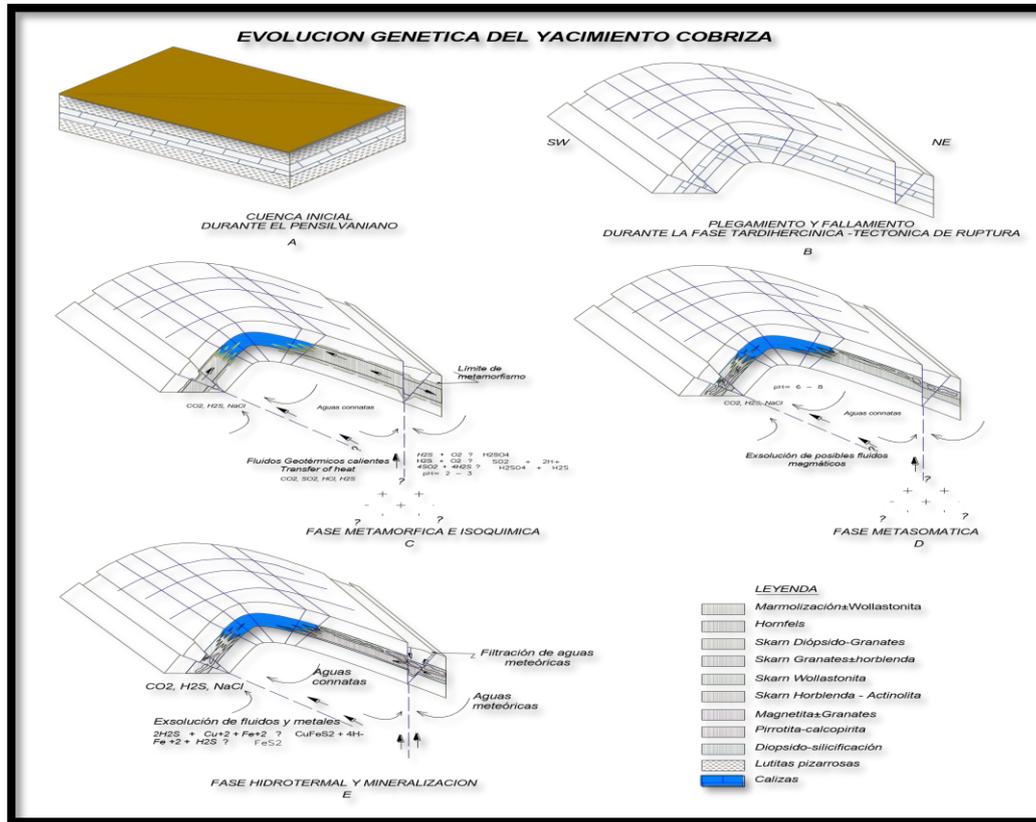


Figura 7. Evolución del yacimiento Cobriza

2.4. Bases teóricas

2.4.1. Sistema de izaje

Los sistemas de izaje tienen semejanza con los ascensores, en las unidades mineras peruanas se usa winches de izaje como método central para extraer el mineral.

Se utiliza el izaje como un medio para levantar, empujar, bajar contenido (carga) a través de equipamiento eléctrico, hidráulicos o de aire.

Las labores que sirven para la comunicación de la profundidad de la mina y la superficie se llaman piques y tiene la finalidad de trasladar personal, material y mineral. Y dentro de esto, el sistema que se utiliza en el pique está conformado

por 5 elementos principales: winche, cable, polea, jaula y castillo.

2.4.2. Extracción por pique de una mina

La entrada a un sector realizado por medio de un poso erguido o inclinado debe equiparse con medios de extracción preparados para la transferencia de personas, material o equipo; del mismo modo, esto se utiliza para extraer mineral y ganga. Esas infraestructuras se fragmentan en las de extracción por jaulas y por *skips*. Las instalaciones con jaulas han de cumplir la totalidad de las funciones de extracción aludidas, mientras que las de *skips* se utilizan exclusivamente para extraer mineral o ganga. (16)

2.4.3. Componentes de un sistema de izaje

Las dimensiones y necesidades dependerán de la carga a extraer y el winche de izaje tendrá los siguientes componentes:

- Motor
- Tambora
- Sistema de seguridad
- Cable
- Palancas de control
- Poleas
- Jaula
- Castillo

2.4.4. Parámetros considerados para el diseño de izaje

Las medidas obligatorias al diseñar un sistema de izaje en una acción se establece a través de la realización de planos preliminares de izaje, con la inclinación adecuada del pique, conociendo el peso total (neto) de la carga, identificando cuánto pesa el *skip*, jaulas y carros; sabiendo también el pesaje t tamaño de la maroma (cable), trayecto del izaje, extensión del tambor, peso exacto (efectivo) del tambor, engranaje y garruchas para un radio mostrado en el EEW, celeridad de izaje , elaboración solicitada, temporalidad al cargar y descargar, tiempo de incremento al acelerar y desaceleración. (16)

2.4.5. Diseño de la maquinaria de extracción

Se ha de tomar en cuenta algunos criterios en el proceso de establecimiento de ensanchamientos, capacidad y volumen de los terminales automáticos; tales como la celeridad al elevar, que incluye la aceleración, desaceleración o frenado, y velocidad máxima, la productividad en t/h, peso máximo a elevar, peso de carga y de dispositivos de elevación, trazo de la maroma de elevación. (22) de este modo se determina la potencia eléctrica necesaria del motor para aumentar y disminuir los pesos requeridos en los tiempos necesarios.

2.4.6. Ciclo de trabajo

“El ciclo de trabajo describe el tiempo total necesario para mover el elemento de transporte desde el punto de carga en la base del pozo de extracción hasta el punto de descarga en la cabeza o parte alta del pozo”, su hubiese un tambor doble con dos *skips* o jaulas y, en el caso de un tambor, con una jaula o *skip*, el ciclo es de subida y bajada. Para que sea completo el ciclo “debe comprender los períodos de tiempo de carga, marcha lenta inicial, aceleración, velocidad plena, desaceleración, marcha lenta de parada, descarga y parada”. (23)

2.4.7. Peso máximo y capacidad del *skip*

El peso límite tiene que ser elevado en el pozo de donde se extrae, y este está compuesto del peso del cable y del peso del *skip* (peso muerto) y del peso del mineral cargado en cada *skip* (peso útil).

2.4.8. Tipos de winches de izaje

a. Winches de tamboras

Tambor cilíndrico: se fija la cantidad de tambores que se requiera (uno o dos) encima del eje, accionado por un motor, este se puede dar de manera directa o con engranajes, aquí, la dirección de rotación de los tambores será similar. la técnica apropiada siempre es la del winche de tambora única; la de doble tambora y la de tambora embragada son de ajuste veloz, respecto a la dimensión de las maromas, otra de sus ventajas es que la manufactura se establece como un componente más; en cambio, el que queda se usa para el personal que labora o para material; siendo favorable cuando haya un pique de ingreso al socavón. (22)

Tambor cónico: se forman por dos tambores de correcta simetría que laboran uno plegando y el otro desplegando sus cables, con lo que asciende y desciende proporcionalmente el vehículo.

Tambor bicilíndrico-cónico: se constituye de dos tamboras y cuenta con dos zonas cónicas y una cilíndrica.

b. Winches de fricción

Las poleas *koepe* (de fricción) se usan con maromas de cola como equilibrio, asegurando el contacto de fricción suficiente, teniendo así un peso homogéneo con las maromas de izaje, reduciendo el torque de movimiento obligatorio de la tambora de fricción.

De este modo, el cable pasa por encima de la tambora de fricción en el momento del izaje, lleva una jauja o *skip* en cada extremo.

Tipos

La maroma de *koepe* monocable se “construye con diámetros que llegan hasta 9 m y, a los lados del cable, cuentan con regiones anchas que reciben las zapatas de freno; y la maroma de *koepe* multicable cuenta con tantas gargantas como cables a soportar”. (22)

Ventajas

No hay necesidad de enrollar la maroma, por las dimensiones menores del diámetro y por el ancho de esta. “La polea es de diseño simple, independientemente de la profundidad del pique, no hay riesgos de accidentes debido al cable flojo, menor consumo de energía en la mayor demanda, debido al uso del cable de cola y un balance subsecuente”. (22)

Desventajas

1. Se contabiliza costos adicionales por el contrapeso.
2. La maroma está imposibilitada de lubricarse para ser protegida de la acción corrosiva; en cambio es factible de ser galvanizada o resinada.

3. La extensión requerida es alta.
4. Se necesita perforar el pique de manera extrema para las maromas de cola (10 m a más).

2.4.9. Pique

Son aquellas labores que se presentan de modo vertical y se utilizan para comunicar el interior de la mina con la superficie de esta, su finalidad es trasladar material y personal de una manera eficiente y segura. (23)

Los factores necesarios para su construcción son su utilidad para extraer mineral, aminorar precio de elaboración, ampliación de zonas de extracción. Y las formas de la unidad transversal pasan porque los piques de mina deben ser de forma rectangular o en círculo, se presentan raramente los de secciones elípticas o de línea curva. (24)

2.4.10. Elementos de infraestructura y equipos básicos

- Vías que permiten acceder a camiones y otros equipos al nivel principal
- Una plataforma para la compresora (1)
- Dormitorios y servicios aledaños a la mina artesanal para un promedio de 12 trabajadores
- Sostenimiento convencional de tipo madera
- Una perforadora *jackleg*
- Una perforadora *stopper*
- Se cuenta con una compresora eléctrica
- Carrito minero Z20 de 20 pies³
- Herramientas como lampa, pico y carretilla

2.5. Diagnóstico situacional

Hay dos tajeos en producción con un ancho de minado de 1.2 m y el método que se está empleando es el corte y relleno ascendente por el tipo de roca que no es tan competente (el macizo rocoso arrojó un valor de 60 puntos, lo cual lleva a determinar que es una roca de tipo regular). Se cuenta con una labor superior de avance de 300 m que se está rehabilitando (estabilización de cajas y control

de corona) hasta los 235 m proyectado y una labor inferior, la cual se está explotando para la extracción de mineral. La perforación es neumática con perforadora tipo *Jackleg* de profundidad de taladro de 5 pies, se tiene una eficiencia en la producción del 90% y eficiencia en la voladura del 98%, de ello, se obtiene una producción de 1802.49 t/mes. La extracción se da por medio de un pique, que se ubica a 50 m de la bocamina principal de una sección de 2.70 x 1.5 y 40 m de profundidad, con dos compartimientos, uno para la extracción y el otro para el transporte de personal.

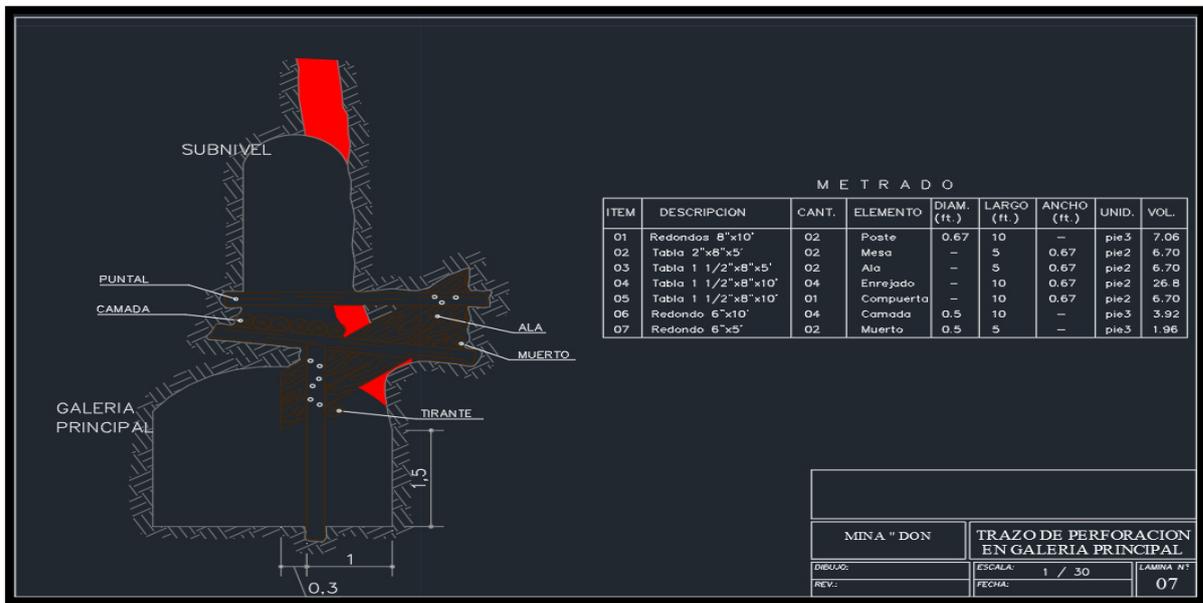


Figura 8. Diagnóstico situacional

2.5.1. Programa de producción mensual

Tabla 3. Producción de mineral/ Gd

Labor	A. (M)	L.D. (M)	P.V. (M)	P.E.	E.F (90%)	V. (M 3)	(TM/Gd.)
Galería	2.50	1.60	1.20	2.65	0.90	4.80	11.45
Chimenea	1.50	1.10	1.20	2.65	0.90	1.98	4.72
Subnivel	2.50	1.60	1.20	2.65	0.90	4.80	11.45
Tajeo	10.00	1.60	1.20	2.65	0.90	19.20	45.79

Tabla 4. Producción mensual

Nivel	Labor	Veta	Días trabajo	Producción de mineral			
				TM/gd	gd./día	TM/día	TM/mes
-40	Gl. - 1	San Miguel	26	11.45	2	22.90	595.30
-40	Ch. - 1	San Miguel	26	4.72	2	9.44	245.56
-40	S/N - 1	San Miguel	10	11.45	2	22.90	228.96
-40	Tajeo	San Miguel	8	45.79	2	91.58	732.67

Total mensual de mineral producido 1802.49

2.5.2. Programa de producción por día

Tabla 5. Producción por día

Producción mensual (TM/mes)	1802.49
Días trabajados	26
Producción por día (TM/día)	69.33

2.5.3. Método de minado de la U. M. Cobriza, sector IV

El método utilizado es el corte y relleno ascendente que consta en que el mineral es cortado en tajadas horizontales empezando de la parte de arriba. El mineral quebrado se carga y extrae totalmente del tajo, al ser disparada toda la tajada, el volumen se rellena con material estéril que permite soportar las cajas suministrando un almacén adecuado, de este modo, la próxima rebanada será minada adecuadamente. El material que sirve para rellenar sería estéril derivado de las labores de desarrollo de la mina, distribuyéndose sobre el área tajada.

Tabla 6. Cuadro de datos técnico - económicos

Ítem	Propuesto	Observaciones
Ancho de la veta (m)	1.20	Variable
Buzamiento de la veta (grados)	80	Variable
Longitud del tajeo (m)	40	Constante
Altura del tajeo por corte (m)	1.50	Constante
Productividad (TM/guardia-hombre)	1.30	Variable
Pérdidas (%)	10	Estimado
Dilución (%)	10	Estimado
Ley (Znt/TM)	14.42	Variable
Producción (TM/día)	60.20	Promedio
Costo de minado (\$/TM)	25.06	Variable

Tabla 7. Cuadros de parámetros del tajeo

Ítem	Requerido	Unidad
Ancho	1.20	M
Alto	40	M
Largo	40	M
Metros cúbicos	1920	m3
# de cortes	24	
Toneladas	5088	t
Total taladros	36	/g
# Taladros cargados	36	/g
# Cart 45% x Tal	144	/c
# Cart 65% x Tal	36	/c
Total cartuchos	80	/c
Explosivo kg 45%	10.80	kg
Explosivo kg 65%	2.7	kg
Total explosivo	13.5	kg
Factor de carga	0.63	kg/m ³
Factor de potencia	0.24	kg/t

Tomada de Catálogo Minero (20)

Tabla 8. Cuadro de requerimiento de personal por actividades por tajeo

Actividad	# hombres	# tareas
Perforación	2	4
Voladura	2	2
Relleno	2	2
Extracción	2	2
Operadores - wincheros	2	2
Sostenimiento	2	2
Total	12	16

Tomada de Catálogo Minero (20)

2.5.4. Equipos utilizados en la producción de la U. M. Cobriza, sector IV

- Perforadora *jackleg*
- Perforadora *stopper*
- Compresora eléctrica
- Carrito minero Z20 de 20 pies³

- Herramientas: lampa, pico, carretilla y winche

2.6. Ciclo de minado de la U.M. Cobriza, sector IV

2.6.1. Perforación

Antes de iniciar el trabajo de perforación se debe realizar la ventilación, regado, desatado, limpiado y sostenimiento de labor, si así se necesitase, según con lo anotado en el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera (D.S. 023). (9)

La perforación se basa en el principio de percusión y el giro continuo de un barreno, de tal manera que cada giro produce un corte en la roca en diferente posición.

Se realiza empleando un taladro tradicional; para ello, se usa el aire comprimido como energía, con barrenos integrales.

- Para la construcción de galerías, subniveles y rampas se emplea una perforadora: *Jackleg*, este equipo puede ser usado para realizar taladros horizontales e inclinados.
- Para la construcción del pique se emplea una perforadora: *Jack Hammer*, para lo cual se aprovecha el peso propio de la perforadora.
- Para la construcción de chimeneas se emplea una *Stoper* (perforación vertical).



Figura 9. Perforación vertical

2.6.2. Voladura

Se utilizan explosivos semigelatinosos para el proceso de voladura, esto se da de manera variable, debido a particularidades de explosión que se modifican de acuerdo con las condiciones dadas, con un elevado resultado impulsivo que conlleva un elevado poder de ruptura, permitiendo su utilización en voladura de rocas intermedias a duras, logrando eficacia de los sectores de trabajo seleccionado como “rampas, chimeneas, piques u otros”. (22) entonces, se aminora el daño en torno al taladro gracias al traspaso de energía liberada en la roca.

- ***Propiedades / beneficios***

“Alta velocidad de detonación, alto valor de la impedancia, alto poder rompedor, densidad media a alta, excelente resistencia al agua, por su plasticidad permite un buen acoplamiento, transfiriendo a la roca mayor porcentaje de energía, sensible al detonador 8 y al cordón de bajo gramaje”. (23)

- ***Especificaciones técnicas***

“Unidades Semexsa – E 65, densidad g/cm^3 1.12 +/- 3%, velocidad de detonación* m/s 5,100 +/- 200, presión de detonación** kbar 84, energía** KJ/kg 3,640, RWS** % 98, RBS** % 134, volumen de gases** L/kg 986, resistencia al agua: excelente” (23)

- ***Presentación y embalaje***

Los envoltorios se colocan en bolsas plásticas y acomodadas en recipientes de cartón corrugado, esto en cuanto a la masa explosiva encartuchada en lámina plástica. Para ello se anota que el “peso neto 25 kg, peso bruto 26.3 kg, dimensiones de caja ext. 35 x 45 x 28 cm, para cartuchos de diámetro 7/8 *Ext. 30 x 58.8 x 23 cm, material caja de cartón corrugado”. (23)

- ***Producto (23)***

- ❖ “Semexsa – E 65

- Pulg. 7/8 7

- UN/caja 316
- Masa g/UN 79" (p. 84)

- ❖ "Semexsa – E 65
- Pulg. 1 1/2 8
- UN/caja 96
- Masa g/UN 260" (p. 84)



Figura 10. Producto Semexsa

Como agente de voladura se emplea Anfo granulado, sobre todo, para labores con buena ventilación. Permite ser empleado como carga de columna en terreno intermedio a duro.

- **Elementos de voladura**

Para la voladura se requieren los siguientes materiales y accesorios (4):

- ❖ Explosivos
- ❖ Fulminantes
- ❖ Conectores
- ❖ Guía de seguridad
- ❖ Fósforos o chispa
- ❖ Cuchilla
- ❖ Punzón para preparar el cebo
- ❖ Atacador
- ❖ Mecha rápida

- ***Mecha o guía de seguridad***

La finalidad es transferir el fuego que se aplica con el fósforo, llegando al fulminante, produciendo así la explosión.

- ***Fulminante***

El fulminante que se emplea es el 8, que consiste en una “cápsula cilíndrica de aluminio, cerrada en un extremo, en cuyo interior lleva una cantidad de explosivo muy sensible a la chispa de la guía y otro de alto poder que puede iniciar a la dinamita”. (18) Para esto se ha de usar al lado de “la mecha para poder iniciar la voladura, al explosionar el fulminante el golpe de la explosión hace que la dinamita con que se cargó el taladro explosione”. (18)

- ***Fanel***

Como accesorio de voladura se emplea el *fanel* con características mejoradas en la tracción y abrasión de la manguera; logrando una alta eficiencia, seguridad e incrementando la productividad, ofrece los beneficios de sincronizar sin riesgo, eliminando toda posibilidad de conexiones erróneas.

- ***Características técnicas del fulminante de retardo***

- Diámetro (mm) 7,3
- Longitud (mm) 60 / 68 / 88 / 92
- Prueba de Esopo, diámetro de perforación (mm) 11,0
- Resistencia al impacto 2 kg / 1 m, no detona
- Volumen Trauzl (cm³) 34

2.6.3. Limpieza

Para la limpieza del mineral se emplea un sistema combinado, que consta de los siguientes elementos:

- ❖ Rastrillo
- ❖ Pala neumática

“Es un equipo de limpieza que realiza las funciones de carguío, es accionado

a través de aire comprimido, siendo su desplazamiento sobre rieles. Reduce los tiempos en la etapa de limpieza”. (18)

2.6.4. Extracción

Para la extracción del mineral del tajeo ubicados en los niveles inferiores se hace mediante el pique Coris.

2.6.5. Relleno

La función del relleno de los tajos es de rescatar la fijeza desatendida del macizo rocoso, como ganancia de la extracción del mineral inestimable, que permita continuar con la explotación. El relleno estará constituido por un material estéril de variada granulometría, por ser estos de fácil adquisición (costo, disponibilidad y cercanía), geomecánicamente, protege la superficie exterior de hundimientos rápidos y excesivos, reduciendo la presión del terreno y protegiendo la excavación.

2.6.6. Sostenimiento

Para minimizar y controlar los desequilibrios de la roca en torno a las grietas mineras, debe aplicarse diversas técnicas de sostenimiento, las cuales están de acuerdo al estudio geomecánico efectuado, para lo cual el personal de mina está capacitado tanto para su instalación y supervisión del sistema de sostenimiento.

2.6.7. Ventilación

La ventilación para evacuar los gases y proporcionar aire limpio a los obreros se realiza mediante ventiladores, que tienen acoplados un ducto plástico de 6 pulgadas de diámetro que es llevado hasta el frente de las labores.

2.6.8. Drenaje

El drenaje se realiza por medio de cunetas al margen izquierdo de las labores mineras en forma natural.

Para el desagüe del agua del nivel inferior se emplea una bomba sumergible, cuyas características se presentan a continuación:

- **Profundidad máxima de la bomba**

- ❖ Hasta 10 HP: 300 m

- **Refrigeración del motor**

- ❖ El motor se refrigera por el agua misma, máximo a 25 °C

- **Energía eléctrica**

- ❖ Rangos de voltaje: el voltaje no debe ser mayor o menor en más del 10% del voltaje nominal de placa.

- **Diámetro de tuberías**

- ❖ Ø4", Ø6", Ø8", Ø10" 60 Hz

2.7. Servicios auxiliares

2.7.1. Aire comprimido

INGERSOLL RAND 600 CFM P600WIR EL MOBILAIR M 170, es un dispositivo compresor que provee aire comprimido, siendo adecuado en diligencias versátiles, sus extensas ventajas se acomodan a plenitud con diversos dispositivos en su área.

- **Especificaciones técnicas del compresor**

- ❖ Flujo volumétrico (caudal) = 600 CFM

- ❖ Presión de trabajo = 100 psi

- ❖ Marca motor = *John Deere*

- ❖ Modelo motor = OM904LA

- ❖ Potencia nominal motor = 127 hp

- ❖ Revoluciones plena de carga = 1800 rpm

- ❖ Deposito combustible = 200 lt

- ❖ Peso en servicios = 2600 kg

- ❖ Nivel de potencia acústica < 99 dB(A)

- ❖ Salida de aire comprimido 3x G³/₄; 1x G2

- ❖ Dimensiones



Figura 11. INGERSOLL RAND 600 CFM P600WIR EL MOBILAIR M 170

2.7.2. Energía eléctrica

La energía eléctrica es provista por un equipo generador de 80 kW.

Características del grupo generador de energía:

- **Grupo electrógenos**

- ❖ Modelo: EP-80C / EP-80Ci
- ❖ Marca: Enerpower
- ❖ Fases: 3, trifásico
- ❖ Tanque combustible - abierto / insonoro: 48 galones
- ❖ Frecuencia: 60 HZ (1800 rpm)
- ❖ Voltaje configurable: 220/380/440 voltios
- ❖ Interruptor termomagnético: 260 amperios
- ❖ Regulación de tensión: $\pm 1\%$ entre vacío y plena carga

- **Alternador**

- ❖ Marca: Stamford
- ❖ Modelo: UCI224
- ❖ Potencia continua: 76kW
- ❖ Tipo: sin escobillas, autorregulado y autoexcitado
- ❖ Eficiencia 88%
- ❖ Aislamiento: Clase H / H estator y rotor
- ❖ Regulación de tensión: AVR, modelo SX460, $\pm 1\%$ vacío/plena carga
- ❖ Grado de protección IP23



Figura 12. Alternador

2.7.3. Transporte exterior

El transporte en la parte exterior de la mina se realiza mediante el uso de vagones mineros, cuyas características son:

- ❖ Carros U-35 / V-40
- ❖ Carros de volteo lateral (tolva móvil) utilizados para el acarreo a mano y con locomotora, poseen seguros de volteo de tipo manual y de pie.



Figura 13. Transporte exterior

2.7.4. Agua

El agua que se emplea en la actividad minera es provista por un caudal de agua del manantial Coris, para lo cual la comunidad campesina acepta el uso en volumen que garantice el proceso de explotación del mineral.

2.8. Características del pique Coris

2.8.1. Construcción del pique Coris

- La construcción del pique Coris está destinada para el transporte de carga y personal, y se realiza en base a los estudios geológicos, geomecánicos e hidrogeológicos.
- Para su construcción se emplean materiales no degradables los cuales deben soportar los esfuerzos.
- De igual manera, está equipado con guías de recorrido para el desplazamiento de la jaula.
- Los compartimientos están apropiadamente alejados por un parapeto (estructura) macizo y duro.
- Las estaciones de para cuentan con puertas, las cuales bloquean el cierre y su acceso.
- La sobreprofundidad es suficiente con la finalidad de tener un espacio en profundidad que exceda la distancia (2 m), la cual servirá para la parada de la jaula, considerando la máxima velocidad, donde se instala el cuadro de asiento y se erige la fortificación de abajo hacia arriba.
- La construcción de la boca del pozo se inicia colocando un cuadro patrón provisional que consta de vigas de madera de buena calidad de forma rectangular, este cuadro patrón sirve para controlar y mantener la sección del pozo y para suspender los elementos de entibado.
- Para la evacuación del agua se emplea una bomba.

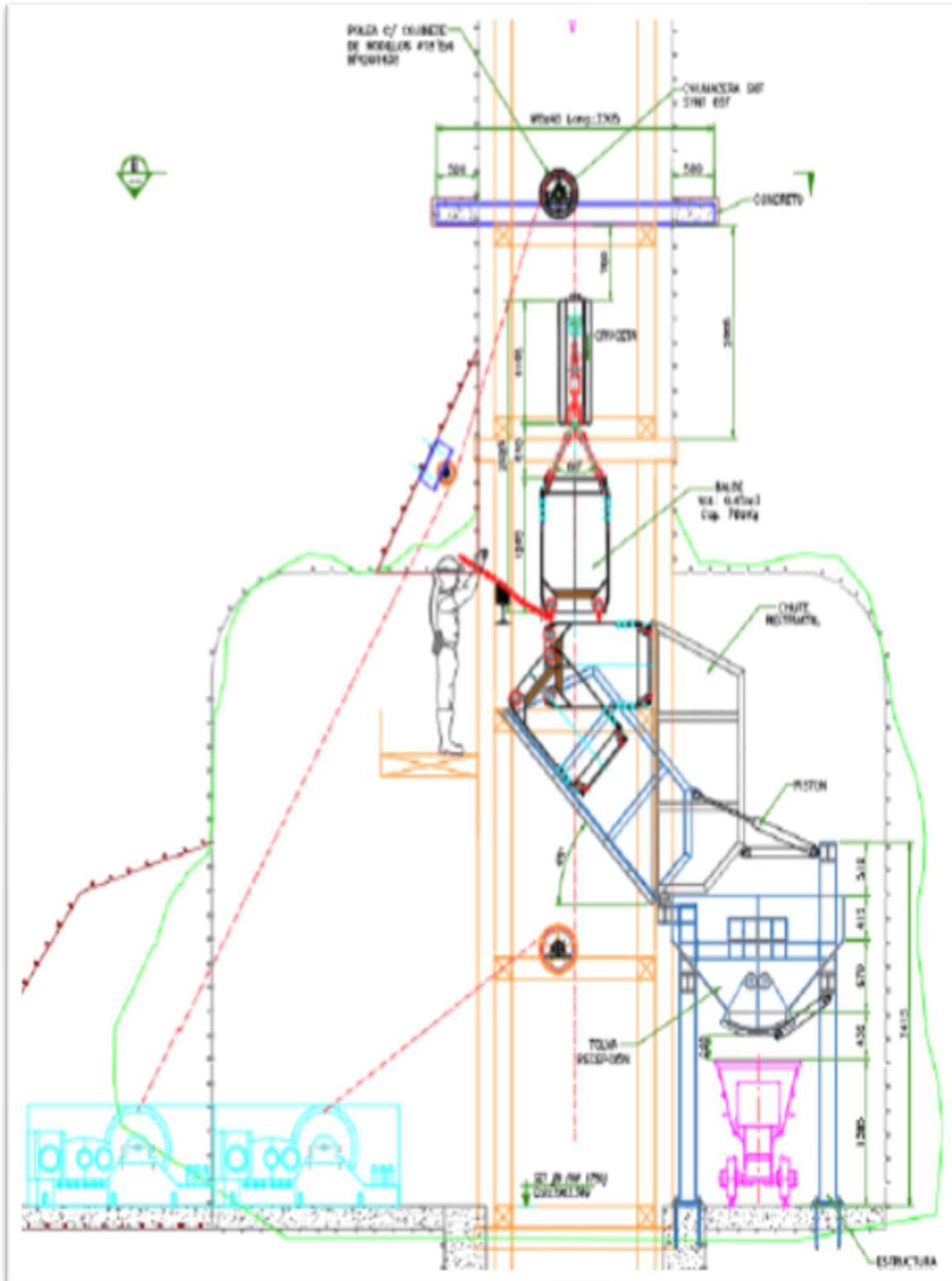


Figura 14. Vista en perfil

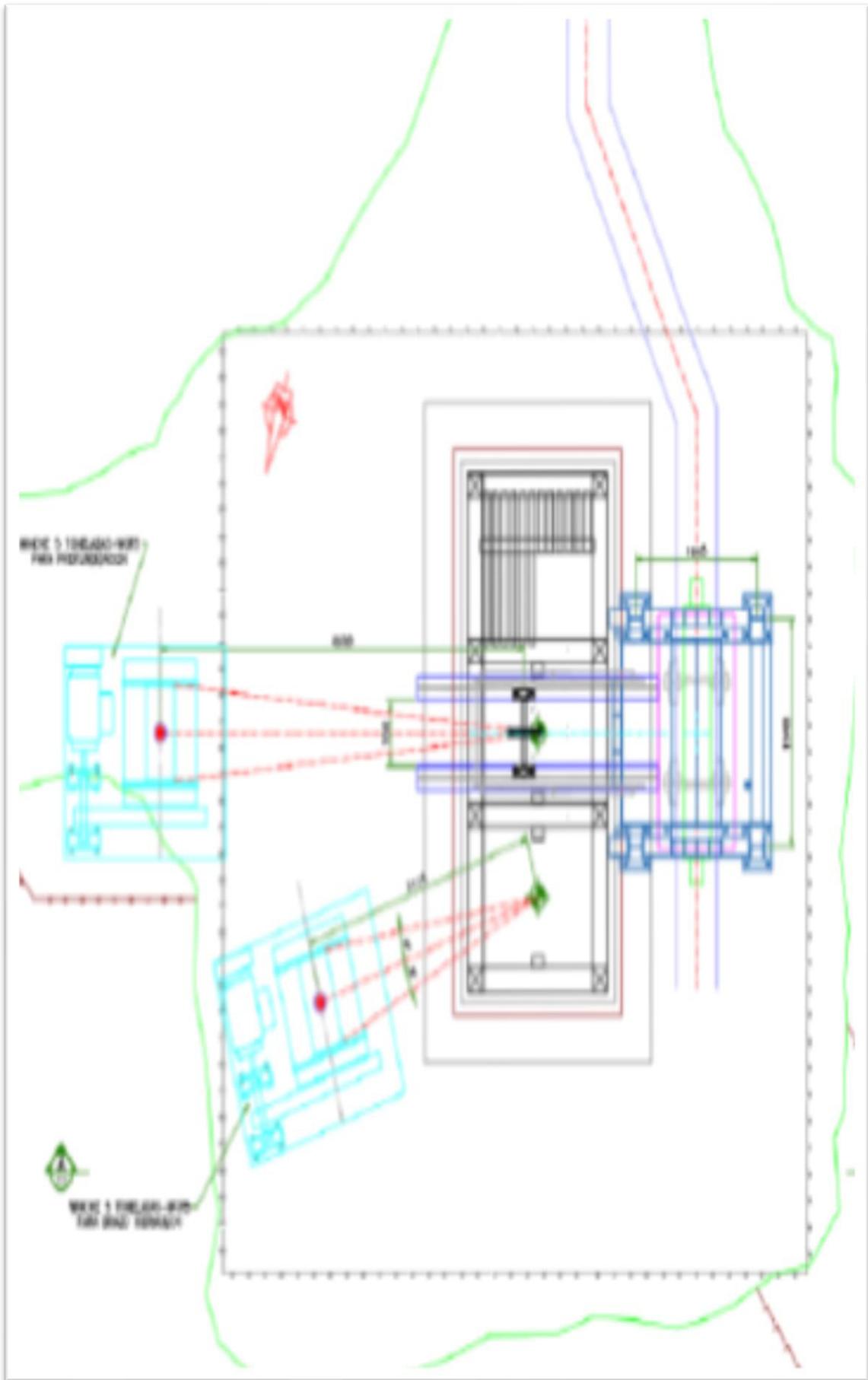


Figura 15. Vista en planta

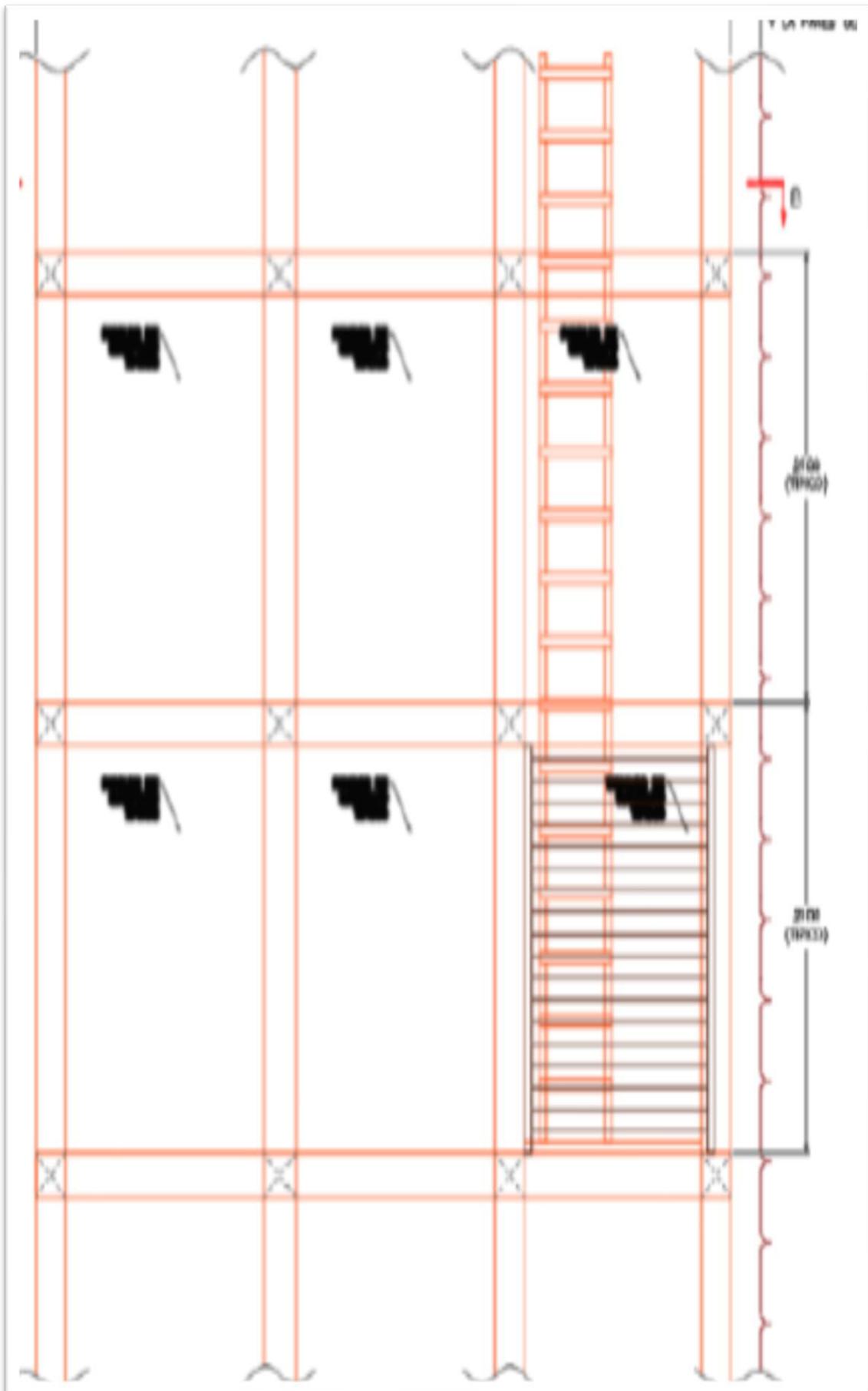


Figura 16. Instalación de cuadros - vista longitudinal

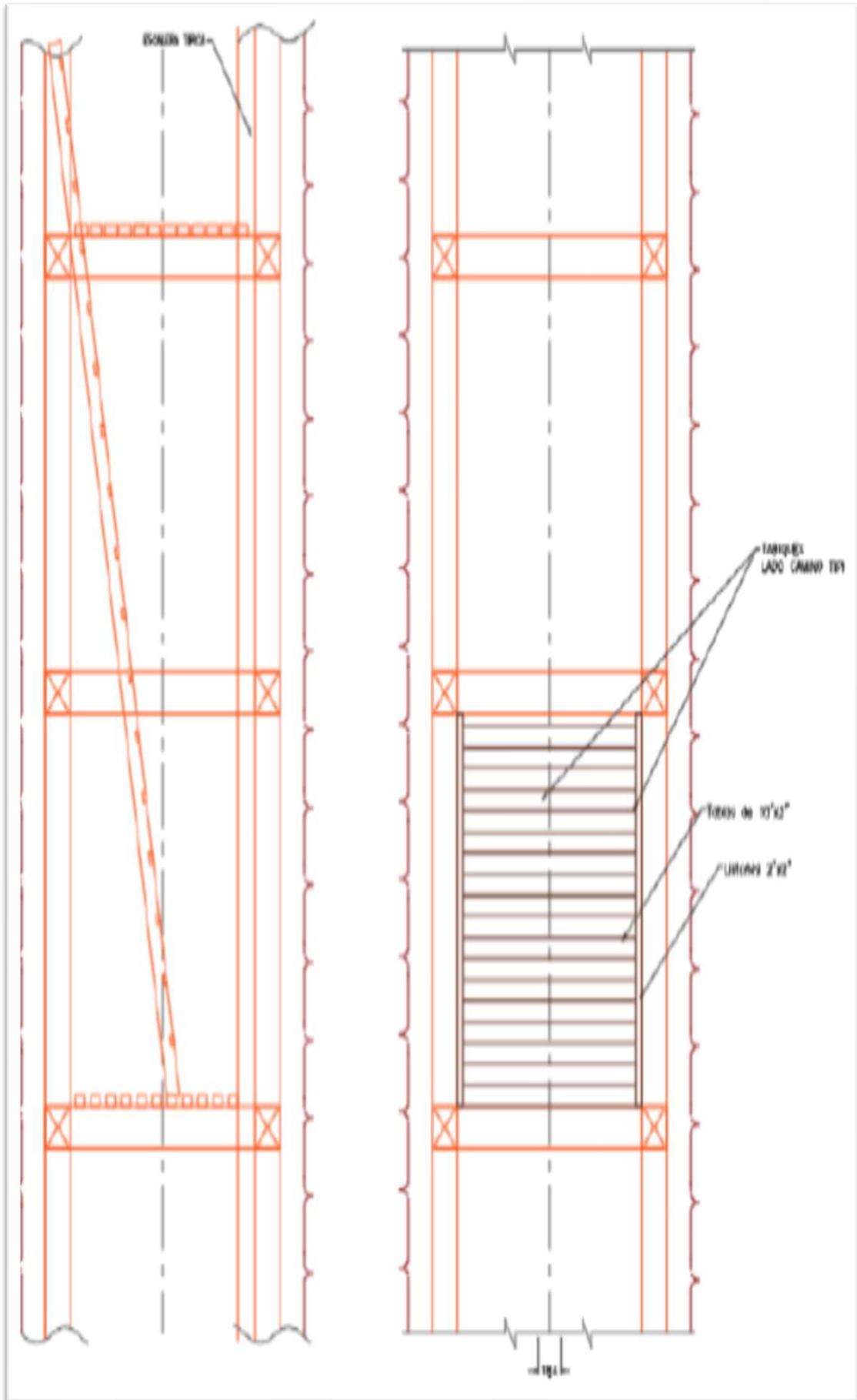


Figura 17. Instalación de cuadros - vista de perfil

A. Forma

La forma elegida para la construcción del pique corresponde a una sección rectangular, que consta de un compartimiento para la ubicación de la jaula y otra para el compartimiento de los servicios auxiliares y escaleras.

B. Dimensiones del pique

- ❖ Largo: 2.70 m
- ❖ Ancho: 1.50 m
- ❖ Profundidad: 40 m
- ❖ Sobreprofundidad: 2 m

C. Mantenimiento del pique Coris

- ❖ El pique ha de contar con aditamentos denominados “sillas” que ayuden con el proceso de sostenimiento, al momento de realizar reparaciones o cambios. (18)
- ❖ Al reparar tolvas, piques o chimeneas se usan tapones adecuadamente confeccionados; todo esto, en los trabajos de piques, acomodando forzosamente los sombreros de seguridad. (18)

D. Estudio geológico del área destinada para el pique Coris

El macizo rocoso está compuesto de calizas y filitas de un grado de metamorfismo más intenso alrededor de 300 °C, constituido esencialmente por CaCO_3 .

- ❖ Tipo de roca: sedimentaria – metamórfica
- ❖ Textura: clástica y no clástica
- ❖ Color: blanco o claro

E. Propiedades del macizo rocoso

• Características de la muestra extraída

La muestra debe ser representativa y estar conformado por tres pedazos de roca, “cada uno debe pesar por lo menos 50 gr o tener una dimensión de por lo menos 10 veces el tamaño máximo del grano” (15) para poder realizar los cálculos.



Figura 18. Pesaje de las tres muestras

- **Determinación de su masa**

Limpiar para excluir el serrín que se halle adjunto a la muestra, posteriormente, se pesa estableciendo M.





Figura 19. Resultado del pesaje de las tres muestras

- **Determinación del volumen**

Se determinó el volumen al sumergir las tres rocas en una determinada cantidad de agua.

- ❖ Volumen 1: 95 ml
- ❖ Volumen 2: 145 ml
- ❖ Volumen 3: 110 ml





Figura 20. Resultado de la determinación del volumen de las muestras

- **Determinación de la masa sumergida**

En un cesto de sumersión se ubica la muestra para determinar la masa. (18)



Figura 21. Proceso de inmersión de las muestras

- **Determinación de la masa saturada**

Cuidando el proceso de retiro del agua de la superficie y sin perder fragmentos rocosos, se ha de proceder al pesaje; todo esto, retirando la sumersión de baño, secando someramente con un material de limpieza húmedo. (18)

- **Colocado de las muestras al horno para su secado**

Teniendo una temperatura de 105 °C, se ubica la muestra en un receptáculo esterilizado y seco; luego se coloca en el horno; no se debe olvidar que la muestra se debe hacer secar por 24 horas. (18)



Figura 22. Proceso de secado de las muestras

- **Determinación de la masa seca**

La muestra, luego de ser sacada del horno, se le pone en la balanza analítica para poder saber su masa.

- **Determinación de las propiedades físicas**

Tabla 9. Resultado del pesaje de las muestras

Roca inicial	Roca 1	Roca 2	Roca 3
M roca	0.20355 kg	0.20355 kg	0.25491 kg
Roca sacada del horno	Roca 1	Roca 2	Roca 3
M seca	0.20031 kg	0.30505 kg	0.25021 kg
Roca mojada(1h)	Roca 1	Roca 2	Roca 3
M. sat	0.20661 kg	0.31441 kg	0.25787 kg
Roca en la rejilla	Roca 1	Roca 2	Roca 3
M. sum.	0.11718 kg	0.18065 kg	0.14853 kg

- **Determinación de las propiedades de la roca**

Tabla 10. Resultado del pesaje de las muestras (2)

	Roca 1	Roca 2	Roca 3
V	0.000095 m ³	0.0000145 m ³	0.0000110 m ³
PW	941.3684211 $\frac{Kg}{m^3}$	9224.82759 $\frac{Kg}{m^3}$	9940 $\frac{Kg}{m^3}$
Vv	6.69239 x 10 ⁻⁶ %	1.0147 x 10 ⁻⁶ %	7.7062 x 10 ⁻⁷ %
W	0.016174929 %	-0.33273234 %	0.01878422 %
Sr	13.1952381 %	13.2905983 %	13.2741514 %
N	0.070446159 %	0.06997608 %	0.0700567 %
A	0.031451251 %	0.03068349 %	0.03061428 %
Vr	8.83076 x 10 ⁻⁵	1.3485 x 10 ⁻⁵	1.0229 x 10 ⁻⁵
E	0.075784915	0.07524116	0.07533438
P	2142.631579 $\frac{Kg}{m^3}$	14037.931 $\frac{Kg}{m^3}$	23173.6364 $\frac{Kg}{m^3}$
Pd	2268.320804 $\frac{Kg}{m^3}$	22620.8493 $\frac{Kg}{m^3}$	24459.9469 $\frac{Kg}{m^3}$
Ps	2305.010731 $\frac{Kg}{m^3}$	15094.1612 $\frac{Kg}{m^3}$	24919.4079 $\frac{Kg}{m^3}$
Gs	2.276081852	1.52175538	2.33135175

- **Resultados de las propiedades físicas de la roca (promedio)**

- ❖ **Humedad**

Roca 1	Roca 2	Roca 3	Promedio
0.016174929%	-0.33273234%	0.01878422%	-0.09925773%

- ❖ **Porosidad**

Roca 1	Roca 2	Roca 3	Promedio
13.1952381%	13.2905983%	13.2741514%	13.25332927%

- ❖ **Densidad seca**

Roca 1	Roca 2	Roca 3	Promedio
2268.320804 $\frac{Kg}{m^3}$	22620.8493 $\frac{Kg}{m^3}$	24459.9469 $\frac{Kg}{m^3}$	16449.70567 kg/m^3

❖ **Absorción**

Roca 1	Roca 2	Roca 3	Promedio
0.031451251%	0.03068349%	0.03061428%	0.03091634%

F. Evaluación geomecánica

Cálculo de RQD = Método de muestreo lineal

$RQD = 100e^{-0.1\lambda} \times ((0.1\lambda) + 1)$ Priest y Hudson, 1976

Familia 1

N.º de discontinuidades = 6

Longitud de muestreo = 3.57

$$\lambda = 6/3.57 = 1.681$$

$$e = 2,71828$$

$$RQD = 100 \times 2.718^{-0.1 \times 1.681} \times ((0.1 \times 1.681) + 1)$$

$$RQD = 98.74\%$$

Familia 2

N.º de discontinuidades = 7

Longitud de muestreo = 3.57

$$\lambda = 7/3.57 = 1.961$$

$$e = 2,71828$$

$$RQD = 100 \times 2.718^{-0.1 \times 1.961} \times ((0.1 \times 1.961) + 1)$$

RQD = 98.31%

Cálculo de RCU (martillo de *Schmidt*)

Muestra 1

N.º de rebotes del martillo de *Schmidt*

43	47	39
48	42	44
40	42	43

N.º de rebotes promedio del martillo de *Schmidt* = 43.11

Muestra 2

N.º de rebotes del martillo de *Schmidt*

47	44	45
40	42	44
40	43	42

N.º de rebotes promedio del martillo de *Schmidt* = 43

Densidad de la roca

De las propiedades físicas se tiene que la densidad es = 2.33

Dirección del muestreo con el martillo de *Schmidt*

En campo se golpeó en forma horizontal

RCU (martillo de Schmidt) = 76 Mpa

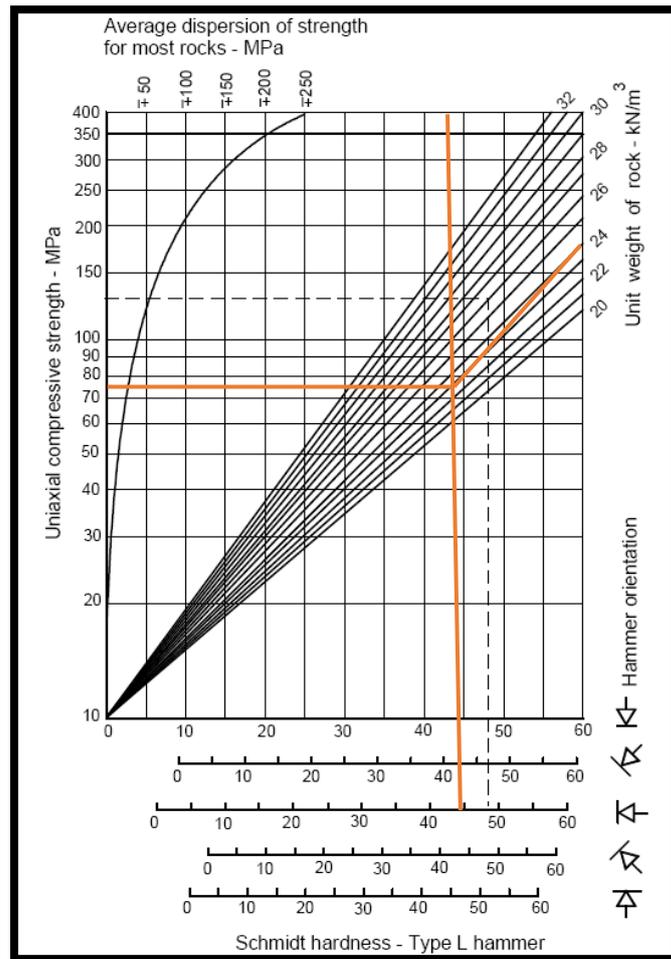


Figura 23. Dirección del muestreo con el martillo de Schmidt

Cálculo de la rugosidad con el peine de Barton

Profundidad peine de Barton	Longitud de muestreo
14 mm	29 cm
16 mm	49 cm
20 mm	60 cm
18 mm	12 cm

Maxima profundidad = 20 mm

Longitud de muestreo = 150 cm = 1.50 m

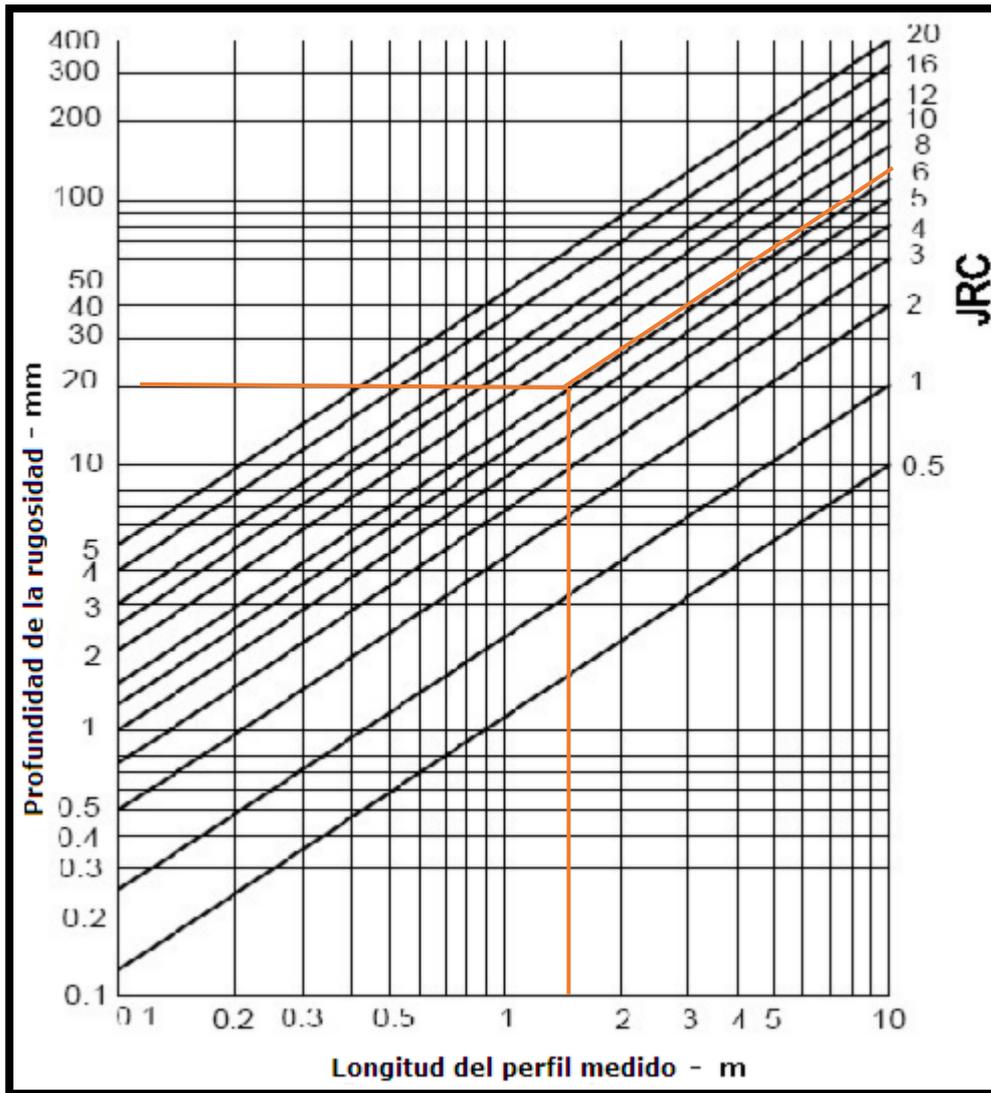


Figura 24. Longitud del perfil medio

JRC = 6.8

Equivalencia de rugosidad para el RMR

JRC = 6 – 12 = **Ligeramente rugosa**

Procesamiento del muestreo geomecánico del set 1 (Familia 1)

ID	Dip	Dip Direction	TIPO DE ESTRUCTURA	ESPACIADO	PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACIÓN	AGUA
2	55°	198°	D	3	2	3	3	2	2	2
3	60°	200°	D	3	2	4	3	2	2	2
4	60°	202°	D	3	2	4	3	2	2	2
5	55°	200°	D	3	2	3	3	2	2	2
5*	60°	204°	D	3	2	3	3	2	2	2
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										

Figura 25. Datos de procesamiento del muestreo geomecánico del set 1 (Familia 1)

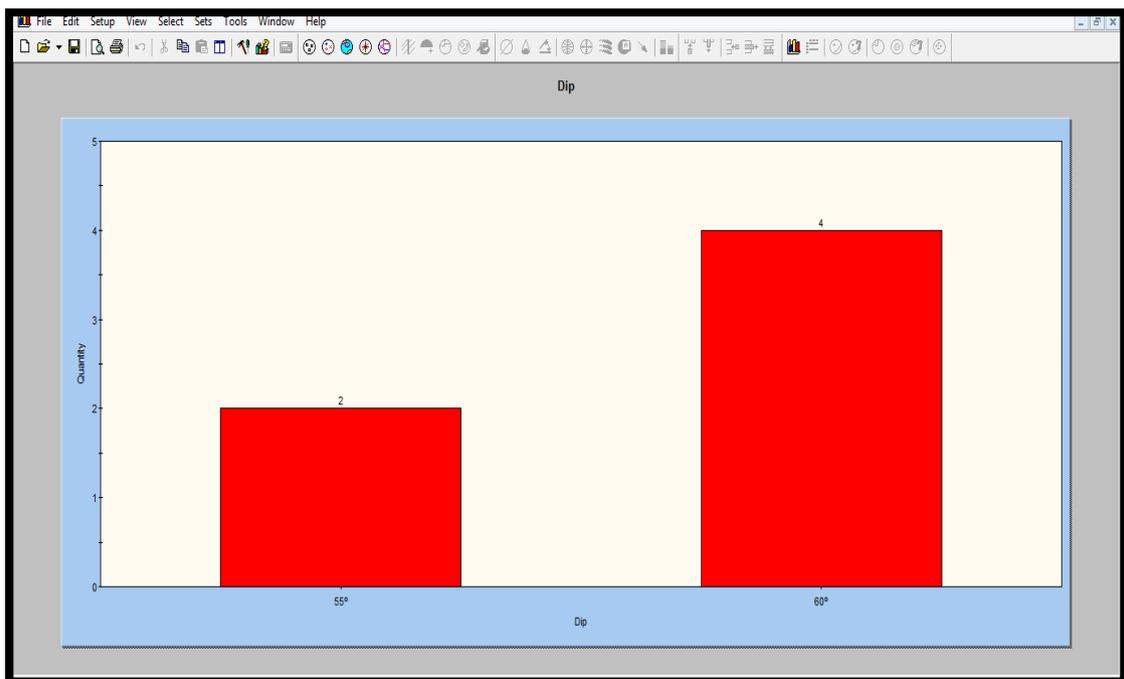


Figura 26. Buzamiento predominante del set 1 (Familia 1)

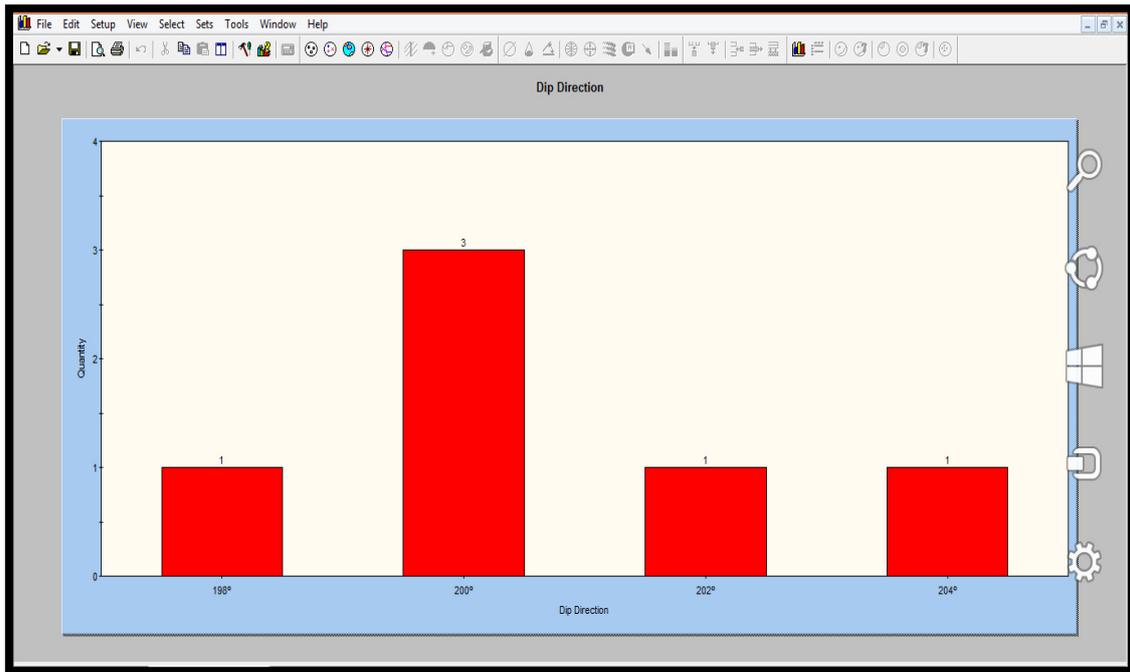
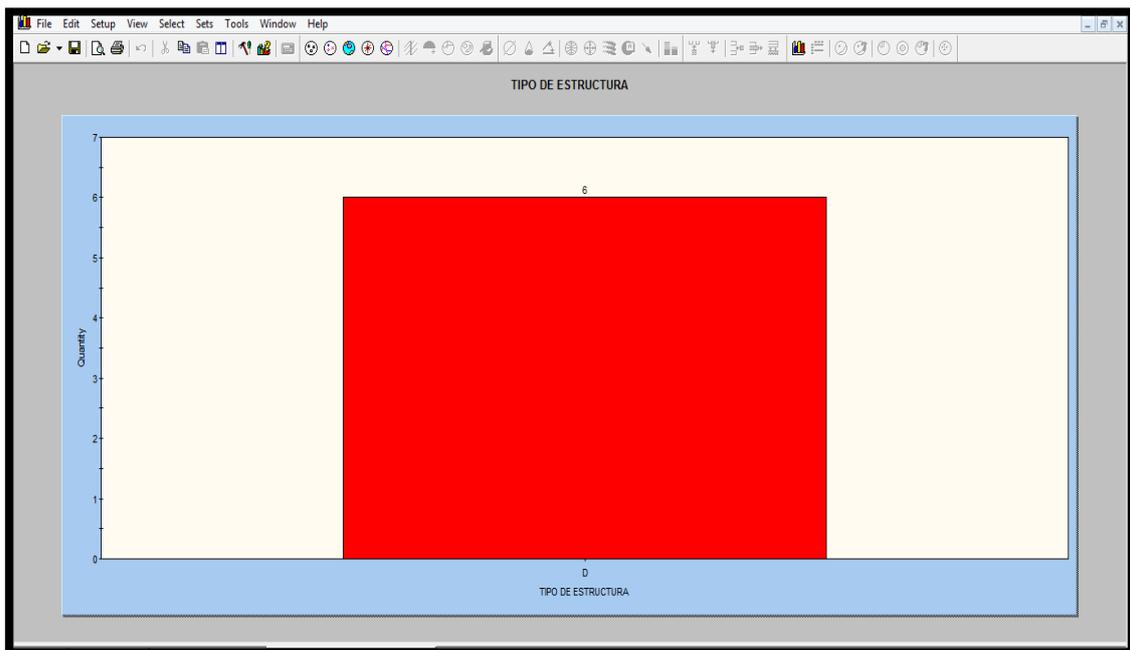


Figura 27. Dirección del buzamiento predominante del set 1 (Familia 1)



**Figura 28. Tipo de estructura predominante del set 1 (Familia 1)
D= Diaclasa**

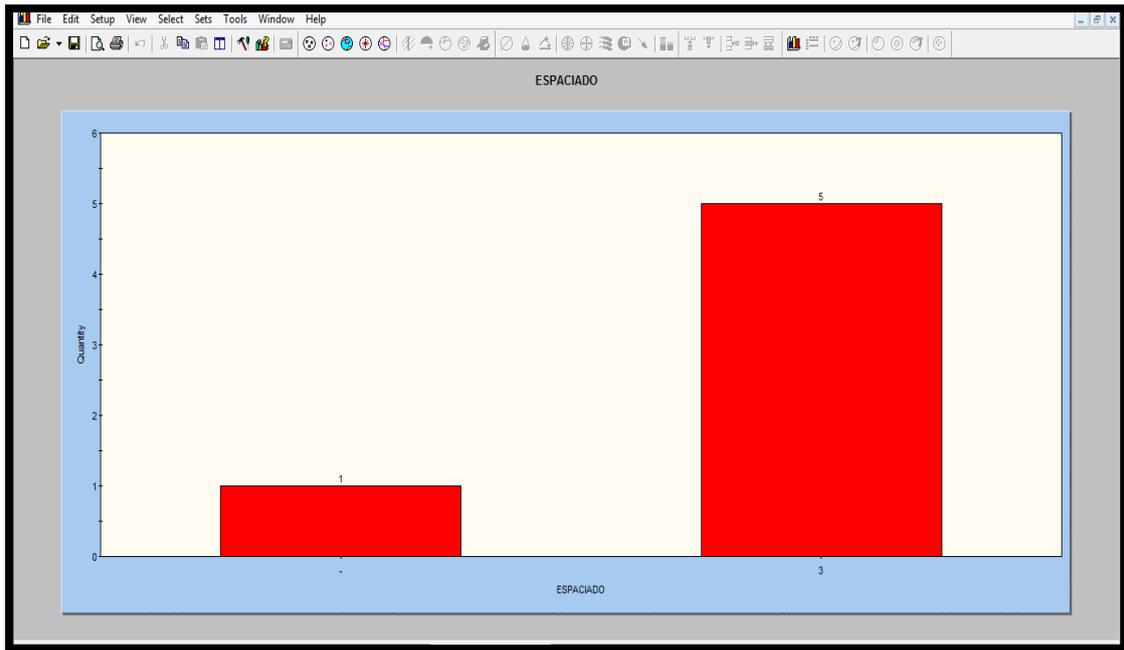


Figura 29. Tipo de espaciado predominante del set 1 (Familia 1)
 (3 = 0.2 - 0.6 m); (2 = 0.6 - 2 m)

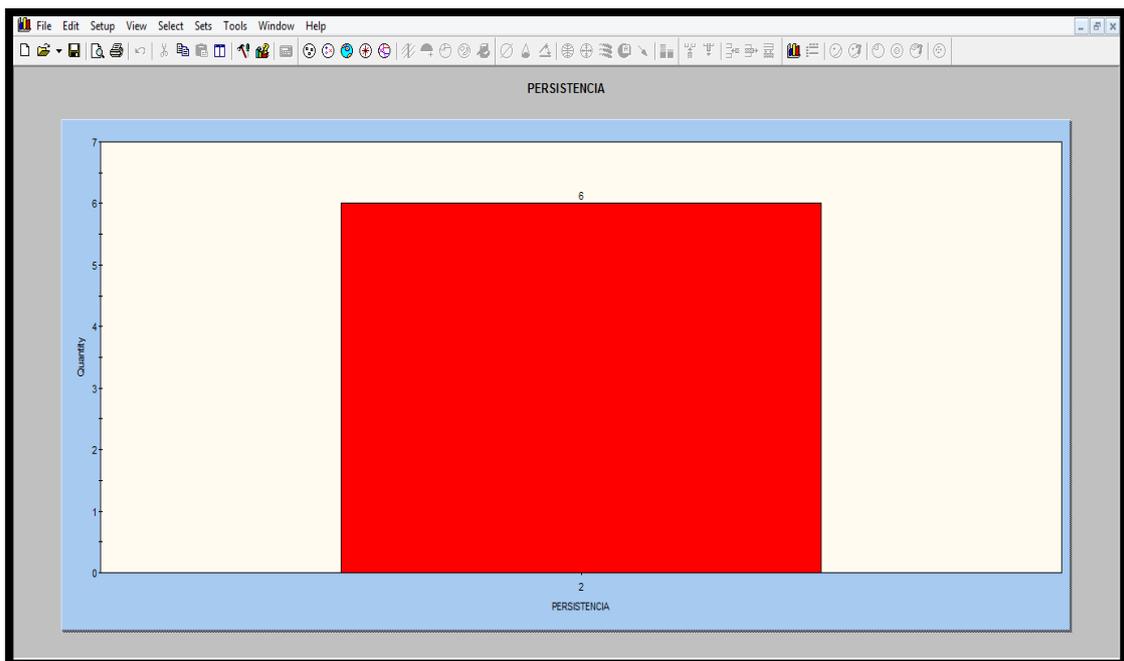


Figura 30. Tipo de persistencia predominante del set 1 (Familia 1)
 2 = 1 - 3 m

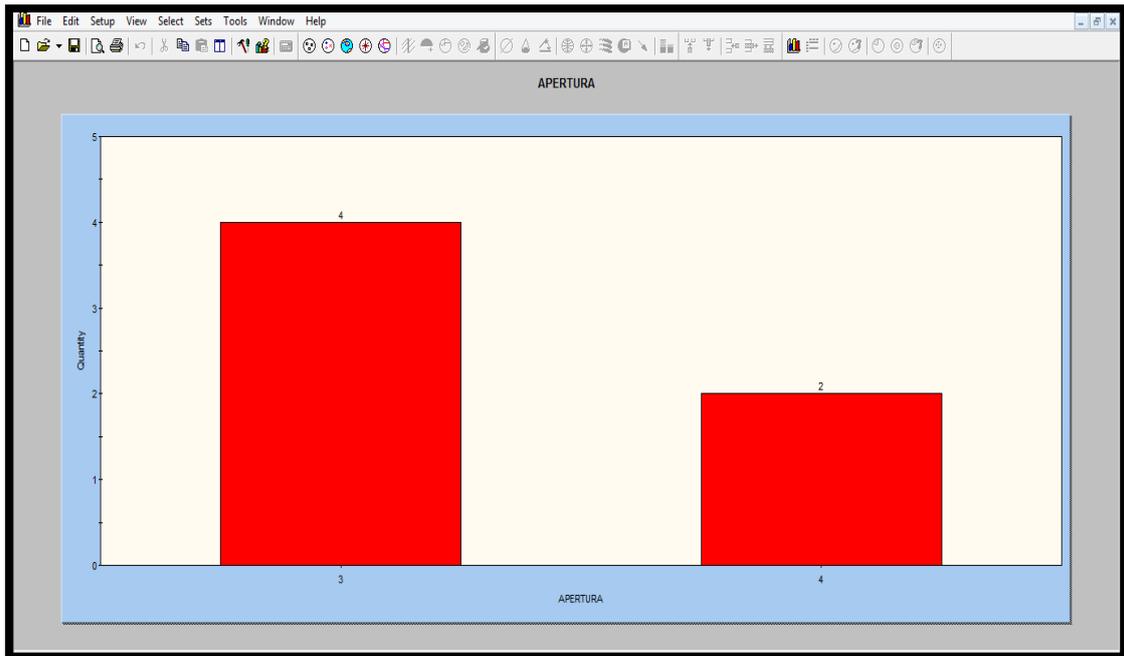


Figura 31. Tipo de apertura predominante del set 1 (Familia 1)
3 = 0.1 - 1 mm

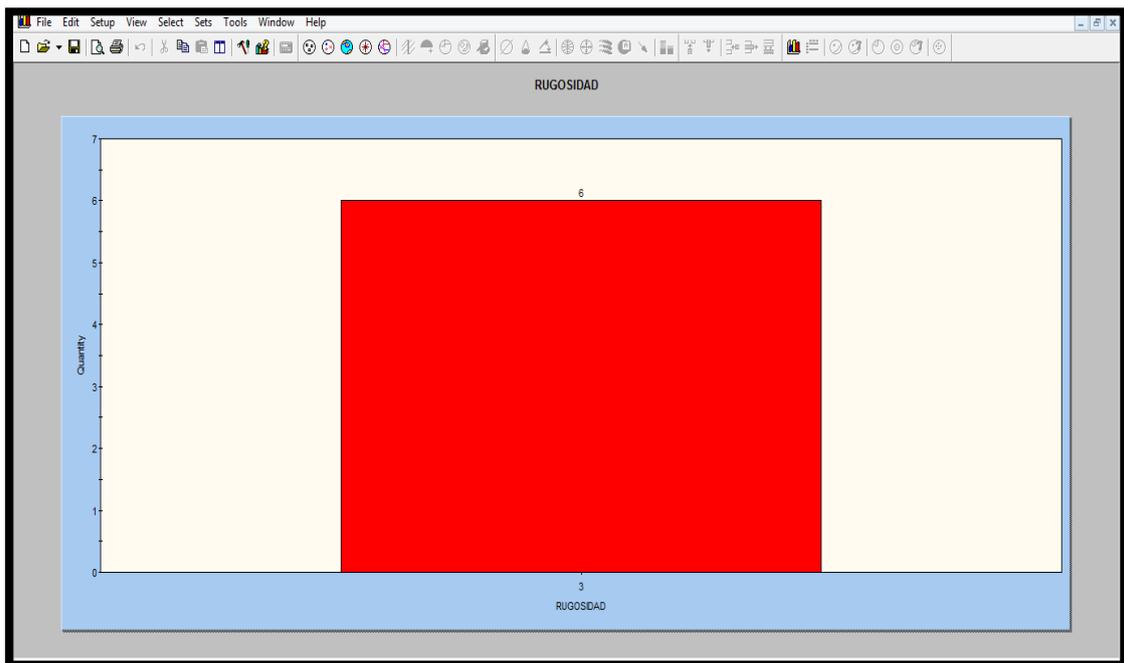
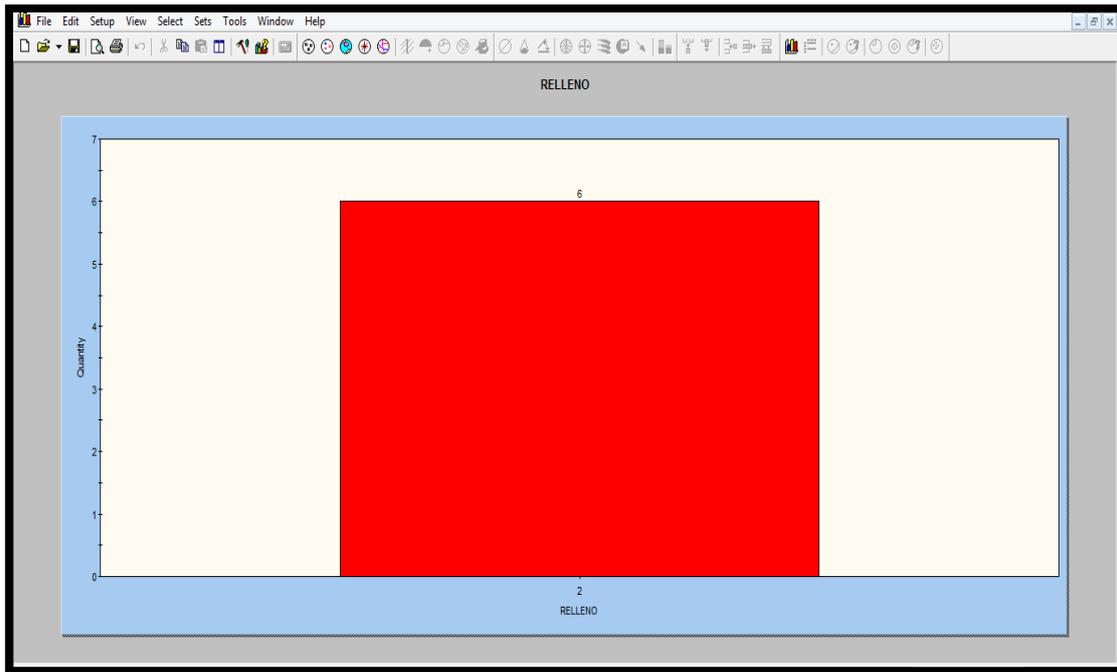
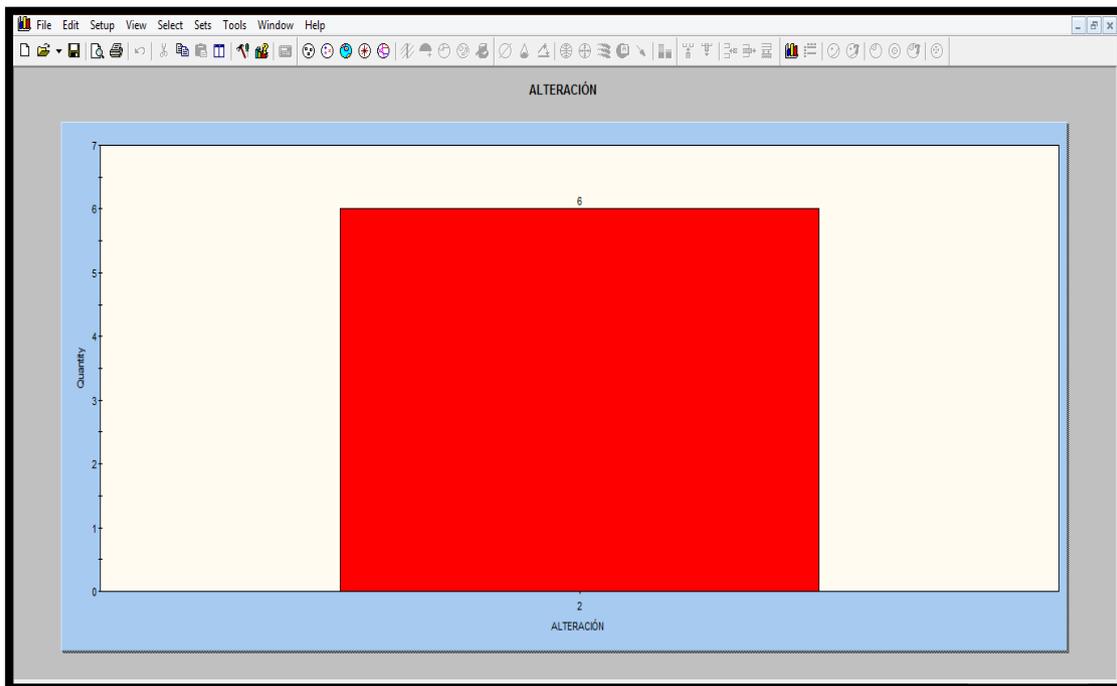


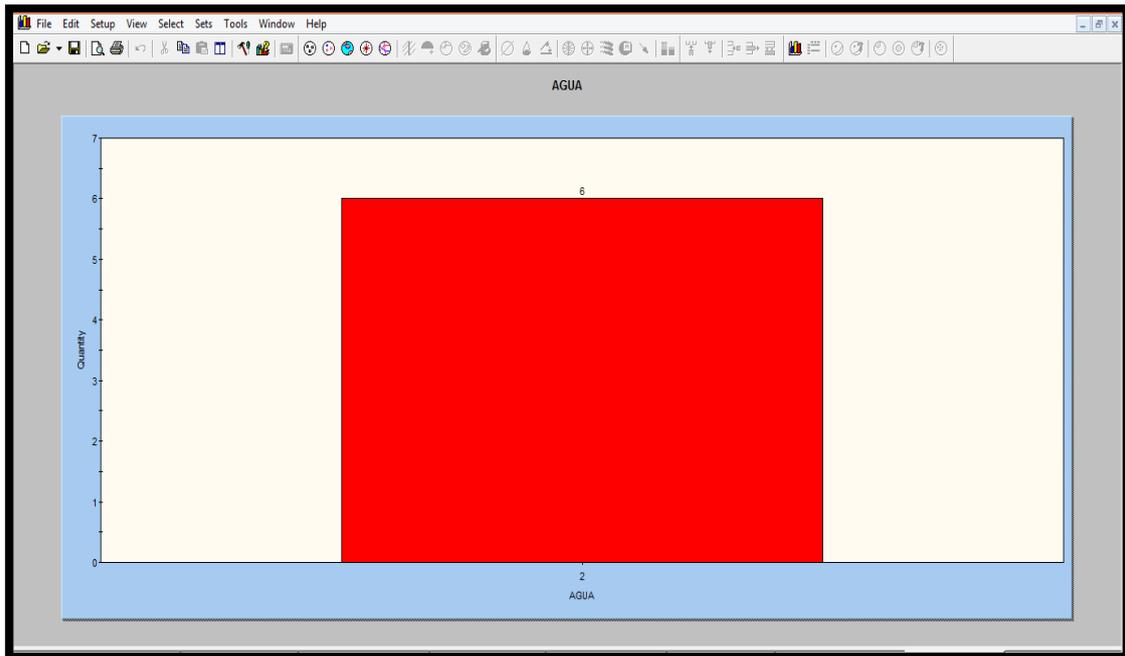
Figura 32. Tipo de rugosidad predominante del set 1 (Familia 1)
3 = Ligeramente rugosa



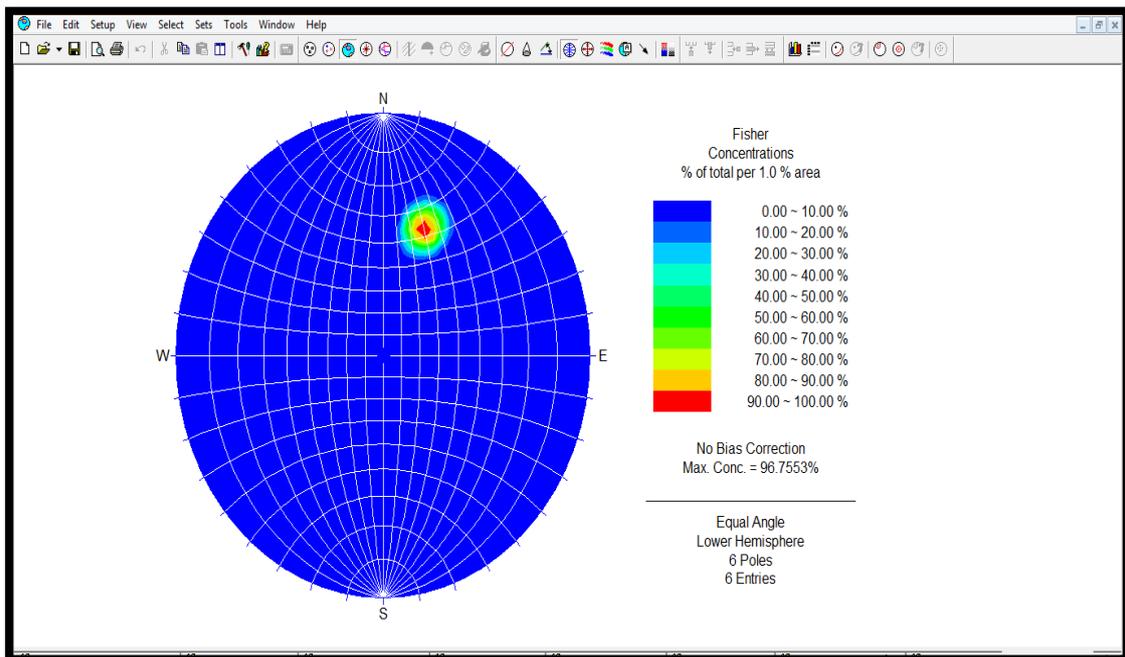
**Figura 33. Tipo de relleno predominante del set 1 (Familia 1)
3 = Duro menor que 5 mm**



**Figura 34. Tipo de alteración predominante del set 1 (Familia 1)
2 = Ligeramente alterada**



**Figura 35. Presencia de agua predominante del set 1 (Familia 1)
2 = Húmedo**



**Figura 36. Concentración de polos de las discontinuidades del set 1 (Familia 1)
Buzamiento 58° - Dirección de buzamiento 201°**

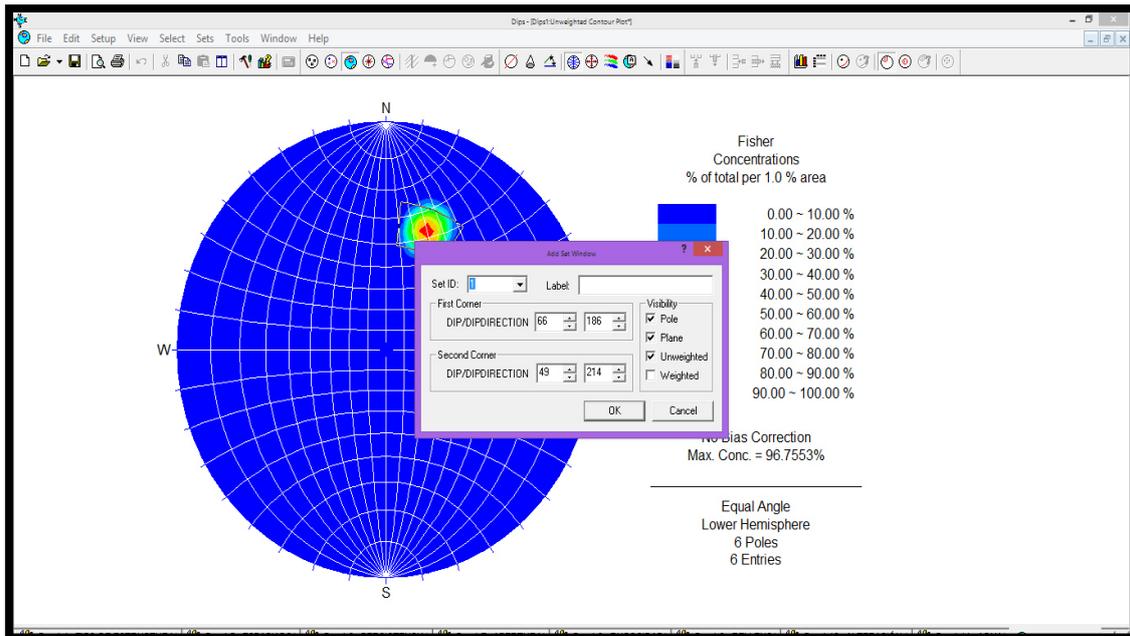


Figura 37. Concentración de polos de las discontinuidades del set 1 (Familia 1) (First corner) Buzamiento 66° - Dirección de buzamiento 186° (Second corner) Buzamiento 49° - Dirección de buzamiento 214°

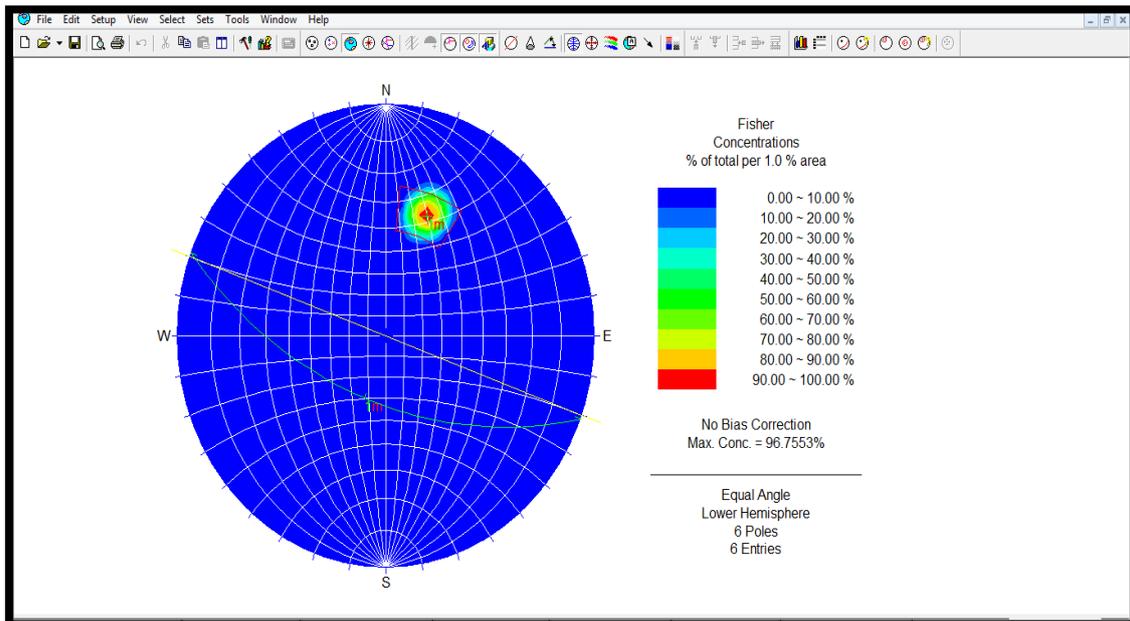


Figura 38. Concentración de polos de las discontinuidades del set 1 (Familia 1) Círculo máximo 58° - Dirección de buzamiento 201°

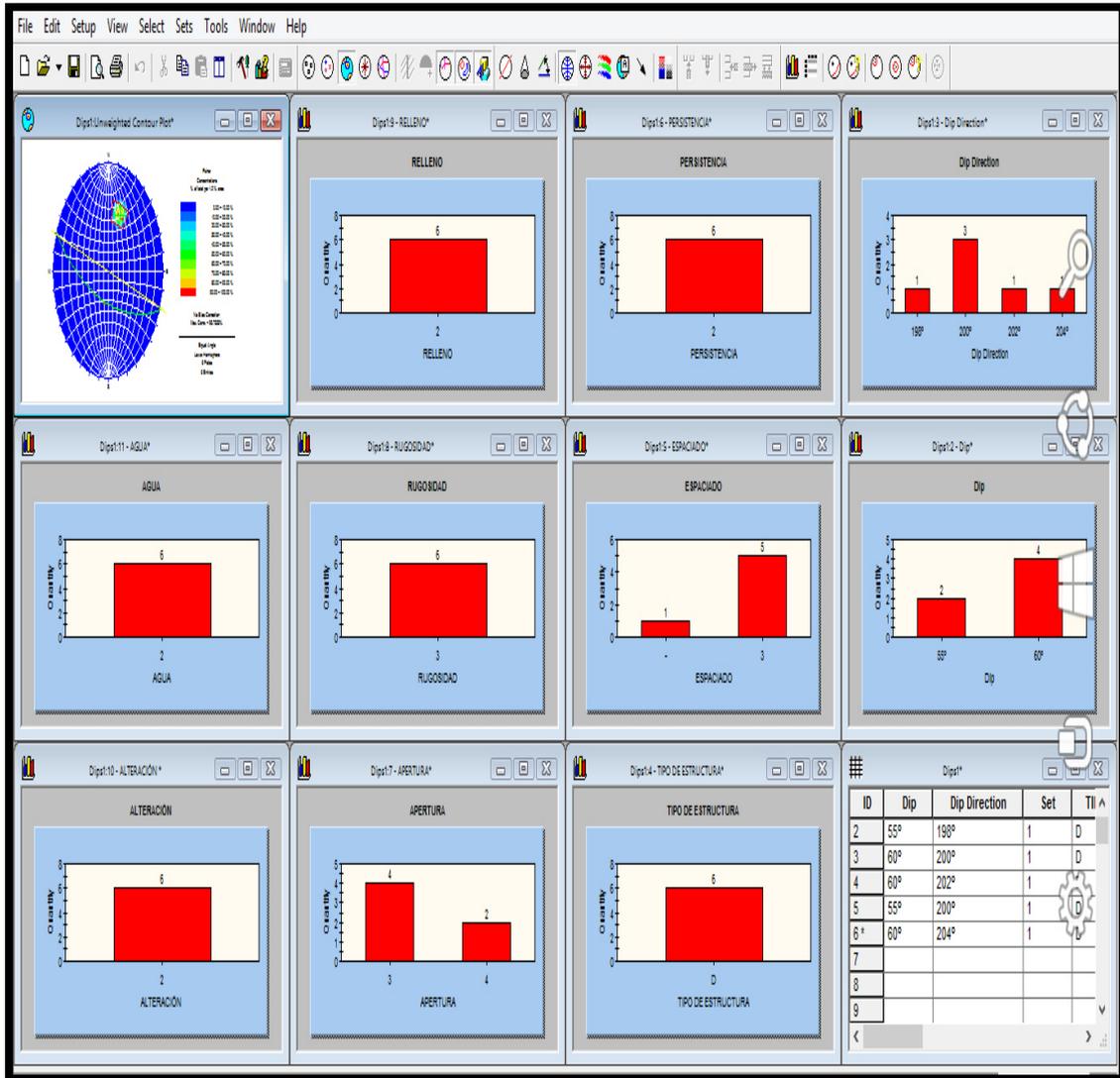


Figura 39. Resumen del procesamiento del set 1 (Familia 1)

Procesamiento del muestreo geomecánico del set 1 (Familia 2)

ID	Dip	Dip Direction	Set	TIPO DE ESTRUCTURA	ESPACIADO	PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACIÓN	AGUA
1	64°	101°		D	-	2	4	3	2	2	2
2	60°	106°		D	3	2	4	3	2	2	2
3	59°	108°		D	3	2	4	3	2	2	2
4	60°	104°		D	3	2	4	3	2	2	2
5	62°	100°		D	2	2	4	3	2	2	2
6	58°	110°		D	2	2	4	3	2	2	2
7*	60°	103°		D	2	2	4	3	2	2	2
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											

Figura 40. Datos de procesamiento del muestreo geomecánico del set 2 (Familia 2)

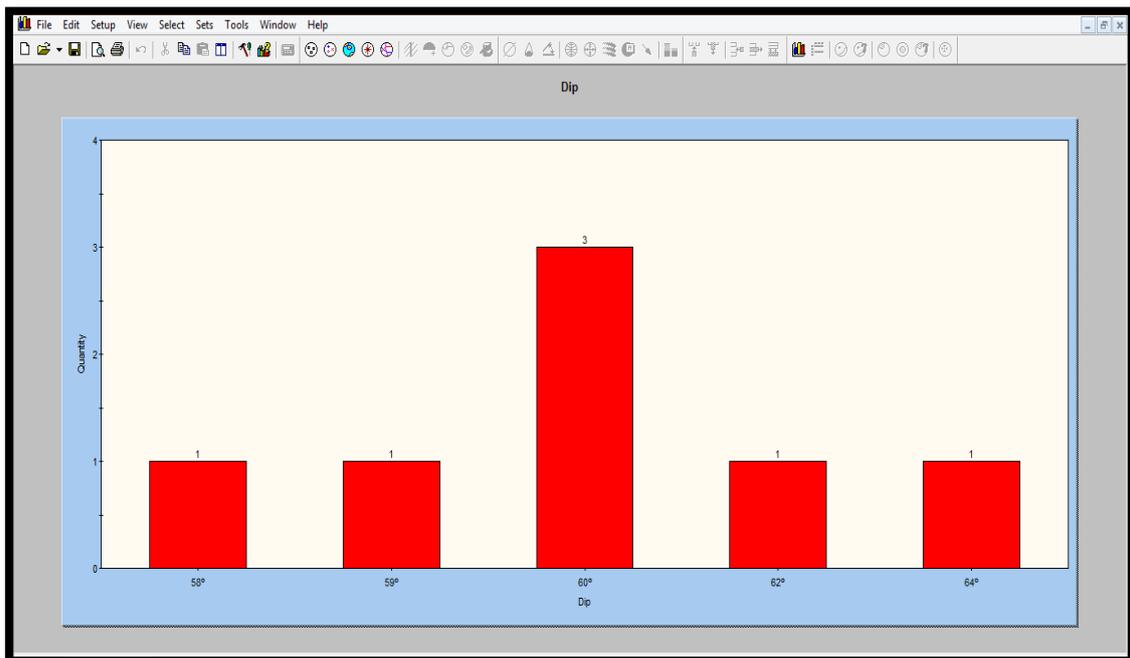
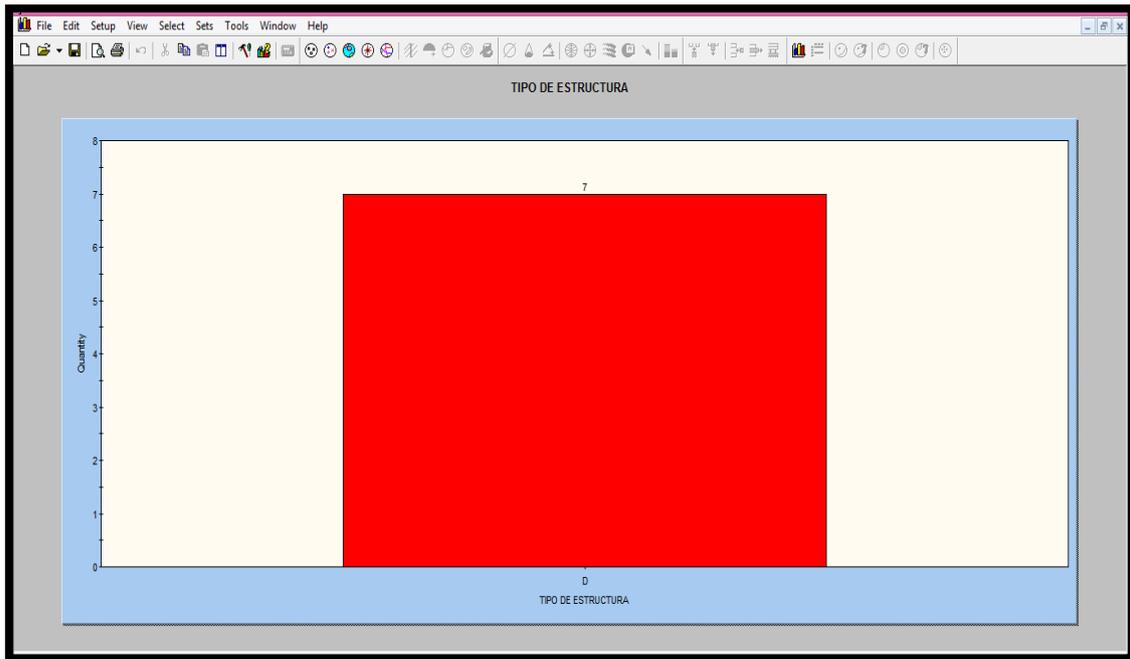
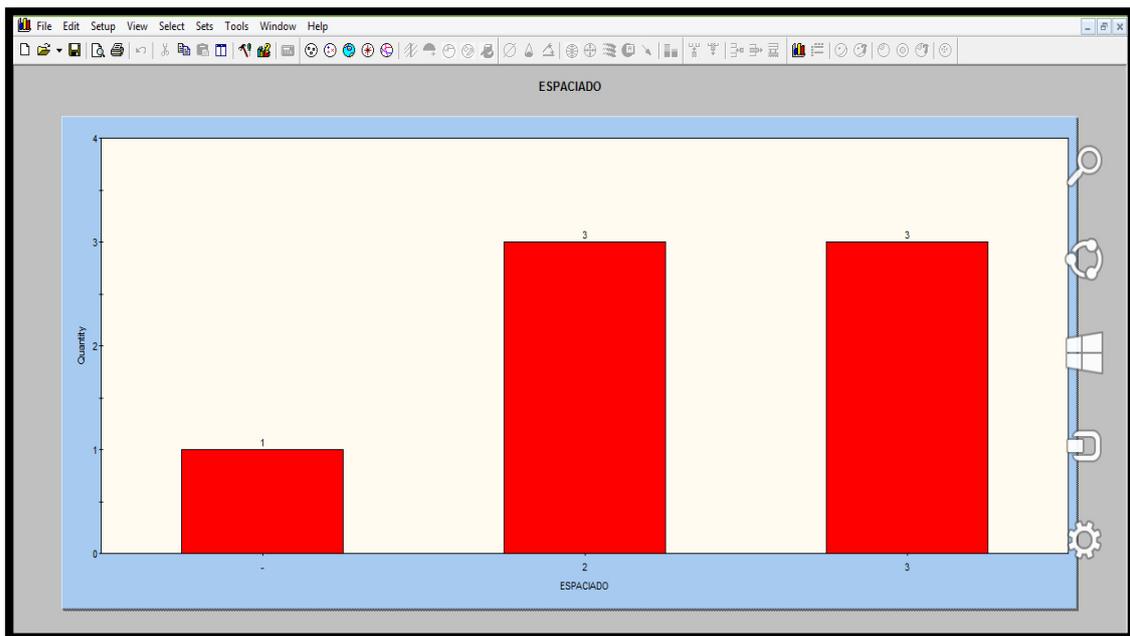


Figura 41. Buzamiento predominante del set 2 (Familia 2)



**Figura 42. Tipo de estructura predominante del set 2 (Familia 2)
D = Diaclasa**



**Figura 43. Tipo de espaciado predominante del set 2 (Familia 2)
(3 = 0.2 - 0.6 m); (2 = 0.6 - 2 m)**

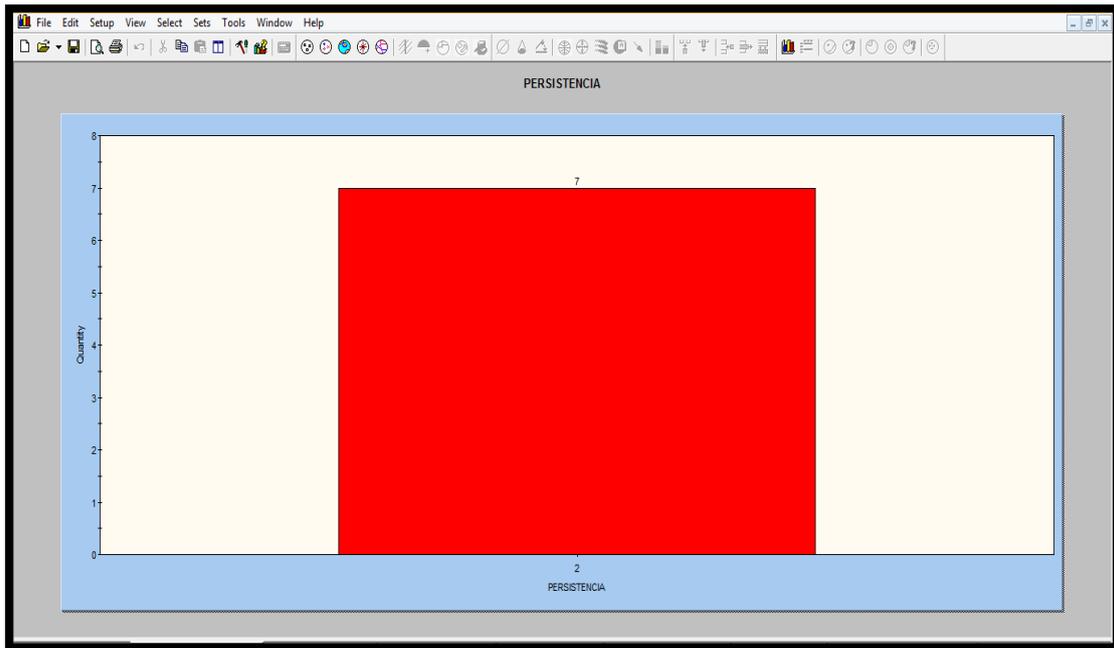


Figura 44. Tipo de persistencia predominante del set 2 (Familia 2)
 $2 = 1 - 3 \text{ m}$

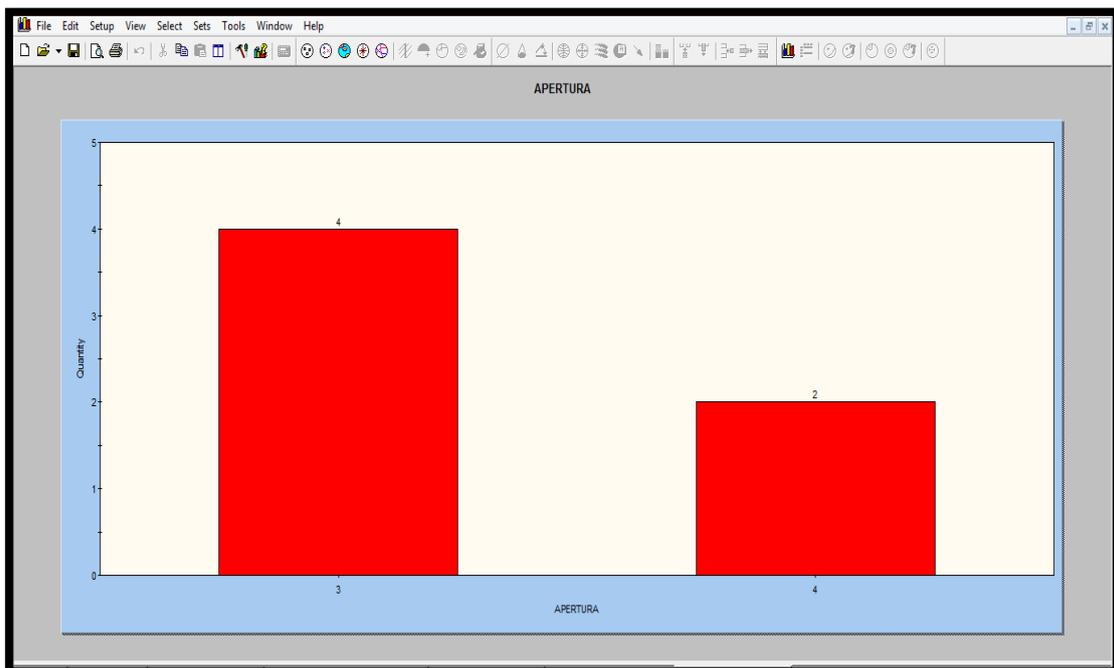


Figura 45. Tipo de apertura predominante del set 2 (Familia 2)
 $3 = 0.1 - 1 \text{ mm}$

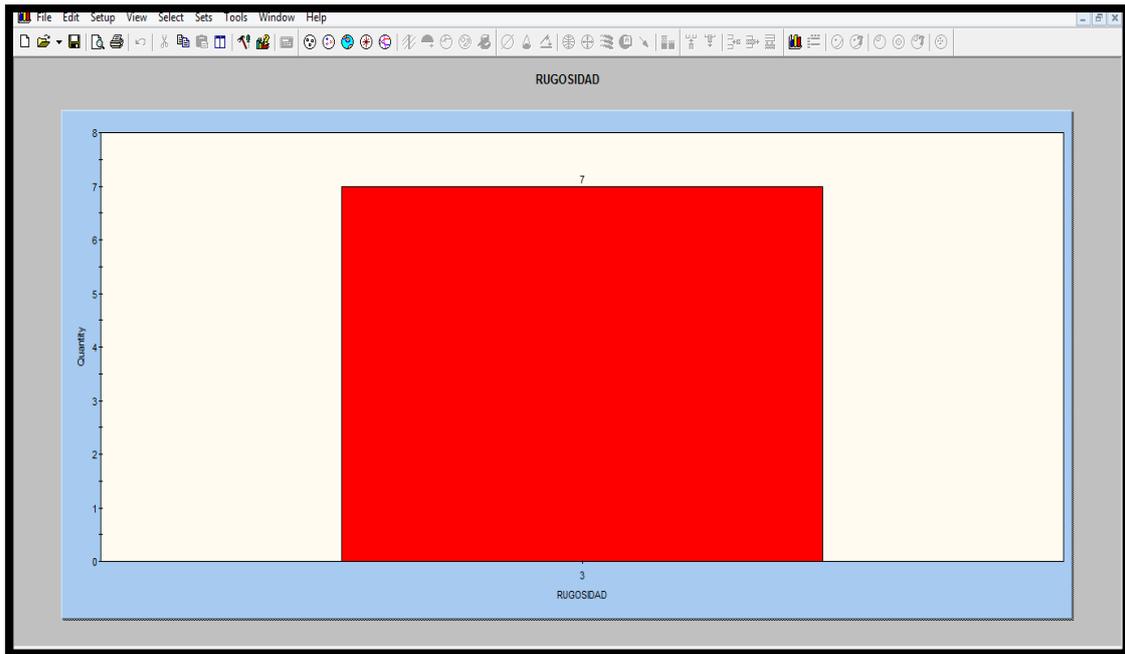


Figura 46. Tipo de rugosidad predominante del set 2 (Familia 2)
3 = Ligeramente rugosa

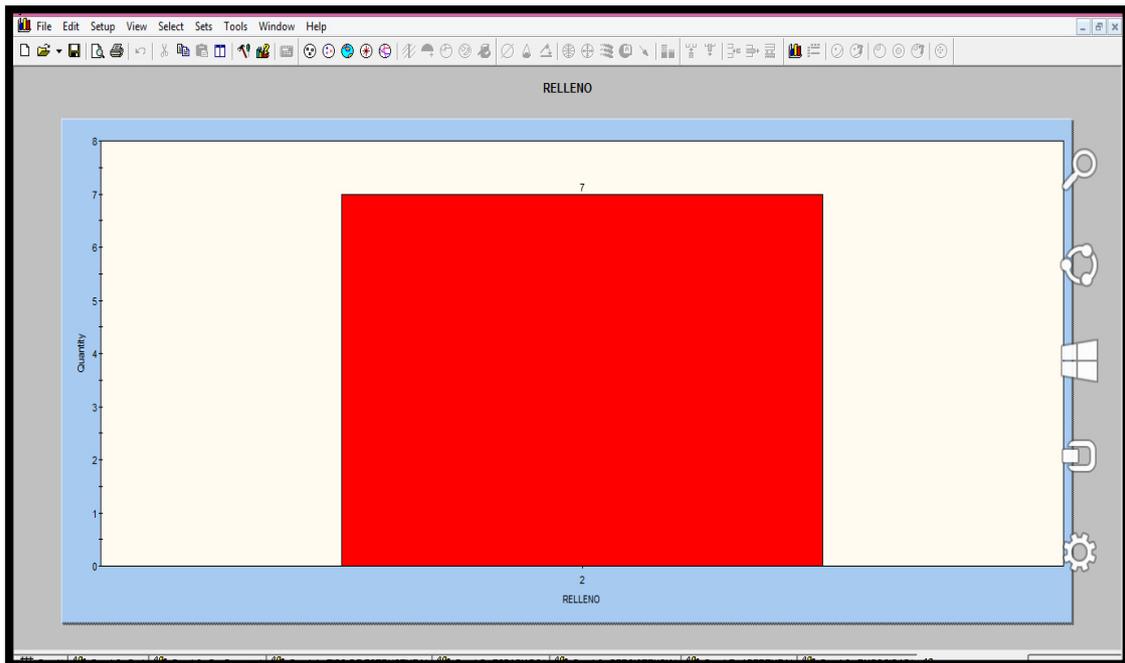
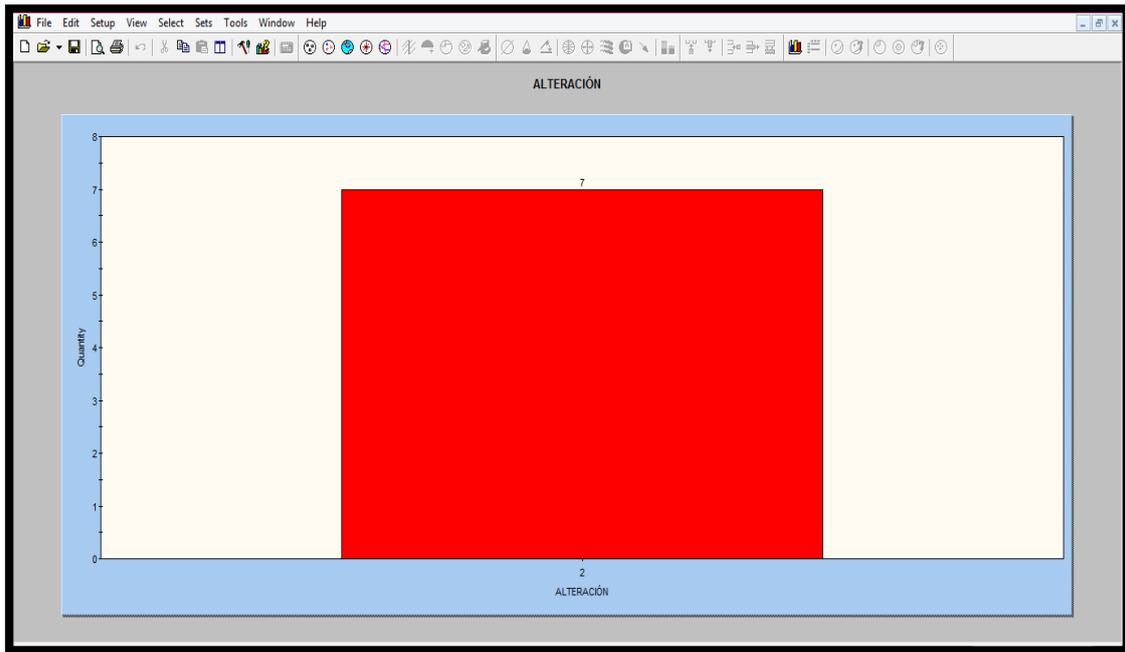
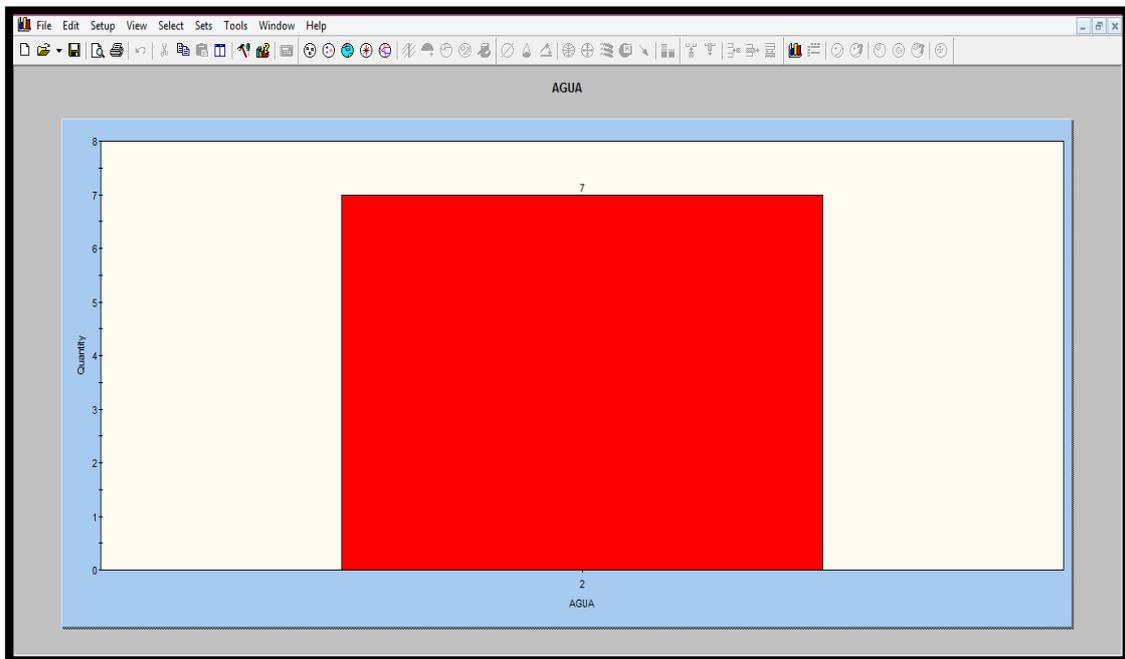


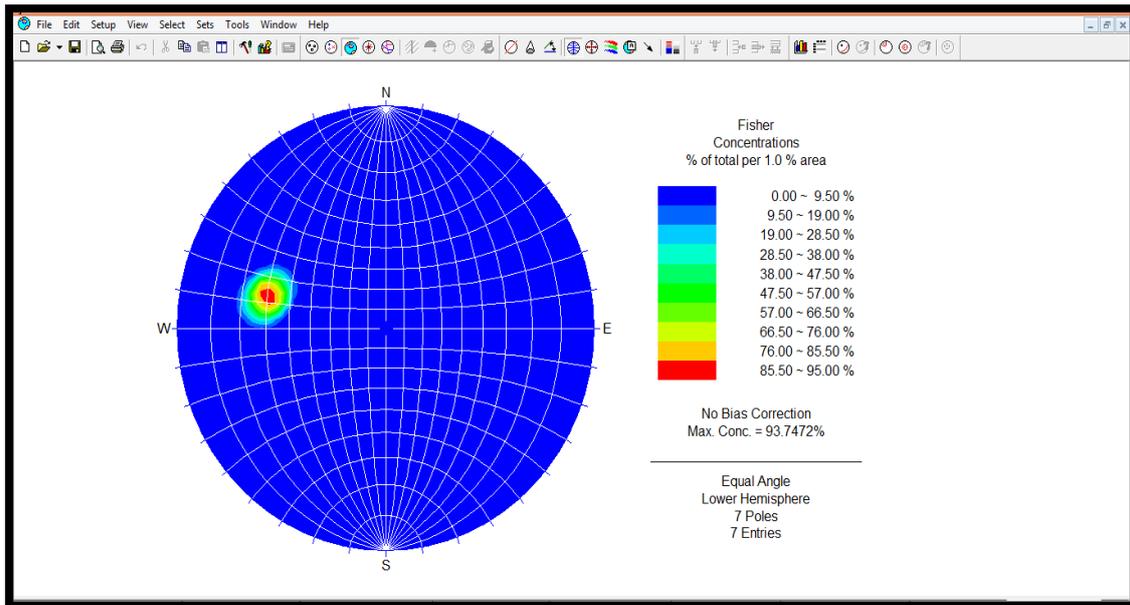
Figura 47. Tipo de relleno predominante del set 2 (Familia 2)
3 = Duro menor que 5 mm



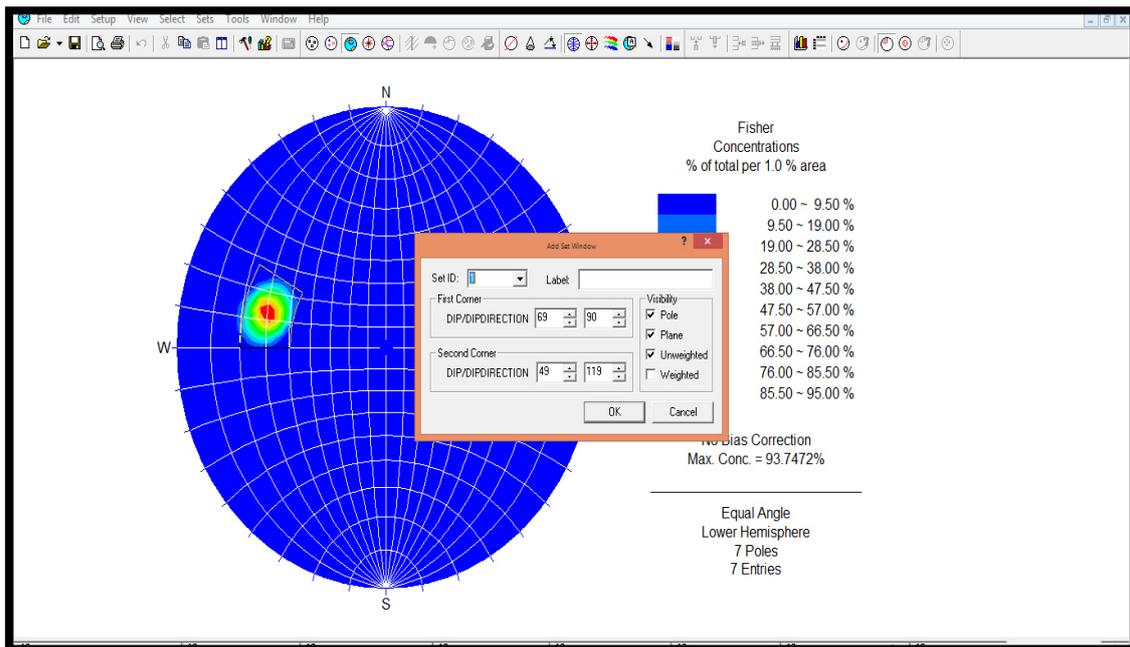
**Figura 48. Tipo de alteración predominante del set 2 (Familia 2)
2 = Ligeramente alterada**



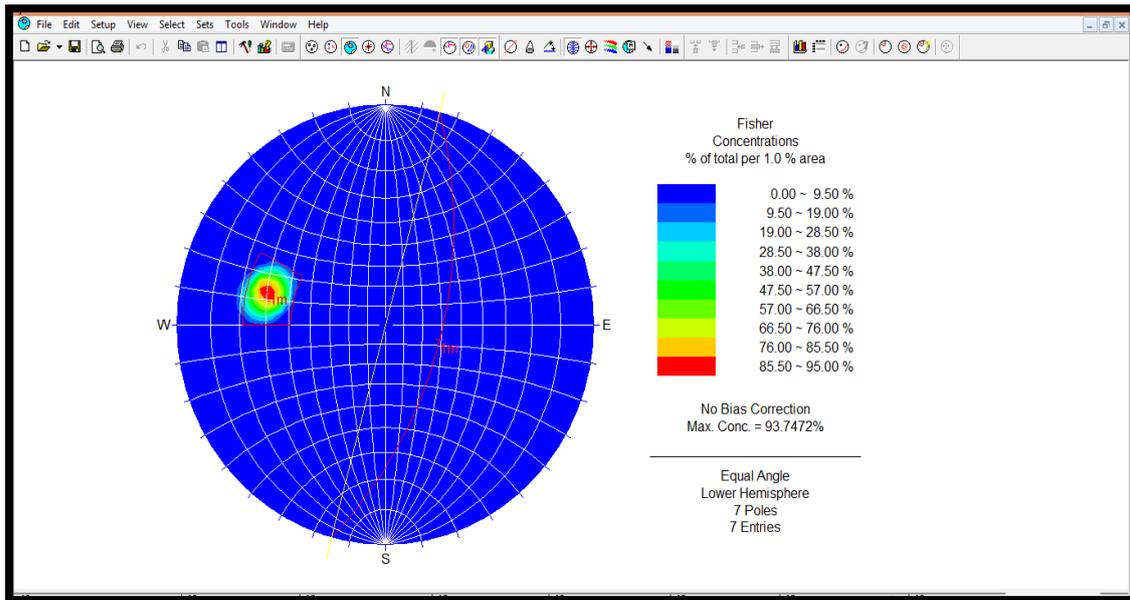
**Figura 49. Presencia de agua predominante del set 2 (Familia 2)
2 = Húmedo**



**Figura 50. Concentración de polos de las discontinuidades del set 2 (Familia 2)
Buzamiento 60° - Dirección de buzamiento 105°**



**Figura 51. Concentración de polos de las discontinuidades del set 2 (Familia 2)
(First corner) Buzamiento 69° - Dirección de buzamiento 90°
(Second corner) Buzamiento 49° - Dirección de buzamiento 119°**



**Figura 52. Concentración de polos de las discontinuidades del set 2 (Familia 2)
Círculo máximo 60° - Dirección de buzamiento 105°**

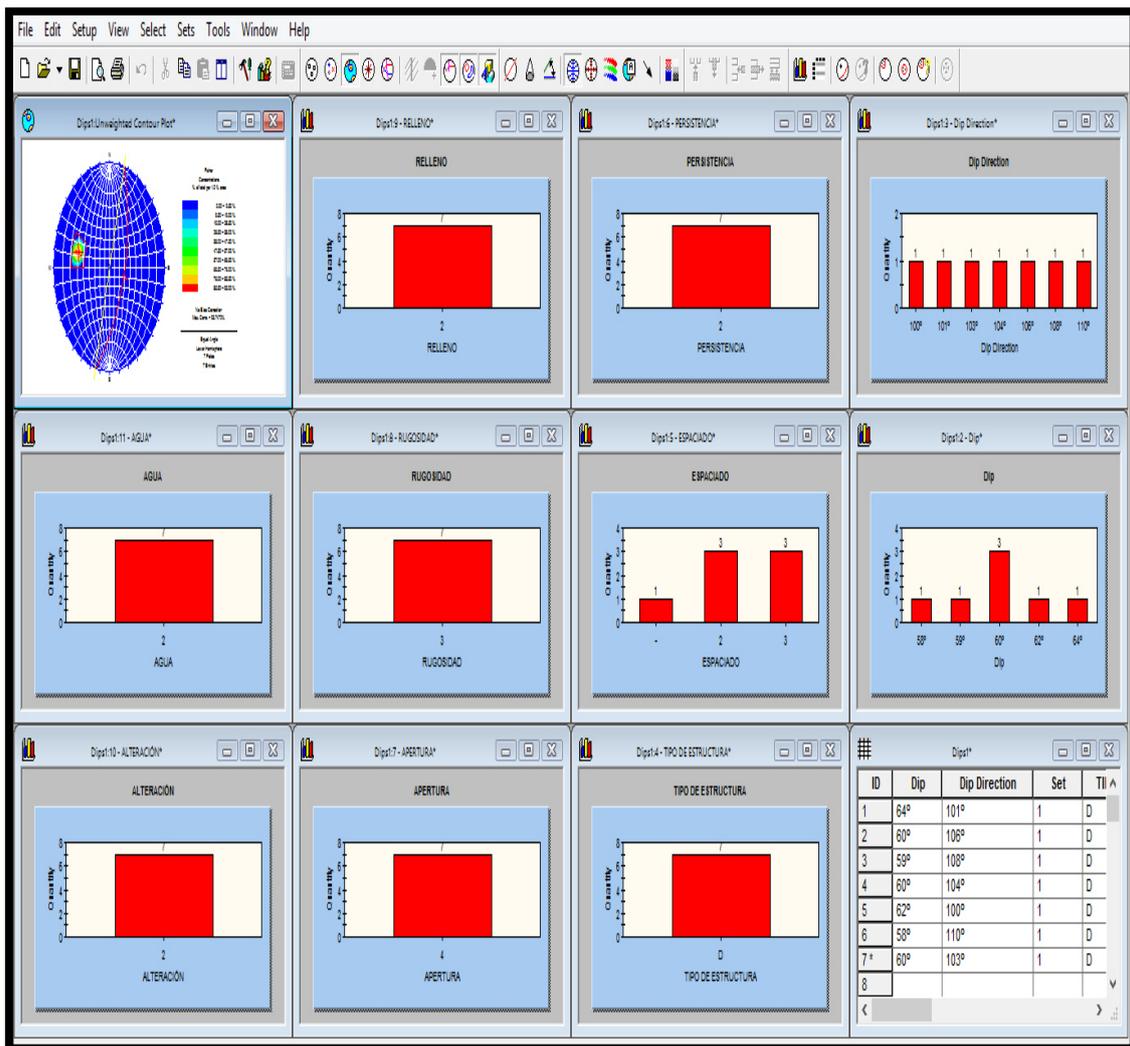


Figura 53. Resumen del procesamiento del set 2 (Familia 2)

FORMATO DE MAPEO GEOMECANICO RMR										ESTACION				
										PIQUE CORIS				
Nombre del Proyecto		PIQUE CORIS								Litología		CALIZA - FILITAS		
Nivel:		-5								Altura litostática (h)		10		
Labor:		PIQUE CORIS								Rc / Sv				
Ejecutado por:		CHRISTIAN HENRY DAMIAN MARTINEZ												
Fecha:		01/01/2020												
SISTEMA RMR														
PARÁMETROS		VALOR		RANGO								VALOR		
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		76		>250 (15)	100-250 (12)	X	50-100 (7)	25-50 (4)	<25(2) -5(1)	7				
RQD (%)		98.31		90-100 (20)	X	75-90 (17)	50-75 (13)	25-50 (8)	<25	20				
Espaciamiento de discontinuidades (cm)				>2m (20)	0.6-2 m (15)	X	0.2-0.6m (10)	0.06-0.2m (8)	<0.06m	10				
CONDICION DE DISCONTINUIDADES														
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Persistencia	<1m long. (6)	X	1-3 m Long. (4)	3-10m (2)	10-20 m (1)	>20 m	4			
D1	58	201	1.661	Abertura	Cerrada (6)		<0.1mm apert. (5)	X	0.1-1.0mm (4)	1-5 mm (1)	> 5 mm	4		
D2	60	105	1.961	Rugosidad	Muy rugosa (6)		Rugosa (5)	X	Lig.rugosa (3)	Lisa (1)	Espejo de falla	3		
				Relleno	Limpia (6)	X	Duro < 5mm (4)	Duro> 5mm (2)	Suave < 5 mm (1)	Suave > 5 mm	4			
				Alteración	Sana (6)	X	Lig. Intempe. (5)	Mod.Intempe. (3)	Muy Intempe. (2)	Descompuesta	5			
Agua subterránea					Seco (15)	X	Humedo (10)	Mojado (7)	Goteo (4)	Flujo	10			
Orientación														
				Rumbo perpendicular al eje de la excavación				Rumbo paralelo al eje de la excavación						
				Dirección con el buzamiento		Dirección contra el buzamiento				Buzamiento 0°-20° independiente e del rumbo		0		
												67		
				Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz			67		
				45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°			67		
				Muy Favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy Desfavorable	Regular	Desfavorable			67	
				0	-2	-5	-10	-12	-5	-10			67	
Condiciones secas										RMR' _{gg} (Condiciones Secas)		67		
RMR		100 - 81		80 - 61		60 - 41		40 - 21		20 - 0		III B		
DESCRIPCION		I MUY BUENA		II BUENA		III REGULAR		IV MALA		V MUY MALA		III B		
RESUMEN DE MAPEO : 3.57 DEL ACCESO AL PIQUE CORIS														

Figura 54. Resumen de mapeo del pique Coris

Sostenimiento sugerido de acuerdo con la cartilla de Bienawski (RMR):

- Pernos

Pernos sistemáticos, 4 m de longitud, espaciados 1.5 – 2 m en hastiales.

- Concreto lanzado

30 mm por los lados

- Excavación

Frente superior y destroza, 1.5 - 3 m de avance en media sección. Inicio del soporte después de cada voladura. Soporte completo a 10 m del frente.

G. Sostenimiento del pique Coris

En el mantenimiento de los piques de forma rectangular, se ejecutan con

cuadros específicos de madera (pino o almendrillo); cumpliendo los objetivos de seguridad básicos de obviar derrumbes, resguardar al personal, dispositivos, equipos y materiales, impedir imperfecciones de actividades bajo tierra. (19)

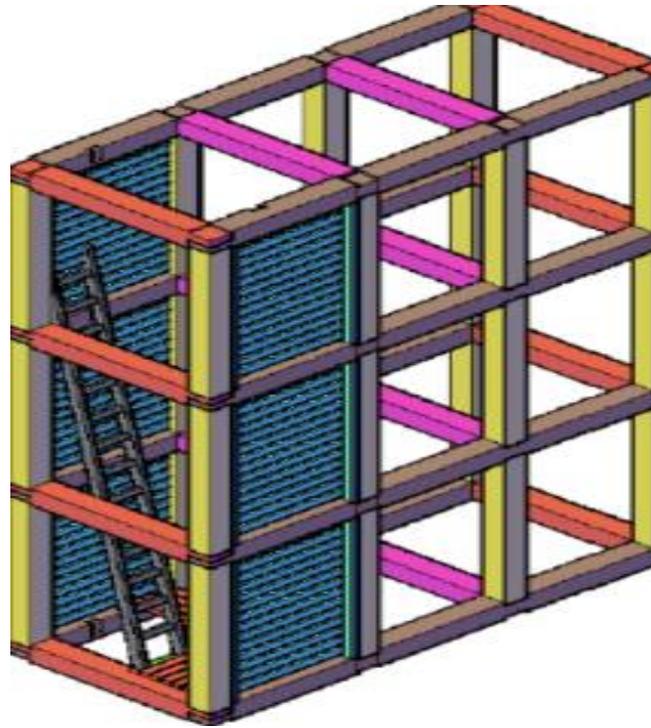


Figura 55. Maderamen en piques

H. Cálculo de radio hidráulico de tajo = (RH)

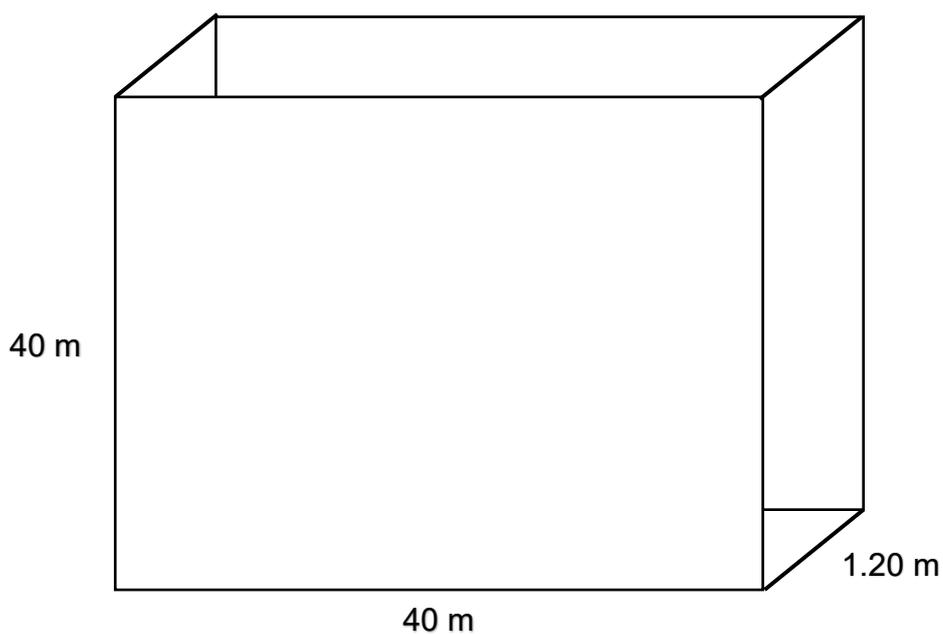


Figura 56. Cálculo de radio hidráulico de tajo

Opción 1

- **Radio hidráulico de la caja techo del tajo = (RH_{CT})**

$$(RH_{CT}) = \frac{40 \times 40}{160}$$
$$(RH_{CT}) = 10$$

Nota: la estabilidad de la caja techo del tajo es menor con una sección de 40 m de alto X 40 m de largo.

- **Radio hidráulico del techo del tajo = (RH_{CT})**

$$(RH_{CT}) = \frac{1.20 \times 40}{160}$$
$$(RH_T) = 0.58$$

Nota: la estabilidad del techo del tajo es mayor con una sección de 1.20 m de potencia X 40 m de largo.

Opción 2

- **Radio hidráulico de la caja techo del tajo = (RH_{CT})**

$$(RH_{CT}) = \frac{20 \times 40}{120}$$
$$(RH_{CT}) = 6.67$$

Nota: la estabilidad de la caja techo del tajo es mayor con una sección de 20 m de alto X 40 m de largo.

- **Radio hidráulico del techo del tajo = (RH_{CT})**

$$(RH_{CT}) = \frac{1.20 \times 40}{160}$$
$$(RH_T) = 0.58$$

Nota: la estabilidad del techo del tajo se mantiene igual respecto a la opción 1 con una sección de 1.20 m de potencia X 40 m de largo.

2.9. Costos

2.9.1. Precio de los equipos

Tabla 11. Precio de equipos

Item	Descripción	Cant.	P.U. US \$	Total US\$
A. Equipos de mina				
	Perforadora <i>Jackleg</i>	2	2,400.00	4,800.00
	Perforadora <i>Stoper</i>	2	2,300.00	4,600.00
	Pala <i>Cavo LHD Dumpers 310</i>	1	12,000.00	12,000.00
	Compresora Neumática de 600 cfm, 127 HP	1	10,000.00	10,000.00
	Equipo generador	1	25,000.00	25,000.00
	Bomba sumergible	1	5,000.00	5,000.00
	Winche de izaje JSC CR-111	1	13,000.00	13,000.00
B. Equipos de planta				
	Camioneta	1	45,000.00	45,000.00
Costo de inversión (US \$)				119,400.00

2.9.2. Cálculo de costos de operación

Tabla 12. Cálculo costos de operación

Descripción	Mes 1	Mes 2
	US \$/mes	US \$/mes
Desarrollo (galería principal)	8,974.44	8,974.44
Chimenea	3,160.86	3,160.86
Subnivel	2,589.17	2,589.17
Aire Comprimido	1,183.59	1,183.59
Pique	104,203.48	104,203.48
Costo total de operación	120,111.54	120,111.54

2.9.4. Costo de pique

Tabla 14. Costo de pique

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
Pique Coris excavacion a seccion completa								
	PARTIDA:	Pique Excavacion a seccion Completa		Rendimiento:	2.00	6.56	mt : pie	
	DIAMETRO	1.5		Longitud barra:	2.44	8.00	mt : pie	
	UNIDAD DE M	m3		Longitud efectiva	2.24	7.33	mt : pie	
	ELABORADO POR:			Eficiencia voladura:	0.89		%	
	UNIDAD DE PRODUCCION:			Nº taladros perforados:	2860.00		tal / frente	
	TIPO DE MATI I			Nº taladros disparados:	1760.00		tal / frente	
	DUREZA DE M Media Abrasivo			Pies perforados:	22880.00		pp / disparo	
	INCLUYE:	Pala cavo		Volumen roto:	496.54		m3 / disparo	
		Acarreo con pala cavo hasta un maximo de		Volumen roto esponjado:	595.85			
		Explosivos		Promedio pala cavo:	27.44		m3/hr	
				Promedio pala cavo:	33.56		m3/hr	
	NO INCLUYE:	IGV.		Promedio limpieza	42.60		m3/hr	
	FECHA DE ELABORACION:			Horas por guardia	8		Hr / guardia	
	APROBADO POR:			Densidad del material:	2.7		ton / m3	
Propuesta								
ITEM	DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Incendencia	Jornal+BBSS	Importe	Subtotal	TOTAL (\$/.)
1	MANO DE OBRA							
	Winchero	60	Tar	1	201.90	12114.29	24.40	
	Piquero	60	Tar	1	201.90	12114.29	24.40	
	Ayudante piquero / timbrerc	270	Tar	1	191.90	51814.30	104.35	
	Operador de pala cavo	60	Tar	0.5	191.90	5757.14	11.59	
	Mecanico / Electrico	60	Tar	0.5	234.78	7043.29	14.18	
	Ayde. Mecanico electrico	60	Tar	0.5	147.61	4428.19	8.92	
	Jefe de guardia	60	Tar	0.5	351.00	10530.09	21.21	
	Capataz	60	Tar	0.25	221.90	3328.57	6.70	
	Bodeguero	60	Tar	0.25	171.90	2578.57	5.19	
		695.25						220.95
	DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	% Incid.	PU (\$/.)	Parcial	Subtotal	
2	EXPLOSIVOS							
	Dinamita	985.6	Kg	1	20.60	20305.22	40.89	
	Carmex 2.1	88	m	1	4.16	366.22	0.74	
	Mecha rapida Z18	880	Und	1	2.31	2036.41	4.10	
	Pentacord 3g	1760	m	1	1.09	1921.74	3.87	
	Detonador No electrico	1760	Und	1	8.17	14383.17	28.97	78.57
3	MATERIALES							
	Barra de 2 ft	5720	pp	1	0.25	1414.40	2.85	
	Barra de 4 ft	5720	pp	1	0.29	1658.80	3.34	
	Barra de 6 ft	5720	pp	1	0.37	2124.74	4.28	
	Barra de 8 ft	5720	pp	1	0.44	2488.20	5.01	
	Broca (pza)	5720	pp	1	0.77	4408.26	8.88	
	Aceite de perforación (lt)	22	Gl	1	45.00	990.00	1.99	
	Manguera de 1" (m)	5720	pie	1	0.02	94.38	0.19	
	Manguera de 1/2" (m)	5720	pie	1	0.01	62.92	0.13	
	Conexiones (pzas)	6.6	glb	1	30.00	198.00	0.40	
	Tubos pvc 1"	264	Und	1	4.50	1188.00	2.39	27.07
4	IMPLEMENTOS Y HERRAMIENTAS							
	Implementos de Seguridad	695.25	Tar	1	8.41	5843.86	11.77	
	Herramientas	570	Tar	1	9.13	5206.00	10.48	22.25
5	EQUIPOS							
	Maquina Jack leg	22880	pp	1	0.27	6168.77	12.42	
	Limpieza de pique	21.7128832	h-m	1	256.54	5570.19	11.22	23.64

2.9.5. Costo de galería

Tabla 15. Costo de galería

DESARROLLO DE GALERIA PRINCIPAL - 2,80 X 2,50							
<i>Parámetros:</i>							
Nº taladros perforad.	29	Eficiencia perforación	90%				
Nº taladros cargados	28	Eficiencia voladura	90%				
Long. de barreno (ft.)	6	Avance efectivo/disparo	1.65 m.				
Peso específ. (TM/m3)	2.65	Sección	2.8	2.5	6.50 m2		
1 MANO DE OBRA							
1.1 Obreros							
Perforista	HH	8	1.00	2.53	20.24		
Ayde. Perforista	HH	8	1.00	2.02	16.16		
Operador pala cavo	HH	8	0.50	2.74	10.96		
1.2 Supervisión y personal de apoyo							
Ing. de Guardia	HH	8	0.250	5.46	10.92		
Administrador	HH	8	0.250	3.15	6.30		
Capataz	HH	8	0.33	3.15	8.40		
Bodeguero	HH	8	0.33	2.16	5.76	78.74	
2 PERFORACIÓN							
Barreno de 4'	pp	156.60	0.25	0.04	1.57		
Barreno de 6'	pp	156.60	0.75	0.05	5.87		
Manguera de agua Ø 1/2"	m.	50.00	1.00	0.02	1.00		
Manguera de aire Ø 1"	m.	50.00	1.00	0.03	1.50		
Piedra esmeril	pp	1.00	1.00	0.01	0.01		
Accesorios de perforación	mang.	10%	2.60	0.26	10.21		
3 VOLADURA							
Anfo	Kg.	17.92	1.00	0.58	10.39		
Cordón detonant. 3Px1500m./caja	Unid.	28.00	1.00	0.13	3.64		
Cordón detonant. 3Px1500m./caja	m.	13.50	1.00	0.12	1.62		
Dinamita Semexsa 65% (7/8" x 7")	Unid.	28.00	1.00	0.12	3.36		
Fanel	Unid.	28.00	1.00	1.12	31.36		
Fulminante Nº 6, 45 mm./millar	Unid.	28.00	1.00	0.08	2.24		
Guía de Seguridad	m.	10.00	1.00	0.09	0.90	53.51	
4 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS							
Afiladora de barrenos	pp	156.60	1.00	0.03	4.70		
Máquina perforadora Jackleg	pp	156.60	1.00	0.09	14.09		
Pala Cavo LHD 310 Dumpers	hm	1.78	1.00	5.63	10.02		
Herramientas y otros	Global	3.67	1.00	0.83	3.04	31.86	
5 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD							
Completo	Global	3.67	1.00	1.41	5.17	5.17	
Costo Total por disparo (US \$/disp.)						179.49	
Costo Total por metro de avance (US \$/m.)						109.05	

2.9.7. Costo de chimenea

Tabla 17. Costo de chimenea

PREPARACION							
CHIMENEA - 1.50 x 1.20 m.							
<i>Parámetros:</i>							
N° taladros perforad.	16			Eficiencia perforación		90%	
N° taladros cargados	15			Eficiencia voladura		90%	
Long. de barreno (ft.)	4			Avance efectivo/disparo		1.10 m.	
Peso especif. (TW/m3)	2.65			Sección	1.5	1.2	1.80 m2
1 MANO DE OBRA		Unid.	Cant.	Incidenc.	P. Unit.	Parcial	US \$/disp.
1.1 Obreros							
Perforista		HH	8	1.00	2.53	20.24	
Ayde. Perforista		HH	8	1.00	2.02	16.16	
Operador pala cavo		HH	8	0.25	2.74	5.48	
1.2 Supervisión y personal de apoyo							
Ing. de Guardia		HH	8	0.250	5.46	10.92	
Administrador		HH	8	0.250	3.15	6.30	
Capataz		HH	8	0.333	3.15	8.40	
Bodeguero		HH	8	0.333	2.16	5.76	73.26
2 PERFORACIÓN							
Barreno de 2'		pp	57.60	0.25	0.04	0.58	
Barreno de 4'		pp	57.60	0.75	0.05	2.16	
Manguera de agua Ø 1/2"		m.	50.00	1.00	0.02	1.00	
Manguera de aire Ø 1"		m.	50.00	1.00	0.03	1.50	
Piedra esmeril		pp	1.00	1.00	0.01	0.01	
Accesorios de perforación		mang.		10%	2.60	0.26	5.51
3 VOLADURA							
Anfo		Kg.	9.6	1.00	0.58	5.57	
Anfo de 25 Kg.		Unid.	15.00	1.00	0.13	1.95	
Cordón detonant. 3Px1500m./caja		m.	13.50	1.00	0.12	1.62	
Dinamita Semexsa 65% (7/8" x 7")		Unid.	15.00	1.00	0.12	1.80	
Fanel		Unid.	15.00	1.00	1.12	16.80	
Fulminante N° 6, 45 mm./millar		Unid.	15.00	1.00	0.08	1.20	
Guía de Seguridad		m.	10.00	1.00	0.09	0.90	29.84
4 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS							
Afiladora de barrenos		pp	57.60	1.00	0.03	1.73	
Máquina perforadora Stoper		pp	57.60	1.00	0.09	5.18	
Pala Cavo LHD 310 Dumpers		hm	0.33	1.00	5.63	1.86	
Herramientas y otros		Global	3.42	1.00	0.83	2.84	11.61
5 Armado de Puntales y Andamios							
Puntales (Ø 4" x 5')		Pie3	1.99	100%	1.40	2.786	
Tablas (1 1/2" x 10" x 4.6')		Pie2	3.89	100%	0.57	2.217	
Clavos (3")		Kg.	1.50	100%	0.72	1.080	6.68
6 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD							
Completo		Global	3.42	1.00	1.41	4.82	4.82
Costo Total por disparo (US \$/disp.)							131.70
Costo Total por metro de avance (US \$/m.)							120.02

2.9.9. Opex

Tabla 19. Opex

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total 2019				
Producción (ton/mes)	1,802	1,802	1,802	1,802	1,802	1,802	1,802	1,802	1,802	1,802	1,802	1,802	21,630				
POR CENTRO DE COSTO																	
Mina	220	210	200	190	180	170	160	150	140	130	120	110	1,980.00				SUB
Geología	110	105	100	95	90	85	80	75	80	65	60	60	1,005.00				DESCRIPCIÓN
Pad/Planta	100	85	80	90	85	80	90	85	90	90	85	80	1,040.00				TOTAL
Mantenimiento	50	45	40	50	45	40	50	50	40	50	45	40	545.00				US\$/mes
Generación de Energía	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360.00				MINA
Administración Mina	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	600.00				1,980.00
Administración Central	40	30	40	30	40	30	30	26	30	30	25	30	381.00				GEOLOGIA
TOTAL													5,911.00				1,005.00
																	PAD/PLANTA
																	1,040.00
																	MANTENIMIENTO
																	545.00
																	GENERACIÓN DE ENERGÍA
																	360.00
																	ADMINISTRACIÓN MINA
																	600.00
																	ADMINISTRACIÓN CENTRAL
																	381.00
																	TOTAL
																	5,911.00
COSTO PRODUCCION	600	555	540	535	520	485	490	466	460	445	415	400	5,911				
LEY CORTE EQUIVALENTE %	15.46	9.92	7.80	8.47	7.17	7.75	8.56	6.31	6.40	6.13	5.86	5.86					

2.9.10. Flujo de caja

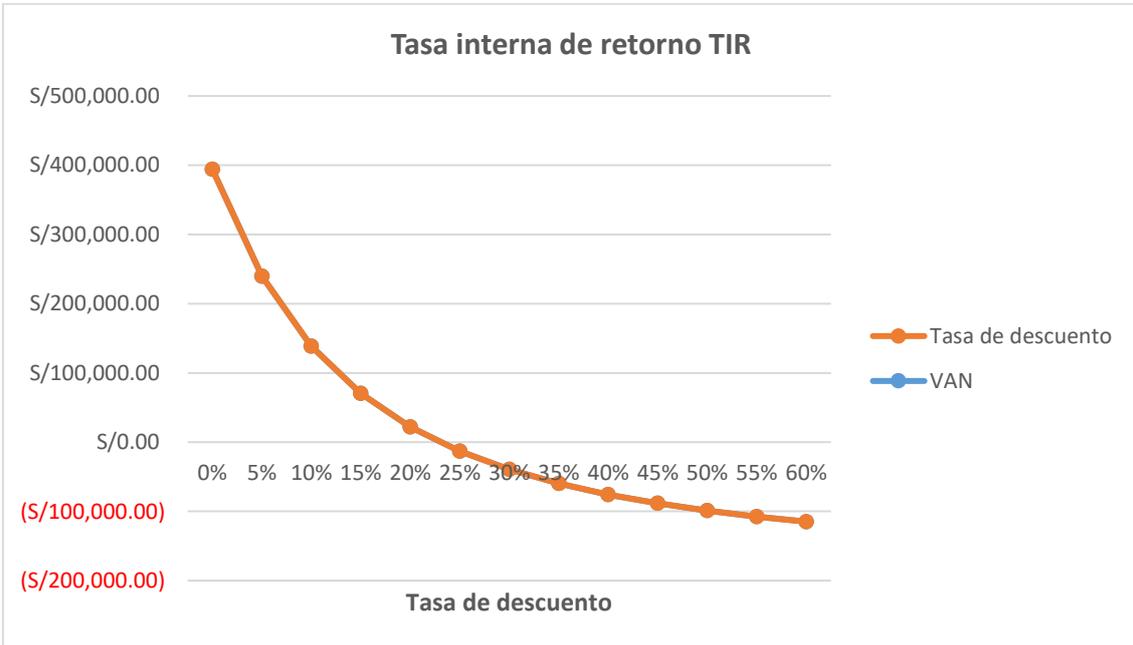
Tabla 20. Flujo de caja durante 1 año

FLUJO DE CAJA DURANTE UN AÑO (EN DOLARES)													
PERIODO MENSUAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ley de Planta (%/t)		0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Precio de Zinc (US\$/t)		1,986.93	1,986.93	1,986.93	1,986.93	1,986.93	1,986.93	1,986.93	1,986.93	1,986.93	1,986.93	1,986.93	1,986.93
Producción (TM)		1,565.20	1,565.20	1,565.20	1,565.20	1,565.20	1,565.20	1,565.20	1,565.20	1,565.20	1,565.20	1,565.20	1,565.20
Inversión (US\$)	84,700.00												
Capital de Trabajo (US\$)	111,894.28												
Renta Bruta		358,763.01	358,763.01	358,763.01	358,763.01	358,763.01	358,763.01	358,763.01	358,763.01	358,763.01	358,763.01	358,763.01	358,763.01
Costos de Operación		173,257.75	173,257.75	173,257.75	173,257.75	173,257.75	173,257.75	173,257.75	173,257.75	173,257.75	173,257.75	173,257.75	173,257.75
Costos de Tratamiento		93,912.00	93,912.00	93,912.00	93,912.00	93,912.00	93,912.00	93,912.00	93,912.00	93,912.00	93,912.00	93,912.00	93,912.00
Cierre de Mina		2,105.10	2,105.10	2,105.10	2,105.10	2,105.10	2,105.10	2,105.10	2,105.10	2,105.10	2,105.10	2,105.10	2,105.10
Renta Neta		89,488.16	89,488.16	89,488.16	89,488.16	89,488.16	89,488.16	89,488.16	89,488.16	89,488.16	89,488.16	89,488.16	89,488.16
Impuestos particip. 45%		40,269.67	40,269.67	40,269.67	40,269.67	40,269.67	40,269.67	40,269.67	40,269.67	40,269.67	40,269.67	40,269.67	40,269.67
Utilidad Neta		49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49
Flujo de Caja	-196,594.28	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49	49,218.49
			TIR	22.93%									
			PRI	3.99 MESES									
			B/C	1.73									
			VAN	340256.62 \$									

2.9.11. Van – Tir

Tabla 21. Cuadro de 1 año Van - Tir

DATOS		VALORES				TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	
Número de periodos	12						
Tipo de periodo	Mensual						
Tasa de descuento	1.50%						
		VAN				TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	
Nro.	FNE	(1+i)^	FNE/(1+i)^		Tasa de descuento	VAN	
0	-196594.28		-196594.2815		0%	S/ 394,027.57	
1	49218.4872	1.015	48491.12043		5%	S/ 239,641.56	
2	49218.4872	1.030225	47774.50288		10%	S/ 138,765.32	
3	49218.4872	1.04567838	47068.47575		15%	S/ 70,200.39	
4	49218.4872	1.06136355	46372.88251		20%	S/ 21,897.25	
5	49218.4872	1.077284	45687.56898		25%	S/ -13,249.41	
6	49218.4872	1.09344326	45012.38323		30%	S/ -39,574.51	
7	49218.4872	1.10984491	44347.17559		35%	S/ -59,807.59	
8	49218.4872	1.12649259	43691.79861		40%	S/ -75,718.42	
9	49218.4872	1.14338998	43046.10701		45%	S/ -88,486.06	
10	49218.4872	1.16054083	42409.95765		50%	S/ -98,915.99	
11	49218.4872	1.17794894	41783.2095		55%	S/ -107,571.48	
12	49218.4872	1.19561817	41165.72365		60%	S/ -114,854.90	
			340256.6243				
			VAN	340256.62	TIR	22.93%	



2.10. Descripción de tablas de costos

- ❖ Se muestra la Tabla 11 donde se describen los costos de equipos de mina sumando a un total de \$74,400, también se describe a los equipos de planta con un total de \$45,000; obteniendo un total de \$119,400.
- ❖ Se muestra la Tabla 12 donde se describen los cálculos de costos de operación donde incluye mano de obra, perforación, voladura, equipos y herramientas, implementos de seguridad, armado, puntales y tolvas; siendo la galería principal un costo de \$8,947.44, la chimenea un costo de \$3,160.86, el subnivel un costo de \$2,589.17, el aire comprimido un costo de \$1,183.59 y por último el pique con un costo de \$104,203.48; llegando a un total de \$120,111.54/mes.
- ❖ Se muestra la Tabla 13 donde se describe el resumen de costos de desarrollo, preparación y producción en \$/mes, en costos de labor de desarrollo de galería se obtuvo un total de \$8,947.44, en costos de preparación de chimenea se obtuvo un total de \$3,160.86, de subnivel se obtuvo un total de \$2,589.17, en pique se obtuvo un costo total de \$104,203.48, en costos de aire comprimido se obtuvo un total de \$1,183.59, en costos de tratamiento se obtuvo un total de \$37,767.71, en costos de cierre de mina se obtuvo un total de \$2,105.10; obteniendo un total de costo de producción de 181,475.01 \$/mes.
- ❖ Se muestra la Tabla 14 donde se describe el costo total de pique, donde se incluye mano de obra, perforación, voladura, equipos – herramientas e implementos de seguridad. Donde el costo total por disparo es \$2,324.88 y el costo total por metro de avance es \$801.68.
- ❖ Se muestra la Tabla 15 donde se describe el costo total de galería, donde se incluye mano de obra, perforación, voladura, equipos – herramientas e implementos de seguridad. Donde el costo total por disparo es \$179.49 y el costo total por metro de avance es \$109.05.
- ❖ Se muestra la Tabla 16 donde se describe el costo total de subnivel, donde se incluye mano de obra, perforación, voladura, equipos – herramientas e implementos de seguridad. Donde el costo total por disparo es \$128.93 y el costo total por metro de avance es \$78.33
- ❖ Se muestra la Tabla 17 donde se describe el costo total de chimenea, donde se incluye mano de obra, perforación, voladura, equipos – herramientas e

implementos de seguridad. Donde el precio general por descarga es \$131.70 y el precio general por medida de anticipo (m) es \$120.02

- ❖ Se muestra la Tabla 18 donde se describe el costo total de aire comprimido, donde se incluye mano de obra, implementos de seguridad, costos de propiedad y conservación de la máquina, costo de operación y costo horario. Donde el costo es 1.10 \$/t m, 3.89 \$/h, 23.37 \$/disp.
- ❖ Se muestra la Tabla 19 donde se describe el costo total de opex, donde se incluye a costos de mina, geología, planta, mantenimiento, generación de energía, administración mina, administración central; obteniendo un total de \$5,911.00.
- ❖ Se muestra la Tabla 20 donde se describe el flujo de caja durante 1 año, donde la inversión es \$84,700.00, el capital de trabajo es \$111,894.28 obteniendo un flujo de caja de -\$196,594.28; la cual está destinada a pagar en 3.99 meses.
- ❖ Se muestra la Tabla 21 donde se describe el Van – Tir, donde se desarrolla en un periodo de 12 meses, de tipo mensual y con una tasa de descuento de 1.50%; obteniendo un Van de \$340,256.62 y un Tir de 22.93%.

2.11. Fórmulas para el cálculo de winche de izaje

- Resistencia de cable: “propiedad que tienen los cables de soportar las acciones de agentes mecánicos, físicos, etc. sin deformarse o romperse”. (12)
- Esfuerzo de cable: “fuerza que, al ejercer sobre el cable, tiende a alargarlo (tracción) o doblarlo (flexión)”. (12)
- Elasticidad: “propiedad que tienen los cuerpos deformados por una fuerza exterior de recobrar su forma primitiva cuando cesa de actuar dicha fuerza deformadora”. (12)
- Módulo de elasticidad: “relación existente entre la magnitud de las fuerzas externas que provocan el alargamiento elástico del cable y el valor que alcanza dicho alargamiento”. (12)

En el procesamiento de datos de la entereza de materia prima perenemente se considera el módulo para que no se puedan conseguir los fragmentos al término de su flexibilidad que incitaría la imperfección o la desavenencia de la maroma.

- Factor de seguridad: “es la carga o esfuerzo máximo que puede soportar el cable sin romperse, y la magnitud del esfuerzo máximo a que se halla sometido”. (12)
- Grosor de los hilos: “constituido por el diámetro de cada hilo, que a su vez debe guardar una relación con el diámetro del cable”. (12)

- Esfuerzo de tracción

ET= peso de la maroma y carga/sección transversal del cable

$$ET = lb / (3.1416 * r^2)$$

Los resultados están expresados en lb/in²

- Esfuerzo de curvatura

EC = (módulo flexibilidad cable * grosor hilo) /diámetro de garrucha

$$EC = lb/in^2 * in/in$$

Los resultados están expresados en lb/in²

- Esfuerzo total

ET = esfuerzo de arrastre + esfuerzo de torsión

Los resultados están expresados en lb/in²

- Factor de seguridad

FS = resistencia a la fractura de la maroma/esfuerzo sistémico; sin unidad.

Preexiste un modo práctico para encontrar el elemento de seguridad:

- Para traslado de trabajadores = 9.5 - (0.001 * T)

- Para extracción = 7.2 - (0.0005 * T)

Donde:

T = depresión del pique; m

- Grosor de hilo

GH = (diámetro de la maroma/30) + 1; mm

- Diámetro del cable = mm

Este espesor de hilo posteriormente se transmuta a pulgadas: mm/25.4

30 = correlación entre diámetro de maroma y diámetro hilo; s/u

Tabla 22. Cable serie 6 X 19 con alma de acero boa para izaje

Diámetro nominal		Peso aproximado		Resistencia a la ruptura mínima garantizada			
				Acero de arado mejorado		Acero de arado extramejorado	
mm	Pulg.	kg/m	Lb/pie	TM	TC	TM	TC
5.00	3/16	0.087	0.058	1.430	1.576	1.640	1.807
6.00		0.140	0.094	2.310	2.546	2.600	2.865
6.50	¼	0.170	0.114	2.670	2.942	3.080	3.394
8.00	5/16	0.270	0.181	4.160	4.584	4.780	5.268
9.00		0.330	0.222	5.140	5.664	5.910	6.513
9.50	3/8	0.390	0.262	5.950	6.557	6.850	7.549
11.00	7/16	0.520	0.349	8.070	8.893	9.250	10.194
13.00	½	0.680	0.457	10.440	11.505	12.100	13.334
14.50	9/16	0.880	0.591	13.200	14.546	15.200	16.750
16.00	5/8	1.070	0.719	16.200	17.852	18.700	20.607
18.00		1.300	0.874	20.500	22.591	23.600	26.007
19.00	¾	1.550	1.042	23.200	25.566	26.700	29.423
22.00	7/8	2.110	1.418	31.400	34.603	36.100	39.782
24.00	1	2.330	1.566	36.400	40.113	41.850	46.119
26.00		2.750	1.848	40.700	44.851	46.900	51.684
29.00	1 1/8	2.480	1.666	51.300	56.533	59.000	65.018
32.00	1 ¼	4.300	2.889	63.000	69.426	72.500	79.895
35.00	1 3/8	5.210	3.501	75.700	83.421	87.100	95.984
38.00	1 ½	6.190	4.159	89.700	98.849	103.000	113.506
42.00	1 5/8	7.260	4.878	104.000	114.608	120.000	132.240
45.00	1 ¾	8.440	5.671	121.000	133.342	139.000	153.178
48.00	1 7/8	9.670	6.498	138.000	152.076	158.000	174.116
52.00	2	11.000	7.392	156.000	171.912	180.000	198.360
54.00	2 1/8	12.400	8.332	174.000	191.748	200.000	220.400
57.00	2 ¼	13.900	9.340	195.000	214.890	224.000	246.848
36.00	1 7/16	5.507	3.700	80.370	80.370	92.400	101.825

2.12. Fórmulas para los parámetros del winche de izaje

En el izaje, la partida del aparato es invertido, designándose:

Tiro: “al viaje de la jaula o *skip* y está compuesto normalmente de 3 partes”. (17)

- a) Un periodo de aceleración
- b) Un período de régimen, con velocidad uniforme
- c) Un periodo de frenado o desaceleración

Maniobra: “son las operaciones de carga, descarga y tiempos muertos”. (17)

Cordada: “es la sumatoria del tiro y maniobra; compuesto por el tiempo de izamiento (T_i) y tiempos muertos (T_m)”. (17)

El (T_i), del mismo modo, se constituye “por los tiempos de aceleración (T_a), tiempos de velocidad uniforme (T_u) y tiempos de desaceleración (T_d)”. (17)

Los T_m se constituyen “por el tiempo que toma el carguío, descargue y otros, en que la jaula o *skip* se encuentra detenido”. (17)

“La sumatoria de T_i y T_m está constituido por el tiempo total del ciclo (T_{total})”. (17)

Cantidad de marchas por hora (NV/h)

$$NV/h = \frac{\text{Toneladas a extraer}}{\text{Horas efectivas} * \text{capacidad del skip}}$$
$$NV = \frac{t}{h * t/viaje}$$

- Lapso general del ciclo (T_{total})

$$T_{total} = 3600/NV$$

Unidades

$$T_{total} = (s/h)/(viaje/h)$$

$$T \text{ total} = s/\text{viaje} = s/\text{ciclo}$$

- Lapso de presteza semejante (T_u)

$$T_u = T \text{ total} - (T_a + T_d + T_m); s/\text{ciclo}$$

Donde:

T_m = tiempo muerto, es decir *skip* detenido por alguna circunstancia exceptuando el carguío y descarga.

- Velocidad de izaje (V)

$$V = L / (T_i - ((T_a + T_d)/2)); \text{ft/s}$$

Donde:

L = longitud de la maroma (hondura segura + trayecto piso exterior a punto de volteo + punto de volteo a punto opuesto de polea).

$$T_i = \text{tiempo de izamiento} = T_a + T_d + T_u$$

- Peso del cable (P)

$$P = Q \text{ total} / ((R/0.9 * S) - L_v); \text{kg/m}$$

Donde:

P = peso del cable; kg/m

$Q \text{ total}$ = carga o peso total suspendido (peso de la jaula, carga y carros)

R = resistencia del cable a la rotura

S = coeficiente de seguridad

L_v = longitud vertical del cable desde profundidad efectiva hasta el punto de contacto con polea

- Carga admisible ($Q \text{ adm}$)

$$Q \text{ adm} = (S_c * R) / S; \text{kg}$$

Donde:

$Q \text{ adm}$ = carga o peso admisible del cable; kg

$Sc = \text{sección del cable} = 3.1416 * r^2; \text{ cm}^2$

$R = \text{resistencia del cable a la rotura; kg/cm}^2$

$S = \text{coeficiente de seguridad}$

- Diámetro de la tambora (D tambor)

$D \text{ tambor} = 64 \text{ dc; m}$

$D \text{ tambor} = 80 \text{ dc; m}$

Donde:

$D \text{ tambor} = \text{diámetro de la tambora; m}$

$dc = \text{diámetro del cable; m}$

En cuanto al diámetro entre estas extensiones es recomendable seleccionar el mayor.

- Diámetro de la polea (D polea)

Generalmente, es el mismo diámetro de la tambora; m

- Distancia horizontal eje tambor - eje cable vertical (b)

$b = (0.45 * Hc) + D \text{ tambor} + (0.5 * D \text{ polea}) + 6; \text{ m}$

Donde:

$Hc = \text{altura del castillo desde el piso exterior hasta el punto de volteo de polea; m}$

- Longitud inclinada del cable desde punto opuesto polea hasta tambora (Li).

$Li = \sqrt{(Hc - c)^2 + (b - (D \text{ polea}/2))^2}; \text{ m}$

Donde:

$c = \text{altura del eje de la tambora sobre el piso; m}$

- Ancho del tambor

Ancho del tambor = $\text{tg } \alpha * L_i * 2$; m

Donde:

α = ángulo de desviación del cable entre polea y tambora; máximo debe ser $1^{\circ}30'$ a cada lado de la tambora, desde el eje de la polea.

- Número de vueltas del cable en el tambor

Núm. vueltas = ancho tambor/ (dc + separación ranuras tambor)

Donde:

dc = Diámetro del cable; m

Separación ranuras del tambor; m

- Producción

Se discurren con las siguientes fórmulas:

- Disponibilidad Mecánica

Es indicar, el % de tiempo existente donde el equipo opera durante el tiempo proyectado en la guardia, habiendo una diferencia entre % de tiempo del equipo que se halla en mantenimiento y/o reparación.

$DM = ((HP - (\text{Mantenimiento} + \text{Reparación}) / HP) * 100)$

Donde:

DM = disponibilidad mecánica

HP = horas programadas de trabajo

Mantenimiento = es el tiempo de reajustes en general; horas

Reparación = es el tiempo que demora en enmendar las averías desde que el equipo se malogra, hasta que entra en operación normal; horas

- Capacidad de izaje

$CI = (\text{producción/mes}) / (\text{días izaje/mes} * \text{hora/día} * \text{disponibilidad mecánica}); t/h$
 $t/h * h/día = t/día$

- Ciclo de izaje o tiempo /ciclo

$TI = \text{tiempo total de izaje carga en segundos} * 2; s/ciclo$

- Número de viajes/hora

$NV = (3600 s/h) / (\text{ciclo de izaje s}) = \text{viajes/h}$

- Capacidad del *skip*

$CE = 3600s/h / (\text{número viaje/h} * h/día * \text{disponibilidad mecánica}) = t/viaje$

- Peso total

$PT = \text{Peso carga y skip en kg} + (\text{longitud cable en m} * \text{peso/m cable} * \text{número de cables}) / 1000; t$

El peso de la carga viene a ser la capacidad del *skip* por viaje.

- Factor de seguridad

$FS = \text{resistencia a la rotura en t/cable} * \text{número cables/peso total en toneladas}$
 debe ser mayor o igual a 6.

2.13. Definición de términos básicos

2.13.1. Sistema de extracción de mineral

La extracción de mineral se realiza de verticalmente con el uso o el servicio de un winche de izaje, que permite extraer el mineral del interior de mina hacia la superficie donde es acumulado en la cancha correspondiente y así ser transportado en volquetes.

2.13.2. Pique Coris

Es una labor vertical que sirve de comunicación entre la profundidad de la mina a la galería principal y tiene la finalidad de subir o transportar el mineral, personal y/o material.

2.13.3. Winche de izaje

Es un aparato que es usado para izar el mineral o desmonte, equipos o materiales, esto para aumentar la obtención deseada.

2.13.4. Incremento de producción

Se refiere al incremento de la manufactura de mineral por la utilización del winche de izaje, esto ayuda a aumentar la producción de una unidad minera.

2.13.5. Método de minado

Es el modo de dividir un cuerpo mineralizado en sectores aptos para la explotación de una mina contando con todas las prevenciones y estudios realizados para una eficiente explotación.

2.13.6. Extracción de mineral

Es el procedimiento por el cual se obtiene el mineral de una determinada zona la cual fue explotada con el fin de obtener beneficios rentables.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método y alcances de la investigación

3.1.1. Método de investigación

El método general de la investigación utilizado fue el científico y como método específico inductivo – deductivo. (25)

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue explicativo, cuyo propósito consistió en explicar las características del sistema de izaje a instalar en el pique. (25)

3.2. Diseño de investigación

El trabajo de investigación fue no experimental y de corte longitudinal, debido que para su desarrollo el investigador realizó la toma de datos en diferentes etapas. (25)

3.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, “debido a que su función fue aplicar los conocimientos de la investigación básica” para solucionar el problema de la evaluación del sistema de izaje para la extracción de mineral. (25)

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población estuvo constituida por el pique Coris de la unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica.

3.3.2. Muestra

La muestra fue no probabilística y por consiguiente no aleatoria, (25) estuvo constituida por el sistema de izaje de la unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica.

3.4. Técnicas de tratamientos de datos

“Al momento de determinar de los resultados de la investigación se han utilizado las técnicas de estadística descriptiva como el promedio aritmético y desviación”, luego, se dispuso el uso de proceso de datos de parámetros de “mecanismo de izaje y sus ventajas, empleando análisis de control operacional, análisis estadístico con frecuencias diarias, semanales al mes de la elaboración del espacio transcendental donde se ubica la veta San Miguel de los trabajos del pique Coris”. (25)

En el proceso de los datos conseguidos se ha continuado con la secuencia: Revisión de los datos obtenidos. (25)

Se han elaborado cuadros estadísticos para controlar la eficacia de la extracción. Se importaron datos de extracción para desarrollar la secuencia de izaje.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el pique Coris se acopiaron datos al colocar un sistema de izaje en el espacio central de extracción de mineral, en la veta San Miguel, extrayéndose muestras representativas. (19)

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Evaluación del sistema de izaje

El resultado de la evaluación del sistema de izaje para implementar en el pique Coris de la U. M. Cobriza, sector IV fue positivo, ya que haciendo los cálculos necesarios de acuerdo con la producción que se saca por guardia, se pudo realizar un modelo de izaje que servirá para una mejor extracción de mineral; y así obtener resultados positivos en producción, tiempo, servicios, etc.

Esta evaluación se dio a raíz de que antes la extracción solamente era manual, pero ahora con este estudio a implementar, se puede mecanizar esta extracción para un mayor beneficio de la unidad minera, ya que ahora ya no se extraerá por kilos sino por toneladas.

Tabla 23. Cantidad de sacos de mineral con el sistema de extracción manual

Día	Sacos/guardia
Lunes	201
Martes	198
Miércoles	195
Jueves	191
Viernes	189
Sábado	197
Domingo	193
Promedio	194.9

Tomada del registro de la investigación

La extracción de mineral es realizada con 12 obreros, con 8 horas de trabajo efectivo por guardia, de un total de 10 horas proyectadas por guardia, produciendo 7.1918 t/g, haciendo un día de trabajo por guardia; obteniendo una manufactura de 7.1918 t de mineral al día y 215.754 t/mes; logrando un promedio de 194.9 sacos por guardia.

Tabla 24. Peso de mineral por sacos

N.º Saco	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
1	40.2	39.1	38.4	36.7	37.6	35.3	34.9
2	38.7	35.3	36.7	37.5	38.7	32.9	39.8
3	35.9	38.5	37.1	38.1	39.1	35.1	36.1
4	41.1	36.4	39.2	37.2	36.2	38.2	39.2
5	37.8	38.8	35.3	38.3	37.6	37.3	38.3
6	39.5	34.5	36.4	37.4	38.4	38.4	37.4
7	39.1	33.9	37.5	39.5	37.5	37.5	37.5
8	38.9	34.9	40.3	37.8	35.9	38.3	36.9
9	37.4	35.7	34.9	35.9	34.9	35.9	34.7
10	38.2	40.1	36.8	37.8	36.8	37.8	36.8
11	38.6	34.6	36.1	37.5	35.5	37.5	35.5
12	35.7	32.9	34.6	35.6	37.3	36.3	35.9
13	37.1	35.2	35.8	38.4	34.6	39.5	37.9
14	38.5	34.5	34.7	36.1	36.3	33.1	35.2
15	36.4	36.1	38.5	39.1	40.1	35.9	40.2
16	38.8	37.1	36.6	34.9	39.2	36.8	34.8
17	34.5	38.1	35.6	40.1	38.3	37.9	39.3
18	33.9	39.2	37.6	36.9	32.9	34.1	36.3
19	34.9	36.3	34.3	36.4	39.1	33.8	32.2
20	35.7	38.4	39.8	35.3	38.5	37.1	35.8
Promedio	37.5	36.5	36.8	37.3	37.2	36.4	36.7
Promedio final	36.9						

Tomada del registro de la investigación

En la Tabla 24 se observa el peso real de cada saco obtenido de modo manual durante siete días con un muestreo de 20 sacos al día, arrojando una media de 36.9 kg/ saco.

Extracción manual por guardia (PMG)

PMG = cantidad de sacos (sacos/guardia) * carga por saco (kg/saco)

Datos:

Cantidad de sacos: 194.9 sacos/guardia. Carga por saco: 36.9 kg/saco

PMG = 194.9 sacos/guardia * 36.9 kg/saco

PMG = 7 191.8 kg/guardia = 7.1918 TM/guardia

Tabla 25. Resumen de producción manual

TM/hora	TM/guardia	TM/día	TM/mes
0.8989	7.1918	7.1918	215.754

La manufactura por hora de extracción fue de 0.8989 TM/h a través del método manual, con una producción de 215.754 TM/mes.

Tabla 26. Producción mensual de extracción manual

Mes	Sacos/mes	kg/mes	TM/mes
Enero	5550	204795	204.8
Febrero	5100	188190	188.2
Marzo	5262.5	194186.25	194.2
Abril	5560.5	205182.45	205.2
Mayo	5743.5	211935.15	211.9
Junio	5984	220809.6	220.8
Promedio			204.2

El cuadro muestra la obtención mensual durante seis meses, proporcionando un cociente de 204.2 TM/mes.

Tabla 27. Peso de la carga del skip de cada muestra

Muestra	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
N.º skip	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
1	0.85	0.81	0.72	0.77	0.79	0.74	0.81
2	0.78	0.79	0.76	0.84	0.81	0.97	0.79
3	0.75	0.89	0.99	0.79	0.78	0.71	0.75
4	0.83	0.85	0.77	0.81	0.75	0.82	0.78
5	0.84	0.87	0.91	0.96	0.84	0.73	0.65
6	0.79	0.91	0.94	0.91	0.69	0.98	0.97
7	0.87	0.94	0.76	0.97	0.91	0.96	0.74
8	0.73	0.81	0.73	0.51	0.77	0.78	0.78
9	0.74	0.76	0.97	0.78	0.76	0.69	0.75
10	0.86	0.68	0.81	0.69	0.96	0.79	0.94
11	0.77	0.72	0.92	0.95	0.74	0.79	0.99
12	0.82	0.76	0.79	0.68	0.97	0.81	0.67
13	0.91	0.63	0.69	0.85	0.71	0.78	0.73
14	0.81	0.77	0.75	0.93	0.62	0.95	0.78
15	0.95	0.61	0.65	0.94	0.73	0.74	0.76
16	0.93	0.64	0.78	0.99	0.88	0.69	0.77
17	0.77	0.76	0.67	0.97	0.86	0.91	0.64
18	0.91	0.73	0.81	0.83	0.78	0.77	0.79
19	0.78	0.97	0.96	0.88	0.99	0.76	0.81
20	0.89	0.81	0.68	0.76	0.79	0.86	0.96
Promedio	0.83	0.79	0.80	0.84	0.81	0.81	0.79
Promedio final	0.81						

Tabla 28. Sistema de extracción mecanizada mediante skip

Día	skip/guardia	skip/día
Lunes	48.00	48.00
Martes	49.00	49.00
Miércoles	47.00	47.00
Jueves	45.00	45.00
Viernes	46.00	46.00
Sábado	44.00	44.00
Domingo	46.00	46.00
Promedio	46.43	46.43

Producción mecanizada por guardia (PM1G)

Datos:

Cantidad de skips: 46.43 skip/guardia

Carga por skip: 0.81 TM/skip

PM1G = 46.43 skip/guardia * 0.81 TM/skip

PM1G = 37.608 TM/guardia

Tabla 29. Producción de mineral mensual mecanizada

Mes	skip/mes	TM/mes
Julio	1392.00	1128.24
Agosto	1394.50	1294.00
Septiembre	1436.00	1395.50
Octubre	1415.50	1356.00
Noviembre	1435.00	1380.00
Diciembre	1389.00	1275.00

En la tabla se puntualiza la obtención mes a mes, observándose la diferenciación de producción de mineral, por lo tanto, la máxima producción es 1395.50 TM/mes; y la mínima es 1128.24 TM/mes.

Tabla 30. Comparación de producción de mineral manual y mecanizada

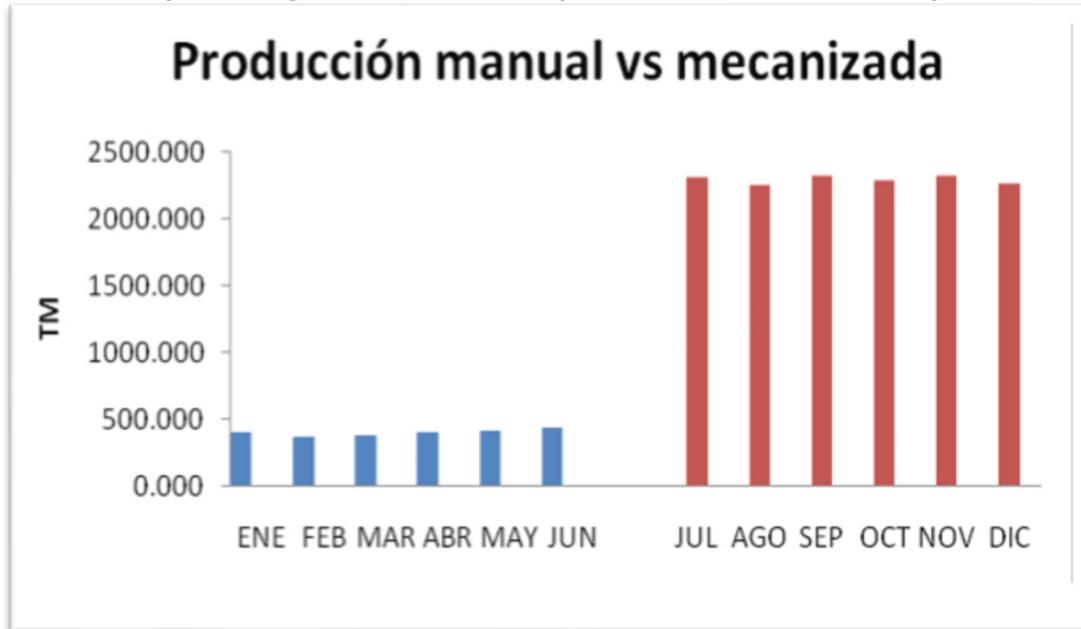
Ítem	Manual	Mecanizada	Diferencia
TM/hora	0.8989	4.701	3.8021
TM/guardia	7.1918	37.608	30.4162
TM/día	7.1918	37.608	30.4162
Personal para emplear	12	2	10

En la tabla se detallan las diferencias del rendimiento del método de izaje manual vs. el método de izaje automático, donde se acrecienta de 0.8989 t/h a 4.701 t/h respectivamente, de igual modo se reduce la cantidad de personas a emplear (de 12 a 2 obreros).

Tabla 31. Comparación de valores de producción mensual manual y mecanizado

Manual		Mecanizada	
Mes	TM	Mes	TM
Enero	204.8	JUL	1128.24
Febrero	188.2	AGO	1294.00
Marzo	194.2	SEP	1395.50
Abril	205.2	OCT	1356.00
Mayo	211.9	NOV	1380.00
Junio	220.8	DIC	1275.00

Tabla 32. Comparación gráfica de valores de producción mensual manual y mecanizado



4.2. Determinación de los componentes del sistema de izaje

Esta determinación requiere firmeza en las amplificaciones y exigencias del sistema de izaje, respecto a dispositivos como la “tambora (una o dos); motor; sistema de seguridad: *Lilly* control, frenos; palancas de control, cables; jaula, baldes o *skips*; poleas; estructura de desplazamiento o castillo”. (19)

4.2.1. Instalación del castillo

Se tendrá presente los siguientes criterios:

- **Diseño**

Se debe de tener presente la adicional del castillo.

- **Costo**

Evitar cualquier costo adicional innecesario para lograr un diseño técnico-económico óptimo; es necesario definir previamente los siguientes aspectos:

- ❖ Diseño y dimensionado de las cámaras o casetas de poleas.
- ❖ Cálculo de la altura libre de seguridad por *overtravel* entre los *skips* y las vigas de impacto según los parámetros de diseño del winche de izaje.
- ❖ Diseño y dimensionado del sistema de descarga y chutes de descarga de los *skips*.

- ❖ Diseño y dimensionado de las tolvas de mineral y desmonte.
- ❖ Diseño y dimensionado de los compartimientos para los *skips*, jaula, contrapesa y camino.
- ❖ Diseño y dimensionado de la estación principal en el collar.
- ❖ Diseño y dimensionado del sistema de descarga de los baldes de profundización.
- ❖ Diseño de las estructuras de soporte para las poleas de los winches de izaje para profundización.
- ❖ Diseño del camino de acceso del personal a los puntos principales de operación del castillo.
- ❖ En superficie, el castillo está compuesto por una estructura metálica de 4 postes, además se tendrá presente las siguientes recomendaciones:
 - ❖ Los factores de seguridad recomendado.
 - ❖ Las cargas muertas debido al peso de las poleas, estructuras de soporte, *skips*, jaulas, contrapesas, cables de acero y peso de la carga útil.
 - ❖ Cargas vivas durante el izaje a máxima capacidad.
 - ❖ Cargas de frenado para detener los transportadores a plena carga en el pique.
 - ❖ Cargas de viento, nieve y sismo según su ubicación.
 - ❖ Carga última de rotura de los cables de acero.
 - ❖ Cargas debido a los equipos de profundización como: baldes de profundización, chutes de descarga, poleas, etc.

4.2.2. Implementación del winche de izaje

Para la implementación del winche se construirá una base de concreto ciclópeo de resistencia igual a un $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

- **Dosificación por m^3 de concreto**

Material	Tamaño	Peso
Piedra	1"	
Cemento		375 kg (8.8 bolsas)
Agua		230 litros
Arena		735 kg
Piedra		1035 kg

- **Dimensiones de la plataforma**

Largo	2.5 m
Ancho	2.5 m
Altura	0.8 m

- **Sistema de anclaje**

Para el anclaje se colocan 4 pernos de 1" de diámetro por 3 pies de longitud, el cual, en su parte superior, está roscado y servirá para anclar la base del winche. La estructura metálica por incorporar en la plataforma para la base del winche estará constituida por retazos de rieles, los cuales se colocarán en forma rectangular en forma cruzada en el plano horizontal, de igual manera se colocarán rieles en forma vertical en los cuales se anclará mediante el uso de soldadura los pernos; posteriormente se realizará el encofrado y vaciado del concreto.

4.2.3. Acondicionamiento del pique Coris

El pique Coris estará compuesto de un compartimiento doble, el primero para el sistema de izaje y el otro para el camino.

4.2.4. Preparación del ore *pocket* de carga (bolsillo de carga)

El bolsillo de carga incluye:

- ❖ Un echadero para carros mineros
- ❖ Un bolsillo pequeño de recepción (*hooper*)
- ❖ Compuertas
- ❖ Chutes de descarga a los *skips*

4.2.5. Preparación de la cancha

La empresa minera ha previsto la implementación de 2 canchas que servirán para el almacenaje del mineral y desmonte extraído del pique Coris.

- Cancha de mineral:
 - ❖ Largo: 50 m
 - ❖ Ancho: 50 m
 - ❖ Área 2500 m²

- ❖ Área techada: 100 m²
- ❖ Área de maniobras (carga y descarga) 2400 m²
- ❖ Capacidad de almacenaje: 250 TM

- **Cancha de desmante:**

La cancha de desmontes de la unidad minera está ubicada al lado SW del yacimiento cuyas características son las siguientes:

- ❖ Características topográficas: depresión
- ❖ Profundidad aproximada: 100 m
- ❖ Largo: 200 m
- ❖ Ancho: 200 m
- ❖ Vida útil: 40 años
- ❖ Cancha de relaves:

Por el momento la empresa minera no cuenta con un área destinada para los relaves debido a que el procesamiento del mineral se efectúa en una planta privada fuera del yacimiento minero.

4.2.6. Instalación del *skip*

La instalación del *skip* (vasijas o baldes) se realiza después de la colocación del winche con su respectivo cable de izaje verificando su respectivo aseguramiento al castillo con su polea, esto se realiza pasando la maroma por el cuello de la garrucha, seguidamente se sujeta el aza del *skip* amarrando la maroma con sus grapas; los rodillos (tambores) de iniciación del *skip* deben ingresar en las guías dispuestas a ambos lados del *skip*.

Para cuestiones de resarcimiento o permuta de barreños o jaulas, el pique deberá proveerse de “sillas” para soportar tales artefactos.

En trabajos de piques, se colocan, forzosamente, guardacabezas o sombreros de seguridad. En estos resarcimientos de receptáculos, piques o chimeneas, se emplean obturadores apropiadamente distribuidos.

Se da cumplimiento al Reglamento de Seguridad de salud ocupacional en

minería, subcapítulo II, artículos del 296 al 308 sobre pique y castillos.

4.2.7. Sistema de extracción por el pique Coris

El mineral explotado del tajo y desmonte de la ejecución de la galería, cruceros y chimenea son extraídos por el pique Coris hacia superficie para su traslado bien a la cancha de mineral o desmonte según sea el caso.

Tabla 33: Resumen de los componentes de izaje

Motor	Poleas
Tambora	Jaula
Cables de izaje	Castillo
Sistema de seguridad	Palancas de control

En el cuadro se explica cuáles son los componentes del sistema de izaje que se va a emplear para la extracción eficiente de mineral, además explica cuáles son las funciones de cada componente; ya que cada uno tendrá un rol importante al momento de la extracción.

4.3. Determinación de características del sistema de izaje

4.3.1. Cálculo del esfuerzo a la tracción del cable

- Datos:

Peso de la carga por viaje = 0.8 t = 1763.7 lb

Peso del cable 1.566 lb/in

Longitud del cable = 40 m = 131.234 in

$$ET = \frac{0.8 t + 131.234 * 1.566 \frac{lb}{in}}{(1)^2 in * 3.1416}$$

$$ET = \frac{1763.7 lb + 131.234 * 1.566 \frac{lb}{in}}{(1)^2 in * 3.1416}$$

$$ET = 626.818 lb/in^2$$

4.3.2. Cálculo del grosor de hilos

- Datos:

Grosor del cable 1 in = 25.4 mm

$$GH = \frac{25.4 \text{ mm}}{30} + 1 \text{ mm}$$

$$GH = 1.847 \text{ mm}$$

$$GH = 0.073 \text{ in}$$

4.3.3. Cálculo del esfuerzo de curvatura

- Datos:

Módulo de elasticidad = 12000000 lb/in²

Grosor del hilo = 0.073 in

Diámetro de la polea = 2.03 m = 79.92 in

$$EC = \frac{12000000 * 0.073}{79.92}$$

$$EC = 10960.961 \text{ lb/in}^2$$

4.3.4. Cálculo del esfuerzo total

E total = 626.818 lb/in² + 10960.961 lb/in² = 11581.779 lb/in²

4.3.5. Cálculo del factor de seguridad

- Datos:

Resistencia de rotura 171000 lb/in²

FS = 171000/11581.779 = 14.764

4.3.6. Cálculo del número de viajes por hora (NV)

- Datos:

Producción = 80 t/día

Horas efectivas = 5 h

Capacidad de la jaula = 0.8 t

$$NV = \frac{100}{5 * 0.8}$$

NV = 25 viaje/h

4.3.7. Cálculo del tiempo total del ciclo (T total)

- Datos:

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$T \text{ total} = 3600/25 = 144 \text{ s/ciclo}$$

4.3.8. Cálculo del tiempo de velocidad uniforme (Tu)

- Datos:

$$\text{Tiempo de aceleración} = 12 \text{ s}$$

$$\text{Tiempo de desaceleración} = 6 \text{ s}$$

$$\text{Tiempos muertos} = 35 \text{ s}$$

$$t_u = 144 \text{ s/ciclo} - (12 + 6 + 35) = 81 \text{ s}$$

4.3.9. Cálculo de la velocidad de izaje

- Datos:

$$\text{Longitud} = 40 \text{ m}$$

$$\text{Longitud piso exterior al punto del volteo} = 30 \text{ m}$$

$$\text{Longitud punto de volteo al punto del lado opuesto de la polea} = 2 \text{ m}$$

$$L = 40 \text{ m} + 30 \text{ m} + 2 \text{ m} = 72 \text{ m} = 236.22 \text{ ft}$$

$$T_i = 12 \text{ s} + 6 \text{ s} + 81 \text{ s} = 99 \text{ s}$$

$$V = 236.22 / (99 - (12 + 6) / 2) = 2.625 \text{ ft/s}$$

4.3.10. Cálculo del peso del cable

- Datos:

$$\text{Peso de la jaula} = 1000 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del mineral} = 800 \text{ kg}$$

$$Q \text{ total} = 1000 \text{ kg} + 800 \text{ kg} = 1800 \text{ kg}$$

$$R = 16000 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = 7$$

$$L_v = 40 \text{ m} + 30 \text{ m} = 70 \text{ m}$$

$$P = 1800 / ((16000 / (0.9 * 7)) - 70) = 0.014 \text{ kg/m}$$

Tiempo de izamiento

$$T_i = t_s + t_d + t_u = 12 \text{ s} + 6 \text{ s} + 81 \text{ s} = 99 \text{ s}$$

4.3.11. Cálculo de la carga o peso admisible del cable

- Datos:

$$S_c = 3.1416 * (1.27)^2 = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$Q_{\text{adm}} = (5.07 * 16000) / 7 = 11589 \text{ kg}$$

4.3.12. Cálculo del diámetro de la tambora

$$D_{\text{tambora}} = (64 \text{ a } 80) d_c; \text{ m}$$

$$d_c = \text{diámetro del cable} = 1 \text{ in} = 0.0254 \text{ m}$$

$$D_{\text{tambora}} = 64 * 0.0254 = 1.63 \text{ m}$$

$$D_{\text{tambora}} = 80 * 0.0254 = 2.03 \text{ m}$$

Se optó por $D_{\text{tambora}} = 2.03 \text{ m}$, porque es preferible que sea mayor.

4.3.13. Cálculo del diámetro de la polea

Para casos prácticos el diámetro de la polea debe ser igual al diámetro de la tambora en este caso aplicando este principio se tiene:

$$D_{\text{tambora}} = 2.03 \text{ m}$$

$$D_{\text{polea}} = 2.03 \text{ m}$$

4.3.14. Cálculo de la distancia horizontal eje tambor – eje cable vertical

- Datos:

$$\text{Altura del castillo hasta el punto de volteo} = 30 \text{ m}$$

$$D_{\text{tambora}} = 2.03 \text{ m}$$

$$D_{\text{polea}} = 2.03 \text{ m}$$

Remplazando valores se tiene

$$b = (H_c * 0.45) + D_{\text{tambora}} + (D_{\text{polea}} * 0.5) + 6; \text{ m}$$

$$= (30 * 0.45) + 2.03 + (2.03 * 0.5) + 6 = 22.55 \text{ m}$$

4.3.15. Cálculo de la longitud inclinada del cable desde polea hasta tambora

- Datos:

$$\text{Altura del tambor } c = 1 \text{ m}$$

$$L_i = \sqrt{(30 - 1)^2 + (22.55 - (2.03/2))^2} = 36.12 \text{ m}$$

4.3.16. Cálculo del ancho de tambor

Ancho de tambor = $\text{tg } 1.5^\circ * 36.12 * 2 = 1.89 \text{ m}$

4.3.17. Cálculo del número de vueltas de cable en el tambor

dc = diámetro del cable = 1 in = 0.0254 m

Separación ranuras tambor = 6 mm = 0.006 m

Número de vueltas = $1.89 / (0.0254 + 0.006) = 60 \text{ vueltas}$

4.3.18. Señales con sonido de operación del winche de izaje

Tabla 34. Señales con sonido de operación del winche de izaje

N.º de timbrados	Operación del winche de izaje
Un toque	Parar o detener
Dos toques	Bajar o descender
Tres toques	Subir o ascender
Nueve toques	Emergencia

Tabla 35. Resumen del cuadro de características

Tracción del cable	ET = 626.818 lb/in ²
Grosor de hilos	GH = 0.073 in
Esfuerzo de curvatura	EC = 10960.961 lb/in ²
Esfuerzo total	ET = 11581.779 lb/in ²
Velocidad de izaje	VI = 2.625 ft/s
Peso del cable	R = 16000 kg/cm ²
Diámetro de la tambora	DT = 2.03 m
Diámetro de la polea	D polea = 2.03 m
Ancho del tambor	AT = 1.89 m
Peso admisible del cable	PA = 11589 kg
Capacidad del skip	C = 1 t

Este cuadro de resultados sirvió de referencia para hallar las características del sistema de izaje, esto se obtuvo mediante los cálculos necesarios, las cuales sirvieron para hallar las características principales sacadas de acuerdo a la producción de mineral y así implementar un modelo de izaje para fines de una

mejora en la extracción de mineral donde la unidad minera se beneficiará y será más rentable con una mejora en la producción y a la vez optimizando tiempo y costos.

CONCLUSIONES

1. El resultado de la evaluación del sistema de izaje para implementar en el pique Coris fue positivo, porque gracias a los cálculos realizados de acuerdo con la producción que se saca por cada guardia, se logró obtener un modelo de izaje a implementar, que beneficiará de manera rentable a la unidad minera ya que se conseguirán los objetivos de una mayor extracción de mineral y por ende una mejoría en el incremento de producción.
2. Los componentes del sistema de izaje se relacionan positivamente para la extracción de mineral, donde la capacidad de la jaula, la potencia de motor, el grosor de cables, el diámetro de la tambora y el sistema de seguridad serán eficientes y beneficiosos al momento de realizar la actividad de extraer.
3. Las características del sistema de izaje influyen positivamente en la extracción de mineral ya que fueron determinadas en base a la producción extraída de 1802.49 t/mes.
4. Las características principales del sistema izaje para la extracción eficiente son las siguientes: la capacidad de la jaula es de 0.8 – 1.2 ton, el peso admisible del cable será de 11589 kg, la velocidad será de 81 segundos, el tiempo de izamiento es de 99 segundos, el diámetro de la tambora es de 2.03 m, el número de vueltas de la tambora será de 60 y el número de viajes será de 25 v/h.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para obtener resultados positivos al momento de extraer el mineral se deben realizar todos los parámetros necesarios para una buena implementación del sistema de izaje; ya que de esto dependerá una mejor extracción de mineral y por ende una mejoría en la producción.
2. Es recomendable la inspección de equipos y componentes ya que es esencial para estar seguros de que el equipo de izaje se encuentre en condiciones favorables y operativas.
3. Se recomienda que se deben realizar todos los cálculos necesarios sin obviar ningún mínimo detalle para determinar las características de un sistema de izaje seguro y eficiente.
4. Es recomendable que el supervisor responsable debe autorizar la utilización de sistema de izaje solo al personal calificado.

REFERENCIAS

1. **BARZOLA CERAS, R.** *Planeamiento y diseño de la profundización del pique 740 - nv 1750 al nv 1800 - Sociedad minera Austria Duvaz S.A.C.* Huancayo : s.n., 2018.
2. **MEDINA AYUQUE, A.** *Sistema de extracción de mineral del pique 718 con winche de izaje e incremento de producción en la mina Calpa - Arequipa.* Puno : s.n., 2014.
3. **TULLUME AGAPITO, J.** *Automatización e implementación de un sistema Scada para mejorar el desempeño del sistema de izaje por winches en minería subterránea de la Compañía Minera Casacalpa S.A.* Lambayeque : s.n., 2016.
4. **PÉREZ VILLAVERDE, J.** *Proyecto pique central para explotación debajo del nivel 1400 - sociedad minera Austria Duvaz S.A.C.* Huancayo : s.n., 2015.
5. **NAVARRO ÁLVAREZ, H.** *Evaluación numérica del empuje de suelo sobre revestimiento en piques circulares considerando el efecto del método constructivo.* Santiago de Chile : s.n., 2015.
6. **ANDRADE HARO, D.** *Diseño de excavación para profundizar el "pique de fierro" ubicado en el área "Ciruelo unificado" operado por la Compañía Minesadco S.A.* Quito : s.n., 2014.
7. **ARIAS CALLA L. D.** *Planeamiento y diseño del sistema de extracción del proyecto de profundización de la U.O San Braulio Uno.* Tesis. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013.
8. **COMPUMET EIRL.** *Sistemas de izaje en minería subterránea piques y winches.* Capacitación para trabajadores mineros Cerro Rico-Base Rey. 2006.
9. **DECRETO SUPREMO N° 055 - 2010-EM.** *Reglamento de seguridad e higiene minera.* 2010.
10. **DEL PINO ÁVILA D. R.** *Profundización del Pique 801 mina Mercedes S. A.* 1998.
11. **ERNESTO ZELAYA, Luis, MARTÍNEZ, Alfredo y VERAU, Rubén.** *Gerenciamiento en la construcción de proyectos de sistema de izaje.* Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. 2011.
12. **DE LA CRUZ CARRASCO, Estanislao.** *Seguridad en el manejo y operación de piques.* Revista del instituto de investigación de la Facultad de

Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas. 2000.

13. **GUERRERO, Enso Luis.** *Levantamiento Mecánico de Cargas.* ECOPETROL. S. A. 2012.

14. **HORWAR L. Hartman.** *SME Mining Engineering Handobook.* 1992.

[http://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-407270128-balanza-rampa-electronica-3-toneladas-importador-hekrotex- JM](http://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-407270128-balanza-rampa-electronica-3-toneladas-importador-hekrotex-JM)

15. **MEDINA, Hugo y GONZALES. Víctor.** *Sistema de izaje en minería subterránea.* 2006.

16. **CHÁVEZ REVILLA, Miler Emilio.** *Extracción de mineral por izaje en la mina San Vicente.* UNA. Puno. 2011.

17. **MININGCORP S.A.** *Todo para su sistema de izaje.*

18. **LLANQUE MAQUERA, Oscar E. y otros.** *Servicios auxiliares mineros.* Tomo 1. Editorial UNAP. Puno. 2008.

19. **LLANQUE MAQUERA, Oscar E. y otros.** *Explotación subterránea - método y casos prácticos.* Puno. 1999.

20. **CATÁLOGO MINERO.** *Soluciones confiables para el mundo minero.* 1994.

21. **GEOXNET.** Unidad minera Cobriza. <https://www.geoxnet.com/cobriza-unidad-minera/>

22. **SÁNCHEZ CARRERA, Germán.** *Jaulas, skips y planos inclinados.* Universidad Nacional de Cajamarca. 2016.

23. **ISEM VIRTUAL.** *Diseño de explotaciones e infraestructuras mineras subterráneas.* Universidad Politécnica de Madrid. 2018.

24. **MAMANI AVENDAÑO, Daniel.** *Consideraciones de diseño para construcción de un pique de forma circular.* Universidad Nacional de Ingeniería. 2014.

25. **SAMPIERI, Roberto Hernández.** *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* McGraw Hill México, 2018.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

Diseño teórico			
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables
¿Cuál es el resultado de la evaluación del sistema de izaje para implementar en el pique Coris con fines de extracción de mineral, zona baja de la unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019?	Realizar la evaluación del sistema de izaje para implementar en el pique Coris con fines de extracción de mineral, zona baja de la unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019.	La evaluación del sistema de izaje para implementar en el pique Coris permitirá la extracción de mineral económicamente rentable, zona baja de la unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019.	Variable independiente Sistema de izaje
Problema específico	Objetivos específicos	Hipótesis específica	Variable dependiente Extracción de mineral
Determinar los componentes del sistema de izaje para la extracción de mineral de la zona baja, unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019. Establecer las características de izaje para la extracción de mineral de la zona baja, unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019.	Determinar los componentes del sistema de izaje para la extracción de mineral de la zona baja, unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019. Establecer las características de izaje para la extracción de mineral de la zona baja, unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019.	Los componentes del sistema de izaje se relacionan positivamente para la extracción de mineral de la zona baja, unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019. Las características del izaje influyen positivamente en la extracción de mineral de la zona baja, unidad minera Cobriza, sector IV, Huancavelica, 2019.	

Anexo 2
Documentos de la empresa (formalización)

 **GOBIERNO REGIONAL DE HUANCAMELICA**
DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS
"AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL" 

Huancavelica, 08 de mayo de 2018.

OFICIO N° 367-2018/GOB-REG-HVCA/GRDE-DREM.

Señor:
URBANO MEZA GREGORIO
Jr. 28 de julio N° 659 distrito del Chilca- Huancayo - Junín
Cel: 932667899

HUANCAYO.-

ASUNTO : Admisibilidad del Instrumento de Gestión Ambiental para la Formalización de Actividades de la Minería Artesanal.

REFERENCIA : a) Solicitud de fecha 14 de marzo de 2018.
b) Informe N° 079-2018/GOB.REG.HVCA/GRDE-DREM/OTFM-VU

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para hacerle llegar el saludo cordial a nombre de la Dirección Regional de Energía y Minas de Huancavelica, asimismo; en atención al documento de la referencia a), remito adjunto el informe N° 079-2018/GOB.REG.HVCA/GRDE-DREM/OTFM-VU, mediante el cual, el encargado de la Oficina Técnica de Formalización Minera, admite el Instrumento de Gestión Ambiental para la Formalización de Actividades de la Minería Artesanal – IGAFOM CORRECTIVO del proyecto Minero “**Mina Acacluyoc**”, así mismo deberá de presentar el IGAFOM en su aspecto PREVENTIVO, instrumento ambiental indispensable para dar continuidad con las etapas de evaluación del IGAFOM conforme al Artículo 6 del D.S. N° 038-2017, bajo apercibimiento de declararse en ABANDONO el procedimiento de evaluación iniciado. Para lo cual se adjunta en 04 folios, para su conocimiento y demás fines.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

 
GOBIERNO REGIONAL DE HUANCAMELICA
DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS
HUANCAMELICA
Ing. **Victoria Pariona**
OFICINA TÉCNICA REGIONAL

C.c.:
Archivo
MQP/mqy.

N° DOC.	754421
N° EXP.	529540

rhuancavelica@minem.gob.pe

Jr. Victoria Garna N° 480 - Hvca
(Mercado de Abastos 2do. Piso)
Teléfono. 067-452871

Anexo 3

Documentos de la empresa (formalización)

 **GOBIERNO REGIONAL HUANCVELICA**

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"


DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS - HUANCVELICA
DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS
DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS

RECIBI
07 MAYO 2018
N° Reg. 1073 Here: 5
Color: 04 Firma: _____

INFORME N° 079-2018/GOB.REG.-HVCA/GRDE-DREM/OTFM

AL : Ing. Máximo Quichca Pariona.
Director Regional de Energía y Minas de Huancavelica

ASUNTO : Admisibilidad del Instrumento de Gestión Ambiental para la Formalización de Actividades de la Minería Artesanal – IGAFOM CORRECTIVO Proyecto Minero "MINA ACACLUYOCC".

REFERENCIA : Formato de Solicitud con Registro N° 598 de fecha 14 de Marzo del 2018

Señor Director: Por medio del presente me dirijo a Ud., para saludarle e informar con relación al documento de la Referencia, la cual se presenta a continuación.

I. DATOS GENERALES

IGAFOM CORRECTIVO	:	Mina Acacluyocc
SUJETO DE FORMALIZACION	:	Urbano Meza Gregorio
CONCESION MINERA	:	COBRIZA 4
CODIGO	:	06000213Y01
UBICACIÓN	:	Distrito San Pedro de Coris Provincia de Churcampa, Departamento de Huancavelica

II. ANTECEDENTES:

- Formato de Solicitud con Registro N° 598 de fecha 14 de Marzo del 2018.

III. NORMAS LEGALES

- Ley Orgánica de Gobiernos Regionales No. 27687 y su modificatoria Ley No. 27902
- Decreto Legislativo N° 1293 decreto legislativo que declara de interés Nacional la Formalización de las Actividades de Pequeña Minería y Minería Artesanal
- Decreto Legislativo N° 1336, decreto legislativo que establece disposiciones para el proceso de formalización minera integral.
- D.S. N° 018-2017-EM. Establecen disposiciones complementarias para la simplificación de requisitos y la obtención de incentivos económicos en el marco del Proceso de Formalización Minera Integral
- DECRETO SUPREMO N° 038-2017-EM Establecen Disposiciones Reglamentarias para el Instrumento de Gestión Ambiental para la Formalización de Actividades de Pequeña Minería y Minería Artesanal
- Ley N° 27651 ley de promoción y formalización de la Pequeña Minería y Minería Artesanal y reglamento modificada por Decreto Legislativo N° 1040, D.S. N° 013-2002-EM y Reglamento de la ley de Formalización y Promoción de la pequeña Minería y Minería artesanal.
- Ley N° 27474. Ley Fiscalización de las actividades mineras.

 Decreto Supremo N° 009-2009-MINAM Medidas de Eficiencia para el Sector Público
Artículo 3°.- Ámbito de aplicación Las Medidas de Eficiencia que se aprueben por el presente dispositivo son de aplicación obligatoria en todas las entidades del sector público, y su cumplimiento es obligación de todas las personas que presten sus servicios al Estado, independientemente de su régimen laboral o de contratación.

Contribuye en reciclar

Anexo 4

Documentos de la empresa (formalización)



DECRETO SUPREMO N° 038-2017-EM.- Establecen Disposiciones Reglamentarias para el Instrumento de Gestión Ambiental para la Formalización de Actividades de Pequeña Minería y Minería Artesanal.

Artículo 6.- Aspectos del IGAFOM

7.2.- La información consignada por los/as mineros/as informales en los formatos del IGAFOM tiene carácter de Declaración Jurada y debe ser señalada de acuerdo a las especificaciones indicadas en estos.

Artículo 8.- Etapas del procedimiento de evaluación del IGAFOM
Las etapas del procedimiento de evaluación del IGAFOM son las siguientes:

- 8.1 Presentación del formato del Aspecto Correctivo.
- 8.2 Presentación del formato del Aspecto Preventivo.
- 8.3 Evaluación.
- 8.4 Pronunciamiento de la autoridad.

IV. ANALISIS

Que en cumplimiento a los dispositivos legales aplicables para la Formalización Minera, el Sr. Urbano Meza Gregorio – Sujeto de Formalización, mediante Formato de Solicitud con Registro N° 598 de fecha 14 de Marzo del 2018, presenta el Instrumento de Gestión Ambiental para la Formalización de Actividades de la Minería Artesanal – IGAFOM Correctivo del Proyecto Minero "MINA ACACLLUYOCC"

El Instrumento de Gestión Ambiental para la Formalización de Actividades de la Minería Artesanal – IGAFOM Correctivo del Proyecto Minero "MINA ACACLLUYOCC" del sujeto en formalización Minera, Sr. Urbano Meza Gregorio, se encuentra conforme al **Anexo I de la RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 473-2017-MEM/DM.**

Mediante la presentación del IGAFOM CORRECTIVO del Proyecto Minero "MINA ACACLLUYOCC", el sujeto en formalización minera Sr. Urbano Meza Gregorio, adopta las medidas ambientales para identificar, controlar, mitigar y/o prevenir los impactos ambientales negativos de la actividad minera que desarrolla, así como para establecer las medidas de cierre, según corresponda.

El IGAFOM, se encuentra sujeto a un procedimiento de evaluación previa y contempla los aspectos correctivos y preventivos, los cuales tienen carácter de declaración jurada, según se aclara en el **D. S. N° 038-2017-EM.**

V. CONCLUSION:

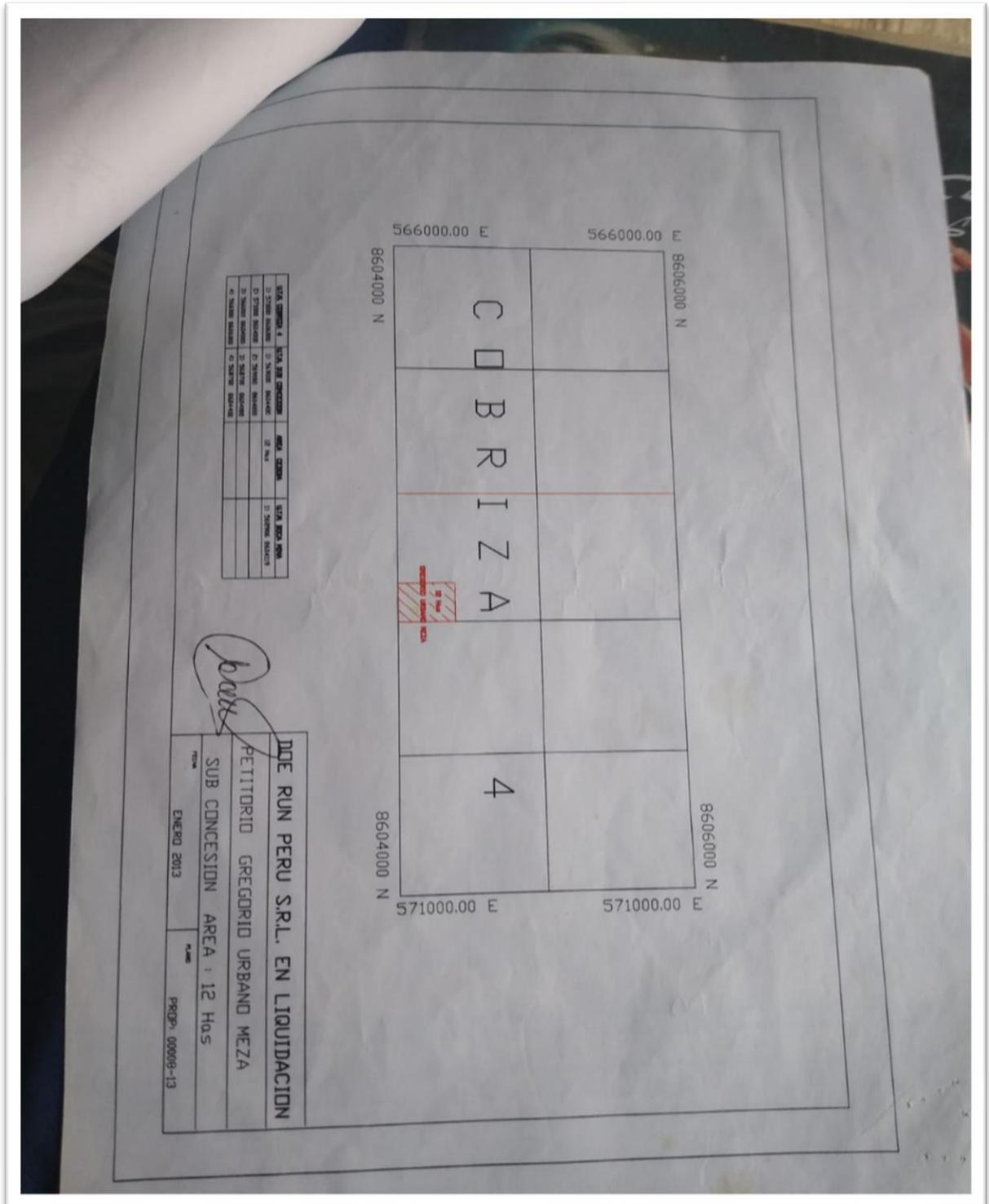
Luego de realizar la evaluación correspondiente, el suscrito concluye:

- Que conforme a los dispositivos legales para la formalización minera, la Oficina Técnica de Formalización Minera de la DREM – HVCA, ADMITE el Instrumento de Gestión Ambiental para la Formalización de Actividades de la Minería Artesanal – IGAFOM CORRECTIVO del Proyecto Minero "MINA ACACLLUYOCC".
- El Sr. Urbano Meza Gregorio, habiendo presentado el IGAFOM CORRECTIVO del Proyecto Minero "MINA ACACLLUYOCC", está obligado a presentar el IGAFOM en su aspecto PREVENTIVO, instrumento ambiental indispensable para dan continuidad con las etapas de evaluación del IGAFOM conforme al **Artículo 8 del D.S. N° 038-2017.**
- La no presentación del IGAFOM del Proyecto Minero "MINA ACACLLUYOCC" en su aspecto PREVENTIVO, será causal de declararse en ABANDONO el procedimiento de evaluación del instrumento iniciado.

Decreto Supremo N° 909-2009-MINAM Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público
Artículo 3°.- Ámbito de aplicación Las Medidas de Ecoeficiencia que se aprueban por el presente dispositivo son de aplicación obligatoria en todas las entidades del sector público, y su cumplimiento es obligación de todas las personas que prestan sus servicios al Estado, independientemente de su régimen laboral o de contratación.

Contribuye a reciclar

Anexo 5 Planos planta y perfil



Anexo 6

Reporte análisis (comercialización)



RCJ
LABS UNIVERSAL

"Calidad y Experiencia a su Servicio"

RCJ Informe N° 0430

REPORTE DE ANALISIS

Análisis Solicitado por : SMRL DOÑA AGUSTINA Y DON JUAN

Tipo de muestra : Muestras Minerales

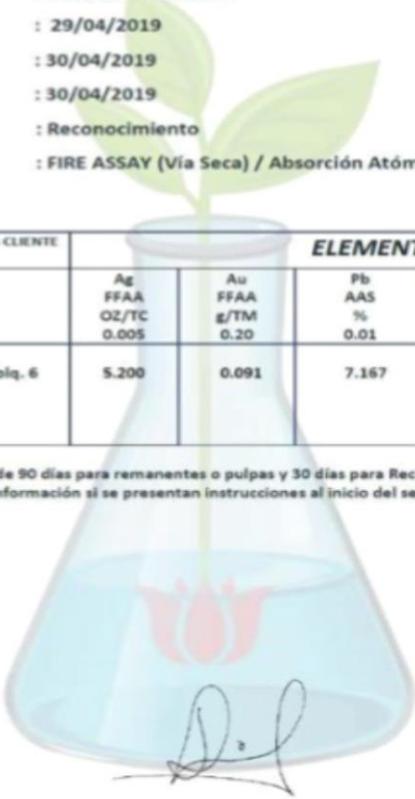
Fecha de recepción : 29/04/2019

Fecha de inicio : 30/04/2019

Fecha de finalización : 30/04/2019

Tipo de ensayo : Reconocimiento

Método de ensayo : FIRE ASSAY (Vía Seca) / Absorción Atómica.



ID. MUESTRAS LABORATORIO	ID. MUESTRAS CLIENTE	ELEMENTOS			
Elemento		Ag	Au	Pb	Zn
Método		FFAA	FFAA	AAS	AAS
Unidad		OZ/TC	g/TM	%	%
Límite de Cuantificación		0.005	0.20	0.01	0.01
MIN-29/01862	AGUSTINA-Volq. 6	5.200	0.091	7.167	5.132

NOTA DE ALMACENAJE:
Pasado el plazo de almacenamiento de 90 días para remanentes o pulpas y 30 días para Rechazos o gruesas, se procederá a descartar. Favor no considerar esta información si se presentan instrucciones al inicio del servicio.

Huancayo, 30 de Abril de 2019



E-mail: lab.informes@rcjlabsuniversal.com
servicios.comercial@rcjlabsuniversal.com

Teléfono: (064) 589-932

Oficina y Laboratorio:
 Carretera Central Km 8.9 San Agustín de Cajas - Huancayo - Junín.
 Referencia: Frente al Instituto A. A. C. D. de Cajas

Anexo 7
Sistema de izaje

