



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**DISEÑO DE RAMPA NEGATIVA 2340 PARA INCREMENTAR LA  
PRODUCCIÓN Y MEJORAR EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE  
MINERAL EMPRESA MINERA SOTRAMI S.A. AYACUCHO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. HEBIERTH AROCUTIPA GOMEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

*Esta tesis está dedicada a dios, A memoria de mi padre Felix y mi querida madre Cirila E. quienes me apoyaron en todo momento de mi vida directamente.*

*Con un profundo amor y respeto a mis hermanos(as) Eulalia, Graciela Efrain, Silvia, Darwin, Rony y Oswaldo, quienes me apoyaron moral e incondicionalmente en momentos difíciles y durante mi formación profesional.*



## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, por haberme dado la oportunidad de estudiar y convertirme en un profesional exitoso, en especial a todo el docente de ingeniería de minas por la formación, por compartir su sabiduría y conocimiento durante mi formación universitaria.*

*De igual forma un agradecimiento infinito a la memoria de mi padre Felix Arocutipa Arocutipa, mi querida madre Cirila Eduarda Gomez Mamani por enseñarme el camino correcto y por apoyarme lograr las metas y darme ejemplo en todo momento. Y también agradezco infinitamente a mis hermanos y hermanas que me apoyaron durante mi formación universitaria. Y sobre todo a mi hermana Silvia y su esposo Francisco Carrillo Chucuya, por haberme apoyado incondicionalmente, y a mi novia Gabriela C. Puño Torres, quien estuvo a mi lado apoyándome e inspirando a lograr las metas.*

*También agradezco al ingeniero Carlos Aparicio Maydana y al ingeniero Inti Vela Zela quienes me compartieron su conocimiento y sabiduría en la MINERA SOTRAMI SA. de área planeamiento.*



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

<b>RESUMEN .....</b>	<b>15</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>16</b>

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

<b>1.1. Descripción de la realidad del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. Formulación del problema.....</b>	<b>18</b>
1.2.1. Problema general .....	18
1.2.2. Problemas específicos.....	18
<b>1.3. Objetivo general.....</b>	<b>18</b>
1.3.1. Objetivos específicos .....	18
<b>1.4. Justificación del proyecto.....</b>	<b>19</b>
<b>1.5. Delimitación del área de investigación.....</b>	<b>20</b>
<b>1.6. Viabilidad del estudio .....</b>	<b>21</b>
<b>1.7. Ubicación .....</b>	<b>21</b>
<b>1.8. Accesibilidad.....</b>	<b>23</b>
<b>1.9. Clima .....</b>	<b>24</b>

## **CAPITULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

<b>2.1. Antecedentes del proyecto.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2. Bases teóricas.....</b>	<b>26</b>
2.2.1. Parámetros geomecánicos de la zona.....	26
2.2.2. Parámetros determinados.....	28
2.2.3. Parámetros geotécnicos del sistema de clasificación Q (BARTON 1974) .....	33
2.2.4.1. Mapeo por celdas .....	35
2.2.4.2. Parámetros Geomecánicos de las Discontinuidades.....	37



<b>2.3.</b>	<b>Parámetros para el diseño de rampa .....</b>	<b>38</b>
2.3.1.	Sección de la rampa .....	38
2.3.2.	Gradiente.....	39
2.3.3.	Radio de curvatura .....	40
2.3.4.	Longitud de la rampa .....	41
2.3.5.	Peralte .....	41
2.3.6.	Declive .....	42
2.3.7.	Tipos de rampas .....	42
2.3.7.1	. Tipo de rampa lineal .....	42
2.3.7.2.	Tipo de rampa espiral .....	42
2.3.7.3.	Tipo de rampa zigzag.....	44
2.3.7.4.	Tipo basculante .....	45
2.3.8.	Ciclo minado de la rampa .....	46
2.3.8.1.	Ventilación.....	46
2.3.8.2.	Regado .....	46
2.3.8.3.	Desatado .....	47
2.3.8.4.	Sostenimiento .....	47
2.3.8.5.	Limpieza .....	47
2.3.8.6.	Perforación.....	48
2.3.8.7.	Voladura .....	48
<b>2.4.</b>	<b>Planeamiento .....</b>	<b>48</b>
2.4.1.	Desarrollo de los tipos de planeamiento del proyecto .....	49
2.4.1.1.	Planeamiento a corto plazo .....	49
2.4.1.2.	Planeamiento a mediano plazo .....	49
2.4.1.3.	Planeamiento a largo plazo .....	50
2.4.2.	Información para planeamiento y control de operaciones .....	50
2.4.2.1.	Sistema de información .....	50
2.4.2.2.	Sistema de información para el planeamiento .....	51
2.4.2.3.	Implementación del sistema de información .....	51
2.4.3.	Definiciones conceptuales .....	51
2.4.3.1.	Geomorfología.....	51
<b>2.5.</b>	<b>Geología Regional .....</b>	<b>52</b>
2.5.1.	Estratigrafía.....	55
2.5.2.	Geología de la mina Santa Filomena .....	57



2.5.2.	Geología estructural.....	58
2.5.3.	Origen de las fracturas .....	58
2.5.4.	Sistemas de fracturas .....	59
2.5.5.	Relación de los diques con las fracturas .....	59
2.5.6.	Estructuras mineralizadas .....	59
<b>2.6.</b>	<b>Geología Económica .....</b>	<b>62</b>
2.6.1.	Características generales.....	62
2.6.2.	Afloramientos .....	63
2.6.3.	Mineralización .....	64
2.6.4.	Prospección geológica .....	65
2.6.5.	Estructuras mineralizadas .....	66
2.6.7.	Descripción general de algunas vetas y fallas .....	69
2.6.8.	Sistema de vetas de zona 23 .....	70
2.6.8.1.	Mineral potencial en las minas de santa filomena.....	70
<b>2.7.</b>	<b>Formulación de hipótesis.....</b>	<b>72</b>
2.7.1.	Hipótesis general .....	72
2.7.2.	Hipótesis específicas.....	72
<b>CAPITULO III</b>		
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>		
<b>3.1.</b>	<b>Diseño metodológico .....</b>	<b>73</b>
<b>3.2.</b>	<b>Revisión, recopilación y elaboración de información .....</b>	<b>73</b>
<b>3.3.</b>	<b>Población y muestra.....</b>	<b>74</b>
<b>3.4.</b>	<b>VARIABLES DEL ESTUDIO.....</b>	<b>74</b>
<b>3.5.</b>	<b>Técnicas de recolección de datos .....</b>	<b>75</b>
<b>3.5.</b>	<b>Información geomecánica .....</b>	<b>77</b>
<b>CAPITULO IV</b>		
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
<b>4.1.</b>	<b>Diseño de rampa.....</b>	<b>79</b>
4.1.1.	Labores de desarrollo y preparación.....	79
4.1.2.	Rampa .....	79
4.1.3.	Gradiente: .....	80
4.1.4.	Sección:.....	80
4.2.5.	Radio de curvatura: .....	82
4.2.6.	Peralte: .....	82



4.2.7.	Crucero .....	83
4.2.8.	By pass.....	84
4.2.10.	Labores de infraestructura y servicios .....	85
4.2.10.1.	Chimenea de ventilación.....	85
4.2.10.2.	Cámara de acumulación y carguío.....	86
4.2.10.3.	Chimenea de servicio.....	87
4.2.10.4.	Casa compresora.....	88
4.2.11.	Subestación eléctrica .....	88
4.2.10.3.	Talleres interior mina.....	89
4.2.10.4.	Bombeo.....	89
4.2.10.5.	Bodegas.....	90
4.2.10.6.	Servicios mina .....	90
4.2.10.7.	Energía.....	91
4.2.10.8.	Ventilación.....	91
4.2.11.	Sostenimiento .....	91
4.2.11.1.	Clasificación Geomecánica del Macizo Rocoso.....	91
4.2.11.2.	Análisis de Estado Tensional.....	92
4.2.11.3.	Modelamiento Con Phase 2d.....	94
4.2.12.	Criterios Geomecánicos.....	96
4.2.13.	Tipo de rampa a aplicarse recta y zigzag.....	101
<b>4.3.</b>	<b>Infraestructura básica para el diseño de la rampa 2340.....</b>	<b>103</b>
<b>4.4.</b>	<b>Comparativo de producción diaria .....</b>	<b>106</b>
4.4.1.	Programa de producción .....	107
4.4.1.	Programa de avances .....	108
4.4.2.	Sistema de extracción de mineral .....	109
<b>4.5.</b>	<b>Progresiva de intersección a foco mineralizado .....</b>	<b>110</b>
4.5.1.	Recursos minerales identificados .....	111
4.5.2.	Calculo de recursos medidos Santa Filomena y Santa Rosa .....	112
4.5.3.	Calculo de recursos indicados Santa Filomena y Santa Rosa.....	114
4.5.4.	Calculo de recursos indicados de vetas identificados.....	115
<b>4.6.</b>	<b>Resumen de metrados y precios - proyecto rampa 2340.....</b>	<b>116</b>
4.6.1.	Calculo de costos de rampa negativa 2340.....	117
4.6.2.	Calculo de costos de perforación con jumbo.....	121
4.6.3.	Calculo de costo de perforación con RAISE CLIMBER .....	124



4.6.4.	Calculo de costo de perforación con maquina Jack Leg.....	127
4.6.5.	Calculo de costo de perforación refugio con JACK LEG .....	130
4.6.6.	Calculo de costo de perforación de desquinche con jumbo.....	133 134
4.6.7.	Calculo del costo de instalación de 1 cimbra metálica .....	136
4.6.8.	Calculo de costo de instalación de split set .....	138
4.6.9.	Calculo de costo de instalación perno helicoidal.....	140
4.6.10.	Calculo de costo de instalación de MALLA ELECTROSOLDADA .....	142
4.6.11.	Calculo de costo de servicios auxiliares .....	144
4.6.12.	Resumen de recursos necesario para el proyecto .....	145
<b>4.7.</b>	<b>Evaluación Económica. ....</b>	<b>146</b>
<b>4.8.</b>	<b>Discusiones de los resultados .....</b>	<b>147</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>148</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>149</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>150</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>152</b>

**Área:** Ciencias de Ingeniería

**Línea:** Planeamiento

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 09 de febrero de 2022.



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de Minera Sotrami SA. ....	22
Figura 2: Limites de la concesión Santa Filomena .....	23
Figura 3: Vía de acceso Mina Sotrami.....	24
Figura 4: valoración macizo rocoso .....	28
Figura 5: Formato de mapeo geomecánicos por celdas (RMR89) .....	36
Figura 6: Familias principales de discontinuidades, representadas en estereograma. Fuente: Imagen tomada del programa Dips 6.0 .....	38
Figura 7: Diseño de rampa en espiral .....	43
Figura 8: Rampa Zig-Zag .....	45
Figura 9: Mapa Geológico Regional.....	54
Figura 10: Plano Geológico de la concesión MINERA SOTRAMI S.A.....	56
Figura 11: se muestra la litología y las estructuras mineralizadas vetas y vetillas.....	58
Figura 12: Sistema de formación mineralógico de veta en forma de rosario .....	60
Figura 13: Muestreo de mineral sulfurado de alta ley .....	61
Figura 14: Muestra del dique roca granodiorita.....	62
Figura 15 Ubicación de minas y ocurrencias de mineralización aurífera y cuprífera. ..	63
Figura 16: Estructura Mineralizada veta filomena .....	69
Figura 17: Mapa geológico MINERA SOTRAMI S.A. ....	71
Figura 18: malla de perforación.....	81
Figura 19: diseño de radio curvatura .....	82
Figura 20: diseño de malla de perforación.....	85
Figura 21: diseño de cámara acumulación y carguío.....	87
Figura 22: diseño de chimenea de servicios .....	88
Figura 23: diseño cámara de sub estación .....	89
Figura 24: diseño taller y bombero de agua.....	90
Figura 25: Mapeo Geomecánico por celdas .....	92
Figura 26: Condiciones Tensionales SRF.....	93
Figura 27: Estimación de Factor de Seguridad de la rampa .....	95
Figura 28: Estimación de F.S. 1hr después de Voladura en la rampa. ....	95
Figura 29: Macizo Rocosó Predomínate Concesión SOTRAMI.....	96
Figura 30: Estabilizador de fricción de taladro.....	97
Figura 31: Empujador hembra .....	98



Figura 32: Presión radial contra la roca inmediato .....	98
Figura 33: Instalación de perno helicoidal.....	99
Figura 34: instalación de Cimbra 2 cuerpos en viga H de 6", 4.0 x 4.5 m .....	101
Figura 35: Vista isométrica de la Rampa zigzag con infraestructura básica. ....	102
Figura 36: Intersección de la Rampa hacia el Foco Mineralizado.....	111



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas WGS84 de ubicación .....	22
Tabla 2: Vías de acceso a Minera Sotrami SA. ....	23
Tabla 3: Rango de resistencia .....	28
Tabla 4: Cuadro valoración y nomenclatura para el espaciamiento .....	30
Tabla 5: Cuadro valoración y nomenclatura para la persistencia .....	30
Tabla 6: cuadro valoración y nomenclatura para la Apertura.....	31
Tabla 7: Cuadro valoración y nomenclatura para el relleno .....	31
Tabla 8: Cuadro valoración y nomenclatura para la Rugosidad.....	32
Tabla 9: Cuadro valoración y nomenclatura para la Meteorización.....	32
Tabla 10: Cuadro valoración y nomenclatura para número de familias .....	33
Tabla 11: Cuadro valoración y nomenclatura para el coeficiente de Rugosidad.....	33
Tabla 12: Cuadro valoración y nomenclatura para el coeficiente de alteración.....	34
Tabla 13: Cuadro nomenclatura para discontinuidades .....	35
Tabla 14: Dimensiones de la rampa negativa 2340 .....	38
Tabla 15: Muestreo sistemático .....	67
Tabla 16: Operacionalización De Variables .....	75
Tabla 17: Parámetros de mina .....	106
Tabla 18: Resumen de producción mensual mina santa filomena 2019.....	106
Tabla 19: Comparativa extracción convencional vs plan de producción con el proyecto rampa 2340 .....	107
Tabla 20: Avance de rampa 4.0m x 4.5m .....	108
Tabla 21: Programa de laboreo minero rampa negativa 2340 - 2021.....	108
Tabla 22: Programa de laboreo minero rampa negativa 2340 .....	109
Tabla 23: Parámetros del Skip actualmente.....	109
Tabla 24: Intersección de recursos identificados en la rampa 2340 .....	110
Tabla 25: Recurso identificado o medido .....	112
Tabla 26: Recursos indicados .....	114
Tabla 27: Recurso inferidas .....	115
Tabla 28: Recurso Mina Santa Filomena.....	116
Tabla 29: Resumen de metrados - proyecto rampa 2340.....	116
Tabla 30: Cálculo de costo de 1m. de rampa de 4.0m.*4.5m. ....	117
Tabla 31: Costo de perforación y limpieza con scoop.....	121



Tabla 32: Perforación con RAISE CLIMBER y limpieza con Scoop(250m.) .....	124
Tabla 33: Costo perforación de 1m de cuneta de 0.40cm * 0.40 cm.....	127
Tabla 34: Cálculo de costo de perforación de 1m de refugio de 2.0m*2.0m .....	130
Tabla 35: Costo de perforación con jumbo y limpieza con Scoop .....	133
Tabla 36: Instalación de cimbras .....	136
Tabla 37: Pernos SPLIT SET.....	138
Tabla 38: Instalación de perno helicoidal .....	140
Tabla 39: Instalación MALLA ELECTROSOLDADA de 1m2 .....	142
Tabla 40: Servicios auxiliares.....	144
Tabla 41: resumen de requerimiento equipos .....	145
Tabla 42: recursos necesarios RRHH .....	145
Tabla 43: Valor de Veta Mineralizado Santa Filomena Y Santa Rosa.....	146



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

h	: Peralte en m.
v	: Velocidad m/s.
R	: Radio de curvatura promedio.
g	: Aceleración de la gravedad.
a	: Ancho de la labor en metros.
RE	: Radio curvatura externo.
RI	: Radio curvatura interno.
RP	: Radio curvatura promedio.
Ppm	: Partes por millón.
Bz	: Buzamiento.
E,W	: Este oeste.
Qz	: Cuarzo.
RC	: Raise Climber.
Prog.	: Progresiva.
Oz	: Onza
Au	: Oro
Tn	: Tonelada
Tc	: Tonelada corta
K	: Constante
Fc	: Factor de compresión
Fca.	: Factor de compresión axial
RCU	: Resistencia a la compresión uniaxial.
RQD	: Designación de calidad de Roca



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación trata sobre el diseño de la rampa negativa, llamada “Rampa 2340”, en la Empresa Minera SOTRAMI S.A.; actualmente, la explotación se lleva a cabo mediante el método de explotación de corte y relleno ascendente, efectuándose la extracción mediante un ineficiente sistema de izaje en dos tiempos. La capacidad de planta supera a la producción actual de 100tn/día. Por tal razón se plantea el diseño y construcción de la rampa negativa 2340, con el objetivo principal de incrementar la producción a 250 t/día y mejorar la extracción de mineral, haciendo más eficiente la extracción y permitiendo un mejor acceso del personal, mejores condiciones de trabajo y disminuyendo el tiempo de desplazamiento. La rampa se desarrolla con una pendiente negativa de 12% en tipo zig-zag, aplicando un sistema combinado convencional y mecanizado. La rampa sirve, así como labor de exploración para tener mayor acceso a recursos mineralizados a lo largo del trayecto del proyecto. El presente estudio es una propuesta preliminar, la que se formula de acuerdo a la información geológica basada en un cartografiado superficial y perforación diamantina de 25% de avance, en donde se identifican varias estructuras mineralizadas catalogadas como recurso indicado y clasificadas en vetas (primarias y secundarias) en base a su continuidad en superficie, profundidad, potencia, contenido mineralógico y actual evidencia de trabajos superficiales. Con 2,823,925.00 toneladas de ley promedio probable de oro 0.75 oz/tc. Las reservas probadas de la veta Filomena en zona 23 y Santa Rosa son de 1,352,093.80 toneladas. Así mismo se han realizado estudios de caracterización geomecánica al inicio de la rampa, habiéndose determinado la clasificación de macizo rocoso encajonante es buena de tipo (III y II) según RMR. En los resultados se demostró la viabilidad económica de los recursos identificados en el diseño y construcción de la rampa, con un costo de inversión total de US\$ 5 569 786.37.

**Palabras Clave:** Diseño, Construcción, Producción, Costos y Planeamiento.



## ABSTRACT

This research work deals with the design of the negative ramp, called "Rampa 2340", at the Empresa Minera SOTRAMI S.A.; Currently, mining is carried out using the ascending cut-and-fill mining method, with extraction being carried out using an inefficient two-stage hoisting system. The plant capacity exceeds the current production of 100tn/day. For this reason, the design and construction of negative ramp 2340 is proposed, with the main objective of increasing production to 250 t/day and improving ore extraction, making extraction more efficient and allowing better access for personnel, better conditions of work and reducing the travel time to the work front. The ramp is developed with a negative slope of 12% in a zig-zag type, applying a combined conventional and mechanized system. The ramp serves, as well as exploration work to have greater access to mineralized resources along the project path. This study is a preliminary proposal, formulated according to geological information based on surface mapping and diamond drilling 25% complete, where several mineralized structures listed as indicated resources and classified into veins (primary and secondary) are identified. secondary) based on its continuity in surface, depth, power, mineralogical content and current evidence of surface works. With 2,823,925.00 tons of probable average grade of gold 0.75 Oz/Tc. The proven reserves of the Filomena vein in zone 23 and Santa Rosa are 1,352,093.8 tons. Likewise, geomechanical characterization studies have been carried out at the beginning of the ramp, having determined that the enclosing rock is of good type (III and II). The results demonstrated the economic viability of the resources identified in the design and construction of the ramp, with a total investment cost of US\$ 5,569,786.37.

**Keywords:** Design, Construction, Production, Costs and Planning.



# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Descripción de la realidad del problema

El desarrollo de la presente tesis está enfocado en la Minera SOTRAMI S.A. se trata de una mina subterránea con vetas angostas que varían de 0.10m a 0.90m. de potencia que produce oro con ley de cabeza 0.65 Oz/Tn, ubicada en departamento de Ayacucho en la zona sur central de Perú.

Actualmente en la Minera SOTRAMI S.A., se extrae mineral con sistema de izaje por piques inclinados en las dos operaciones mineras Zona 23 y zona Santa Rosa, el sistema de izaje en Zona 23 se ejecuta mediante dos piques inclinados de extracción (ejecutados sobre estructura mineralizada) izaje base 4 y base 5. Por su actual condición estos se limitan a la extracción exclusiva de mineral o desmote de niveles inferiores a superficie, presentando tramos sinuosos no favorables para el traslado de trabajadores de interior mina y afectando la productividad de la operación.

La profundización de la mina mediante acceso por escaleras de madera hasta el nivel 15 de bloque 50 x 50 m. afecta al personal quien tiende a retirarse de la mina por el sobreesfuerzo físico que ejercen al subir y bajar de las escaleras en tiempo promedio de 110 minutos, lo cual hace que el trabajo no sea eficiente. La producción actual es de 85 t/día promedio y no se logra cumplir con el tonelaje y el planeamiento mensual.

Por ello la necesidad de incrementar la eficiencia del proceso de extracción de mineral y permitir un fácil acceso del personal, mejorando las condiciones de trabajo y el tiempo de desplazamiento hasta el frente de trabajo.



Por estas razones se realiza el diseño de la rampa negativa para incrementar la productividad y mejorar el sistema extracción de mineral, esto permite garantizar la sostenibilidad del Yacimiento. Con una continua extracción de mineral con el respectivo incremento de volúmenes a un menor costo operativo. Esto beneficiara a la compañía minera y alargara la vida de la mina con las exploraciones que se realice en el transcurso de la construcción.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Será posible con el diseño de la rampa negativa 2340 incrementar la producción y mejorar la capacidad de extracción de mineral en la Empresa Minera Sotrami SA.?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cómo se incrementará la producción con el diseño de la rampa negativa 2340?
- b. ¿Cómo se mejorará el sistema de extracción de mineral y desmonte en la rampa negativa 2340 en la Minera Sotrami SA.?
- c. ¿Será viable el proyecto de la rampa negativa 2340?

## **1.3. Objetivo general**

Diseñar de la rampa para incrementar la productividad y mejorar el sistema de extracción de mineral en la Minera Sotrami SA.

### **1.3.1. Objetivos específicos**

- a. Determinar el diseño adecuado de la rampa para incrementar la producción a 250 t/día con la construcción de rampa negativa 2340.



- b. Evaluar el sistema de extracción de mineral y desmonte para aumentar la capacidad de extracción con la ejecución de la rampa 2340.
- c. Determinar la evaluación económica para la construcción de la rampa 2340.

#### **1.4. Justificación del proyecto**

A nivel nacional e internacional existen proyectos mineros, antes de invertir tuvieron que realizar estudios geológicos de factibilidad, que permite asegurar la inversión, La explotación minera en el Perú es una de las actividades más rentables e importante, en la actualidad es una industria que incrementa el capital económico, también usa tecnología de ultimo nivel e internacional que trae consigo así la modernización.

Dentro del Perú, en la región de Ayacucho, está ubicada la Mina Subterránea con la producción del preciado mineral oro y contenido de plata dentro del mercado nacional.

Es por eso que se considera optima la proyección a mediano plazo del Proyecto diseño y ejecución de la rampa negativa 2340 de exploración ya que este cumplirá cinco funciones principales (extracción de mineral, disminuir el tiempo de ingreso y salida del personal, exploración, aumento de producción de tonelaje y reducir costos), es por esta razón que se ejecuta la rampa 2340 con una sección de 4.0\*4.50 metros. y debido a que su registro geológico y económico lo permite, a través de la observación, descripción, valoración de las condiciones naturales que presenta la estructura mineralizada in situ y entorno físico, con las perforaciones diamantinas se obtiene criterios económicos y geológicos, donde se llega a seleccionar un método de extracción de reservas para la explotación de la estructura mineralizada.



El principal objetivo es incrementar la producción a 250Tn/día de mineral y mejorar el sistema de extracción de mineral a través de camión volquete. Lo cual dará beneficios e ingresos a Minera Sotrami SA.

### **1.5. Delimitación del área de investigación**

La zona de estudio del proyecto está enmarcada entre las coordenadas UTM toda concesión minera con un total de diez cuadrículas ver (tabla 1).

Con una profundidad de nivel 1930 de cota del proyecto diseño y ejecución de la rampa negativa lineal y zic zac actualmente se delimita la máxima profundidad de 15 niveles de bloques de 50 x 50, y por encima de esta cota se encuentran los demás labores y operación de mina.

Con la investigación se dará una solución de salida de personal que labora en la mina con el nuevo acceso de personal mediante la rampa negativa, donde actualmente se limita por uso de escaleras hasta el último nivel y con este nuevo proyecto se aumentará la producción diaria con tonelaje.

En donde encuentra la operación MINERA SOTRAMI SA. No cuenta con estudios de ingeniería a detalle sobre el yacimiento minero, ya que en esta zona se concentran una buena concentración de mineros informales e artesanales explotando y da mala imagen a la compañía minera para comercializar el producto. Y esto es una limitación para que se desarrolle proyecto de ejecución de la rampa de exploración.

Por otro lado, tenemos problemas sociales y ambientales, al inicio de sus operaciones la minera no contaba con estudios para su operación, tampoco un estudio de método explotación adecuada y por las cuales en consecuencia a ello se tiene macizo rocoso inestable.



En la actualidad se viene realizando estudios geológicos en afloraciones superficiales de vetas.

### **1.6. Viabilidad del estudio**

El presente proyecto de investigación es viable porque trata de la actividad minera. Actualmente la minería es una fuente de desarrollo para nuestro país, en lo económico, desarrollo social, infraestructuras, de la misma manera su importancia a nivel internacional.

La actividad minera tiene un grado de importancia y aporte al desarrollo, avance de la tecnología minera de acuerdo a nuevos métodos a aplicarse, por ende, se realiza el proyecto diseño de la rampa negativa 2340 para incrementar la productividad y cumpliendo con los estándares en el proyecto de investigación.

### **1.7. Ubicación**

El área de la Minera Sotrami S.A., geográficamente se encuentra ubicada en:

- Centro poblado : Santa Filomena
- Distrito : Sancos
- Provincia : Lucanas
- Departamento : Ayacucho
- Altura : 2400 m.s.n.m

La propiedad minera se encuentra flanqueada por:

- Por el Norte : La mina San Luis y La Quebrada Aguada de San Luis.
- Por el Este : La Quebrada de Chulbe.
- Por el Sur : La Quebrada Santa Rosa

- Por el Oeste : El Cerro Santa Rita.

Tabla 1: Coordenadas WGS84 de ubicación

Vértice	Norte	Este
1	8300629.480	580777.320
2	8300629.480	577777.370
3	8301629.480	577777.340
4	8301629.470	575777.370
5	8302629.480	575777.350
6	8302629.490	578777.300
7	8303629.490	578777.270
<b>8</b>	<b>8303629.490</b>	<b>580777.230</b>

Fuente: Minera SOTRAMI SA

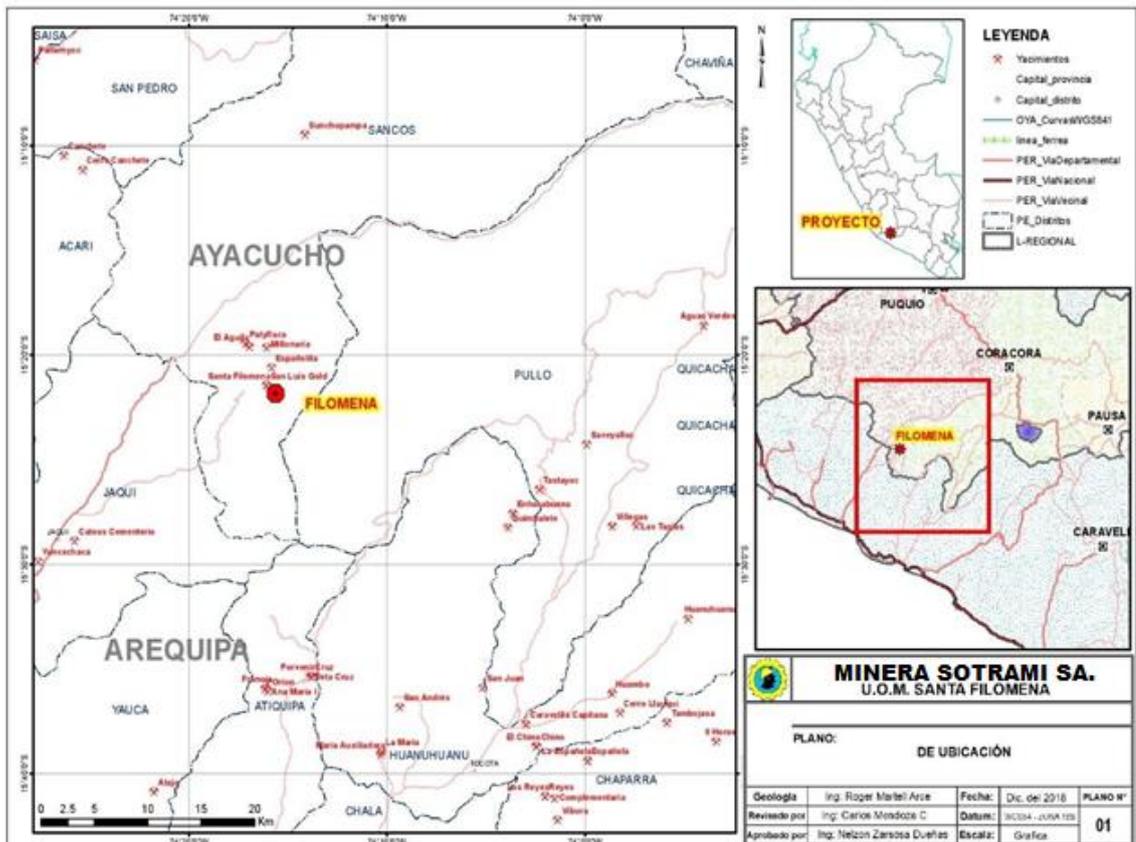


Figura 1: Ubicación de Minera Sotrami SA.

Fuente: Planeamiento Mina SOTRAMI S.A.

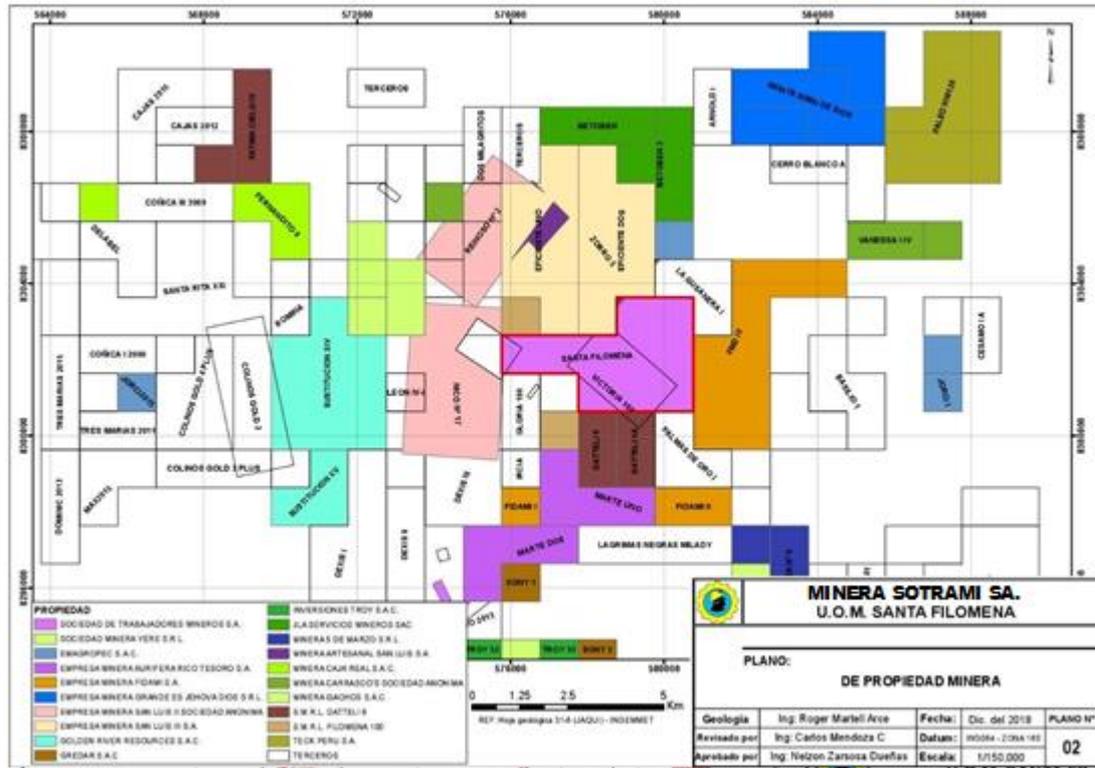


Figura 2: Límites de la concesión Santa Filomena  
Fuente: Área de Geología

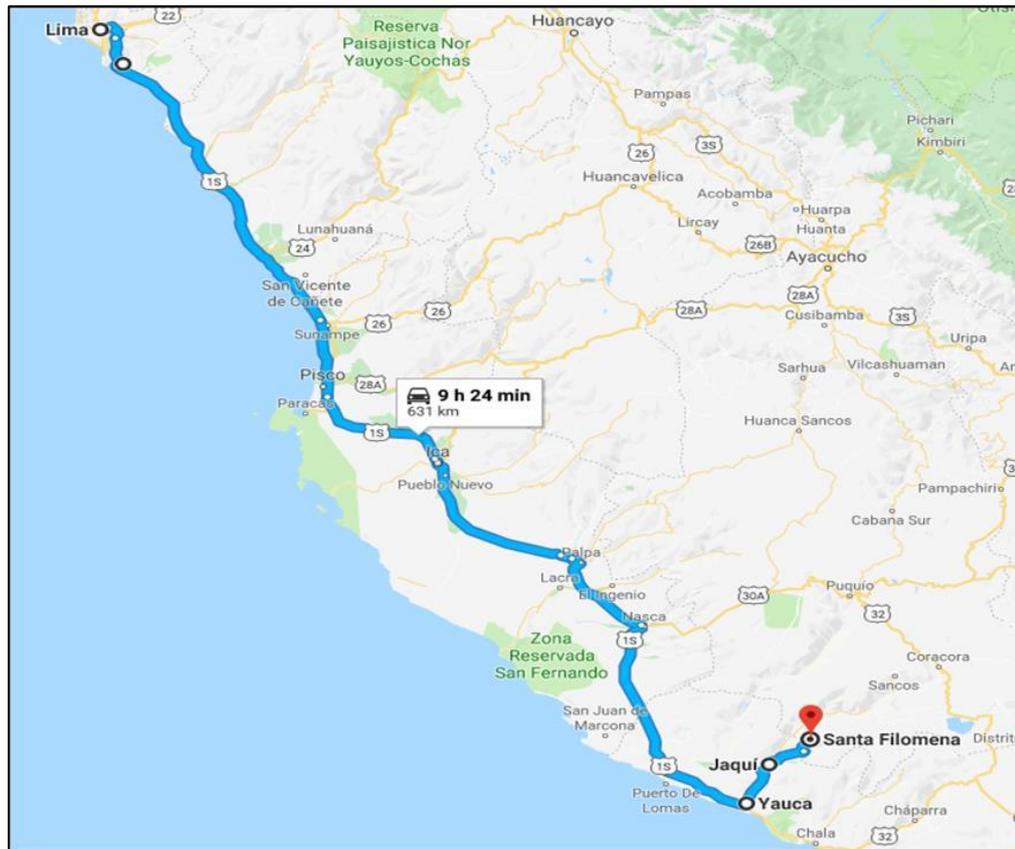
### 1.8. Accesibilidad

Se puede acceder en dos vías de acceso a la Minera Sotrami S.A. desde la capital Lima y desde la ciudad Arequipa.

Tabla 2: Acceso a unidad Minera Sotrami SA.

VIA DE ACCESO DESDE LA CIUDAD DE LIMA		
TRAMO	VIA (terrestre)	TIEMPO
-Lima – Yauca	Asfaltada	11 horas
-Yauca – Jaqui	Afirmada	1 hora
-Jaqui – Laytaruma	Afirmada	0.5 hora
-Laytaruma – S. Filomena	Afirmada	1 hora
<b>TOTAL</b>		<b>13.5 horas</b>
VIA DE ACCESO DESDE LA CIUDAD DE AREQUIPA		
-Arequipa - Chala	Asfaltada	10 horas
-Chala - Yauca	Asfaltada	1 hora
-Yauca - Jaqui	Asfaltada	1 hora
-Jaqui - Laytaruma	Afirmada	0.5 hora
-Laytaruma – S. Filomena	Afirmada	1 hora
<b>TOTAL</b>		<b>13.5 horas</b>

*Fuente: Área planeamiento mina*



*Figura 3: Vía de acceso Mina Sotrami  
Fuente: departamento de planeamiento*

## 1.9. Clima

El clima en la concesión Minera Sotrami se caracteriza por ser una zona árido y templado, las temperaturas en promedio anual fluctúan entre 16°C. y 28°C., la zona carece de lluvias y tiene una precipitación media anual de 2.1mm.

Los comportamientos durante el año varían entre mes (diciembre a marzo), época en donde garúa o llovizna con poca precipitación de temperaturas que oscilan entre 17 °C y 25 °C con vegetación nula. Desde mes de abril a julio con ligeras sensaciones de frio que llegan a temperaturas entre 15 °C y 22 °C en promedio.



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes del proyecto

En las investigaciones realizadas a nivel nacional se encontró a Aquino (2019), en su investigación desarrolló el diseño de la rampa 440 en donde se plantea gradiente de -12 % con sección de 4,0 m x 4,0 m. y una longitud de 893 m. en la minera macdesa, en esta investigación se encontró el diseño rampa y el incremento de producción y con la rampa se determinarán nuevas vetas en la caja piso y se incrementarán las reservas minerales. También Condori (2011), menciona que con el diseño de la rampa se lograra incrementar la reservar de recursos.

En las investigaciones realizadas a nivel nacional se encontró a Bautista (2017), en su investigación, asegura que con la rampa lograra incrementar la productividad y aumentar la vida de la mina por 5 años en la Unidad Operativa Pallancata. La ejecución de taladros diamantinos podría confirmar más el crecimiento de las reservas, la estimación y flujo económico es rentable y conveniente para la compañía.

En las investigaciones realizadas a nivel nacional se encontró a Quispe (2014), en su investigación de diseño y construcción de la rampa negativa. De la Unidad Minera Arcata, concluye se podrá explotar las reservas minables aún no accesibles y contar con una extracción y transporte dinámico, y bajo costo relativo. También Quispe (2004), menciona que servirá para el transporte de equipos y servicios.

En las investigaciones realizadas se encontró a Mamani (2009), en su investigación del proyecto rampa Mariana, afirma que reorganizo el sistema de extracción y transporte zonalizando cada área, y la rampa se usa para salida de todas las unidades de

transporte de mineral y desmonte eliminando tiempos de retrasos en espera de dar pase a otras unidades de transporte.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Parámetros geomecánicos de la zona.

En la descripción de la característica del macizo rocoso, el área se divide en regiones geomecánicas, y los sectores con características similares se identifican y agrupan para determinar el diseño del elemento de soporte, que se ubica en un solo dominio estructural (estructura geológica). Para lo cual se realiza la identificación y zonificación, utilizando la respectiva clasificación geomecánica de RMR e índice Q. (Mendieta, 2017)

El criterio de rotura de Hoek-Brown generalizado (Hoek et al., 2002), se expresa como:

Donde:

$\sigma_1$  y  $\sigma_3$  son los esfuerzos principales efectivos mayor y menor en el momento de rotura (Mpa).

$\sigma_{ci}$  es la resistencia a la compresión uniaxial del material intacto. (Mpa)

$m_b$  es un valor deducido de la constante de la roca intacta  $m_i$ , que vendrá dada por:

$$m_b = m_i \cdot \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right)$$

$$S = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left( e^{\frac{-GSI}{15}} - e^{\frac{20}{3}} \right)$$

Donde:



GSI : índice geológico de esfuerzos correspondiente a la Roca.

D : factor de perturbación de la roca ante la voladura toma valores desde 0 hasta 1

s y a : son constantes propias del macizo rocoso.

La variable D, es el grado de alteración (Disturbance Factor), que será determinada en función a la resistencia del macizo se podría determinar de acuerdo con Hoek et al. (2002), partiendo de la propuesta de experiencia en diseño de túneles y diseño de taludes de múltiples autores. Los autores de la tabla del factor de disturbancia indican que el valor de D, finalmente estará en función a diversos factores, y que probablemente nunca sea posible determinar un valor cuantificable de manera precisa. Es por eso que los resultados que se indican en la tabla son valores estimativos, debiéndose analizar detalladamente cada caso de estudio en particular. Para ello se pueden realizar análisis sugerido de observación en campo y también se puede consultar alguna bibliografía en este sentido de casos particulares. (Coulthard y Little, 1999).

Guía para la estimación del grado de perturbación D de un macizo rocoso.

EXCAVACIÓN	Descripción del macizo rocoso	Valor de D (sugerido)
<b>TÚNELES Y EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS</b>	Voladura con excelente control o excavación mecánica con TBM con una perturbación mínima del macizo rocoso que rodea al túnel.	<b>D = 0</b>
	Excavación mecánica o manual en macizos de mala calidad con una perturbación mínima del macizo rocoso que rodea al túnel.	<b>D = 0</b>
	Problemas de "squeezing" o flujo de roca que den lugar a la elevación de la solera. Si se coloca un sostenimiento temporal de la misma, se utiliza el D del caso anterior.	<b>D = 0.5</b>
	Voladuras poco cuidadosas en macizos rocosos duros, que den lugar a daños en el macizo que se extienden entre 2 y 3 metros hacia su interior	<b>D = 0.8</b>
<b>TALUDES EN INGENIERÍA CIVIL Y MINERA</b>	Voladuras con excelente control en pequeños taludes (sobre todo si se utiliza precorte o recorte). La relajación de tensiones produce perturbación.	<b>D = 0.7</b>
	Voladuras poco cuidadosas en pequeños taludes en el ámbito de la ingeniería civil.	<b>D = 1.0</b>
	En cortas y grandes explotaciones mineras a cielo abierto se produce mucha perturbación por las grandes voladuras de producción y por la relajación de tensiones asociada a la retirada de material.	<b>D = 1.0</b>
	Excavación por arranque mecánico o "ripado" en rocas blandas.	<b>D = 0.7</b>

Figura 4: valoración macizo rocoso

Fuente: (Hoek, 2002)

### 2.2.2. Parámetros determinados.

Parámetros Geomecánicos para la clasificación en el sistema RMR de Bieniawski

#### a) Rangos de estimación de la resistencia en campo (ISRM, 1989).

Tabla 3: Rango de resistencia

Símbolo	Descripción	Identificación En Campo	Estimación De La Resistencia (Mpa)
<b>R0</b>	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña del pulgar.	<b>0.25 – 1.0</b>
<b>R1</b>	Roca muy blanda	Se desmorona al golpear con la punta del martillo	<b>1.0 – 5.0</b>



o puede ser pelado con  
cuchillo de bolsillo.

<b>R2</b>	Roca blanda	Un golpe firme con la punta del martillo produce pequeñas marcas o muescas, o puede ser pelado con dificultad con el cuchillo de bolsillo.	<b>5.0 – 25</b>
<b>R3</b>	Roca modera. dura	Puede fracturarse con un golpe fuerte de martillo, y el cuchillo de bolsillo no le puede raspar.	<b>25 – 50</b>
<b>R4</b>	Roca dura	Se requiere más de un golpe de martillo para fracturarla.	<b>50 – 100</b>
<b>R5</b>	Roca muy dura	Se requiere muchos golpes de martillo para fracturarla.	<b>100 - 250</b>
<b>R6</b>	Roca extremamente dura	Al golpearlo con el martillo solo saltan esquirlas.	<b>&gt; 250</b>

*Fuente. Guía de Criterios Geomecánicas para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (OSINERGMIN).*

La evaluación de las propiedades estructurales no solo debe estimar la RQD, sino también evaluar el espaciado y la dirección de las discontinuidades (Azimut, Buzamiento), y evaluar cualitativamente su rugosidad, durabilidad, tipo de relleno, apertura y grado de intemperismo.

## b) Espaciamiento de estructuras

Tabla 4: Cuadro valoración y nomenclatura para el espaciamiento

Denominación	Espaciado De Juntas (M)				Abreviación
	RMR89		RMR 76		
	Rango	Ratio	Rango	Ratio	
Masiva	$\geq 2$	20	> 3 m	30	E0
Ligera	$\geq 0.6$ a $< 2$	15	1 - 3 m	25	E1
Moderadamente	$\geq 0.2$ a $< 0.6$	10	0.3 - 1 m	20	E2
Altamente	$\geq 0.06$ a $< 0.2$	8	50 - 300 mm	10	E3
Triturada	$< 0.06$	5	<50mm	5	E4

Fuente. Guía de Criterios Geomecánicas para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (OSINERGMIN)

## c) Persistencia

Tabla 5: Cuadro valoración y nomenclatura para la persistencia

Persistencia			
Denominación	Rangos	Ratio RMR89	Abreviación
Persistencia muy baja	< 1 m	6	P1
Baja Persistencia	1 - 3m	4	P2
Persistencia Moderada	3 – 10 m	2	P3
Alta Persistencia	10 - 20 m	1	P4
Persistencia Muy Alta	> 20 m	0	P5

Fuente. Guía de Criterios Geomecánicas para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (Osinermin)



#### d) Apertura

Tabla 6: cuadro valoración y nomenclatura para la Apertura

<b>Apertura</b>			
<b>Ratio</b>			
<b>Denominación</b>	<b>Rango</b>	<b>RMR89</b>	<b>Abreviación</b>
Masiva	0mm	6	A0
Entre Abierta	< 0.1 mm	5	A1
Abierta	0.1 - 1.0 mm	3	A2
Muy Abierta	1 - 5mm	1	A3
Extremadamente abierta	> 5 mm	0	A4

*Fuente. Guía de Criterios Geomecánicas para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (Osinergmin).*

#### e) Relleno

Tabla 7: Cuadro valoración y nomenclatura para el relleno

<b>Relleno</b>			
<b>Ratio</b>			
<b>Denominación</b>	<b>Rango</b>	<b>RMR89</b>	<b>Abreviación</b>
Ninguno	0m	6	F0
Relleno Duro	< 5mm	4	F1
Relleno Duro	> 5 mm	2	F2
Relleno Blando	< 5 mm	2	F3
Relleno Blando	> 5 mm	0	F4

*Fuente. Guía de Criterios Geomecánicas para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (Osinergmin).*

## f) Rugosidad

Tabla 8 Cuadro valoración y nomenclatura para la Rugosidad

*Tabla 8: Cuadro valoración y nomenclatura para la Rugosidad*

<b>Rugosidad</b>		
<b>Denominación</b>	<b>Ratio</b>	<b>Abreviación</b>
Muy rugosa	6	G1
Rugosa	5	G2
Ligeramente rugosa	3	G3
Ondulada	1	G4
Suave	0	G5

*Fuente. Guía de Criterios Geomecánicas para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (Osinermin).*

## g) Meteorización

Tabla 9 Cuadro valoración y nomenclatura para la Meteorización

*Tabla 9: Cuadro valoración y nomenclatura para la Meteorización*

<b>Meteorización</b>		
<b>Denominación</b>	<b>Ratio</b>	<b>Abrevi</b>
Fresca	6	W
Ligeramente	5	W
Moderadamente	3	W
Muy Meteorizada	1	W
Descompuesta	0	W

*Fuente. Guía de Criterios Geomecánicas para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (Osinermin).*

### 2.2.3. Parámetros geotécnicos del sistema de clasificación Q (BARTON 1974)

#### a) Jn.: Número de Familias

Tabla 10: Cuadro valoración y nomenclatura para número de familias

Número de Familias	Jn	Abreviación
Roca Masiva sin o con pocas juntas	0.5-1.0	M
Una familia de juntas	2	1
Una familia de juntas más aleatorios	3	1a
Dos familias de juntas	4	2
Dos familias de juntas más aleatorios	6	2a
Tres familias de juntas	9	3
Tres familias de juntas más aleatorios	12	3a
Cuatro o más familias de juntas, aleatorios, roca muy fracturada	15	4
Roca Triturada casi suelo	20	4a

Fuente: Guía de Criterios Geomecánicas para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (OSINERGMIN).

#### b) Jr.: Coeficiente de Rugosidad

Tabla 11: Cuadro valoración y nomenclatura para el coeficiente de Rugosidad

Rugosidad		
Contacto entre las dos caras	Jr	Abrev.
Contacto entre las dos caras antes del corte (10cm)		
Juntas discontinuas	4	A
Rugosas e irregulares, onduladas	3	B
Onduladas lisas	2	C
Onduladas, perfectamente lisas	1.5	D
Rugosas e irregulares, y planas	1.5	E
Lisa planar	1	F
Planas y perfectamente lisas	0.5	G
Sin contacto entre las dos caras	Jr	Abrev.
Juntas rellenas con material arcilloso que impide el contacto entre las dos caras	1	H



Material arenoso, de grava o triturado que impide el contacto entre las dos caras	1	J
---	---	---

Fuente: Guía de Criterios Geomecánicas para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (OSINERGMIN).

**c) Ja: Coeficiente de alteración**

Tabla 12: Cuadro valoración y nomenclatura para el coeficiente de alteración

Alteración		
<b>a. Contacto entre las dos caras</b>	<b>Ja</b>	<b>Abrev.</b>
Juntas saneadas, duras, de relleno impermeable, no blandos	0.75	A
Juntas de paredes no alteradas, solo manchas en la superficie	1	B
Juntas de paredes levemente alteradas, con minerales arcillosos no blandos, partículas de arena, roca desintegrada sin arcilla, etc	2	C
Con revestimiento de limos, arena y arcilla, y pequeñas fracciones de arena (no blandos)	3	D
Con revestimiento de minerales arcillosos de baja fricción, por ejemplo, caolinita, mica.		
También clorita, talco, yeso y grafito, etc., y pequeñas cantidades de arcillas expansivas (revestimiento discontinuo), 1-2mm o menos	4	E
<b>b. Contacto entre las dos caras antes del corte (10cm)</b>	<b>Ja</b>	<b>Abrev.</b>
Partículas de arena, sin arcilla roca desintegrada, etc	4	F
con minerales arcillosos no blandos, fuertemente consolidados (continuos <5mm de espesor)	6	G
Con minerales arcillosos blandos, con mediana o baja consolidados (continuos <5mm de espesor)	8	H
Con relleno de arcilla expansiva por ej. Montmorillonita (continuos<5mm de espesor). Los valores del Ja dependen del porcentaje del tamaño del	8-12.	J
<b>c. Sin contacto entre las dos caras</b>	<b>Ja</b>	<b>Abrev.</b>
Zonas o capas de roca desintegrada o triturada y	6	K
arcilla (ver G, H y J para las condiciones de la arcilla)	8	L
Zonas o capas de arcilla limosa o arenosa, pequeña fracción de arcilla (inablandable).	8-12.	M
Zonas o capas gruesas y continuas de arcilla	10-13.	O



P. (ver G, H, J para las condiciones de la arcilla).	6-24.	P
--	-------	---

Fuente: Guía de Criterios Geomecánicas para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (Osinerghmin).

#### d) Tipo de Discontinuidad

*Tabla 13: Cuadro nomenclatura para discontinuidades*

Tipo de discontinuidad	Abreviación
Venillas	V
Diaclasa	D
Zona de cizalla	Z
Contacto Litológico	C
Estratificación	E
Vetilla Mineral	M
Falla	F

*Fuente. Guía de Criterios Geomecánicas para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (OSINERGMIN).*

#### 2.2.4. Mapeo Geomecánico.

##### 2.2.4.1. Mapeo por celdas

Es una técnica de levantamiento de información sistemática, que se caracteriza por determinar áreas representativas o de especial interés para unidades de litología, geología o ingeniería geotécnica, ya sean trabajos de diseño de labores subterráneas o superficiales, diseño de tajos de explotación, pilares, chimeneas y muchos más. Para realizar este tipo de trabajo se necesitan los siguientes materiales: cinta métrica, brújula, martillo de geólogo, tablero, formato de dibujo, lápiz, spray marcador de rocas, dispositivo opcional de carga puntual, cámara, reflector para iluminación adicional

Detectores, muestra especial bolsas, plumón, etiquetas de muestra o rótulos, y todo el equipo de protección personal.

Para evaluar y caracterizar macizos rocosos, luego de despejar y delimitar el área a evaluar, se debe medir y registrar la estación geomecánica en un área de aproximadamente 3m x 3m y datos principales, como dirección de discontinuidades mayores, Resistencia a simple compresión, RQD, espaciamiento, persistencia, separación, rugosidad, relleno de discontinuidades, condiciones de intemperismo y humedad por métodos manuales (usando martillos o perforación geológica); estos datos permitirán estimar índices de calidad de macizos rocosos, tales como RMR, Q y GSI.

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO																
Clasificación RMR de Bieniawski (1989)																
PARÁMETRO	RANGO DE VALORES Y VALORACIONES					VALORACIÓN										
RESIST. COMP. UNIAXIAL (MPa)	> 250	15	100 - 250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	< 25	2	< 5	1	< 1	0	1	> 250
RQD %	90 - 100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	< 25	3	2	90 - 100				
ESPACIAMIENTO (m.)	> 2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	< 0.06	5	3	> 2				
CONDICIÓN DE JUNTAS	FERSISTENCIA	< 1m.	6	1 - 3m.	4	3 - 10mm.	2	10 - 20m.	1	> 20mm.	0	4A	< 1m.			
	APERTURA	Cerrada	6	< 0.1mm.	5	0.1 - 1.0mm.	4	1 - 5mm.	1	> 5mm.	0	4B	Cerrada			
	RUGOSIDAD	Muy rugosa	6	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla	0	4C	Muy rugosa			
	RELLENO	Limpia	6	Duro < 5mm.	4	Dura > 5mm.	2	Suave < 5mm.	1	Suave > 5mm.	0	4D	Limpia			
ALTERACIÓN	Sana	6	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy Alterada	2	Descompuesta	0	4E	Sana				
AGUA SUBTERRÁNEA	Seco	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Flujo	0	5	Seco				
VALOR RMR (Suma de valoración 1 a 5) =															100	
CLASE DE MACIZO ROCOSO																
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0	I										
DESCRIPCIÓN	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	MUY BUENA										
PARÁMETRO PARA CALCULAR EL RMR SEGÚN LA ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES TÚNELES Y MINERÍA (Rumbo y Buzamiento)																
Rumbo Perpendicular al Eje/Dirección contra Buzamiento 45°-90°						Rango RMR										
Regular						-5										
VALOR RMR (Corregido) =															95	
CLASE DE MACIZO ROCOSO																
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0	I										
DESCRIPCIÓN	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	MUY BUENA										

Figura 5: Formato de mapeo geomecánicos por celdas (RMR89)

Fuente: Guía de Criterios Geomecánicas para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas (OSINERGMIN).

Este formato nos sirve para la determinar la calidad del macizo rocoso mediante la clasificación de RMR de Bienawski (1989), mediante la calificación de los siguientes parámetros:

- RCU (Resistencia a la compresión uniaxial).



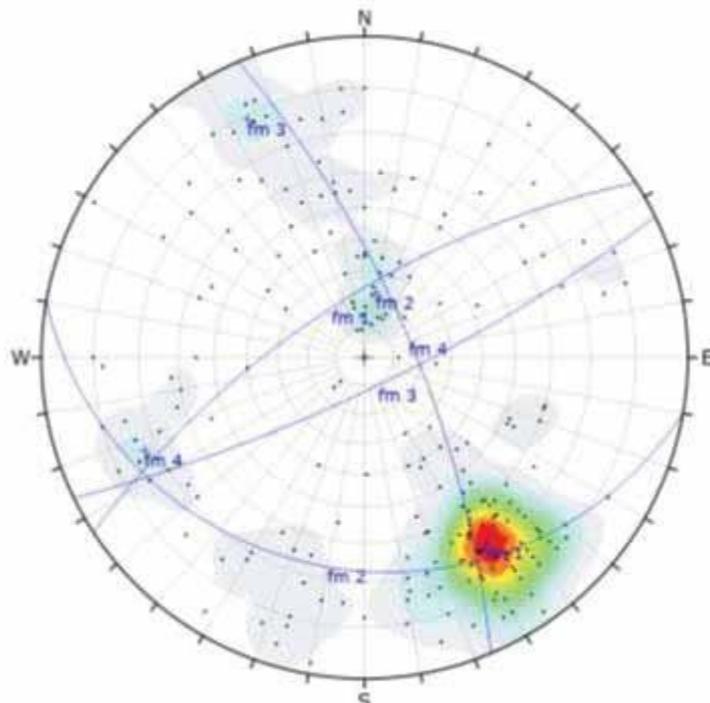
- RQD (Designación de calidad de Roca).
- Espaciamiento de discontinuidades.
- Condición de Juntas (Rugosidad, alteración, relleno).
- Presencia de Agua.
- Corrección según orientación de discontinuidades.

Al identificar la clasificación geomecánica de las rocas, podemos elegir un soporte para asegurar la estabilidad de dichas rocas, además, este formato nos permite tomar datos como el buzamiento y dirección de buzamiento de las discontinuidades y también podemos tomar datos como la orientación de la excavación, estos datos nos servirán para realizar un análisis estructural de las discontinuidades. (Gómez, 2021)

#### **2.2.4.2. Parámetros Geomecánicos de las Discontinuidades.**

Para el análisis de discontinuidades se registró las características siguientes: las familias de las juntas con su orientación y espaciamiento, tamaño de bloques, RQD, ondulamiento y rugosidad de las paredes, separación o abertura, relleno, continuidad y meteorización. Estas características fueron utilizadas en la estimación de la resistencia al esfuerzo cortante y para la clasificación geomecánica del macizo rocoso. La información fue procesada en el software DIPS 6.0.

En la siguiente figura, se muestran los sistemas de familias predominantes. Las familias 1, 2 y 3 tienen una presencia importante, mientras que las de la familia 4, se pueden considerar como aleatorias.



*Figura 6: Familias principales de discontinuidades, representadas en estereograma.*

*Fuente: Imagen tomada del programa Dips 6.0*

### 2.3. Parámetros para el diseño de rampa

Para diseñar una rampa se debe considerar los siguientes parámetros y criterios.

#### 2.3.1. Sección de la rampa

La dimensión de la rampa varía en función al equipo que se va utilizar, la capacidad de producción y tipo de yacimiento para determinar el tamaño adecuado, para ello se tiene las siguientes dimensiones de la rampa en cuadro N° 14.

*Tabla 14: Dimensiones de la rampa negativa 2340*

	<b>ANCHO</b>	<b>ALTO</b>	<b>UNIDADES</b>
<b>RAMPA 2340</b>	<b>4</b>	<b>4.5</b>	<b>m</b>

*Fuente: Elaboración propia*

El diseño y construcción de la rampa negativa 2340, es el único acceso principal y permanente de ingreso con equipo trackles y personal, por ello se considera las

dimensiones adecuadas o óptimas para garantizar una estabilidad del macizo rocoso y generar un menor volumen de rotura y optimizando los costos operativos en la etapa de ejecución de la rampa 2340.

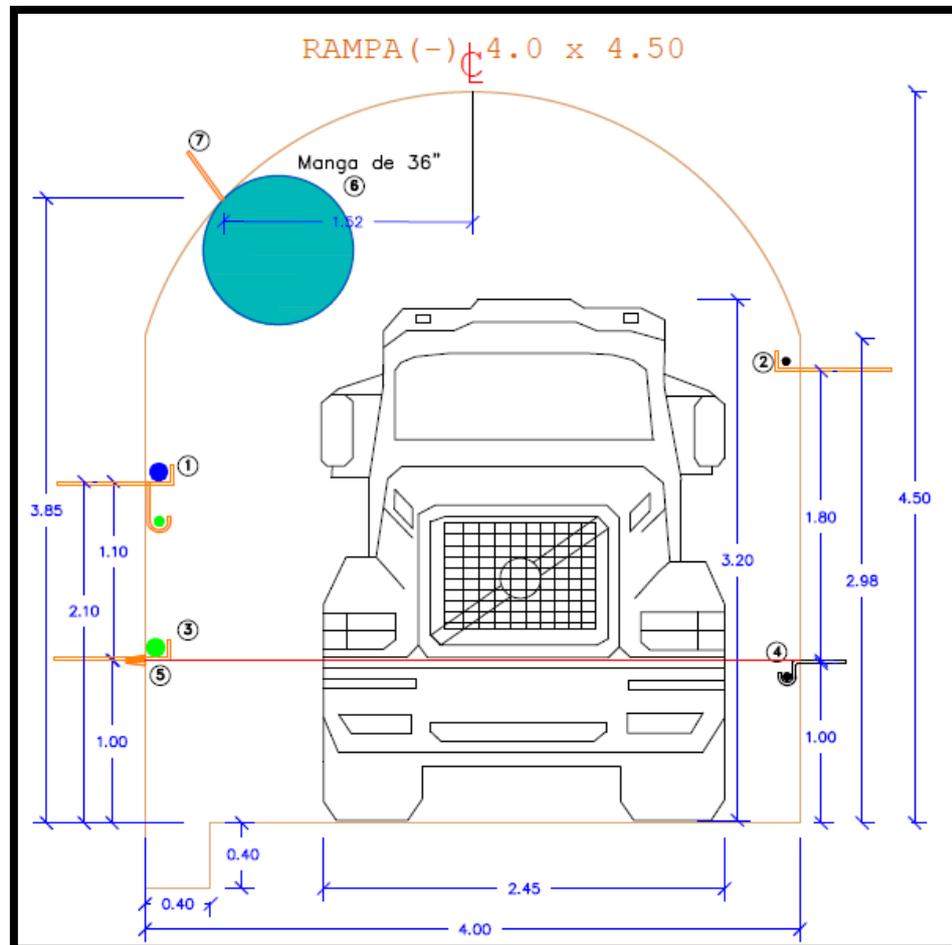


Figura 1: diseño de sección de la rampa para volquete

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.2. Gradiente

La gradiente en el diseño de la rampa es muy importante ya que va cumplir muchas utilidades o funciones, según estándares a nivel internacional, la gradiente óptima de la rampa es de 8% a 12% en promedio de la minería y se podría llegar hasta 15% de gradiente en caso de tramos cortos, pero no son recomendables por los altos costos.



Si en la rampa se diseña mal la gradiente esto podría generar daños como en consecuencia a sobre esfuerzos a equipos de trackless y daños prematuramente a los neumáticos mayor consumo de combustible y disminuir la vida útil del equipo. En proyecto del diseño y ejecución de la rampa negativa se tiene con un gradiente de 12% para su ejecución.

### 2.3.3. Radio de curvatura

El radio de curvatura se establece en función a los equipos más grandes a utilizarse para la limpieza del frente de trabajo. Y las curvas debe ser lo más recta posible.

Para calcular el radio mínimo de curvatura se debe considerar dos tipos de radios:

Radio de curvatura externa: (re).

Radio de curvatura interna: (ri).

Lo más recomendable es tener en cuenta el radio de curvatura interna, para evitar choques de tránsito vehicular de equipos pesados o inclinaciones del equipo, y tomando este criterio se diseñó suficientemente amplio para que circulen los equipos sin ningún problema.

Para elegir el radio de curvatura óptimo en una mina, se tomará el radio interno del equipo más grande en longitud, que se empleará. Para los cálculos se tomará el radio de curvatura promedio que se obtiene por la siguiente fórmula:

$$R_p = \frac{R_I + R_E}{2}$$

Donde:



RE : Radio externo

RI : Radio interno

RP : Radio promedio

#### 2.3.4. Longitud de la rampa

Es el metraje total de desarrollo que se realiza desde un nivel Inferior a un nivel superior. Es decir, es la longitud total de acceso que se desarrolla de dicha rampa.

Es muy importante determinar esta longitud para realizar el programa de desarrollo y determinar el costo de inversión. (Aquino ,2019)

#### 2.3.5. Peralte

El peralte tiene por finalidad evitar la volcadura de los vehículos, ya que permite equilibrar la acción de la fuerza centrífuga ocasionado por el paso del equipo por una curva. Para el cálculo del peralte ha de intervenir las fuerzas centrífugas y gravitacionales, en este sentido tendremos que valernos de las siguientes fórmulas (Aquino, 2019)

$$h = \frac{v^2 \times a}{R \times g}$$

Donde:

h : peralte en m. se tiene = 0.27m.

v : velocidad m/s. = 2.0

R : radio de curvatura promedio = 6.0m

g : aceleración de la gravedad =  $9.8m/s^2$

a : ancho de la labor = 4m



### **2.3.6. Declive**

El declive que tendrá que conservar durante el desarrollo de la rampa, con el fin de ayudar al drenaje del agua, oscila entre 0% a 5% máximo. Esta será mantenida en toda la longitud de la rampa hasta su término de construcción.

Este parámetro es muy poco usado o casi nada, solamente cuando hay presencia de agua y se elimina cuando la rampa tiene un piso de 0%, inclusive en las curvas cuando es 0%, se elimina el peralte. (Aquino ,2019)

Para el drenaje en zonas con presencia de agua, se construye una cuneta de 40 cm. x 30 cm., en uno de los lados de la rampa, con lo cual no se descarta el declive, como es el caso de la rampa Negativa.

### **2.3.7. Tipos de rampas**

Las rampas pueden ser construidas en tres tipos: En forma de " recto o lineal", en "Espiral", en "Zig-Zag", Basculantes y otros tipos.

#### **2.3.7.1 . Tipo de rampa lineal**

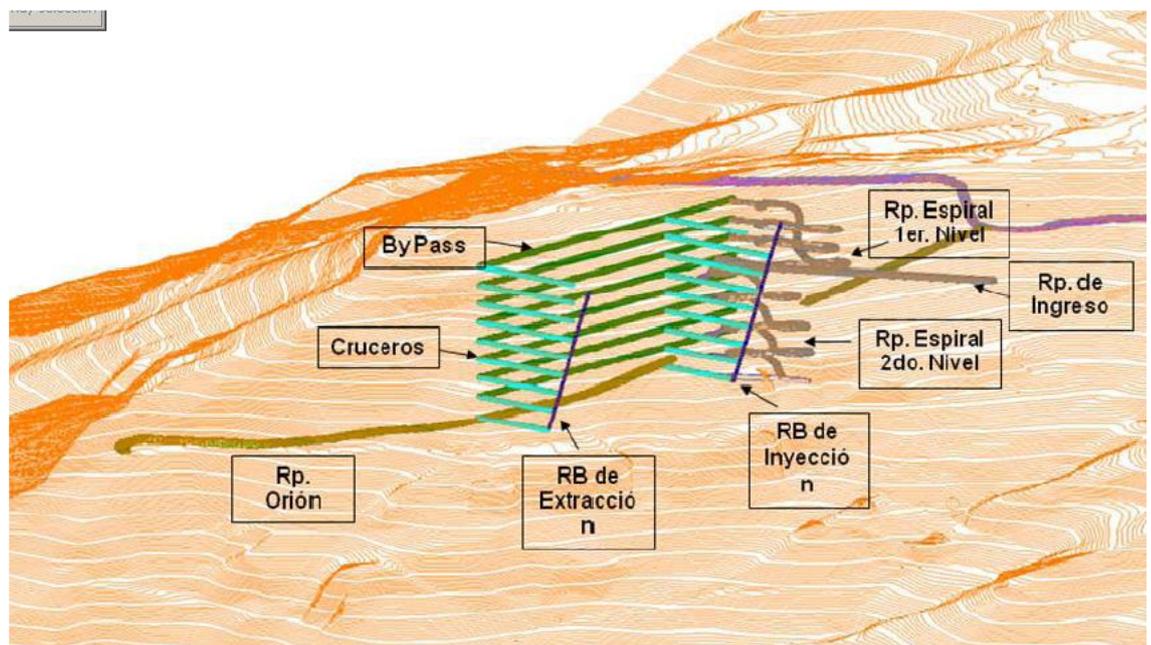
Tienen la ventaja respecto a las de trayectorias combinadas de tramos rectos y cursos, de proporcionar mayor visibilidad a los operadores de equipo pesado y en general a todo el personal que trabaja en la mina, que se moviliza generalmente en vehículos con motores diésel, y con esto evitar riesgos de accidentes; pero se tendría la desventaja de extraerse mucho desmonte, si se desarrolla fuera del yacimiento, o bajar el porcentaje de recuperación, si se desarrolla sobre mineral.

#### **2.3.7.2. Tipo de rampa espiral**

Es un sistema que une 2 niveles, se realiza dentro del yacimiento, En este circula todo el equipo motorizado, nos sirve como medio de Transporte y llevar la secuencia de

minado, en los extremos de esta Rampa se hacen ventanas, para las operaciones de minado.

La gradiente para estas rampas debe ser entre 7 % a 12 % y no Mayor porque sería esforzar mayor a los equipos, puesto que no podrían restituir fuerza al equipo por mantenerse la misma pendiente en toda la longitud de la rampa, de nivel a nivel, ver Figura N° 7.



*Figura 7: Diseño de rampa en espiral*

*Fuente: Godofredo, 2014*

Una rampa en espiral puede tener desventajas como:

- Poca visibilidad del conductor
- Poca seguridad del personal y equipo
- Aumento del desgaste de los equipos



Otra desventaja de estas rampas es su diseño y también los equipos dan problemas de dirección (desgaste) la experiencia demuestra que una rampa en espiral puede emplearse de manera óptima solo hasta una diferencia de cota de 50 metros entre los puntos extremos de la rampa.

### **2.3.7.3. Tipo de rampa zigzag**

Se compone de una combinación de tramos rectos y curvos, estas se caracterizan por tener 5 tramos por vuelta y repetitivas en las siguientes vueltas, estos tramos se componen, de 3 tramos curvos de un solo radio de curvatura, dos de un cuarto de circunferencia y uno de media circunferencia, además, tiene un tramo recto largo y un tramo recto corto, la diferencia entre los tramos recto largo y corto, es función del buzamiento del yacimiento mineralizado.

Este diseño es ventajoso en yacimientos compuestos por varias vetas o mantos paralelos de similares buzamientos o en cuerpos mineralizados irregulares, además, permite mejor visibilidad que otras rampas con tramos curvos.

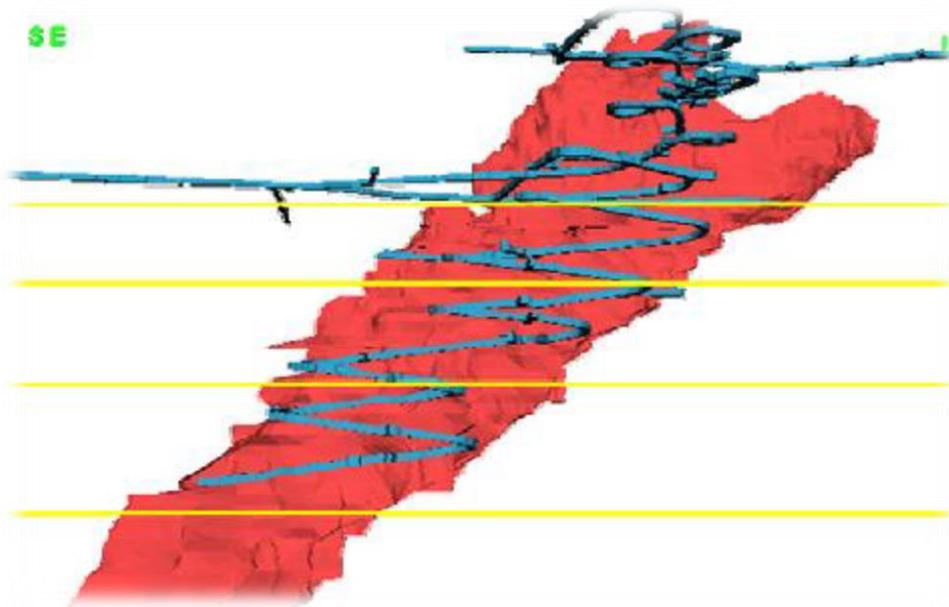
El desarrollo por lo general empieza de la superficie a un costado de la zona mineralizada y la longitud de la rampa va a depender de la longitud de la veta o cuerpo.

La rampa entra con una pendiente en promedio de 12 % y llega a disminuir dicha pendiente en las curvas.

Se construye en material estéril o rocas duras y competentes. La experiencia nos confirma realizar en lo posible en forma paralela a la dirección de la veta o cuerpo, es decir en una de las cajas de preferencia en la caja piso.

Las secciones están en función a varios factores ya indicados anteriormente en el diseño. A las zonas mineralizadas se va a entrar por los cruceros o ventanas a partir de estas rampas.

Estas rampas se utilizan especialmente para el servicio, transporte de maquinarias, materiales y para conectar diferentes puntos de trabajo como: Desarrollos de nuevos niveles, tajeos, zonas de carguío de minerales y otros, como se ve en la Figura N°8.



*Figura 8: Rampa Zig-Zag*

*Fuente: Godofredo, 2014*

#### **2.3.7.4. Tipo basculante**

Son accesos y/o especie de cortada a la veta (tajo), el cual se inicia con un piso inicial en gradiente negativa de menos 15 %, el que será rebatido de acuerdo a los cortes que sean necesarios, hasta llegar a un piso final de gradiente de 15 %, o dependiendo del equipo a utilizarse o de la distancia de la basculante.



### **2.3.8. Ciclo minado de la rampa**

En toda operación minera el trabajo de ejecución de labores de exploración, desarrollo, explotación y para la construcción de una rampa cumplirá con el ciclo de minado establecido de acuerdo a la disponibilidad de suministro de agua, aire y equipos de limpieza cuyo orden consecutivo es como sigue.

- ventilación
- regado
- desatado
- sostenimiento.
- limpieza o acarreo
- perforación.
- voladura.
- disparo.

#### **2.3.8.1. Ventilación**

De acuerdo al reglamento interno de seguridad de la compañía minera de SOTRAMI SA., es obligatorio ventilar como mínimo 30 minutos después de cada disparo. La ventilación de esta labor es forzada mediante ventiladores y mangas de ventilación de 24” a 34” de diámetro y a 15 m del tope de la labor.

#### **2.3.8.2. Regado**

Es de suma importancia regar con agua al material volado con la finalidad de:

- Evitar el polvo fino que se produce en el momento de la limpieza.
- Detectar los tiros cortados y/o fallados que se pueden presentar.



- Eliminar los gases que se encuentran alojados en los intersticios del material volado.

#### **2.3.8.3. Desatado**

Trabajo que se obliga al personal a ejecutar, antes, durante y después de la actividad programada, quiere decir que el desatado es el trabajo que se realiza constantemente, mientras se trabaja en una labor subterránea haciendo uso de 02 juegos de carretillas debidamente preparados y estas son de 4', 6', 8', 10' y 12' de longitud.

Este sistema de trabajo se ha optado, debido a la existencia de accidentes con mayor frecuencia por caída de rocas.

#### **2.3.8.4. Sostenimiento**

El sostenimiento es una de las operaciones más importantes, ya que de ésta depende la seguridad de las personas y de los equipos que trabajan en las diferentes labores subterráneas.

Consiste en brindar a la masa rocosa un soporte igual o superior a las presiones que esta ejerce sobre la labor apertura, esto es debido a la tendencia constante de ordenamiento y acomodo de la masa rocosa con los movimientos suscitados a través del tiempo, dilución, factores geológicos y etc.

En la Minera SOTRAMI SA. se presentan en las estructuras diferentes tipos de roca razón por la cual se está utilizando diferentes tipos de sostenimiento.

#### **2.3.8.5. Limpieza**

Después de que se ha realizado la voladura y desatado de rocas sueltas, existe el material roto para ser extraído de las labores de Avance, Desarrollo, Producción y Auxiliares, la limpieza es una parte importante de este ciclo.



Para la limpieza, se está considerando más el uso de equipo de bajo perfil por su eficiencia y mejoras en la productividad de la empresa, estos equipos tienen su área de trabajo bien definida por donde transitan libremente sin la interrupción del otro equipo.

#### **2.3.8.6. Perforación**

La perforación es la operación minera unitaria de mayor incidencia dentro de la minería en donde se tiene que realizar taladros en el macizo rocoso de un frente de una labor sea esta en Exploración, Explotación o Preparación, siguiendo un parámetro ya estipulado como una malla de perforación, la cual es diseñada en función de las propiedades del mismo tales como: RQD, RMR, Q de Barton

#### **2.3.8.7. Voladura**

En la ejecución de la rampa negativa o en todo trabajo de voladura se respeta una secuencia de salida de voladura está en función a la cantidad de explosivos a usarse. Para romper el macizo rocoso y abrir una abertura.

### **2.4. Planeamiento**

#### **Planeamiento de producción en minería**

Es la aplicación de los métodos de planificación en la técnica de la minería a cielo abierto o subterránea; a causa de la naturaleza teórica en algunas empresas, tiene valor de desarrollo por que en cierta manera están apoyados en la intuición de una persona, basado en el complemento de conocimientos prácticos de complejidad adquirida en muchas empresas afines a la minería. (Medina, 2001).

#### **Planeamiento de minado**

Es la aplicación de los distintos métodos de planificación en la técnica de la minería a cielo abierto y subterránea, siendo su objetivo principal el de planificar,



proyectar y determinar mejor el plan de minado, sujeto al mejor conocimiento del yacimiento, ley de mineral, diseño del método de explotación, aplicación de las condiciones geomecánica del yacimiento, mayor extracción de reservas minerales y aplicar criterios económicos dinámicos para optimizar la utilidad por venta de productos minerales. (Patiño, 2002)

## **2.4.1. Desarrollo de los tipos de planeamiento del proyecto**

### **2.4.1.1. Planeamiento a corto plazo**

Generalmente el planeamiento a corto plazo contempla aspecto de detalle de ingeniería, donde se desarrolla diarios, semanales y mensuales, para las diferentes áreas, tales como: desarrollo primario, exploraciones, preparaciones, minado y diseño generales. Dentro de la Mina Sotrami, el planeamiento a corto plazo se elabora en forma mensual y todos los programas de trabajo están enmarcados dentro del planeamiento a mediano plazo establecido con anterioridad. Para cumplir con los objetivos y metas trazados en el planeamiento a corto plazo, es necesario darles seguimiento a todos los trabajos programados, tal que los problemas se asistan con una solución óptima y oportuna para dar continuidad al proyecto. (Cuenta, 2002)

### **2.4.1.2. Planeamiento a mediano plazo**

El planeamiento de mediano plazo es de mayor envergadura, que el de corto plazo, se habla de términos de tiempo mayores, como el caso de Sotrami un planeamiento de mediano plazo comprende de 2 a 3 años, donde se preveen los objetivos y metas a alcanzar, siendo los esquemas de trabajo más generalizados que el anterior, pero naturalmente se contempla los aspectos paramétricos del minado, tales como; metrajés de avances de desarrollo, tonelajes, leyes, costo y presupuesto.



### **2.4.1.3. Planeamiento a largo plazo**

El nivel de planeamiento llega a los niveles jerárquicos altos, donde se planean estrategias generales para optimizar sus costos, recursos, inversiones a nivel corporativo. Sin embargo, en el nivel bajo (operativo) se pueden trazar esquemas de trabajo proyectados al futuro no inmediato.

El desarrollo de un plan de explotación de minas a largo plazo, tiene como propósito concentrar las estrategias para el desarrollo global del yacimiento, a través de una secuencia de excavaciones óptima orientada a señalar la dirección lógica para el agotamiento de las reservas y procurando lograr un desarrollo armónico en las operaciones mineras, en el marco de un mejor aprovechamiento, que maximice la recuperación de la mena y minimice la extracción de estéril de acuerdo a las mezclas de mineral necesarias entre los sectores involucrados en el plan de minado. (Turpo, 2014)

### **2.4.2. Información para planeamiento y control de operaciones**

#### **2.4.2.1. Sistema de información**

Conjunto de información necesaria para la toma de decisión, que contiene subsistemas para recolectar, almacenar, procesar y discutir los conjuntos de información necesaria para realizar el plan de minado.

El sistema de información debe proveer información necesaria, útil, oportuna, correcta y debe llegar selectivamente a los diferentes niveles como son: directivos de alto, medio y bajo nivel. Los subsistemas que intervienen en la mina son: (Herrera Herbert & Plá de la Rosa, 2001)

- Oficina mina.
- Oficina geología.



- Oficina ingeniería y planeamiento.
- Planta concentradora.
- Oficina de mantenimiento.
- Laboratorio.
- Oficina de sistemas.

#### **2.4.2.2. Sistema de información para el planeamiento**

El sistema de información proporcionara todos los datos requeridos para el planeamiento y control de las operaciones de producción y de servicios. Los datos a ser usada en el planeamiento deben estar disponible en la fecha requerida, sean actuales y confiables.

#### **2.4.2.3. Implementación del sistema de información**

Cada subsistema que interviene en la operación de minado, debe cumplir con preparar los datos requeridos en formatos especiales. Para toma de decisión viable.

### **2.4.3. Definiciones conceptuales**

#### **2.4.3.1. Geomorfología**

De acuerdo a las características del relieve topográfico, en el que juegan papel importante la diferencia de altura, la estructura geológica, la litología y el clima, se han distinguido diferentes unidades geomorfológicas, la variedad de rocas que constituyen elementos formadores de la geomorfología de la zona y que finalmente servirán para tratar de explicar la incidencia de todos estos factores en el área de las minas de Santa Filomena.

Fisiográficamente podemos distinguir cuatro zonas geomorfológicas que son:

Planicie Litoral, Cordillera de la Costa, Meseta Costanera y Cordillera. Para hacer una diferenciación entre ellas es más usual considerar la altitud y así tenemos.



## **Planicie Litoral**

Considerada desde el nivel del mar y hasta los 300 m.s.n.m. tienen un relieve suave con pequeñas elevaciones que se destacan en el área, algunas zonas han sido cortadas por los ríos, quedando angostos remanentes. En el caso específico del área reconocida esta planicie llegaría hasta las inmediaciones de Jaquí Las acumulaciones de materiales son de origen marino, eólicos y aportes fluviales de los ríos.

## **Cordillera de la Costa**

Se refiere a la zona que va desde los 400 m.s.n.m., que se va levantando para dar paso a una topografía más accidentada con elevaciones que llegan a los 2,000 a 2,500 m.s.n.m.; generalmente está cortado por quebradas profundas, en este espacio estaría la mina Santa Filomena. Presenta un aspecto de elevaciones con cumbres más o menos horizontales como una meseta; constituida de rocas intrusivas en su mayor superficie, su altitud llega a los 2,800 m.s.n.m.

## **2.5. Geología Regional**

Antes de empezar el presente trabajo se debe tener en cuenta que la mina “Santa Filomena” se encuentra ubicada en la “franja aurífera Nazca – Ocoña”. Sus características geológico mineras son similares a otras minas de esta franja; por lo tanto, la zona de trabajo se puede considerar similar a minas emplazadas en intrusivos de diorita – granorita, con vetas que tienen valores económicos de oro y que las vetas son fallas de gran longitud y profundidad.

Desde el punto de vista metalogénico, se ha determinado que el área de Nazca – Ocoña es una “provincia metalogénica aurífera” muy importante, con características peculiares, entre las cuales destacan las siguientes:



Está constituida fundamentalmente por vetas de gran longitud y profundidad, pero de reducida potencia, por lo general estas estructuras son fallas que han sido rellenadas con sulfuros en su parte profunda y cuarzo – oro en la parte superficial. Las vetas están emplazadas generalmente en rocas intrusivas, predominando la diorita, monzonita, andesitas, entre otras; estas son rocas mesozoicas pertenecientes al Cretáceo Inferior, que forman parte del “Batolito de la Costa”. La mineralización de oro se encuentra asociado con cuarzo y hematitas en inclusión de granos finos a medios (oro libre). También está asociado a sulfuros como la pirita en forma molecular. Otra característica de estas vetas es su forma de “rosario” y que, dentro de la estructura, la franja mineral es muy angosta de 0.01 a 0.30 m.; el resto de la veta es estéril o con bajo contenido mineral. Entre los años 1930 a 1960 se trabajó intensamente las minas de la franja Nazca – Ocoña y muchos yacimientos hace tiempo dejaron de explotarse por agotamiento. Existen cientos de prospectos y minas en la zona, siendo las más conocidas Calpa, La Capitana, El Convento, San Juan y Santa Rosa (vetas Filomena), San Andrés, Minas Ocoña, Alpacay, Chorunga, etc.

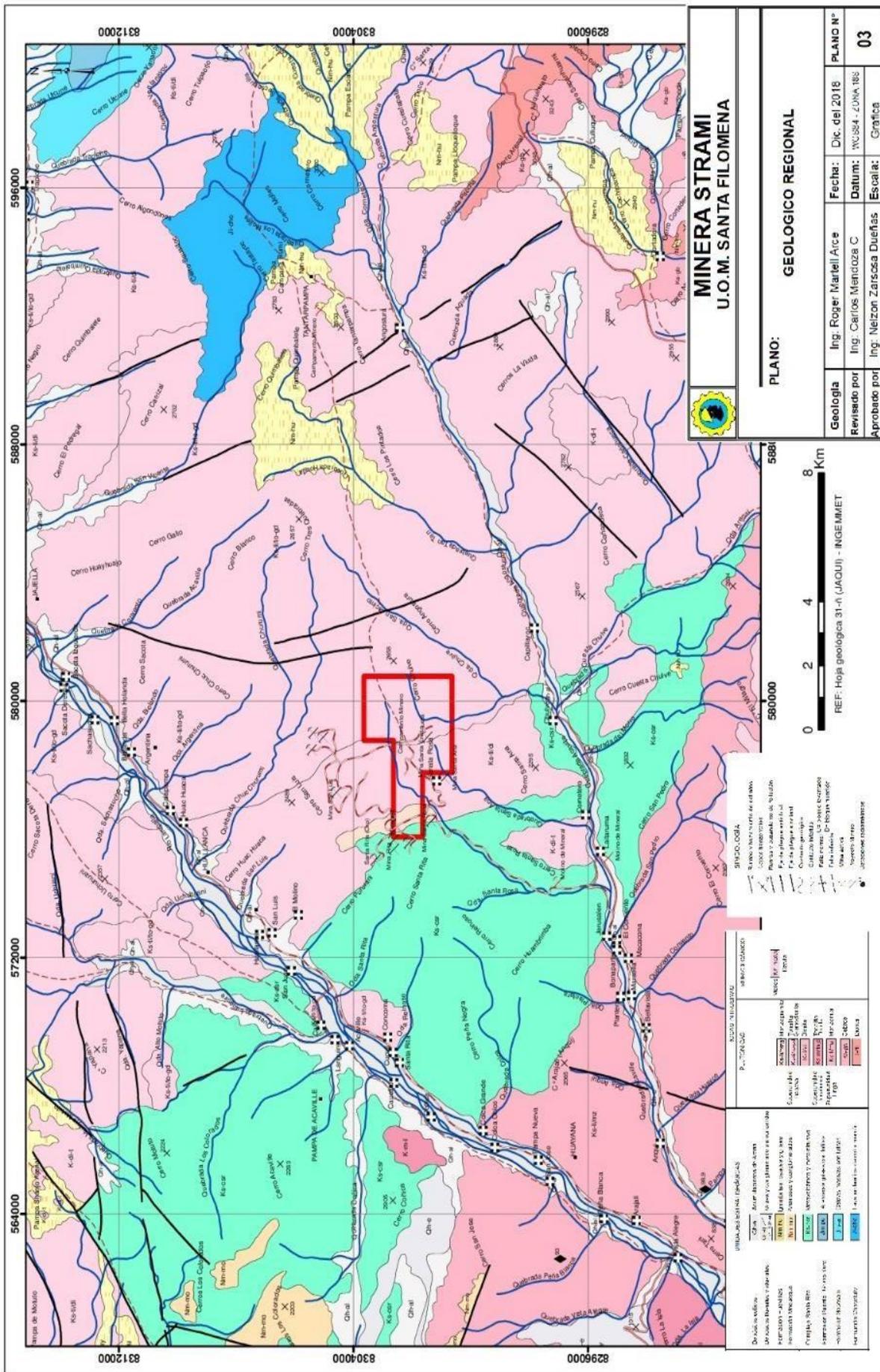


Figura 9: Mapa Geológico Regional

Fuente: Área de Geología



### **2.5.1. Estratigrafía**

#### **Complejo Basal de la Costa (P<sub>e</sub> – gn) – Precambiano**

Esta unidad se extiende a lo largo de la costa, en forma irregular en cuanto a su afloramiento, está constituida por conjuntos metamórficos de esquistos, gneis, etc.

Asumimos que hacia el lado Oriental forma parte de la fosa de Nazca y el lado Oriental están cubiertos por arenas eólicas y/o suspendido por los intrusivos.

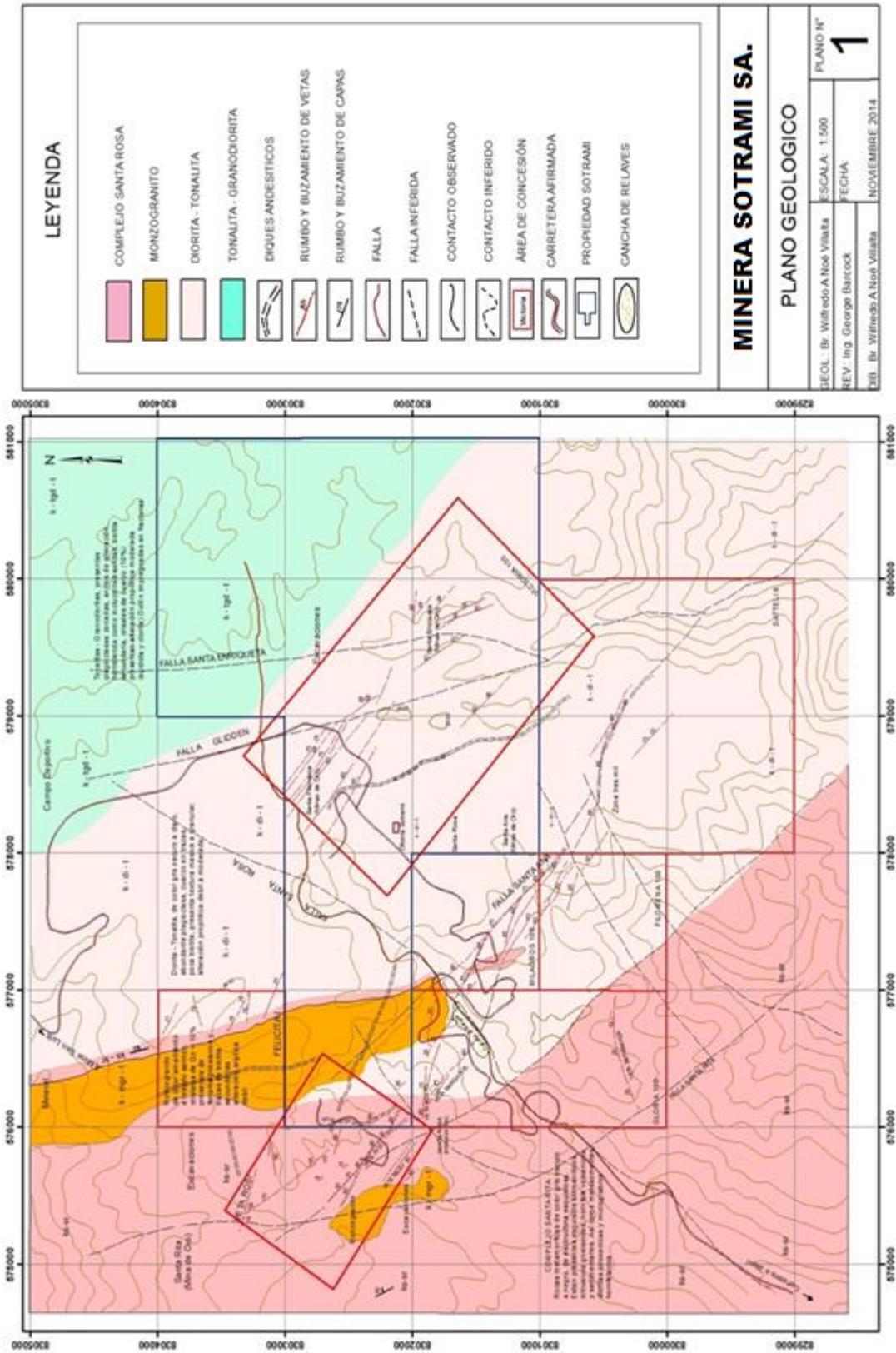


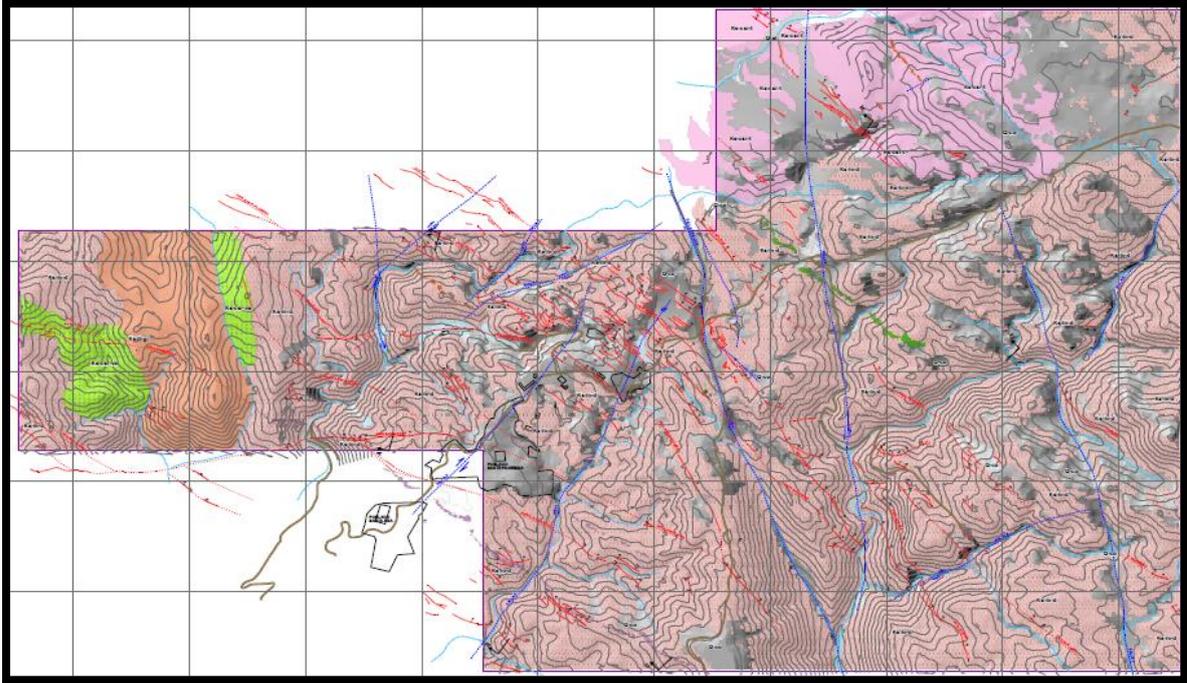
Figura 10: Plano Geológico de la concesión MINERA SOTRAMI S.A.  
Fuente: Área de geología MINERA SOTRAMI S.A.



### **2.5.2. Geología de la mina Santa Filomena**

En el área del Proyecto y alrededores afloran diferentes tipos de roca intrusiva las cuales son parte del Batolito de la Costa, en las proximidades de Jaquí aflora la Súper Unidad Linga del Cretáceo Inferior, constituida de monzonita variando a monzodiorita, tonalita, granodiorita; esta litología contiene escasa biotita y feldespatos, esta Súper Unidad no presenta actividad hidrotermal, por lo tanto, no se observa mineralización. (Departamento de geología BISA, 2018)

Siguiendo la secuencia con dirección a Sta. Filomena, aflora el “Complejo Santa Rita”, con distribución más o menos NO-SE y constituido de rocas metamórficas de contacto desarrollado por la intrusión del batolito; son de coloración gris oscuro, algo esquistosa, de aspecto lustroso; están constituidas principalmente de dioritas piroxénicas - cuarcíferas y andesitas; estas rocas sí muestran mineralización sobre todo cerca al contacto con la diorita; la mina Santa Rita se encuentra en estas rocas. (Departamento de geología BISA, 2018)



*Figura 11: se muestra la litología y las estructuras mineralizadas vetas y vetillas.*

*Fuente: departamento de geología*

### **2.5.2. Geología estructural**

La geología de emplazamiento rocoso se interpreta y explica el fracturamiento – fallamiento de los intrusivos.

### **2.5.3. Origen de las fracturas**

En la zona de Santa Filomena y Santa Rosa, se ha observado una serie de fracturas, fallas y vetas. El origen de las fracturas es intrusiones que produjeron fracturamiento en bloques, también pueden haber influido el Tectonismo Andino que afectó a los intrusivos en especial a la diorita y al “batolito” en su conjunto. El desarrollo de las fallas se debió a la existencia de fracturas, la veta parece haberse emplazado en las fallas tensionales. Las estrías que es fácil observar en estas estructuras, muestran desplazamientos tanto a la derecha como a la izquierda; determinando grupos de fallas y vetas, específicas de acuerdo al fallamiento. (Departamento de geología BISA, 2018)



#### **2.5.4. Sistemas de fracturas**

La forma definida de las fracturas está determinada por los diques y vetas que muestran gran continuidad y profundidad.

Estas estructuras representarían movimientos conjugados después del emplazamiento de los intrusivos del Batolito. Las fracturas son elementos estructurales diferentes a los contactos; se observa que son kilométricas en la diorita (3 Km.); menores en las rocas circundantes, 0.5 Km. y están formando patrones propios o grupos, con elementos comunes, como son: ancho de la veta, rumbos, dirección de buzamiento. Se distinguen en dos grupos en Santa. Filomena -Santa. Rosa.

#### **2.5.5. Relación de los diques con las fracturas**

Se puede identificar muchos diques que están emplazados en las fracturas tensionales, éstos no tienen panizo o desplazamiento, se puede deducir o que no existiría desmovilización. Se observa que en muchos diques fueron fallados después de su emplazamiento y en superficie se distingue saltos de falla de 0.50 m. a más 20 m. También existe dique de gran longitud.

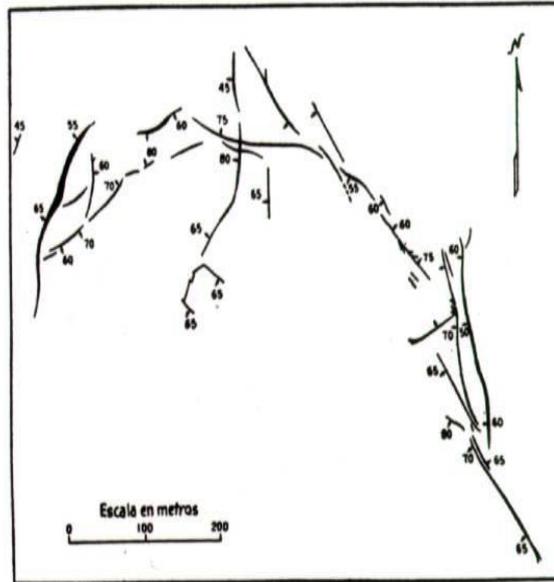
#### **2.5.6. Estructuras mineralizadas**

Las estructuras mineralizadas en la mina constan de la siguiente forma:

##### **Vetas:**

Las vetas de la mina están constituidas básicamente de cuarzo, limonitas, hematinas, lutitas, piritas, calcopiritas, caolín, limonitas negras, hierro; donde el oro esta diseminado en toda la estructura de la veta.

Por su forma de “Rosario” de las vetas, es que la mineralogía varía, en algunos casos se empobrece y en otros son ricos en mineralización, estos son los llamados ojos o también clavos. Ver figura 12.



*Figura 12: Sistema de formación mineralógico de veta en forma de rosario*

*Fuente Área de Geología*

Las vetas en superficie en su mayoría son casi paralelas y en algunos casos se unen para formar una veta con buena mineralización o a veces con puro panizo que no presenta mineralización.



*Figura 13: Muestreo de mineral sulfurado de alta ley*

*Fuente: Área de Geología*

### **Cajas Piso – Techo:**

Las cajas piso y techo de las vetas tanto en superficie como en subterráneo es básicamente granodiorita que favorece a la explotación de las vetas por tener una dureza y consistencia muy fuerte, no requiere de un sostenimiento en la galería, pique y chimeneas, pero algunas zonas si requieren sostenimiento en el cruce de la falla, requieren sostenimiento como cuadros, puntales, cuadros cojos.

La composición mineralógica de la granodiorita:

### **Dique:**

El área de explotación de la mina de “Santa Filomena” también presenta cuerpos intrusivos como un dique que tiene una longitud de 5 Km. Que atraviesa toda la concesión minera, dicho cuerpo es de naturaleza volcánico y dicha roca es la andesita que tiene una dureza de 5, la matriz es de grano fino menores a 1 mm, su índice de color es melanocrática con un 85 % de minerales oscuros y 15% de minerales claros, cuya composición mineralógica es: cuarzo 5%, plagioclasa 75%, feldespato 10%, presencia de

biotita, horblenda y piroxenos en un porcentaje del 10%; presenta un grado de cristalinidad que es merocristalina y la textura de los granos va de afaníticos a fanerítico.



*Figura 14: Muestra del dique roca granodiorita*

*Fuente: Área de Geología*

## **2.6. Geología Económica**

### **2.6.1. Características generales**

Antes que nada, tenemos que considerar que en “Santa Filomena” tenemos dos zonas principales de producción estas son “Zona 23 santa filomena” y “Zona Santa Rosa”. Se encontró nuevas vetas principales para la ejecución de la rampa negativa en donde mencionaremos las vetas principales.

En el yacimiento minero Santa Filomena la mineralización se presenta en forma general como vetas y vetillas emplazadas en el Batolito de la costa, la disposición ocurre en forma paralela o transversal a éste. Los clavos de mineralización aurífera se encuentran en vetas angostas de mediana a poca longitud con mineralización de cuarzo gris y hialino, pirita, esporádicamente calcopirita. (Informe bisa,2018)





### **2.6.3. Mineralización**

#### **Características de la mineralización**

Las vetas auríferas ubicadas en la zona están clasificadas genéticamente como vetas hidrotermales de cuarzo-oro, siendo el cuarzo el mineral principal, seguido por pirita, arsenopirita y oro nativo. Las vetas muestran comúnmente zonas bandeadas crustificadas, puntualmente brechamiento con limitadas aureolas de alteración argílica, silicificación y propilitación en la roca- caja.

#### **Mineralización en vetas**

En el proyecto Santa Filomena, se han cartografiado 21 vetas principales con afloramientos en algunos casos proyectados de 0.4 a 3.0 km de longitud. La mineralización se desarrolla generalmente en estructuras bien definidas en algunos casos en estructuras arrosariadas como también en las intercepciones de dos o más vetas, los anchos varían entre 0.07 y 2.00m. Es muy común la presencia de ramales en las vetas principales que en algunos casos forman lazos sigmoides los cuales generan en sus intersecciones zonas favorables para la ocurrencia de mineralización económica en rumbo y profundidad.

Las vetas contienen principalmente relleno de cuarzo hialino y en algunos casos poroso, es notoria la presencia de sílice tipo vuggy con óxidos de hierro (box Word). Hay presencia de sulfuros en superficie que mayormente se encuentran lixiviados; los principales minerales observados son: pirita, calcopirita de forma puntual, bornita, covelita, cuarzo en tres generaciones (blanco, hialino y gris).



## **Mineralización en vetillas**

En las estructuras principales se ha observado numerosas vetillas (< a 0.10m) con relleno de cuarzo de diferentes generaciones, así mismo se ha observado vetillas que se desprenden de la veta principal tanto al techo como al piso y se desarrollan principalmente, paralelas a la estructura principal (Vetas Lucas, Torres, San José).

En algunos sectores existen áreas con fuerte fractura miento multidireccional y relleno de sílice, pirita y limonitas generando cuerpos tipo stock Word (stock Word Santa Rosa).

## **Mineralización en Cuerpos tipo Stock Word**

Se ha localizado un cuerpo de tipo stock Word con vetillas con relleno de limonitas principalmente hematita y goethita esporádicamente Jarosita, así mismo, fracturamiento multidireccional con relleno de cuarzo en algunos casos, en otros con relleno de caolín lo que indica que la zona ha sido sometida a diferentes etapas de deformación, este cuerpo se ha generado en la intercepción de la veta Torres y la falla Gliden y posiblemente con la veta Lucas. Tiene un ancho de 60m y una longitud de 250m con rumbo N30° a 50°W, el cuerpo se emplaza en el intrusivo diorítico y se encuentra descubierto del material cuaternario.

### **2.6.4. Prospección geológica**

Santa Filomena es una mina de oro antigua, en el área afloran numerosas vetas, con afloramiento definido y labores de explotación desde tiempo atrás con longitudes que varían entre 0.10 a 3.00 km y potencias entre 0.07 a 2.00m.



### **2.6.5. Estructuras mineralizadas**

La mineralización en las vetas, se encuentra como clavos mineralizados en forma de lentes, se encuentran alineados horizontalmente en forma arrosariadas. Los clavos pueden tener de 05 a 50 m de longitud, las mejores zonas mineralizadas se dan en las intersecciones de dos o más vetas y están separados por sectores amplios débilmente mineralizados o estériles, verticalmente las vetas tienden a formar sigmoides con tendencia a unirse en profundidad.

Tabla 15: Muestreo sistemático de vetas principales

Veta	Longitud		Ancho (M)	Buzamiento	Mineral		Valores Geoquímicos Máximos				
	(Km)	(M)			DE MENA	DE	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
Filomena	2.5	0.60	0.60	70° NE	-	Qz gris, lim,	16.3	2.3	2950	16	68
Filomena Sur	0.6	0.40	0.40	65° NE	-	Py, G, J	-	-	-	-	-
Sta. Rosa	3.0	1.10	1.10	65° NE	-	Qz, Py, G, J	6.0	1.10	932	20	100
Sta. Rosa 1	1.5	0.70	0.70	62° NE	-	Qz, G	15.7	1.20	443	67	56
Sta. Rosa 2	0.5	0.30	0.30	62° NE	-	Qz, Lim	19.5	3.60	1870	4710	114
Sta. Rosa-N	1.2	0.70	0.70	72° NE	-	G, He, J, Qz	4.39	0.60	404	8	94
Perseguida	1.3	0.26	0.26	54° N	-	Qz, Py	0.08	9.2	41	2470	7
Rene	0.6	0.25	0.25	62° NE	-	Qz, He, G	39.5	3.8	1685	8	63
Perdida	0.3	0.15	0.15	70° NE	-	Qz, Lim	0.20	0.60	299	8	65
Nazareno	0.9	0.40	0.40	66° NE	-	Qz, G, He, J	8.95	5.3	612	19	33
San Jorge	1.4	0.40	0.40	76° NE	-	Qz, Lim	8.58	2.40	2430	18	46
San Juan	0.3	0.25	0.25	60° NE	-	Qz, He	3.75	0.6	414	5	70
San Juan 1	0.15	0.20	0.20	61° NE	-	Qz	2.81	0.60	107	2	48
San Juan 2	0.15	0.25	0.25	68° NE	-	Qz	5.94	1.10	491	3	62
Lucas	1.5	0.30	0.30	70° NE	-	Qz, He, G	11.25	303	521	62	97
Torres	1.5	0.15	0.15	66° NE	-	Qz, He, G, J	11.35	3.90	662	11	96
San Jose	0.9	0.07	0.07	72° NE	-	Qz	23.40	2.3	327	22	48
Bolívar	0.7	0.40	0.40	70° NE	-	Qz, Ox. Fe.	20.30	1.20	414	30	41
Aurora	0.45	0.35	0.35	70° NE	-	Qz	19.5	2.7	1570	4710	63
Lady	0.5	2.00	2.00	65° NE	-	Qz, He, G, J	3.85	-	-	-	-
Española	0.5	0.20	0.20	75° NE	-	Qz	1.04	0.6	127	6	41
Raul	<b>0.2</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>67° NE</b>	-	<b>Qz</b>	<b>9.24</b>	<b>1.0</b>	<b>113</b>	<b>179</b>	<b>77</b>

Fuente: Área Geología



### 2.6.6. Prospección geoquímica

Las vetas identificadas como principales son:

- Veta Filomena.
- Veta Santa Rosa.
- Veta Rubi.
- Veta Lucas.
- Veta San Jorge.
- Veta Torres.

Las vetas identificadas como secundarias son:

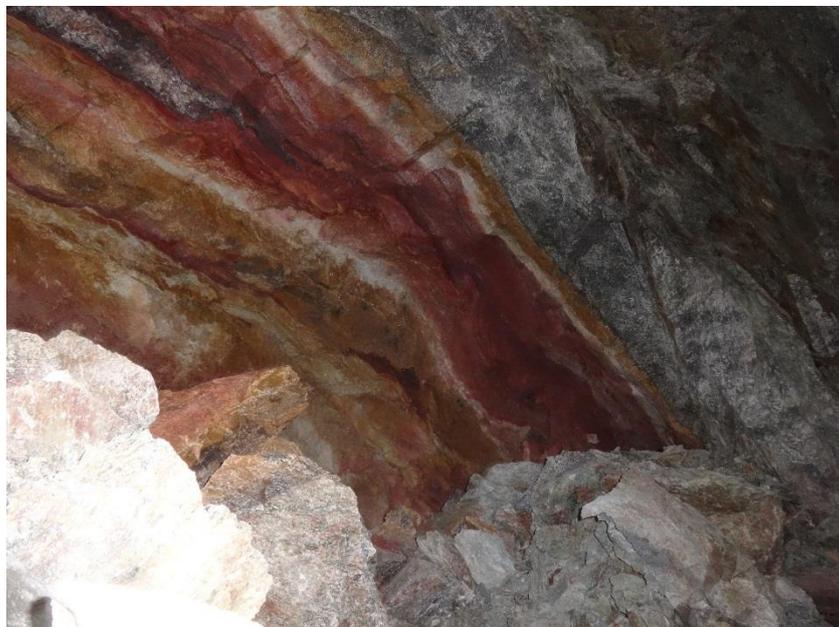
Se mencionará las vetas secundarias identificadas de acuerdo a su desplazamiento longitudinal, Veta (Luren, Chaviña, Horizonte, Pierina, Escalera.)

Es necesario precisar que las vetas secundarias mencionadas en su totalidad, se encuentran ubicadas en la Zona 23. Las vetas principales llegan a casi un kilómetro de longitud en afloramiento, son estructuras anchas, en tramos que llegan a 3 mts., pero dentro de estas hay bandeamientos o zonas que le dan un aspecto complejo de bandas o sub-vetas. Se observa que estas estructuras anchas tienen varias zonas de material estéril y una banda muy irregular y delgada de mineral, que empieza con un ancho de 0.50 m aproximadamente y luego va disminuyendo progresivamente hasta convertirse en un hilo de cuarzo y óxido. La potencia promedio de la franja mineralizada es de 0.10 a 0.20 m. aunque la veta puede llegar a tener una potencia promedio de hasta 3.00 m. Este es un comportamiento típico de las vetas cuarzo – oro de la franja Nazca – Ocoña. La mayor parte de las estructuras principales son fallas de gran longitud que han sido reactivadas, lo que en algunos tramos de la veta produce grandes, bloques que se desprenden de las cajas; este efecto es esporádico pues, en la mayoría de vetas el fallamiento afectó solo al

relleno de la veta o posiblemente se trate de una falla-veta; de esta forma se explica cómo se encuentran zonas explotadas donde las cajas se mantienen estables a pesar de no tener un sostenimiento. Las vetas secundarias, guardan similares características en cuanto a su estructura interna; generalmente son ramales que van formando una especie de cola de caballo (horsetail) que no siguen la estructura la estructura principal “Splits”. Se observa que en estas vetas la zona de mayor enriquecimiento se encuentra cerca de la intersección con la veta principal.

### **2.6.7. Descripción general de algunas vetas y fallas**

La mineralización de cuarzo-oro ocurre en un conjunto de vetas rellenando fracturas preexistentes agrupadas en dos sistemas, el primero sigue una dirección NO-SE, correspondiente a vetas principales; el segundo con dirección E-O aproximadamente, buzando al NE y en menor proporción al SO, potencia (ancho) que varían de 0.10 a 0.50 m.



*Figura 16: Estructura Mineralizada veta filomena*

*Fuente: Área de Geología*



### **2.6.8. Sistema de vetas de zona 23**

A continuación, se describen las vetas más importantes reconocidas en este sistema, como son:

#### **Veta filomena**

Esta veta constituye la veta principal de explotación trabajada antiguamente. Siguiendo en superficie se ha reconocido aproximadamente 950 m. El afloramiento, en gran parte ha sido explotado por mineros artesanales hasta una profundidad de aproximadamente 20 a 30 m.

#### **2.6.8.1. Mineral potencial en las minas de santa filomena**

Para evaluar o calcular RESERVAS de MINERAL o POTENCIAL MINERAL, existen patrones y criterios que deben cumplirse

Por ejemplo, para calcular un block de RESERVAS en vetas, debe conocerse por lo menos tres lados del block (una galería y dos chimeneas); estas labores deben haberse muestreado y analizado y contener mineral, que su explotación sea económica y rentable, que deje utilidad.

Para un POTENCIAL MINERAL, será necesario conocer algún desarrollo de la veta, con su respectivo análisis y que su génesis sea expectante o prometa encontrar mineral económico. En la mina Santa Filomena se desarrolló grandes vetas y parecería que aún existen otras más; además, en profundidad debe existir mineral, a la fecha no son accesibles. El caso de la mina de Santa Filomena, parte central, se presenta en una situación expectante, a pesar de su apariencia de “mina agotada”, más aún si las labores subterráneas están completamente llenas de desmonte que impiden conocer su situación real. Es necesario limpiar las labores subterráneas para reconocer mejor la situación de la mina.





## **2.7. Formulación de hipótesis**

### **2.7.1. Hipótesis general**

Mediante el diseño de la rampa negativa 2340, se logra incrementar la producción y mejorar la capacidad de extracción a 250 t/día, y mejorar el tiempo de desplazamiento del personal a 20 minutos, desarrollar nuevas labores de explotación y exploración en las vetas (Filomena, Santa Rosa, Rubí, Torres, y veta Lucas) se estima 2,823,925.0 TM de recurso probable.

### **2.7.2. Hipótesis específicas**

- a. Mediante el diseño de la rampa negativa 2340 se incrementa la producción a 250 t/día en la Minera SOTRAMI SA.
- b. Con el diseño de la rampa negativa 2340 se logra mejorar la capacidad de extracción de mineral en la Minera SOTRAMI SA.
- c. Se demuestra la viabilidad económica y reserva mineralógica en la Minera SOTRAMI SA.



## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### **3.1. Diseño metodológico**

La metodología de investigación utilizada es de tipo descriptivo, y no experimental orientadas al diseño de la rampa negativa 2340.

La investigación descriptiva, comprende llevar registros, análisis e interpretación de los datos obtenidos actuales. Utilizando el método de análisis, se logra un objetivo de estudio o una situación veraz y concreta para señalar sus propiedades y características. Combinando con ciertos criterios de clasificación y reorganización, agrupar o sistematizar los datos involucrados en la investigación.

Para incrementar la producción a 250 T/día se empleará la siguiente metodología, mejorar el sistema de extracción mediante diseño de rampa negativa 2340 y con apoyo de software simuladores (Vulcan y Data Mine). Para disminuir el tiempo de desplazamiento del personal a 20 minutos/guardia se empleará sistema de transporte personal hasta el frente de trabajo.

#### **3.2. Revisión, recopilación y elaboración de información preliminar**

Se realizó una planificación según la metodología para la recopilación de y revisión de información bibliográfico en fuentes confiables como del repositorio de la universidad y artículos científicos publicados con antigüedad de 3 años a mas, con temas relacionado al proyecto de investigación para tener mayor visión y conocimiento en relación al diseño de la rampa negativa 2340 para incrementar la producción diaria a mediano plazo y mejorar la extracción de mineral y dar condiciones óptimos a trabajadores.



### **3.3. Población y muestra**

#### **Población**

El presente estudio de investigación está enfocado en la unidad operativa económica Santa Filomena perteneciente a compañía minera Sotrami SA.

#### **Muestra**

El presente trabajo de investigación es sobre el diseño de la rampa negativa 2340 con sección 4.00 m x 4.50 m de Minera Sotrami SA.

### **3.4. Variables del estudio**

#### **Variable dependiente**

- Incrementar la producción con la rampa 2340.

#### **Variables independientes**

- Diseño de la rampa.
- Sección de la rampa.
- Costo de construcción de rampa.

#### **Indicadores**

- Costos

Tabla 16: Operacionalización De Variables

Operacionalización De Variables		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variables Dependientes		
Incrementar la producción con la rampa	Condiciones de trabajo	Avance tonelada
VARIABLES INDEPENDIENTES		
Gradiente	Pendiente de accesos	Grados
Sección de la rampa	Calidad de roca	RQD, RMR
Costos	Costos unitarios de operación	Dolares

*Fuente elaboración propia*

### 3.5. Técnicas de recolección de datos

#### Técnica

Para sustentar la presente investigación se recopiló información de técnica secundaria relacionada al título del proyecto, artículos, libros, tesis de grados, revistas, informes especializadas, sitios de páginas internet y todo lo relacionado con minería subterránea mecanizada y convencional.

#### Instrumento

Los instrumentos que se han utilizado en el presente estudio fueron software simulador vulcan, registros geológicos, reporte diario de exploración diamantina, planos, informe semanal y mensual.

**Hoja de registros de geología:** es una plantilla donde se registra los mapeos geológicos y geomecánicos.



**Reporte diario de exploración:** es una plantilla donde se reporta los trabajos realizados diarios según los avances de exploración a través de sondaje diamantina.

**Informes semanales y mensuales:** es la recolección y registros de datos de trabajos diarios en la operación mina y exploraciones.

### **Procedimientos de recolección de datos**

Se describió y se desarrolló paso a paso los temas involucradas para conseguir un diseño de la rampa que permitió dar viabilidad para la ejecución del proyecto y mejorar en los aspectos críticos de la Minera Sotrami SA. Los contenidos relacionados son:

### **Información geológica**

La información geológica es de vital importante para poder identificar el tipo de yacimiento, según el avance de exploración que se realiza se va teniendo un dato más certero para modelamiento de bloques y modelamiento de la mina, para poder realizar la evaluación de identificación de recursos indicados e inferidos de la zona a ejecutar la rampa negativa.

Se alcanza obtener las características geológicas, parámetros y las propiedades de las vetas para identificarlos si la zona es económicamente explotable y reconocimiento del área mineralizada rentable.

La veta explorada Santa Filomena está ubicado sobre las rocas granodiorita óxidos en donde se logra reconocer las extensiones de afloramientos de vetas y diques a lo largo de la concesión minera.



### 3.5. Información geomecánica

Para la recolección de información o datos geomecánicos se emplean los siguientes métodos:

- Registro de dato (logueos geomecánicos de taladros diamantinos).
- Índice de designación de la calidad de roca (RQD).
- Clasificación del macizo rocosa RMR (Bieniawski).

Para clasificar el macizo rocoso se usó la tabla de valoración de GSI según la clasificación del tipo de roca y el parámetro a su equivalencia.

#### **En ventilación de labores.**

Se identificó los ingresos de aire limpio, puro y las salidas de aire viciado con sus respectivas áreas para determinar los caudales de ingreso y salida necesaria para el proyecto diseño de rampa negativa, de acuerdo a los equipos que se tendrá en operación y al personal en dicha operación.

- Medición de áreas: Son específicamente la base por la altura de la sección de ingreso.

$$\text{Área} = \text{base} \times \text{Altura}$$

- Medición del flujo de aire:

$$V = e/t$$

**Donde:**

$$V = \text{Velocidad del aire (m/s)}$$



$e =$  Distancia (1 m)

$t =$  Tiempo (s)

### **Materiales**

Los materiales empleados en el trabajo de investigación son los siguientes:

- Material de escritorio.
- Material de papelería.
- Material bibliográfico.
- Equipos de cómputo (Laptop).
- Software (Vulcan, Data Mine, AutoCAD, Civil 3d y Excel).



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Diseño de rampa

Teniendo base de datos en el desarrollo de los capítulos anteriores se puede diseñar la infraestructura requerida para el proyecto diseño de la rampa negativa 2340. Se describen detalladamente los requerimientos para el diseño de la rampa, como labores de desarrollo, preparaciones y exploración.

Según los requerimientos del diseño de la rampa, se establecieron estándares para el diseño y construcción de la rampa negativa como los parámetros operacionales. El proyecto se iniciará en cota 2340 de zona chulbe hasta llegar al nivel 16 de zona 23.

##### 4.1.1. Labores de desarrollo y preparación

##### 4.1.2. Rampa

Se ubica entre las vetas de (Filomena, Lucas, Torres, Santa Rosa, San Jorge) caja techo, con sección  $4.0 \times 4.5 \text{ m}^2$  con gradiente de -12%. La sección diseñada será para la fluidez de movimiento de maquinaria, para el transporte de material (mineral o desmonte), del nivel inferior hasta superficie. Ver figura 18 y Diseño gráfico ver Anexo – 1.

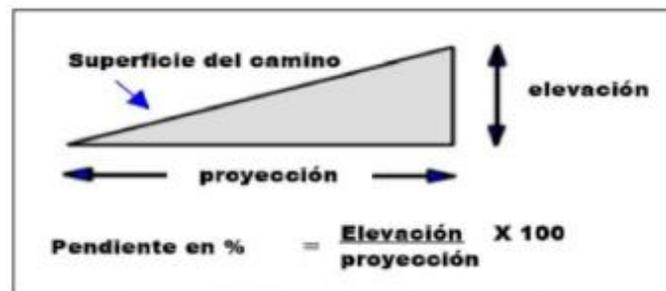
#### Parámetros de diseño:

- Rampa con dirección a zona 23 distancia: 3906 m.
- Sección de rampa:  $4.0 \times 4.5 \text{ m}^2$ .
- Gradiente: (-) 12%.
- Radio de curvatura: 12 m.

El diseño de la rampa se realizará en material estéril con la finalidad de llegar a zona 23. La construcción de acuerdo al diseño estará sujeta al control topográfico en distancia, cota, rumbo, a través de levantamiento continuo.

#### 4.1.3. Gradiente:

se seleccionó optar con uso de (+/-12%) teniendo como antecedente a los diferentes bases teóricas y la aplicabilidad de diferentes minas, se desarrollará en la Mina Sotrami con -12%, es económicamente viable y que no se tendrá problemas para la maniobra de equipos.



#### 4.1.4. Sección:

la sección se diseñó es de 4.00 x 4.50m. Para facilitar traslado de equipos y materiales se diseñó la sección en función a los equipos pesados volquete y scoop. Diseño gráfico ver Anexo 1.

Considerando los siguientes datos para el diseño.

Ancho de volquete : 2.40m

Altura del volquete : 3,20m

Ancho de la Cuneta : 0.40m

Diámetro de la manga de ventilación: 0.80m

$$\text{Calculo de sección 1: } S1 = \frac{\pi * r^2}{2} \rightarrow S1 = \frac{\pi * 1.5^2}{2}$$

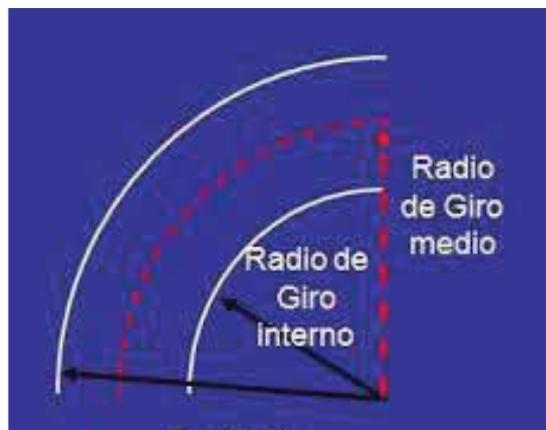
$$- S1 = 3.50$$



- Longitud de la barra : 16 pies
- Diámetro del escariador : 102 mm.
- Diámetro del taladro : 45 mm
- Longitud promedio del taladro : 4.0m (16" pies)
- Longitud promedio de voladura Avance real: 3.60 m
- Número de taladros : 58 - 60
- Densidad de La roca : 1.51 - 2 Ton/m<sup>3</sup>

#### 4.2.5. Radio de curvatura:

El equipo de mayor dimensión o tamaño que trabajara en el proyecto rampa 2340 es el scoop de 6 yd<sup>3</sup>, en función a ello se diseñó con radio medio promedio de 12 m. para tener la versatilidad de movimiento o desplazamiento y seguridad en operación.



*Figura 19: diseño de radio curvatura*

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.6. Peralte:



Para este parámetro se desarrolló con una incidencia mínima en función a los equipos que se tiene como los scoops y volquetes, la velocidad es mínima, por medidas

$$H = V^2 * \frac{A}{R} * G$$

de seguridad se presenta el cálculo siguiente:

Calculo de peralte

$$H = 2m/s * \frac{4m}{6m} * 9.8m/s^2$$

$$H = 0.26m.$$

Donde:

- H: peralte
- V: velocidad
- A: ancho de labor
- R: Radio de curvatura de los equipos
- G: Fuerza gravitacional

#### 4.2.7. Crucero

Se realizarán con diseño de sección de 3.00 x 3.0m nos servirá para acceso a la zona mineralizada de los niveles de operación. De manera que permita el paso de los scooptram de 6.0 yd3. Diseño gráfico ver Anexo – 2.

#### Parámetros de diseño:

- Sección: 3.0m X 3.0m.
- Crucero con dirección a zona 23.
- Gradiente: (+)1%.
- Longitud total: 930m

Calculo de sección de crucero:

$$1: S1 = \frac{\pi * r^2}{2} \rightarrow S1 = \frac{\pi * 1^2}{2}$$



$$\begin{aligned} S1 &= 1.57m \\ 2: S2 &= b * a \quad \rightarrow \quad S2 = 3 * 2 \\ & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad S2 = 6m^2 \\ : Sr &= S1 + S2 \quad \rightarrow \quad Sr = 1.57m^2 + 6m^2 \\ & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad Sr = 7.57m^2 \end{aligned}$$

En donde:

Sección 1 = S1

Sección 2 = S2

Sección real = Sr

#### 4.2.8. By pass

Serán paralelo a la galería principal para evacuación de mineral o acumulación de mineral (sección 3.0m x 3.0m), tendrá gradiente positivo de 0.5%, y se desarrollará un giro al pivot de los cruceros. Diseño gráfico ver Anexo – 5.

#### Parámetros de diseño:

- Sección: 3.0 X 3.0 m<sup>2</sup>.
- By Pass son labores de preparación de zona 23.
- Gradiente: (+) 0.5%.

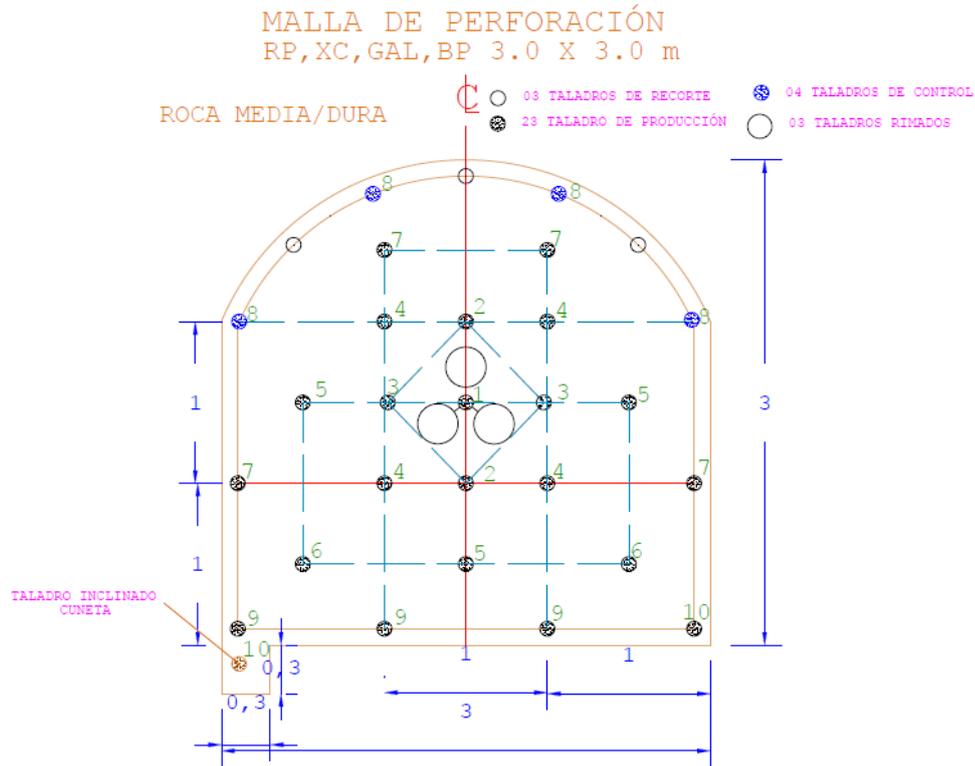


Figura 20: diseño de malla de perforación

Fuente: Elaboración propia

## 4.2.10. Labores de infraestructura y servicios

### 4.2.10.1. Chimenea de ventilación

Se construirán chimeneas de ventilación con sección 2.10 X 2.10m<sup>2</sup> serán para ingreso de aire fresco, en la parte central de la mina y la otra será para la extracción de aire viciado por los extremos, los cuales nos servirán para la profundización de la mina, también servirán para todo tipo de servicios auxiliares. Las chimeneas se desarrollarán con Raise Climber. Diseño ver Anexo- 4.

#### Parámetros de diseño:

- Sección: 2.1X 2.10 m<sup>2</sup>.
- Inclinación: +90°.
- Longitud total: 810 m.



- Numero de chimeneas: 4.
- Azimut: 0°.

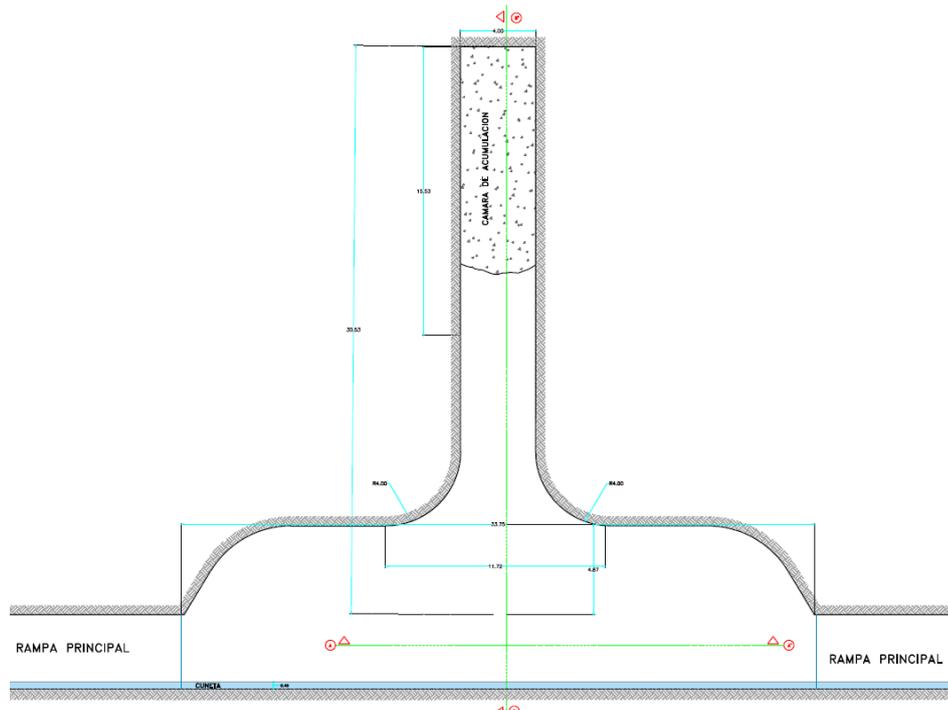
#### **4.2.10.2. Cámara de acumulación y carguío**

Se diseñaron la cámara de acumulación y carguío las dos juntas, con la finalidad de acumular material (mineral o desmonte) y se consideran cada 250m una cámara de acumulación y carguío, la cámara de la estación de volquete estará conjuntamente con cámara de carguío.

Se realizará desquinche para cámara de carguío en la intersección de la rampa con una sección apropiada para el scoop de 6 yd<sup>3</sup>. Diseño gráfico ver Anexo – 5.

#### **Parámetros de diseño:**

- Sección cámara de acumulación: 4.0 X 4.0 m<sup>2</sup>.
- Desquinche cámara de carguío: 11 X 4 X 4.50.
- Cámara de acumulación de mineral y desmonte.
- Longitud total de cámara de acumulación: 450.00m
- Longitud de cámara de acumulación por unidad: 30.00m
- Numero de cámara de acumulación y carguío: 15.00m
- Gradiente: (+)0%.



*Figura 21: diseño de cámara acumulación y carguío*

*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.2.10.3. Chimenea de servicio**

Las chimeneas de servicio serán las mismas que se diseñaron para ventilación, permitirán ingresar por ella las diferentes líneas de servicios como: aire, agua, energía, etc. Se instalará un medio de evacuación en caso de emergencia y acceso de salida a base de winches de izaje. Diseño gráfico ver Anexo – 5.

#### **Parámetros de Diseño:**

- Sección: 2.1 X 2.1 m<sup>2</sup>.

MALLA PERFORACION R.C.

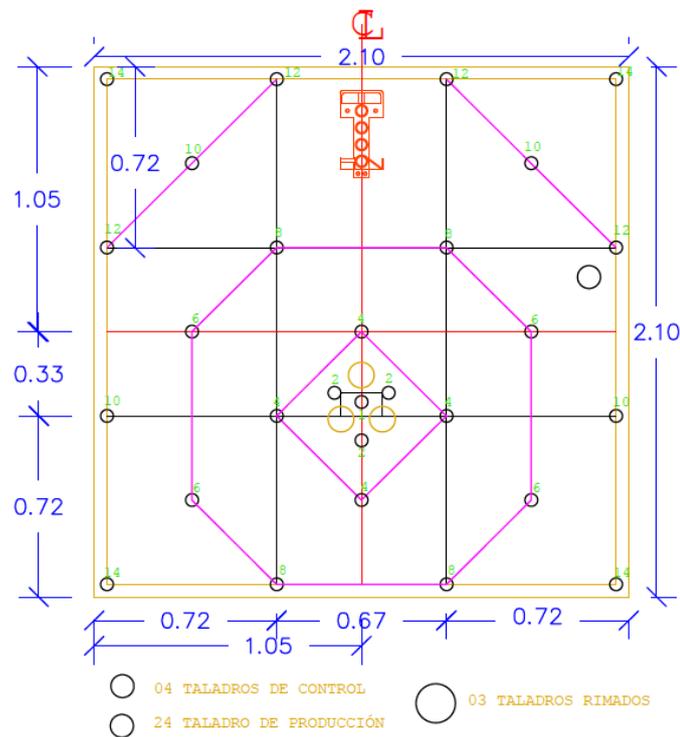


Figura 22: diseño de chimenea de servicios

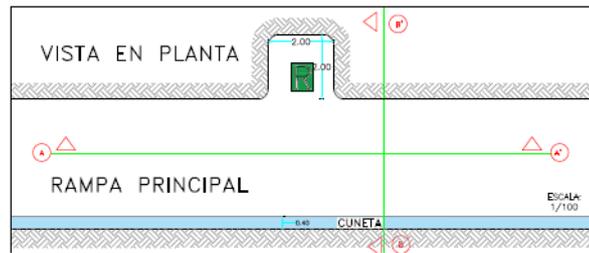
Fuente: elaboración propia

#### 4.2.10.4. Casa compresora

Se ubicará en superficie en un lugar estratégico, la cual nos facilitará para toda la etapa de minado del proyecto diseño y su ejecución de la rampa.

#### 4.2.11. Subestación eléctrica

En el diseño de la rampa se contempla instalación y ejecución de sub-estaciones eléctricas, estarán ubicados a una longitud de 1000m con un radio de 500m. de distancia cada uno, a lo largo del trayecto de la rampa principal, ubicados en zonas estratégicas y seguro de tal modo no obstaculiza a las labores y estará libre de la presencia de agua.



*Figura 23: diseño cámara de sub estación*

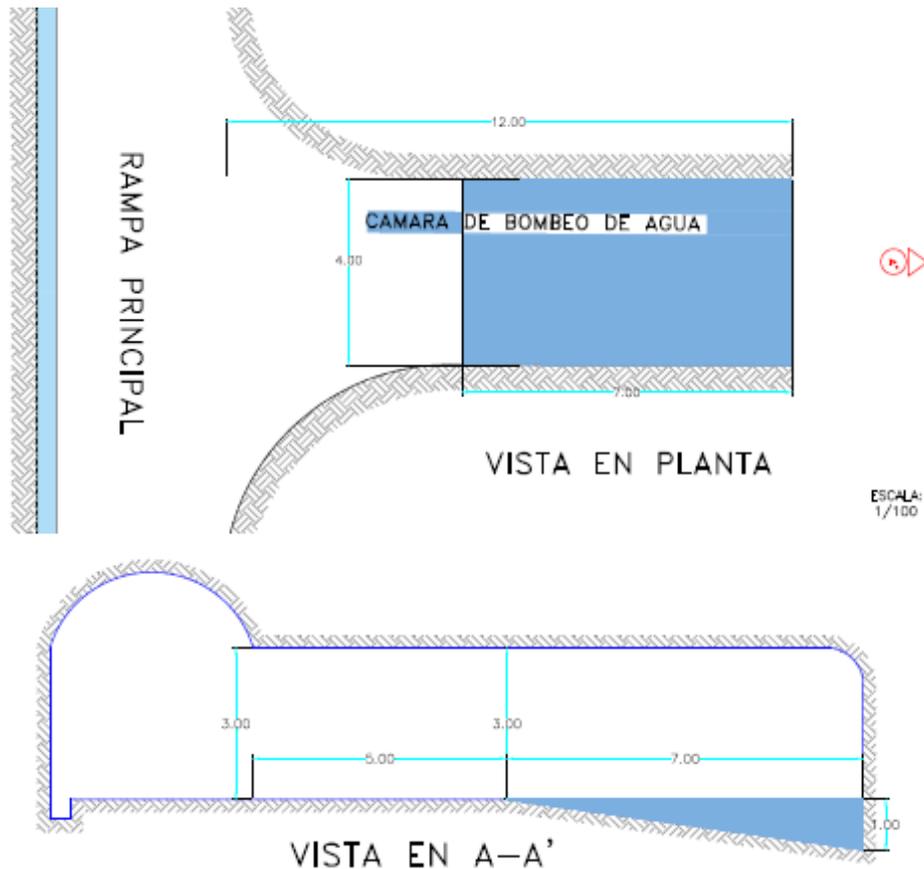
*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.2.10.3. Talleres interior mina**

Se tendrá un taller en interior mina con disponibilidad de equipos de reten y repuestos disponibles y en ese sentido se podrá reducir el tiempo de la demora por mantenimiento, se implementará en cámara de acumulación.

#### **4.2.10.4. Bombeo**

Se diseñó para el bombeo de agua producto de la perforación en avanzada de la Rampa se selecciona una bomba de achique de 15 Hp y 03 bombas de 35 Hp para el bombeo secuencial entre las pozas ubicadas a 250 m; estas pozas de bombeo se construirán aprovechando las ya construidas cámaras de carguío donde se realizarán los desquiches respectivos al piso en cada cámara para disponer el agua producto del bombeo.



*Figura 24: diseño taller y bombero de agua*  
*Fuente: elaboración propia*

#### 4.2.10.5. Bodegas

La bodega estará a lo largo de la rampa y ubicado en cámara de acumulación cerca al frente de trabajo en donde funcionara como almacenaje y despacho de los materiales que se requirieran para la construcción de la rampa o labores que se desarrollaren en las vetas identificadas de superficie.

#### 4.2.10.6. Servicios mina

Se realizará cálculo en los diferentes servicios que operación mina que se requieran para ejecutar el plan de avance y producción, sin tener deficiencia en la operación y cumplir con la programación del diseño de la rampa entre ellos son los siguientes.



#### **4.2.10.7. Energía**

Según el diseño de la energía eléctrica estará abastecido desde una sub-estación de transformación en superficie, e ingresará a interior mina, por la parte superior del techo de la labor principal, se dispondrá de sub estaciones de transformación 440v ó 220 v para mayor transmisión de energía, cada 1000 m se ubicará una sub estación de tal modo de tener un radio de acción de 500 m. cada sub estación, está orientado a minimizar las caídas de tensión y pérdida de eficiencia del sistema eléctrico.

#### **4.2.10.8. Ventilación**

Es un servicio de vital importancia para dar condiciones óptimas en interior mina para que el personal que labora y goce un aire fresco y los equipos puedan realizar su trabajo con total seguridad y eficiencia.

Para tener una buena ventilación se optó iniciar la rampa de la parte inferior de la zona de Chulbe para el ingreso del aire libre y expulsar el aire viciado producto de voladuras, gases de monóxido de carbono y otros gases que existiera. En el diseño de rampa negativa 2340, la instalación de mangas de ventilación ayudara a dar una buena recirculación ver diseño anexo-7.

#### **4.2.11. Sostenimiento**

##### **4.2.11.1. Clasificación Geomecánica del Macizo Rocoso**

El índice de clasificación se denominado RMR (Rock Mass Rating), y evalúa la calidad del macizo rocoso a través de los siguientes parámetros:

- Resistencia a compresión simple.
- RQD.
- Espaciado de juntas.

- Naturaleza de las juntas (Apertura, Rugosidad, Relleno, Persistencia, Alteración).
- Presencia de agua y orientación de discontinuidades.

Las estructuras del macizo comprenden los conjuntos de fallas, diaclasas, pliegues y demás características geológicas propias de una determinada región.

Realizaremos la clasificación de Bieniawski (1976) mediante el mapeo de celdas, cabe mencionar que esta clasificación se realizó los primeros 100 metros de superficie a la bocamina de la rampa.

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (R. M. R.)										
PARÁMETROS	RANGO DE VALORES									Valoración
	VALOR ESTIMADO									
R. COMPRES. UNIAxIAL (MPa)	> 250 (15) X	100 - 250 (12)	50 - 100 (7)	25 - 50 (4)	< 25 (2)	< 5 (1)	< 1 (0)	1		11
RQD (%)	90-100 (20)	75 - 90 (17) X	50 - 75 (13)	25 - 50 (8)	< 25 (3)	2				13
ESPACIAMIENTO (m.)	> 2 (20)	0.6 - 2 (15) X	0.2 - 0.6 (10)	0.06 - 0.2 (8)	< 0.06 (5)	3				10
CONDICIÓN DE JUNTAS	PERSISTENCIA	< 1 m long (6)	1 - 3 m long. (4) X	3 - 10 m. (2)	10 - 20 (1)	> 20 (0)	4A			2
	APERTURA	Cerrada (6)	< 0.1 mm (5) X	0.1 - 1.0 mm (4)	1 - 5 mm (1)	> 5 mm (0)	4B			4
	RUGOSIDAD	Muy Rugosa (6)	Rugosa (5) X	Lig. Rugosa (3)	Lisa (1)	Espejo de falla (0)	4C			3
	RELLENO	Limpia (6) X	Duro < 5mm (4)	Duro > 5mm (2)	Suave < 5mm (1)	Suave > 5mm (0)	4D			4
	ALTERACIÓN	Sana (6)	Lig. Alterada (5) X	Mod. Alterada (3)	Muy Alterada (2)	Descompuesta (0)	4E			3
AGUA SUBTERRÁNEA	Seco (15)	Húmedo (10) X	Mojado (7)	Gotero (4)	Flujo (0)	5				7
VALOR TOTAL RMR BÁSICO (Suma de valoración 1 a 5)										57
Ajuste por Orientación Estructuras	Muy Favorable (2)	Favorable (-2)	X	Moderada (-5)	Desfavorable (-10)	Desfavorable (-12)				-5
VALOR TOTAL RMR AJUSTADO										52

Figura 25: Mapeo Geomecánico por celdas

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2.11.2. Análisis de Estado Tensional

Se evalúo el comportamiento del macizo rocoso para el diseño de la rampa 2340, considerando los ensayos de esfuerzos anisotrópicos sobre la excavación mediante el programa Phase 2.

Si considerara una densidad constante de la roca de 0.027 Mpa/m. lineal entonces se estimará el esfuerzo vertical mediante un cálculo:

$$esf.v. = 1 + \frac{Mpa}{M * L} * 270m.l = 7,29Mpa$$

$$esf.v. = 0.027 \frac{Mpa}{M * L} * 270m.l = 7,29Mpa$$

Usaremos la tabla de reducción de esfuerzos de Q Barton para la clasificación geomecánica y determinar el factor de roca.

$$Fc. de roca = \frac{resist. compresiva uniaxial de la roca intacta}{esfuerzo vertical} = \frac{125Mpa}{7.29Mpa} = 17.17$$

6. CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA				
b) Rocas competentes, con problemas tensionales en las rocas		sc/s1	sq/sc	SRF
H	Tensiones pequeñas cerca de la superficie, diaclasas abiertas	> 200	< 0,01	2,5
J	Tensiones medias, condiciones tensionales favorables	200 - 10	0,01 - 0,3	1
K, L, M	Tensiones elevadas, estructura muy compacta. Normalmente favorable para la estabilidad, pudiendo ser desfavorable para la estabilidad de los hastiales	10 a 5	0,3 - 0,4	0,5 - 2
L	Lajamiento moderado de la roca tras 1 hora en rocas masivas	5 a 3	0,5 - 0,65	5 a 50
M	Lajamiento y estallido de la roca después de algunos minutos en rocas masivas	3 ó 2	0,65 - 1	50 - 200
N	Estallidos violentos de la roca (deformación explosiva) y deformaciones dinámicas inmediatas en rocas masivas	< 2	> 1	200 - 400

Si se comprueba la existencia de campos con fuerte anisotropía: si  $5 > s1/s3 > 10$ , se disminuye sc hasta  $0,75 \cdot sc$ ; si  $s1/s3 > 10$ , se toma  $0,5 \cdot sc$ , siendo sc la resistencia compresión simple, s1 y s3 las tensiones principales mayor y menor, y sq es la tensión tangencial máxima, estimada a partir de la teoría de la elasticidad

En casos en que la profundidad de la clave del túnel es inferior al ancho de excavación, se sugiere aumentar el SRF entre 2,5 y 5 (ver clase H)

Figura 26: Condiciones Tensionales SRF

Fuente: Clasificación Geomecánica (Gonzales,2002).

Calculado el factor de la roca es 17.2, se encuentra en el intervalo  $< 200 - 10 >$ , lo cual nos indica Tensiones medias, es decir condiciones tensionales favorables a la excavación (Basado en el factor SRF, Q Barton). Entonces se puede predecir que a una profundidad de 400 mts, estaremos bajo tensiones elevadas, con aumento de



probabilidad de mayor tensión a la resistencia. Entonces en mayor profundidad se tiene que usar sostenimiento continuo.

#### 4.2.11.3. Modelamiento Con Phase 2d

Para realizar el modelamiento con Phase 2D, se requiere calculo el esfuerzo horizontal, y algunos parámetros relacionados al criterio de rotura de Hoek & Brown. En el modelamiento resumimos los datos ingresados al software.

En la ecuación de Shorey, se puede estimar el valor del esfuerzo horizontal con el cálculo de la siguiente formula:

$$Esf(h) = 0.73 * 7.56Mpa$$

$$Esf(h) = 4.76Mpa$$

En donde

Esf(h) = Esfuerzo horizontal (Mpa).

Esf(v) = Esfuerzo vertical (Mpa).

K= constante de shorey (adimensional) el cual deriva de la siguiente ecuación.

$$k = \frac{100}{z} + 0.3$$

$$k = \frac{100}{270} + 0.3$$

$$k = 0.73$$

Donde:

- $k = 0.73$
- Esf. (h): es de 4.76Mpa
- RCU = 125 Mpa
- GSI = 55
- MI = 12

- $D = 0$

En la ejecución de la rampa no tendremos inconvenientes en la voladura, se tiene que llevar un diseño adecuado.

Estimaremos el Factor de Seguridad con datos de superficie después de la Voladura.

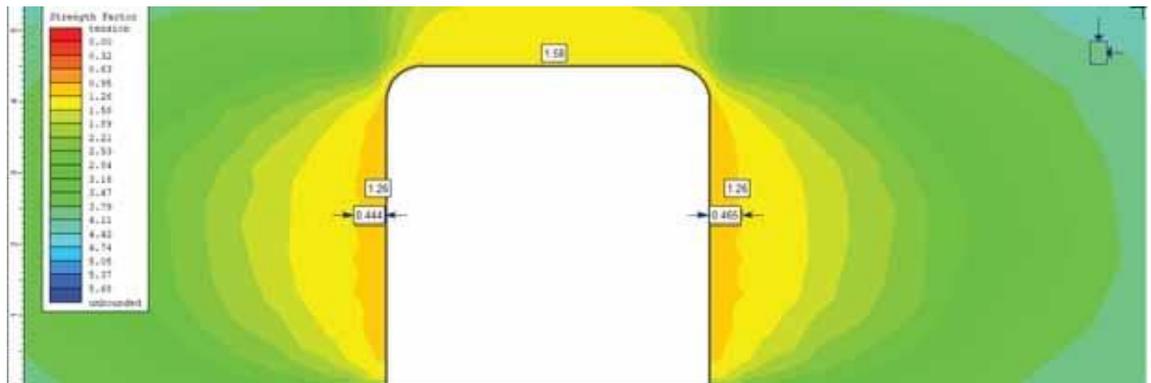


Figura 27: Estimación de Factor de Seguridad de la rampa

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que después de la voladura, el factor de seguridad es mayor a 1 y en la corona 1.58 y 1.26 el hastial, esto puede variar en el trayecto

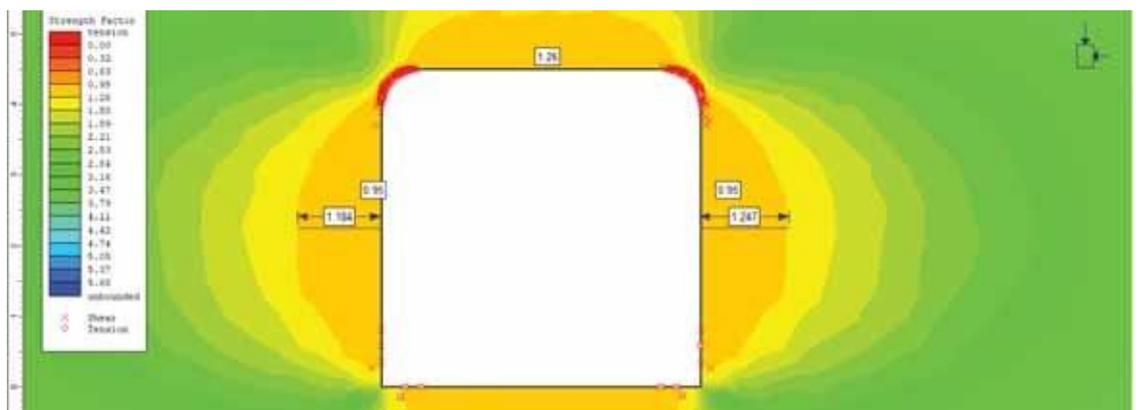


Figura 28: Estimación de F.S. 1hr después de Voladura en la rampa.

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.12. Criterios Geomecánicos.

En el área de Santa Filomena se expone la diorita y se presenta como una franja angosta 7 Km., que es parte del Batolito de la Costa, presenta una textura de grano mediano a fino y como componentes se distinguen: feldespatos, biotita de gran tamaño y hornblenda. (BISA,2018).

Las características propias de estos minerales, sumado a la proporción en que se encuentren en la unidad geotécnica básica, condiciona el comportamiento de esta unidad, el cual supone una roca de calidad regular – buena ante una mayor existencia de feldespatos.

En base a la referencia antes descrita, adosada a una evaluación geomecánica preliminar de la roca fresca en varios niveles de la actual concesión, podemos inferir que la masa rocosa es catalogada en términos de Geomecánica como Regular III – Buena II, lo que permitiría la reducción en la instalación del sostenimiento.



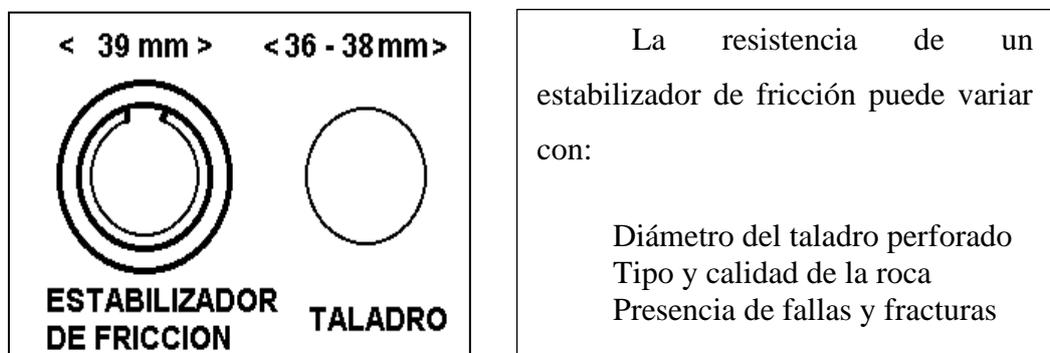
Figura 29: Macizo Rocosos Predomínate Concesión  
Fuente: Geología SOTRAMI SA

Por lo tanto, la selección del tipo de sostenimiento se fundamenta en el criterio antes descrito, la instalación del sostenimiento será en los tramos de anisotropía propias del macizó rocoso, siendo el sostenimiento recomendado a instalar.

**a) Bulon: Split Set de 7' pies.**

Para controlar la calidad de su instalación se deberá considerar la siguiente información:

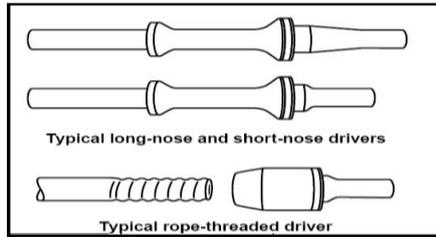
- i. El Diámetro de la perforación: 36 y 38mm.
- ii. Las Perforaciones de 90 grado con la superficie de la roca.
- iii. Las Platinas de apoyo en ubicación plana y pegada contra la roca.
- iv. Verificar la resistencia del "Split Set" luego de su instalación; Pull Test cada 100 piezas instaladas.
- v. La resistencia a la tracción: aprox. 1Tn. por cada 305mm (1pie).



*Figura 30: Estabilizador de fricción de taladro*

*Fuente: Departamento de Geología SOTRAMI SA.*

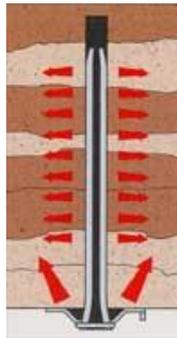
Su instalación habitual será con el brazo telescópico del equipo Rocket Boomer 282 por lo que se considerará la siguiente información: Diseño gráfico ver Anexo – 3 y 6.



Empujador tipo ‘Hembra’,  
empleado con Barreno Cónico - 7/8’’  
Se puede cambiar la longitud del  
barreno para techos altos.

*Figura 31:Empujador hembra*

*Fuente: Departamento de Geología SOTRAMI SA.*



En el taladro el tubo ejerce  
presión radial contra la roca, su  
contacto es longitudinal y provee un  
inmediato soporte al macizo rocoso.

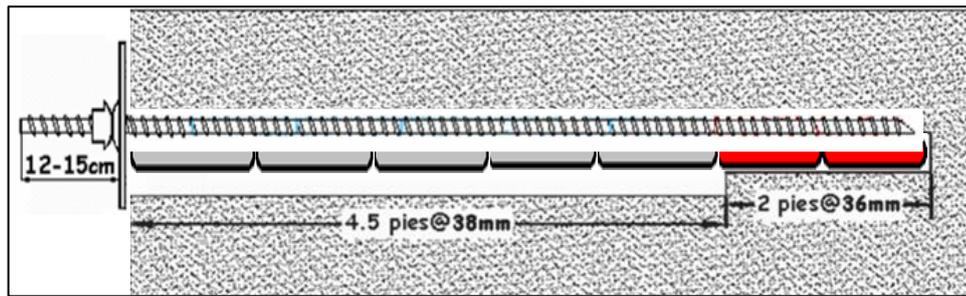
*Figura 32:Presión radial contra la roca inmediato*

*Fuente: Departamento de Geología SOTRAMI SA.*

#### **b) Bulon: Perno helicoidal de 7’ Pies.**

Para controlar su instalación se deberá de considerarse los siguientes aspectos:

- i. Realizar perforaciones 36/32 mm de diámetro.
- ii. Insertar 2 cartuchos de resina en el fondo del taladro, seguido de 5 cartuchos de cemento CEM-CON.
- iii. Confinar los cartuchos de resina y cemento en el fondo del taladro con ayuda de un atacador de madera.
- iv. Insertar y girar el perno hasta el fondo del taladro.
- v. Girar a máxima rotación (25-30 segundos).



*Figura 33: Instalación de perno helicoidal*

*Fuente: Planeamiento SOTRAMI SA.*

Recomendaciones para el tiempo de rotación y longitud de perforación.

1. Tiempo de rotación 25-30 segundos.
2. El tiempo de rotación debe ser estimado a partir de que el perno llegue al fondo del taladro.
3. Verificar la profundidad de taladro antes de instalar los pernos, considerando que la longitud de perno que quede expuesta o fuera del taladro será entre los 10 – 15 cm, para el acople de la platina se dará uso a tuerca, al que pasará a torque al finalizar la jornada.
4. Almacenamiento de cartuchos de Resina y Cemento.
5. Guardar los cartuchos en un lugar fresco y seco. La exposición directa a la luz del sol o a temperaturas altas podría reducir la vida útil de los cartuchos.
6. No apilar más de 4 filas de cajas de resina.
7. El stock se debe rotar para utilizar primero los cartuchos más antiguos.
8. El diámetro seleccionado para los Pernos Helicoidales:

Pernos helicoidales  $\varnothing 22\text{mm}$  -----Perf. 32-36mm



#### **D. Cimbra: De 02 cuerpos en viga H de 6", 4.0 x 4.5 m.**

Esta estructura fabricada con vigas y perfiles metálicos para soporte rígido, cuya función es otorgar alta seguridad en forma inmediata; su uso será en casos extremos, donde la roca presenta grandes dificultades para el avance excavación: zonas de rocas fuertemente fracturadas o trituradas, cruces en el núcleo de fallas o contactos con relleno de brechas o panizos, presencia agua o materiales fluyentes (lodos, arenas, etc.), zonas de intersección de planos de fractura que forman cuñas deslizantes en los techos o hastiales con rellenos de panizos, cruces de zonas en rocas expansivas, rocas deleznable donde no existe cohesión y en la excavación donde no es posible utilizar el sostenimiento antes descrito.

La clasificación geomecánica del macizo rocoso donde se usa este sostenimiento es la roca tipo V (RMR <20), GSI = IF/MP ó T/MP. También puede usarse en roca tipo IV cuando se presentan grandes cuñas en el techo ó existen fuertes presiones de deformación por la profundidad o distribución del macizo rocoso.

Para los objetivos del presente tema, donde nos proponemos diseñar la sección necesaria de las vigas con las que se fabricarán los marcos metálicos y los espaciamientos que se tendrán en cuenta durante su instalación, consideramos las siguientes hipótesis de carga para las condiciones que ofrece la roca en el momento de ejecutar la excavación de la rampa.

Por las profundidades de inicio de la excavación se reconsidera que los esfuerzos horizontales son los de mayor relevancia, por lo tanto, la selección de una cimbra tipo 02 cuerpos sobre una estructura de viga H de 6" será la mejor opción para soporte de carga.

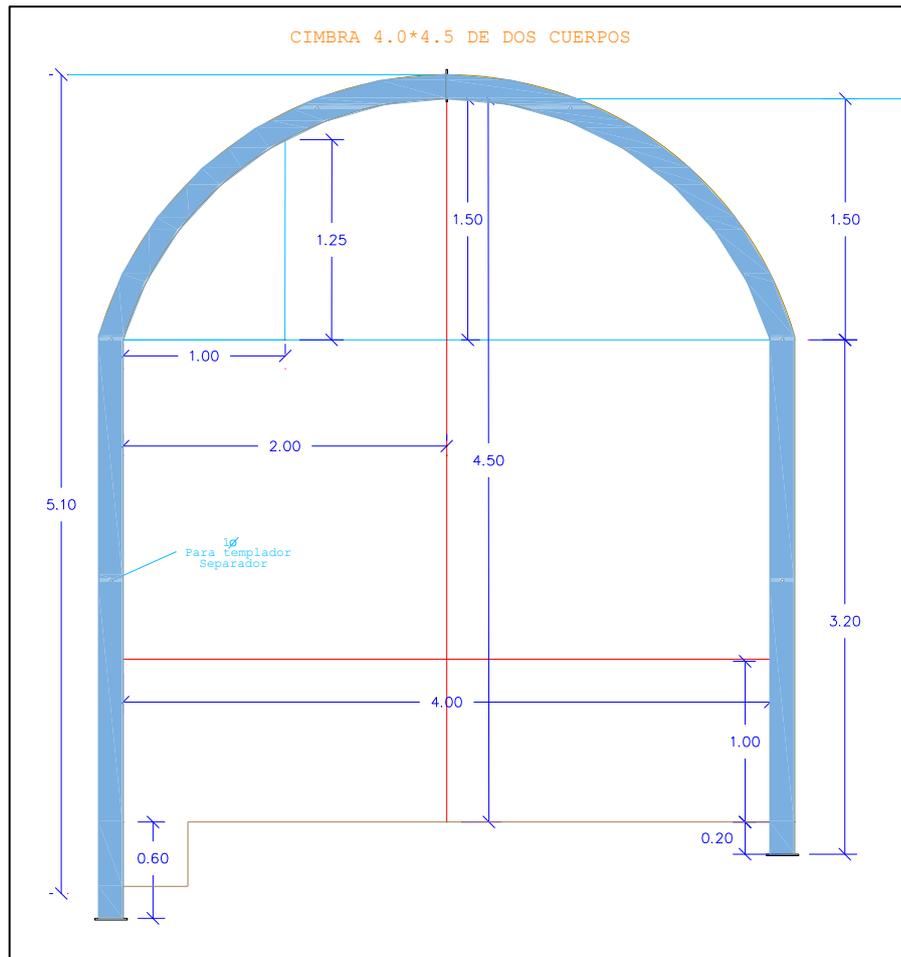


Figura 34: instalación de Cimbra 2 cuerpos en viga H de 6", 4.0 x 4.5 m

Fuente: Planeamiento Mina SOTRAMI SA

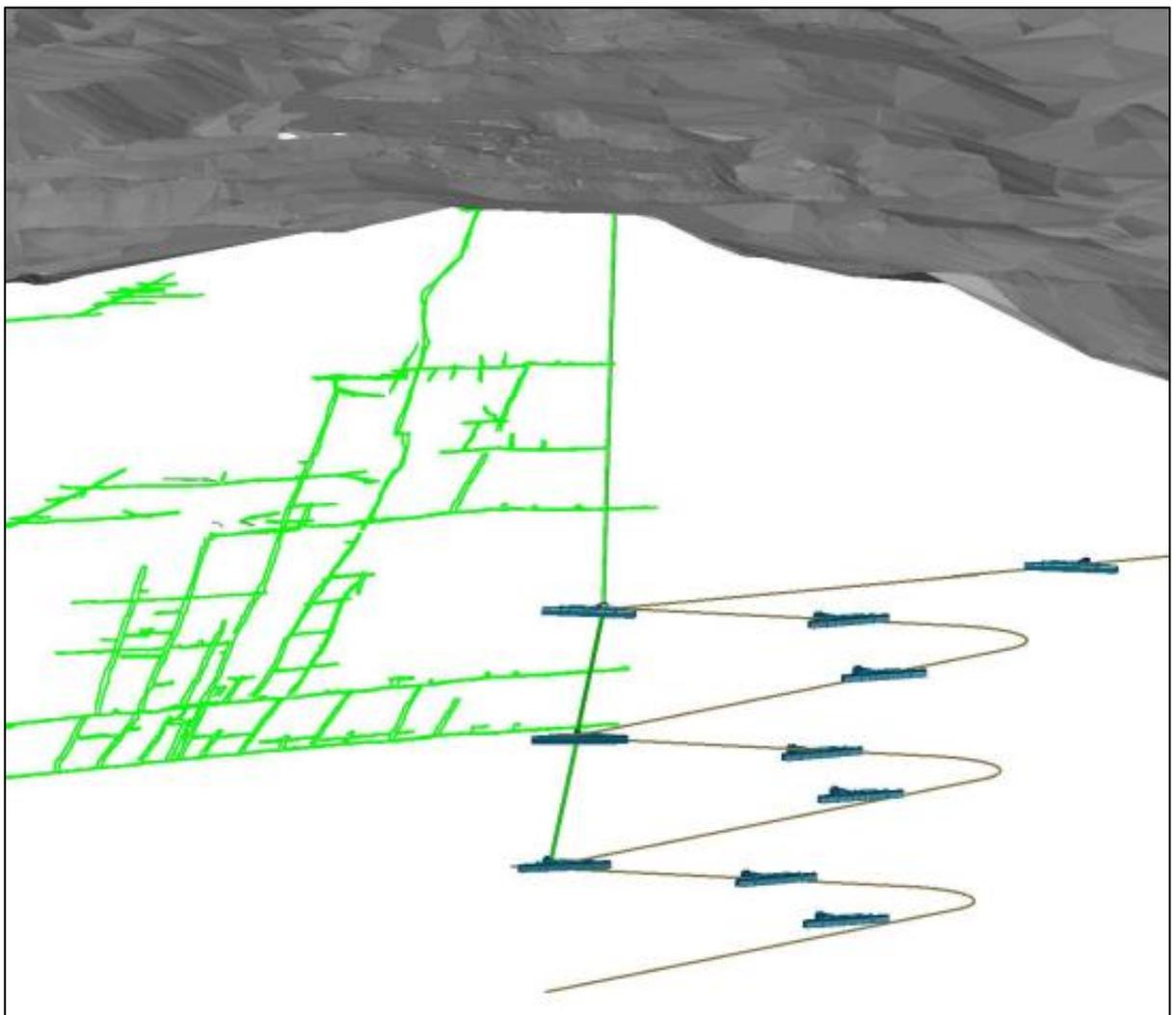
#### 4.2.13. Tipo de rampa a aplicarse recta y zigzag

Se aplicará la rampa recta o lineal los primeros 2500m con inicio de cota 2340 de zona Chulbe. y se aplicara el método de zig-zag desde el NV. 12 para explotar exclusivamente veta Santa Filomena y de esa manera incrementar la producción y mejorar la extracción de mineral, disminuyendo el tiempo de desplazamiento del personal, el zig-zag compone de una combinación de tramos rectos y curvos, esta se caracteriza por tener 5 tramos por vuelta y repetitivas, estos tramos se componen de 5 tramos curvos de un solo radio de curvatura de 12m, además los tramos será de la misma dimensión de recto largo, será en función del buzamiento del yacimiento mineralizado.

Este diseño será ventajoso en este yacimiento que es compuesto por varias vetas de similares buzamientos en cuerpos mineralizados irregulares.

Se construirá en material estéril o rocas duras y competentes. La experiencia nos confirma realizar en lo posible en forma paralela a la dirección de la veta o cuerpo, es decir en una de las cajas de preferencia en la caja piso.

Esta rampa se utilizará para el servicio, transporte de maquinarias, materiales y para conectar diferentes puntos de trabajo como: Desarrollos de nuevos niveles, tajeos, zonas de carguío de minerales y otros, ver Figura N° 35.



*Figura 35: Vista isométrica de la Rampa zigzag con infraestructura básica.*



*Fuente: Planeamiento Mina SOTRAMI SA*

#### **4.3. Infraestructura básica para el diseño de la rampa 2340.**

Para los criterios de diseño se consideró la infraestructura básica necesaria como el recurso requerido para la construcción de la Rampa, las especificaciones técnicas para el avance de la Rampa se definen a continuación: Diseño gráfico ver Anexo – 8.

##### **a. Infraestructura de ventilación.**

En base a la longitud de la Rampa 3,906 m, se determinó la construcción de 04 chimeneas Raise Climber de sección 2.10 m x 2.10 m para la integración de un sistema de ventilación.

- Raise Climber 01: Ubicado en Progresiva 0+991, con una longitud de ejecución de 300 m.
- Raise Climber 02: Ubicado en Progresiva 1+784, con una longitud de ejecución de 350 m.
- Raise Climber 03: Ubicado en Progresiva 2+494, con una longitud de ejecución de 80 m.
- Raise Climber 04: Ubicado en Progresiva 3+199, con una longitud de ejecución de 80 m.

Previa a la ejecución de estas chimeneas Raise Climber, se considera la construcción de sus respectivas Cámaras RC de sección 3.5 x 3.0 m cuya longitud se detalla en la hoja de metrados.

Integrando al sistema de ventilación se considera la selección de 03 ventiladores centrífugos de 60,000 cfm con potencia de 150 Hp, la instalación de estos equipos será



en serie y permitirá mantener un sistema de ventilación eficiente conservando la emisión de humos y gases dentro de los límites máximos permisibles. Diseño gráfico ver Anexo – 5.

#### **b. Infraestructura de bombeo.**

Para el bombeo de agua producto de la perforación en avanzada de la Rampa se selecciona una bomba de achique de 15 Hp y 03 bombas de 35 Hp para el bombeo secuencial entre las pozas ubicadas a 250 m; estas pozas de bombeo se construirán aprovechando las ya construidas cámaras de carguío donde se realizarán los desquiches respectivos al piso en cada cámara para disponer el agua producto del bombeo

En las cámaras de carguío se darán los desquiches respectivos como se muestran en los diseños para generar puntos de cambio o pase entre los camiones volquete al momento de su ingreso y salida con material.

#### **c. Infraestructura de servicios.**

- Red Principal Aire y Agua: la red de aire será instalada con tubería de polietileno de 4”, la red de agua con tubería de 2”, para ambos casos su unión será con acoples rápidos, complementado con la instalación de purgadores de aire.
- Red Principal de Energía:

La red de energía de media tensión 380 V, será conducida desde una sub estación ubicada en superficie hasta la plataforma de ubicación en la proyección de boca mina rampa, aquí se dará la instalación de una primera sub estación conformada por un transformador, celdas y tablero 22.9 Kw.



Con la profundización de la rampa requeriremos una segunda sub estación con las mismas especificaciones de la primera, que permita la estabilización como una correcta cantidad de energía, instalada en la Prog. 0+500.

En base a referencia técnica el cable eléctrico será un NYY triple 245 mm<sup>2</sup>, tanto para la conducción de la energía en superficie como interior mina.

#### **d. Infraestructura para la construcción de la rampa.**

La infraestructura básica necesaria para el avance de la Rampa consiste en la construcción de:

- 15 cámaras de carguío de 4.0 m x 4.0 m, ubicadas cada 250m, para disposición de material.
- 04 Cámaras Raise Climber 3.5 m x 3.0 m.
- 04 Chimeneas Raise Climber 2.1 m x 2.1 m., para la integración de sistema de ventilación.
- 70 refugios de 2.0m x 2.0m.

Como se mencionó en para el aprovechamiento de las cámaras de carguío, en cambios para volquetes, cámaras RC, cámaras de bombeo se realizarán los desquiches respectivos. Diseño gráfico ver en Anexos.

La cantidad de sostenimiento a ser instalado será considerando una proyección estimada de lo requerido, sustentado en criterios geomecánico descritos más adelante.

#### 4.4. Comparativo de producción diaria

Se compara el nivel de producción de los tajos y avances convencionales del 2019 a 2020 con referencia a las aportaciones de la unidad minera santa filomena con el proyecto rampa 2340 Ver Tabla 17 y 18 el incremento de producción por mes del 2019 al 2020.

##### Parámetros de la mina actual

*Tabla 17: Parámetros de mina*

Descripción	Cant.	Unid.
Altitud	2,500	m.s.n.m.
Producción diaria de mineral	74	Ton/día
Producción diaria de desmonte	65	Tn/día
Ratio	65-74	Tn/día
Total producción diaria (m+d)	139	Tn/día
Días laborados	30	días/mes
Producción Mensual total	4170	Tn/mes
Horas efectivas/turno	9	horas/turno
Turnos/día	2	
Horas efectivas/día	18	horas/día
Producción/hora	7.72	Tm/horas

*Fuente: Área de planeamiento de la Mina Santa Filomena-2019.*

*Tabla 18: Resumen de producción mensual mina santa filomena 2019*

Descripción	N. Tajos	Avances	Produccion S. Filomena	Produccion S. Rosa	Total Tn
<b>Enero</b>	3	275	1350	600	1950
<b>Febrero</b>	3	280	1350	600	1950
<b>Marzo</b>	3	285	1410	600	2010
<b>Abril</b>	3	290	1410	630	2040
<b>Mayo</b>	4	300	1500	690	2190
<b>Junio</b>	4	300	1535	675	2210
<b>Julio</b>	4	305	1688	692	2380
<b>Agosto</b>	4	305	1697	693	2390
<b>Septiembre</b>	4	308	1740	675	2415
<b>Octubre</b>	5	310	1750	660	2410



<b>Noviembre</b>	5	315	1710	690	2400
<b>Diciembre</b>	5	315	1740	720	2460
<b>PROMEDIO</b>	4	299	1573	660	2234

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.4.1. Programa de producción

Se estimada tener una producción de 250 TM/día y luego el año 2022 incrementar a 300 TM/día. El programa de producción por métodos de explotación y aporte de avances se muestra en la Tabla N° 19.

En el resumen de producción mensual del periodo del 2019, se tuvo el incremento de producción mensual de la zona 23 y santa rosa en promedio 2234 toneladas de mineral y la producción diaria de promedio de 74 toneladas.

Todos los resultados de operación y producción por día, de los tajeos, avances de santa filomena, En la Tabla 19 se muestra de manera general la producción que se tiene en relación con las aportaciones de rampa 2340 por mensual y día.

*Tabla 19: Comparativa extracción convencional vs plan de producción con el proyecto rampa 2340*

Descripción	Avance Sin Rampa	Avance Con Rampa	Prod. Sin Rampa	Prod. Con Rampa	Dif. De Produccion	Dif. De Avance
<b>Enero</b>	275	600	1950	7500	5550	325
<b>Febrero</b>	280	600	1950	7500	5550	320
<b>Marzo</b>	285	600	2010	7500	5490	315
<b>Abril</b>	290	600	2040	7500	5460	310
<b>Mayo</b>	300	600	2190	7500	5310	300
<b>Junio</b>	300	600	2210	7500	5290	300
<b>Julio</b>	305	600	2380	7500	5120	295
<b>Agosto</b>	305	600	2390	7500	5110	295
<b>Septiembre</b>	308	600	2415	7500	5085	292
<b>Octubre</b>	310	600	2410	7500	5090	290
<b>Noviembre</b>	315	600	2400	7500	5100	285



<b>Diciembre</b>	315	600	2460	7500	5040	285
<b>PROMEDIO</b>	303.3	600	2290.5	7500	5209.5	296.7

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.4.1. Programa de avances

Se realizó el programa de avances de infraestructura de desarrollo, infraestructura de operación, desarrollo y preparación con labore de la rampa negativa

*Tabla 20: Avance de rampa 4.0m x 4.5m*

2340.

<b>Avance Rampa 4.0m X 4.5m - 12%</b>	
Conversión	0.3048
Eficiencia Perf.	82.0%
Eficiencia Vol.	90.0%
Long. Barra (pies)	16
Avance (m)	3.6
Días Programa mes RAMPA	28
Disparos por día RAMPA	3
Avance m/día RAMPA	11
<b>Avance / mes RAMPA</b>	<b>302</b>
Proyecto (m) RAMPA	3906
Duración (meses)	<b>13</b>

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 21: Programa de laboreo minero rampa negativa 2340 - 2021*

<b>Resumen Avances 2021 - Mina Santa Filomena</b>									
Descripción	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Avance	302	302	302	302	302	302	302	302	2,416
Preparación	-	-	50	100	140	150	140	155	735
Desarrollo	-	-	-	160	160	160	160	160	800
Total, mensuales metros ambas zonas	302	302	352	562	602	612	602	617	3,951

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 22: Programa de laboreo minero rampa negativa 2340

Resumen Avances 2022 - Mina Santa Filomena									
Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Total
Avance	302	302	302	302	282				1,490
Preparación	130	-	-	-	-	-	-	-	130
Desarrollo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total, mensuales metros ambas zonas	<b>432</b>	<b>302</b>	<b>302</b>	<b>302</b>	<b>282</b>	-	-	-	<b>1,620</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2. Sistema de extracción de mineral

Actualmente en la unidad minera SOTRAMI S.A., se tiene la restricción del actual sistema de extracción por Piques inclinados a través de Wiches Base 4 y Base 5, por su actual condición está limitada a la extracción exclusiva de mineral o desmote de niveles inferiores a superficie; la profundización de estos piques fue sobre estructura mineralizada, presentando tramos sinuosos no favorables para el traslado de trabajadores de interior mina.

Tabla 23: Parámetros del Skip actualmente

Parametros	Abrev.	Cantidad	Unid.
Ciclo de Izaje		8.4	minutos
No de viaje/hora		7.37	Skips/hr.
Carga Útil del Skip	SL	1.41	Tm.
Peso específico		2.7	Tn/m3
Factor de esponjamiento		1.3	
Volumen lleno al ras		1.2	m3
<b>Peso del Skip vacío</b>	<b>SW</b>	<b>2,297</b>	<b>lb.</b>

Fuente: Área de planeamiento de la Mina Santa Filomena – 2019.

Por ello es necesario considerar un sistema de extracción más eficiente que permita un rápido acceso a nuestros colaboradores hacia sus frentes de trabajo, una continua extracción de mineral con el respectivo incremento de volúmenes a un menor costo operativo, por lo tanto, replantear la sustitución del actual sistema de

extracción por piques no convencionales, permitirá garantizar la sostenibilidad del Yacimiento.

Por lo que se ha planteado el mejoramiento del sistema de extracción de mineral con el proyecto rampa negativa 2340 con una meta de producción en el menor tiempo posible, menor costo de operación y también se optimizara el tiempo de traslado del personal hasta el frente de trabajo.

#### 4.5. Progresiva de intersección a foco mineralizado longitudinal

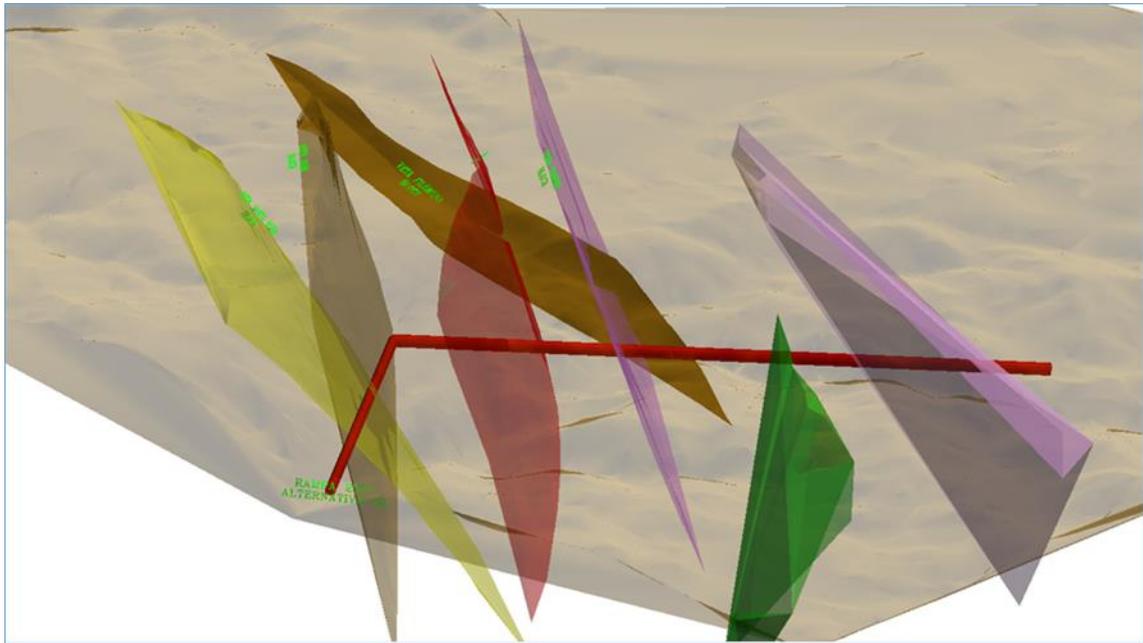
Tabla 24: Intersección de recursos identificados en la rampa 2340

TIPO	DESCRIPCIÓN	SECCIÓN	Inicial	Final	m <sup>3</sup>	ml	Ejecuta	
							Meses	Días
RAMPA	Rampa: BM - Inicio XC Veta TORRES	4.0 x 4.5	0+000	1+939		1939	6	180
RAMPA	Inicio XC Veta TORRES - Inicio XC Veta STA ROSA	4.0 x 4.5	1+939	1+952		13	0	1
RAMPA	Inicio XC Veta STA ROSA - Inicio XC Veta STA FILOMENA	4.0 x 4.5	1+952	3+330		1378	5	128
RAMPA	Inicio XC Veta STA FILOMENA - Etapa 01	4.0 x 4.5	3+330	3+906		576	2	53
CRUCERO	Inicio XC Veta TORRES - Fin XC Veta TORRES	3.0 x 3.0	1+939		124.2	187	1	26
CRUCERO	Inicio XC Veta STA ROSA - Fin XC Veta STA ROSA	3.0 x 3.0	1+952		124.2	398	2	55
CRUCERO	Inicio XC Veta STA FILOMENA- Fin XC Veta STA	3.0 x 3.0	3+330		124.2	345	2	48
CAMARA RC	Camara RC 01	3.5 x 3.0	0+991		207	30	0	4
CAMARA RC	Camara RC 02	3.5 x 3.0	1+784		207	30	0	4
CAMARA RC	Camara RC 03	3.5 x 3.0	2+494		207	30	0	4
CAMARA RC	Camara RC 04	3.5 x 3.0	3+199		207	30	0	4
CHIMENEA RC	Chimena Ventivacion RC 01	2.1 x 2.1	0+991		32	300	2	43
CHIMENEA RC	Chimena Ventivacion RC 02	2.1 x 2.1	1+784		32	350	2	50
CHIMENEA RC	Chimena Ventivacion RC 03	2.1 x 2.1	2+494		32	80	0	11
CHIMENEA RC	Chimena Ventivacion RC 04	2.1 x 2.1	3+199		32	80	0	11
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 1	4.0 x 4.0	0+248		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 2	4.0 x 4.0	0+495		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 3	4.0 x 4.0	0+713		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 4	4.0 x 4.0	0+991		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 5	4.0 x 4.0	1+239		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 6	4.0 x 4.0	1+486		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 7	4.0 x 4.0	1+784		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 8	4.0 x 4.0	2+040		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 9	4.0 x 4.0	2+286		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 10	4.0 x 4.0	2+494		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 11	4.0 x 4.0	2+792		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 12	4.0 x 4.0	2+995		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 13	4.0 x 4.0	3+199		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 14	4.0 x 4.0	3+449		229	30	0	4
CAMARA CARGUIO	Camara Carguio 15	4.0 x 4.0	3+699		229	30	0	4
REFUGIOS	Refugios	2.0 x 2.0			0	117		

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.1. Recursos minerales identificados

Intersecciones de vetas identificadas en la unidad Minera SOTRAMI SA.



*Figura 36: Intersección de la Rampa hacia el Foco Mineralizado.*

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.5.2. Cálculo de recursos medidos Santa Filomena y Santa Rosa

Tabla 25: Recurso identificado o medido

VETA	BLOCK	NIVEL	AREA (m <sup>2</sup> )	ANCHO (m)	Au (Onz/Tc)	Ag (Onz/Tc)	DENSIDAD (T/m <sup>3</sup> )	FACTOR SEGURIDAD	TONELADAS
SANTA FILOMENA	1	8	1440	0.42	0.83	0.62	2.7	80%	1,652
SANTA FILOMENA	2	9	2250	0.42	0.93	1.22	2.7	80%	2,568
SANTA FILOMENA	4	9	1465	0.36	1.46	2.13	2.7	80%	1,432
SANTA FILOMENA	5	8	1960	0.38	0.76	1.29	2.7	80%	2,020
SANTA FILOMENA	7	8	3050	0.34	0.91	2.05	2.7	80%	2,830
SANTA FILOMENA	8	9	1435	0.40	0.76	1.79	2.7	80%	1,548
SANTA FILOMENA	9	11	299	0.91	1.27	0.07	2.7	80%	738
SANTA FILOMENA	10	12	1750	0.91	1.27	0.07	2.7	80%	4,320
SANTA FILOMENA	12	11	2050	0.41	1.50	1.00	2.7	80%	2,251
SANTA FILOMENA	14	11	900	0.47	1.22	1.47	2.7	80%	1,149
SANTA FILOMENA	16	11	1400	0.43	1.09	1.00	2.7	80%	1,634
SANTA FILOMENA	17	12	2000	0.25	1.57	1.85	2.7	80%	1,352
SANTA FILOMENA	20	13	2000	0.73	0.82	0.27	2.7	80%	3,942
SANTA FILOMENA	22	12	2000	0.57	0.94	0.24	2.7	80%	3,086
SANTA FILOMENA	27	13	2000	0.57	0.64	0.62	2.7	80%	3,096
SANTA FILOMENA	30	12	2000	0.47	1.18	0.22	2.7	80%	2,535
SANTA FILOMENA	33	12	2000	0.58	1.12	7.92	2.7	80%	3,105
SANTA FILOMENA	34	13	2000	0.76	0.50	0.89	2.7	80%	4,081
SANTA FILOMENA	35	12	2000	0.76	0.50	0.89	2.7	80%	4,081
SANTA FILOMENA	36	13	2250	0.43	1.34	2.26	2.7	80%	2,594
SANTA FILOMENA	37	12	2500	0.43	1.34	2.26	2.7	80%	2,882
SANTA FILOMENA	39	14	2500	0.39	1.14	0.86	2.7	80%	2,599
SANTA FILOMENA	45	13	2500	0.42	0.74	1.27	2.7	80%	2,806
SANTA FILOMENA	47	13	2500	0.47	1.00	1.55	2.7	80%	3,201
SANTA FILOMENA	49	13	2500	0.67	1.13	2.12	2.7	80%	4,544
SANTA FILOMENA	51	13	2500	0.70	0.90	1.06	2.7	80%	4,754
SANTA FILOMENA	53	13	2500	0.69	1.04	2.26	2.7	80%	4,664
SANTA FILOMENA	55	13	2500	0.52	0.93	1.25	2.7	80%	3,497
SANTA FILOMENA	57	14	2500	1.36	1.68	2.11	2.7	80%	9,180
SANTA FILOMENA	59	14	2500	1.50	0.74	1.92	2.7	80%	10,125
SANTA FILOMENA	61	14	2500	1.68	1.02	2.26	2.7	80%	11,340
SANTA FILOMENA	63	14	2500	1.80	1.12	3.32	2.7	80%	12,150
SANTA FILOMENA	65	14	2500	1.49	1.08	1.56	2.7	80%	10,058
SANTA FILOMENA	67	14	2500	1.38	0.93	2.00	2.7	80%	9,315
SANTA FILOMENA	70	7	2500	0.67	0.79	0.48	2.7	80%	4,532
SANTA FILOMENA	11	11	1620	0.53	0.54	0.06	2.7	80%	2,333
SANTA FILOMENA	42	14	2500	1.46	0.67	0.37	2.7	80%	9,855
SANTA FILOMENA	43	14	2500	1.45	1.08	-	2.7	80%	9,788
SANTA FILOMENA	44	14	2500	1.42	0.61	0.91	2.7	80%	9,585
SANTA FILOMENA	48	14	2500	1.56	0.72	0.65	2.7	80%	10,530
SANTA FILOMENA	52	14	2500	1.48	1.13	1.10	2.7	80%	9,990
SANTA FILOMENA	54	14	2500	1.30	1.15	2.55	2.7	80%	8,775
SANTA FILOMENA	56	14	2500	1.62	0.93	1.25	2.7	80%	10,935
SANTA FILOMENA	58	15	2500	1.65	1.72	2.11	2.7	80%	11,138
SANTA FILOMENA	60	15	2500	1.62	0.74	1.92	2.7	80%	10,935
SANTA FILOMENA	62	15	2500	1.50	0.65	0.72	2.7	80%	10,125
SANTA FILOMENA	64	15	2500	1.63	1.12	3.32	2.7	80%	11,003
SANTA FILOMENA	66	15	2500	1.58	1.08	1.56	2.7	80%	10,665
SANTA FILOMENA	68	15	2500	1.67	0.93	2.00	2.7	80%	11,273
SANTA FILOMENA	71	8	1280	0.67	0.79	0.48	2.7	80%	2,320
SANTA FILOMENA	6	9	3108	0.38	0.58	1.80	2.7	80%	3,163
SANTA FILOMENA	18	11	2083	0.36	0.70	1.26	2.7	80%	2,011
SANTA FILOMENA	19	12	577	0.45	0.65	0.64	2.7	80%	705
SANTA FILOMENA	46	14	528	1.62	0.44	1.83	2.7	80%	2,307
SANTA FILOMENA	50	14	534	1.53	0.49	0.87	2.7	80%	2,206
SANTA FILOMENA	69	8	111	0.84	0.41	1.12	2.7	80%	253
SANTA FILOMENA	3	8	203	0.20	0.93	1.66	2.7	80%	108
SANTA FILOMENA	24	12	232	0.46	0.40	0.07	2.7	80%	291
SANTA FILOMENA	25	13	2500	0.64	0.35	0.18	2.7	80%	4,316
SANTA FILOMENA	23	13	2500	0.59	0.33	0.16	2.7	80%	3,983
SANTA FILOMENA	26	13	2500	0.70	0.30	0.05	2.7	80%	4,725
SANTA FILOMENA	13	12	2500	0.99	0.16	0.31	2.7	80%	6,666
SANTA FILOMENA	15	12	2500	0.66	0.26	-	2.7	80%	4,421
SANTA FILOMENA	28	12	2500	0.54	0.10	0.11	2.7	80%	3,644
SANTA FILOMENA	29	13	2500	0.39	0.27	0.95	2.7	80%	2,622
SANTA FILOMENA	31	13	2500	0.40	0.37	1.27	2.7	80%	2,696



### 4.5.3. Cálculo de recursos indicados de operación Santa Filomena y Santa Rosa

Tabla 26: Recursos indicados

VETA	BLOCK	NIVEL	AREA (m <sup>2</sup> )	ANCHO (m)	u (Onz/Tag)	(Onz/Tc)	DENSIDAD (T/m <sup>3</sup> )	FACTOR SEGURIDAD	TONELADAS
SANTA FILOMENA	100	9	641	0.42	0.93	1.22	2.7		731
SANTA FILOMENA	101	9	1437	0.40	0.76	1.79	2.7		1,551
SANTA FILOMENA	102	11	299	0.91	1.27	0.07	2.7		738
SANTA FILOMENA	103	11	148	0.53	0.54	0.06	2.7		213
SANTA FILOMENA	104	13	2450	0.73	0.82	0.27	2.7		4,829
SANTA FILOMENA	106	12	1520	0.67	0.94	0.24	2.7		2,750
SANTA FILOMENA	111	13	2600	0.86	0.64	0.62	2.7		6,037
SANTA FILOMENA	113	12	2120	0.85	1.12	7.92	2.7		4,865
SANTA FILOMENA	114	13	2360	1.00	0.50	0.89	2.7		6,372
SANTA FILOMENA	115	12	2350	0.76	0.50	0.89	2.7		4,795
SANTA FILOMENA	116	13	2450	0.98	1.34	2.26	2.7		6,483
SANTA FILOMENA	117	12	2450	0.64	1.34	2.26	2.7		4,234
SANTA FILOMENA	120	14	3400	1.40	0.67	0.37	2.7		12,852
SANTA FILOMENA	121	14	2250	1.36	1.08	-	2.7		8,262
SANTA FILOMENA	122	14	1800	1.50	0.61	0.91	2.7		7,290
SANTA FILOMENA	124	14	2500	1.48	0.72	0.65	2.7		9,990
SANTA FILOMENA	126	14	2100	1.50	1.13	1.10	2.7		8,505
SANTA FILOMENA	127	14	1750	1.54	1.15	2.55	2.7		7,277
SANTA FILOMENA	128	13	2340	1.20	0.93	1.25	2.7		7,582
SANTA FILOMENA	129	14	2500	1.53	0.93	1.25	2.7		10,328
SANTA FILOMENA	130	14	2400	1.50	1.68	2.11	2.7		9,720
SANTA FILOMENA	131	15	2500	1.62	1.72	2.11	2.7		10,935
SANTA FILOMENA	132	15	3000	1.66	0.74	1.92	2.7		13,446
SANTA FILOMENA	133	15	2250	1.67	0.65	0.72	2.7		10,145
SANTA FILOMENA	134	14	2450	1.46	1.12	3.32	2.7		9,658
SANTA FILOMENA	135	15	2400	1.56	1.12	3.32	2.7		10,109
SANTA FILOMENA	136	14	2500	1.48	1.08	1.56	2.7		9,990
SANTA FILOMENA	137	15	2300	1.59	1.08	1.56	2.7		9,874
SANTA FILOMENA	138	14	2450	1.40	0.93	2.00	2.7		9,261
SANTA FILOMENA	139	15	2450	1.60	0.93	2.00	2.7		10,584
SANTA FILOMENA	141	7	90	0.67	0.79	0.48	2.7		163
SANTA FILOMENA	142	8	550	0.67	0.79	0.48	2.7		997
SANTA FILOMENA	123	14	2350	1.40	0.44	1.83	2.7		8,883
SANTA FILOMENA	125	14	2450	1.43	0.49	0.87	2.7		9,459
SANTA FILOMENA	140	8	111	0.84	0.41	1.12	2.7		253
SANTA FILOMENA	107	13	1500	0.87	0.51	0.16	2.7		3,524
SANTA FILOMENA	108	13	1654	1.00	0.40	0.07	2.7		4,466
SANTA FILOMENA	109	13	2450	0.91	0.65	0.18	2.7		6,020
SANTA FILOMENA	110	12	1950	0.79	0.75	0.05	2.7		4,159
SANTA FILOMENA	105	13	2360	0.88	0.50	0.04	2.7		5,607
SANTA FILOMENA	112	14	2365	1.39	0.49	0.63	2.7		8,876
SANTA FILOMENA	118	14	2156	1.38	0.43	1.22	2.7		8,033
SANTA FILOMENA	119	14	2200	1.50	0.52	1.11	2.7		8,910
SANTA FILOMENA	143	7	6500	0.48	0.38	1.24	2.7		8,446
SANTA FILOMENA	144	8	950	0.48	0.39	1.24	2.7		1,234
SANTA FILOMENA	Ind 1	11	3421	0.41	1.50	1.00	2.7	80%	3,006
SANTA FILOMENA	Ind 2	11	1895	0.53	0.54	0.06	2.7	80%	2,184
SANTA FILOMENA	Ind 3	8	13905	0.67	0.51	0.93	2.7	80%	19,995
SANTA FILOMENA	Ind 4	11	29373	0.82	1.07	0.16	2.7	80%	52,161
SANTA FILOMENA	Ind 5	8	13905	0.64	0.30	0.10	2.7	80%	19,219
SANTA FILOMENA	Ind 6	8	20855	0.60	1.02	1.91	2.7	80%	26,959
SANTA FILOMENA	Ind 7	14	25512	1.45	0.76	0.80	2.7	80%	79,902
SANTA FILOMENA	Ind 8	14	14293	1.42	1.13	2.04	2.7	80%	43,839
SANTA FILOMENA	Ind 9	9	26528	0.51	0.95	2.77	2.7	80%	29,352
SANTA FILOMENA	Ind 10	5	34676	0.36	0.83	1.65	2.7	80%	27,167



Tabla 28: Recurso Mina Santa Filomena

CATEGORIA DE RECURSOS	Au (Onz/Tc)	Ag (Onz/Tc)
Inferido	0.84	0.91
Indicado	0.78	1.26
Medido	0.80	1.44

Fuente: Área Geología

#### 4.6. Resumen de metrados y precios - proyecto rampa 2340

Tabla 29: Resumen de metrados - proyecto rampa 2340

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	P. U (Dólares)	Programa	US \$
<b>1.00</b>	<b>AVANCES</b>				<b>4,502,967.90</b>
1.01	Rampa 4.0 m x 4.5 m (-12%)	m	746.73	3,906.0	2,916,727.38
1.02	Cámara Carguio 4.0 m x 4.5 m	m	746.73	450.0	336,028.50
1.03	Cruceros Vetas Torres, Sta. Rosa y Sta. Filomena Nv. 14 3.0 m x 3.0 m	m	523.29	930.0	486,659.70
1.04	Camaras RC 3.5 m x 3.0 m	m	523.29	120.0	62,794.80
1.05	Chimenea Raise Climber 2.1 m x 2.1 m	m	642.88	810.0	520,732.80
1.06	Refugio con Jack Leg 2.0 x 2.0	m	168.59	117.0	19,725.03
1.07	Desquinche con JUMBO, Limpieza con SCOOP.	m3	23.51	4,763.6	111,992.24
1.08	Cuneta (40 cm x 40 cm)	m	16.49	2,929.5	48,307.46
<b>2.00</b>	<b>SOSTENIMIENTO</b>				<b>286,774.25</b>
2.01	Instalación de Cimbra de 4.0 m x 4.5 m	pza	1,120.03	75.0	84,002.25
2.02	Perno Split Set de 7'	pza	12.70	3,800.0	48,260.00
2.03	Perno Helicoidal de 7'.	pza	25.69	4,800.0	123,312.00
2.04	Instalacion de Malla Electrosoldada	m2	4.80	6,500.0	31,200.00
<b>3.00</b>	<b>COSTO SERVICIOS</b>				<b>273,700.00</b>
3.01	Alquiler de 03 Ventiladores 60,000 cfm (8 meses)	gl	2,000.00	3.0	42,000.00
3.02	Intalaciones Electricas - Cableado y Subestaciones	gl	231,700.00	1.0	231,700.00
					5,063,442.15
	Imprevistos		10.0%		506,344.22
	<b>TOTAL EJECUCION RAMPA US\$</b>				<b>5,569,786.37</b>

Fuente: Elaboración propia





<u>Equipos</u>	<u>Descripción</u>	<u>Vida Útil</u>	<u>Consumo por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real</u>
				<u>S./</u>	
	Jumbo RB 282	hr.	2.1	496.79	1,020.08
	Scooptram R 1600 g 6.0 Yd3	hr.	1.9	283.18	546.04
	Bomba Achique de agua 15 HP	hr.	4.0	9.44	37.78
	Bomba Sumergible 30 HP	hr.	3.0	13.49	40.48
	Cargador de anfo	hr.	1.0	29.17	29.17
					<b>1,673.55</b>

<u>Suministros:</u>	<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Consumo</u>	<u>Costo Unit</u>	<u>Costo Real</u>
	<b>Aceros de Perforación y Materiales</b>				
	Barras de perforación 16'	p.p	787.20	0.40	363.02
	Brocas de 45 mm	p.p	787.20	0.62	562.44
	Shank Adapter	p.p	787.20	0.13	114.38
	Coopling	p.p	787.20	0.07	60.05
	Rimadora de 89 mm	p.p	39.36	1.52	68.71
	Adapter piloto	p.p	39.36	0.99	44.80
	Copas de Afilado	p.p	787.20	0.24	217.27
	Afiladora de brocas	p.p	314.88	0.10	35.76
	Aislante eléctrico	und	1.00	8.74	10.05
	Tubería de PVC - arrastres	Pza	9.00	10.21	105.64
	Aceite de Perforación	Litro	2.81	6.15	17.30
	Manguera de 1" ( 30 m)	m.	3.60	7.34	30.39
	Reducción de tubo fierro galvanizado de 4" a 2"	pza	1.00	0.08	0.09
	Reducción de tubo fierro galvanizado de 2" a 1"	pza	1.00	0.05	0.06
	válvula esférica de 1"	pza	1.00	4.49	5.17
	Abrazadera Mullenbach de 1/2" con 2 pernos	und	1.00	1.33	1.53
	Abrazadera Mullenbach de 1" con 2 pernos	und	1.00	1.69	1.94
	sujetadores de tuberías	pieza	1.00	8.25	9.49



---

<b>Explosivos y Accesorios</b>				
Dina mita 65% 1 1/2 x 12" (crt)	und	162.00	2.70	503.01
ANFO - Examon	kg	155.00	1.74	310.16
Fanel de 4.2 m	pza	55.00	4.13	261.22
Carmex 2.10	und	2.00	1.80	4.14
Cordon detonante 5P	m.	25.00	0.48	13.80
Mecha rápida (m)	m.	0.50	1.20	0.69
<b>Insumos</b>				
Mangas de Ventilacion 36"	m.	3.60	10.46	43.30
Manga espiralada de 36"	m.	0.30	47.54	16.40
Escalera de aluminio tipo tijera 10 pasos	pza	1.00	28.84	33.17
Alambre N° 8	kg	0.50	2.63	1.51
Manguera de jebe y lona de bombeo de 2"	m.	3.60	11.92	49.35
Reflector 500w	und	1.00	5.20	5.98
Tubería HDPE 4"	m.	3.60	2.85	11.80
Tubería HDPE 2"	m.	3.60	2.50	10.35
Valvula de 4"	und	0.07	45.00	3.73
Valvula de 2"	und	0.07	42.00	3.48
Union rapida de 4"	und	0.07	35.00	2.90
Union rapida de 2"	und	0.07	35.00	2.90
<b>Combustible</b>				
Combustible Jumbo	Gal	1.35	11.00	14.85
Combustible Scooptram	Gal	9.64	11.00	106.06

---

<b>Epp y Herramientas:</b>			
Instalacion de alcayatas (cable y tuberias) sin materiales	und	2.00	7.00
Implementos de seguridad Operación	1.30	5.33	20.36
Implementos de seguridad Supervisión	1.30	1.50	8.56
Herramientas	1.00	1.00	32.65
Lamparas mineras Operación	1.30	5.33	3.64
Lamparas mineras Supervisión	1.30	1.50	3.64
<b>Cuneta (40 cm X 40 cm)</b>			
Perfilado de cuneta			152.27
			<b>3,471.54</b>
			<b>Sub Total Costos 6,847.79</b>
Utilidad			12%
Gatos Generales			15%
<b>Total Indirectos</b>			<b>1,011.19</b>
			<b>1,832.93</b>
			<b>Costo por Disparo 8,680.72</b>
			Factor de Avance (MT) 3.60
			<b>Costo por Metro S./m 2,411.93</b>
			3.23
			<b>Costo por Metro US\$/m 746.73</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.2. Cálculo de costos de perforación con jumbo

Tabla 31: Costo de perforación y limpieza con scoop

Perforación con JUMBO y Limpieza con SCOOP (250 m.)									
Camara Carguio Raise Climber / Bombeo									
<b>Partida</b>	FRENTE SIMPLE								
<b>DAIOS:</b>									
<b>Seccion</b>				<b>Numero de Taladros</b>	<b>38</b>	<b>Consumo de Combustible</b>			
Longitud Taladro:	3.50	3.00		# tal. Vacíos	3	Jumbo RB 282 (Gl/hr)	1.8		
Eficiencia de perforacion	12.00	pies		# tal. Arrastre	5	Scoops 6 Yd3 (Gl/hr)	5		
Long. Neta de perforacion	82%			# tal cargados	35	Traslado Jumbo (hr)	0.75		
Eficiencia de Voladura	3.00	m		Factor expl./tal	2.80				
Avance / disparo	90%			Factor de Avance (kg/m)	43.4				
Sobrerotura	2.70	m		Log. de perforacion	9.84	m			
Volumen	12%	m3		Pies Perforados/Disp	373.92	pies			
Densidad unitaria	31.74	Ton/m3							
	1.51								
Rendimiento del Scoop 6 Yd3	70.00	Ton/Hr							
Rendimiento Jumbo Rocket Boomer 282	472.32	Pies/Hr							
<b>Incluye:</b>	Cuenta, perforacion taladros de servicio, traslado de equipos, traslado de materiales y explosivos.								
<b>Mano de Obra</b>									
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factor de Pago</b>	<b>Total por Guardia</b>	<b>Costo Unit del recurso</b>	<b>Costo Real</b>	<b>S/</b>			
	Operador de Jumbo	1.30	0.67	188.50	163.37				
	Ayudante Operador de Jumbo	1.30	0.67	124.51	107.91				
	Maestro Disprador	1.30	0.67	73.10	63.35				
	Ayudante Disprador	1.30	0.67	68.10	59.02				
	Desatador	1.30	1.00	124.51	161.86				
	Operador de Scooptram	1.30	0.67	161.08	139.60				
	Supervisión Avances				431.18				
		<b>1.30</b>	<b>4.33</b>		<b>1,126.29</b>				



<u>Equipos</u>	<u>Descripción</u>	<u>Vida Útil</u>	<u>Consumo</u> <u>por Guardia</u>	<u>Costo Unit</u> <u>del recurso</u>	<u>Costo Real</u>
<u>Código</u>					<u>S./</u>
<u>Recurso</u>					
	Jumbo RB 282	hr.	1	496.79	393.30
	Scooptram R 1600 g 6.0 Yd3	hr.	1	283.18	193.91
					<b>587.20</b>
<b><u>Suministros:</u></b>					
	<b><u>Aceros de Perforación y Materiales</u></b>				
	<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Consumo</u>	<u>Costo Unit</u>	<u>Costo Real</u>
	Barra de perforación 16'	p.p	373.92	0.40	172.43
	Brocas de 45 mm	p.p	373.92	0.62	267.16
	Shank Adapter	p.p	373.92	0.13	54.33
	Coopling	p.p	373.92	0.07	28.52
	Rimadora de 89 mm	p.p	29.52	1.52	51.53
	Adapter piloto	p.p	29.52	0.99	33.60
	Copas de Afilado	p.p	373.92	0.24	103.20
	Afiladora de brocas	p.p	149.57	0.10	16.99
	Aislante electrico	und	1.00	8.74	10.05
	Tubería de PVC - arrastres	Pza	9.00	10.21	105.64
	Aceite de Perforación	Litro	1.95	6.15	11.99
	Manguera de 1" ( 30 m)	m.	2.70	7.34	22.79
	Reducción de tubo fierro galvanizado de 4" a 2"	pza	1.00	0.08	0.09
	Reducción de tubo fierro galvanizado de 2" a 1"	pza	1.00	0.05	0.06
	válvula esférica de 1"	pza	1.00	4.49	5.17
	Abrazadera Mullenbach de 1/2" con 2 pernos	und	1.00	1.33	1.53
	Abrazadera Mullenbach de 1" con 2 pernos	und	1.00	1.69	1.94
	sujetadores de tuberías	pieza	1.00	8.25	9.49

<b>Explosivos Y Accesorios</b>						
Dinamita 65% 1 1/2 x 12" (crt)	und	90.00	2.70			279.45
Examon	kg	84.00	1.74			168.08
Fanel de 4.2 m	pza	35.00	4.13			166.23
Carmex 2.10	und	2.00	1.80			4.14
Cordon detonante 5P	m.	18.00	0.48			9.94
Mecha rápida (m)	m.	0.50	1.20			0.69
<b>Insumos</b>						
Escalera de aluminio tipo tijera 10 pasos	pza	1.00	28.84			33.17
Alambre N° 8	kg	0.50	2.63			1.51
Reflector 500w	und	1.00	5.20			5.98
<b>Combustible</b>						
Combustible Jumbo	Gal	1.07	11.00			11.76
Combustible Scooptram	Gal	3.42	11.00			37.66
<b>Epp Y Herramientas:</b>						
Instalacion de alcayatas (cable y tuberias) sin materiales	und	2.00	7.00			16.10
Implementos de seguridad Operación	1.30	4.33	20.36			101.48
Implementos de seguridad Supervisión	1.30	1.50	8.56			14.77
Herramientas	1.00	1.00	32.65			37.55
Lamparas mineras Operación	1.30	4.33	3.64			18.14
Lamparas mineras Supervisión	1.30	1.50	3.64			6.28
<b>Cuneta (40 cm X 40 cm)</b>						
Perfilado de cuneta						76.13
						<b>1,885.59</b>
						<b>Sub Total Costos 3,599.08</b>
Utilidad				12%		431.89
Gatos Generales				15%		531.47
<b>Total Indirectos</b>						<b>963.36</b>

<b>Costo por Disparo</b>	<b>4,562.44</b>
Factor de Avance (MT)	2.70
<b>Costo por Metro S/. /m</b>	<b>1,690.22</b>
<b>Costo por Metro US\$/m</b>	<b>3.23</b>

Fuente: elaboración propia

### 4.6.3. Cálculo de costo de perforación con RAISE CLIMBER

Tabla 32: Perforación con RAISE CLIMBER y limpieza con Scoop(250m.)

<u>Partida</u>	Excavación Ch. Equipo Raise Climber		<u>Numero de Taladros</u>	<u>Consumo de Combustible</u>
<u>DATOS:</u>	FRENTE SIMPLE			
<u>Seccion</u>			# tal. Vacios	
Longitud Taladro:	2.10	2.10	3	
Eficiencia de perforacion	<b>8.00</b>	pies	# tal cargados	28 Scoops 6 Yd3 (GL/hr)
Long. Neta de perforacion	<b>87%</b>		Factor expl./tal	1.28
Eficiencia de Voladura	<b>2.12</b>	m	Factor de Avance (kg/m)	9.2
Avance / disparo	<b>95%</b>			
Sobrerotura	<b>2.02</b>	m		
Volumen	<b>15%</b>		Log neta de perforacion	6.96 pies
Densidad unitaria	<b>10.69</b>	m3	Avance/mes	169.3
	<b>1.51</b>	Ton/m3	Pies Perforados/Disp	248
Rendimiento del Scoop	<b>70.00</b>	Ton/Hr	Hrs limpieza	16.1
<b>Incluye:</b>	Perforacion taladros de servicio, traslado de equipos, traslado de materiales y explosivos.			
<u>Mano de Obra</u>			<u>Total por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>
<u>Código Recurso</u>	<u>Factor de Pago</u>	<u>Descripción</u>		<u>Costo Real S./</u>
	1.30	Perforista Alimak	2.00	190.06
	1.30	Ayudante Perforista Alimak	1.00	88.53
	1.30	Mecanico - Electrico	1.00	95.03
	1.30	Soldador - Bodegero - Valvulero	1.00	88.53
		Supervisión Avances		862.36
	<b>1.30</b>		<b>5.00</b>	<b>1,324.51</b>



<u>Equipos</u>	<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Consumo por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real S/.</u>
	Perforadora Stoper	hm	1.38	0.52	0.72
	Equipo Alimak STH-SE	hm	3.00	368.13	1,104.39
	Scooptram R1600 G 6.0 Yd3	hm	0.29	283.18	81.63
					<b>1,186.74</b>
<b><u>Suministros:</u></b>					
<b><u>Aceros de Perforación y Materiales</u></b>					
	Barreno conico 8'	p.p	124.00	0.65	80.60
	Barreno conico 4'	p.p	124.00	0.45	55.80
	Broca de botones descartable 41 mm	p.p	124.00	0.58	71.79
	Broca de botones descartable 38 mm	p.p	124.00	0.41	50.84
	Aceite de Perforacion	Litro	1.50	7.08	10.62
	Manguera de 1" ( 30 m)	m.	2.02	7.34	14.80
	Manguera de 1/2" ( 30 m)	m.	2.02	3.88	7.83
	Reducción de tubo fierro galvanizado de 4" a 2"	pza	1.00	0.08	0.08
	Reducción de tubo fierro galvanizado de 2" a 1"	pza	1.00	0.05	0.05
	válvula esférica de 1"	pza	1.00	4.49	4.49
	Abrazadera Mullenbach de 1/2" con 2 pernos	und	1.00	1.33	1.33
	Abrazadera Mullenbach de 1" con 2 pernos	und	1.00	1.69	1.69
	sujetadores de tuberías	pieza	1.00	8.25	8.25



<b>Combustible</b>									
Combustible Scooptram	Gal	1.44	11.00	15.86					
<b>Explosivos y Accesorios</b>									
Dinamita 65% 7/8" x 7" (crt)	und	229.00	0.75	171.75					
Nonel MS 2.4 m	pza	28.00	4.13	115.64					
Cordon detonante 5P	m.	8.00	0.48	3.84					
Fulminante Electrico	m.	2.00	1.98	3.96					
<b>Epp y Herramientas:</b>									
Implementos de seguridad Operación	1.30	5.00	21.78	108.91					
Implementos de seguridad Supervisión	1.30	1.25	8.56	10.71					
Herramientas	1.00	1.00	28.43	28.43					
Lamparas mineras Operación	1.30	5.00	3.64	18.20					
Lamparas mineras Supervisión	1.30	1.25	3.64	4.55					
				<b>789.98</b>					
			<b>Sub Total Costos</b>	<b>3,301.24</b>					
Utilidad			12%	396.15					
Gatos Generales			15%	487.48					
<b>Total Indirectos</b>				<b>883.63</b>					

<b>Costo por Disparo</b>	<b>4,184.87</b>
Factor de Avance (MIT)	2.02
<b>Costo por Metro S./m</b>	<b>2,076.51</b>
<b>Costo por Metro US\$/m</b>	<b>3.23</b>
<b>Costo por Metro US\$/m</b>	<b>642.88</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.4. Cálculo de costo de perforación con máquina Jack Leg

Tabla 33: Costo perforación de 1m de cuneta de 0.40cm \* 0.40 cm

<b>Perforación con JACK LEG y Limpieza a PULSO</b>						
<u>Partida</u>	Cuneta (40 cm x 40 cm)					
<u>DATOS:</u>	FRENTE SIMPLE	<b>Perforación de Producción</b>	<b>10</b>			
<u>Tipo:</u>	CONVENCIONAL	Taladros producción	<b>10</b>			
Tamaño del Taladro:	2 pies	Taladros Rimados	<b>0</b>			
Avance:	3.60 m	Taladros de alivio arranque:				
<u>Mano de Obra</u>						
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Factor de Pago</u>	<u>Total por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real</u>	
	Maestro Perforista	1.30	0.10	120.85	S./	15.71
	Ayudante Perforista	1.30	0.10	111.71		14.52
	Supervisión Avances					
		<b>1.30</b>	<b>0.20</b>			<b>30.23</b>
<u>Equipos</u>						
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Vida Util</u>	<u>Consumo por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real</u>	
	Maquina Perforadora Jackleg	p.p	20.00	0.52	S./	10.40
						<b>10.40</b>

<u>Suministros:</u>						
<u>Aceros de Perforación Y Materiales</u>						
Barra conica 2'	p.p	20.00	0.36	7.29		
Broca de botones descartable 41 mm	p.p	0.00	0.58	0.00		
Broca de botones descartable 38 mm	p.p	20.00	0.58	11.51		
Aceite de Perforacion	Litro	0.50	6.15	3.08		
Manguera de 1" ( 30 m)	m.	1.00	7.34	7.34		
Manguera de 1/2" ( 30 m)	m.	1.00	3.88	3.88		
<u>Explosivos y Accesorios</u>						
Dinamita 65% 1 1/2 x 12" (crt)	und	20.00	0.74	14.80		
Carmex 1.5	und	10.00	1.80	18.00		
Mecha rápida (m)	m.	5.00	1.20	6.00		
<u>Epp</u>						
Mameluco	und	0.20	68.80	0.08		
Botas	und	0.20	61.59	0.21		
Protector	und	0.20	28.58	0.02		
Tafillete para protector	und	0.20	9.22	0.02		
Guantes	und	0.20	28.07	0.19		
Correa de Seguridad	und	0.20	8.45	0.00		
Tapón de oído	und	0.20	6.88	0.03		
Filtro para respirador	und	0.20	0.89	0.01		
Lámpara	und	0.20	250.00	0.14		
Respirador	und	0.20	75.28	0.08		
Lentes de malla	Und	0.20	26.66	0.09		



<b>Herramientas:</b>			
Implementos de seguridad Operación	1.30	0.20	20.36
Herramientas	1.00	1.00	32.65
Lamparas mineras Operación	1.30	0.20	3.64
			<b>111.64</b>
			<b>Sub Total Costos 152.27</b>
Utilidad			10% 15.23
Gastos Generales			15% 22.48
<b>Total Indirectos</b>			<b>37.71</b>

**Costo Cuneta 189.98**

Factor de Avance (MT) 3.60

**Costo Cuneta S./m 52.77**

3.2

**Costo Cuneta US\$/m 16.49**

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.6.5. Cálculo de costo de perforación refugio con JACK LEG

Tabla 34: Cálculo de costo de perforación de 1m de refugio de 2.0m\*2.0m

<b>Perforación con Jack Leg y Limpieza con SCOOP (250 m.)</b>						
<b>Partida</b>	Excavación de refugio con Jack Leg					
<b>DATOS:</b>	<b>FRENTE SIMPLE</b>					
<b>Seccion</b>	2.00	2.00	<b>Numero de Taladros</b>	<b>23</b>	<b>Consumo de Combustible</b>	
Longitud Taladro:	8.00	pies	# tal. Vacios	1	Scoops 6 Yd3 (GL/hr)	5
Eficiencia de perforacion	87%		# tal cargados	22		
Long. Neta de perforacion	2.12	m	Factor expl./tal	1.28		
Eficiencia de Voladura	95%		Factor de Avance (kg/m)	7.2		
Avance / disparo	2.02	m				
Sobrerotura	11%		Log neta de perforacion	6.96	pies	
Volumen	9.37	m3	Avance/mes	169.3		
Densidad unitaria	1.51	Ton/m3	Pies Perforados/Disp	184		
Rendimiento del Scoop	70.00	Ton/Hr	Hrs limpieza	14.2		
<b>Incluye:</b>	Perforacion taladros de servicio, traslado de equipos, traslado de materiales y explosivos.					
<b>Mano de Obra</b>						
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factor de Pago</b>	<b>Total por Guardia</b>	<b>Costo Unit del recurso</b>	<b>Costo Real</b>	
	Maestro Perforista	1.30	0.50	73.10	S/L	47.52
	Ayudante Perforista	1.30	0.50	68.10		44.27
	Supervisión Avances					258.71
		<b>1.30</b>	<b>1.00</b>			<b>350.49</b>



<u>Equipos</u>	<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Consumo por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real</u> S./
	Perforadora Jack Leg	hm	1.02	0.52	0.53
	Scooptram R1600 G 6.0 Yd3	hm	0.25	283.18	71.58
					<b>72.11</b>
<b><u>Suministros:</u></b>					
<b><u>Aceros de Perforación Y Materiales</u></b>					
	Barreno conico 8'	p.p	92.00	0.65	59.80
	Barreno conico 4'	p.p	92.00	0.45	41.40
	Broca de botones descartable 41 mm	p.p	92.00	0.58	53.26
	Broca de botones descartable 38 mm	p.p	92.00	0.41	37.72
	Aceite de Perforación	Litro	1.50	7.08	10.62
	Manguera de 1" ( 30 m)	m.	2.02	7.34	14.80
	Manguera de 1/2" ( 30 m)	m.	2.02	3.88	7.83
	Reducción de tubo fierro galvanizado de 4" a 2"	pza	1.00	0.08	0.08
	Reducción de tubo fierro galvanizado de 2" a 1"	pza	1.00	0.05	0.05
	válvula esférica de 1"	pza	1.00	4.49	4.49
	Abrazadera Mullenbach de 1/2" con 2 pernos	und	1.00	1.33	1.33
	Abrazadera Mullenbach de 1" con 2 pernos	und	1.00	1.69	1.69
	sujetadores de tuberías	pieza	1.00	8.25	8.25



<b><u>Combustible</u></b>					
Combustible Scooptram	Gal	1.26	11.00	13.90	
<b><u>Explosivos y Accesorios</u></b>					
Dinamita 65% 7/8" x 7" (crt)	und	179.00	0.75	134.25	
Nonel MS 2.4 m	pza	22.00	4.13	90.86	
Cordon detonante 5P	m.	8.00	0.48	3.84	
Fulminante Electrico	m.	2.00	1.98	3.96	
<b><u>Epp y Herramientas:</u></b>					
Implementos de seguridad Operación	1.30	1.00	21.78	21.78	
Implementos de seguridad Supervisión	1.30	1.25	8.56	10.71	
Herramientas	1.00	1.00	28.43	28.43	
Lamparas mineras Operación	1.30	1.00	3.64	3.64	
Lamparas mineras Supervisión	1.30	1.25	3.64	4.55	
					<b>557.22</b>
					<b>Sub Total Costos 979.82</b>
			Utilidad	12%	117.58
			<b>Total Indirectos</b>		<b>117.58</b>

<b>Costo por Disparo</b>	<b>1,097.40</b>
Factor de Avance (MT)	2.02
<b>Costo por Metro S/. /m</b>	<b>544.53</b>
	3.23
<b>Costo por Metro US\$/m</b>	<b>168.59</b>

Fuente: *Elaboración propia*

#### 4.6.6. Cálculo de costo de perforación de desquinche con jumbo

Tabla 35: Costo de perforación con jumbo y limpieza con Scoop

<b>Perforación con JUMBO y Limpieza con SCOOP (250 m.)</b>					
<b>Partida</b>					
Desquinche con JUMBO, Limpieza con SCOOP.					
<b>DATOS:</b>					
FRENTE SIMPLE					
Tipo: TRACKLESS					
Tamaño del Taladro:					
11	pies	Perforación de Producción	40	Jumbo RB 282 (GL/hr)	1.5
40	m3	Taladros Rimados		Scoops 6 Yd3 (GL/hr)	5
Rendimiento:					
Taladros de alivio arranque:				Traslado Jumbo (hr)	1.5
Factor expl./tal				2.82	
<b>Incluye:</b> Traslado de materiales y explosivos.					
<b>Mano de Obra</b>					
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Factor de Pago</u>	<u>Total por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real S./</u>
	Operador de Jumbo	1.30	0.50	188.50	122.53
	Ayudante Operador de Jumbo	1.30	0.50	124.51	80.93
	Operador de Scooptram	1.30	0.50	161.08	104.70
	Supervisión Avances				431.18
				<b>1.50</b>	<b>739.34</b>
<b>Equipos</b>					
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Vida Util</u>	<u>Consumo por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real S./</u>
	Jumbo	hr.	0.82	496.79	408.03
	Scooptram 6.0 Yd3	hr.	0.77	283.18	218.42
					<b>626.45</b>





<b>Herramientas:</b>						
Implementos de seguridad Operación	1.30	1.50	20.36	39.71		
Implementos de seguridad Supervisión	1.30	1.25	8.56	13.92		
Herramientas	1.00	1.00	32.65	32.65		
Lamparas mineras Operación	1.30	1.50	3.64	7.10		
Lamparas mineras Supervisión	1.30	1.25	3.64	5.91		
					<b>1,370.26</b>	
					<b>Sub Total Costos</b>	<b>2,736.05</b>
					10%	273.60
						<b>273.60</b>
					<b>Utilidad</b>	
					<b>Total Indirectos</b>	

<b>Costo por Disparo</b>	<b>3,009.65</b>
Factor de Avance (m3)	40.00
<b>Costo S./ m3</b>	<b>75.24</b>
	3.2
<b>Costo US \$/m3</b>	<b>23.51</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.6.7. Cálculo del costo de instalación de 1 cimbra metálica

Tabla 36: Instalación de cimbras

<b>Cimbra de 2 piezas perfil H6 x 20Lb/pie de 4.0 m Luz x 4.5 m Altura</b>						
<u>Partida</u>	Instalación de Cimbra de 4.0 m x 4.5 m					
<u>DATOS:</u>	FRENTE SIMPLE					<u>Consumo de Combustible</u>
<u>Tipo:</u>	TRACKLESS	1.5	und	Scoops 6 Yd3 (GL/h)	5	
<u>Rendimiento:</u>						
<u>Incluye:</u>	Incluye corte, ampliación de sección, picado de patilla, limpieza, instalación, soldado, empaquetado y traslado de materiales)					
<u>Mano de Obra</u>						
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Factor de Pago</u>	<u>Total por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real</u>	
	Ayudante Cimbrero	1.00	3.00	111.71	S./	335.13
	Maestro Cimbrero	1.00	1.00	159.35		159.35
	Operador de Scooptram	1.00	0.35	161.08		56.38
	Supervisión Sosteniimiento					646.77
		<b>1.00</b>	<b>4.35</b>			<b>1,197.63</b>
<u>Equipos</u>						
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Vida Util</u>	<u>Consumo por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real</u>	
	Scooptram 4.0 Yd3	hr.	0.35	283.18	S./	99.11
						<b>99.11</b>

<u>Suministros:</u>						
<u>Aceros y Materiales</u>						
Cimbra de dos piezas (perfil H6 x 20lb/pie)	und	1.00	1824.00	1,824.00		
Tirantes para cimbra	und	2.00	4.50	9.00		
Bolsacreto	und	150.00	3.20	480.00		
Planchas metalica acanaladas 0.8 m x 1.5m	und	12.00	45.00	540.00		
perno de 3/4"	und	4.00	3.50	14.00		
<u>Combustible</u>						
Combustible Scooptram	Gal	1.75	11.00	19.25		
<u>Herramientas:</u>						
Implementos de seguridad Operación	1.00	4.35	20.36	88.59		
Implementos de seguridad Supervisión	1.00	1.25	8.56	10.71		
Herramientas	1.00	1.00	6.28	6.28		
Lamparas mineras Operación	1.00	4.35	3.64	15.83		
Lamparas mineras Supervisión	1.00	1.25	3.64	4.55		
				<b>3,012.21</b>		
				<b>Sub Total Costos</b>	<b>4,308.95</b>	
				Utilidad	10%	430.90
				Gastos Generales	15%	636.29
				<b>Total Indirectos</b>		<b>1,067.18</b>

<b>Costo por Sostenimiento</b>	<b>5,376.14</b>
Factor de Avance (cimbra)	1.50
<b>Costo por Cimbra S./Pza.</b>	<b>3,584.09</b>
	3.2
<b>Costo por Cimbra US\$/Pza.</b>	<b>1,120.03</b>

Fuente: *Elaboración propia*

#### 4.6.8. Cálculo de costo de instalación de split set

Tabla 37: Pernos SPLIT SET

CÁLCULO DEL COSTO DE INSTALACION DE 1 SPLIT SET									
Split Set de 7'									
<b>Perno Split Set de 7'</b>									
<b>DATOS:</b>	<b>FRENTE SIMPLE</b>		<b>Consumo de Combustible</b>						
<b>Tipo:</b>	TRACKLESS								
Tamaño del Barreno:	10	pies	Jumbo RB 282 (GL/hr)	1.8					
Rendimiento:	120	und	Pies Perforados. 1020	Traslado Jumbo (hr)	0.75				
<b>Incluye:</b>	Traslado de materiales								
<b>Mano de Obra</b>									
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Factor de Pago</u>	<u>Total por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real</u>				
				S./					
	Operador de Jumbo	1.30	0.25	188.50	61.26				
	Ayudante Operador de Jumbo	1.30	0.25	124.51	40.47				
	Desatador	1.30	0.25	161.08	52.35				
		<b>1.30</b>	<b>0.50</b>		<b>101.73</b>				
<b>Equipos</b>									
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Vida Útil</u>	<u>Consumo por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real</u>				
				S./					
	Jumbo RB 282	hr.	2	496.79	1,072.85				
					<b>1,072.85</b>				

<u>Suministros:</u>						
<b><u>Aceros de Perforación y Materiales</u></b>						
Barra conica 10'	p.p	480.00	0.41	198.88		
Broca de botones descartable 38 mm	p.p	480.00	0.58	276.30		
Aceite de Perforación	Litro	1.50	6.15	9.23		
Adaptador de split set - Jumbo	p.p	120.00	2.98	357.31		
Split Set 7 pies	und	120.00	19.83	2,379.60		
Reducción de tubo fierro galvanizado de 4" a 2"	pza	1.00	0.08	0.08		
Reducción de tubo fierro galvanizado de 2" a 1"	pza	1.00	0.05	0.05		
válvula esférica de 1"	pza	1.00	4.49	4.49		
Abrazadera Mullenbach de 1/2" con 2 pernos	und	1.00	1.33	1.33		
Abrazadera Mullenbach de 1" con 2 pernos	und	1.00	1.69	1.69		
<b><u>Combustible</u></b>						
Combustible Jumbo	Gal	0.68	11.00	7.43		
<b><u>Herramientas:</u></b>						
Implementos de seguridad Operación	1.30	0.50	20.36	13.24		
Herramientas	1.00	1.00	6.28	6.28		
Lamparas mineras Operación	1.30	0.50	3.64	2.37		
				<b>3,258.26</b>		
<b>Sub Total Costos</b>				<b>4,432.85</b>		
Utilidad				10%	443.28	
<b>Total Indirectos</b>					<b>443.28</b>	
				<b>4,876.13</b>		
Factor de Avance (split set)				120.00		
<b>Costo Split Set S/. / Pza.</b>				<b>40.63</b>		
				3.2		
<b>Costo Split Set US \$/Pza.</b>				<b>12.70</b>		

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.9. Cálculo de costo de instalación perno helicoidal

Tabla 38: Instalación de perno helicoidal

<b>CALCULO DEL COSTO DE Instalacion de 1 PERNO HELICOIDAL</b>						
<b>Perno Helicoidal de 7´</b>						
<u>Partida</u>	Perno Helicoidal de 7´.					
<u>DATOS:</u>	FRENTE SIMPLE					
<u>Tipo:</u>	TRACKLESS					
Tamaño del Barreno:	10	pies	Jumbo RB 282 (GL/hr)	1.8		
Rendimiento:	100	und	Pies Perforados. 850 Traslado Jumbo (hr)	0.75		
<u>Incluye:</u>	Traslado de materiales					
<u>Mano de Obra</u>						
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Factor de Pago</u>	<u>Total por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real</u>	<u>S./</u>
	Operador de Jumbo	1.30	0.25	188.50	61.26	
	Ayudante Operador de Jumbo	1.30	0.25	124.51	40.47	
	Desatador	1.30	0.25	161.08	52.35	
		<b>1.30</b>	<b>0.50</b>		<b>101.73</b>	
<u>Equipos</u>						
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Vida Util</u>	<u>Consumo por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real</u>	<u>S./</u>
	Jumbo RB 282	hr.	1.8	496.79	894.05	
					<b>894.05</b>	

<u>Suministros:</u>					
<u>Aceros de Perforación y Materiales</u>					
Barra conica 10'	p.p	400.00	0.41	165.74	
Broca de botones descartable 38 mm	p.p	400.00	0.58	230.25	
Aceite de Perforación	Litro	1.50	6.15	9.23	
Adaptador para perno helicoidal	p.p	850.00	2.56	2,174.29	
Perno Helicoidal 7 pies	und	100.00	31.58	3,158.00	
Cartucho de resina	und	200.00	2.35	470.00	
Cartucho de cemento	und	400.00	0.61	242.67	
Reducción de tubo fierro galvanizado de 4" a 2"	pza	1.00	0.08	0.08	
Reducción de tubo fierro galvanizado de 2" a 1"	pza	1.00	0.05	0.05	
válvula esférica de 1"	pza	1.00	4.49	4.49	
Abrazadera Mullenbach de 1/2" con 2 pernos	und	1.00	1.33	1.33	
Abrazadera Mullenbach de 1" con 2 pernos	und	1.00	1.69	1.69	
<u>Herramientas:</u>					
Implementos de seguridad Operación	1.30	0.50	20.36	13.24	
Herramientas	1.00	1.00	6.28	6.28	
				<b>6,477.32</b>	
					<b>Sub Total Costos 7,473.10</b>
	Utilidad		10%	747.31	
	<b>Total Indirectos</b>				<b>747.31</b>

<b>Costo por Sostenimiento</b>	<b>8,220.41</b>
Factor de Avance (Perno Helicoidal)	100.00
<b>Costo PH S/. / Pza.</b>	<b>82.20</b>
	3.2
<b>Costo PH US \$/Pza.</b>	<b>25.69</b>

Fuente: *Elaboración propia*

#### 4.6.10. Cálculo de costo de instalación de MALLA ELECTROSOLDADA

Tabla 39: Instalación MALLA ELECTROSOLDADA de 1m<sup>2</sup>

<b>Malla Electro soldada cocada de 3" x 3"</b>						
<u>Partida</u>	Instalacion de Malla Electro soldada					
<u>DATOS:</u>	FRENTE SIMPLE					
<u>Tipo:</u>	TRACKLESS					
Rendimiento:	110	m <sup>2</sup>	Pies Perforados.	Jumbo RB 282 (GL/hr)	1.8	
				Traslado Jumbo (hr)	0.75	
<u>Incluye:</u>	Traslado de materiales					
<u>Mano de Obra</u>						
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Factor de Pago</u>	<u>Total por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real</u>	<u>S./</u>
	Operador de Jumbo	1.30	0.15	188.50	36.76	
	Ayudante Operador de Jumbo	1.30	0.15	124.51	24.28	
	Desatador	1.30	0.10	161.08	20.94	
		<b>1.30</b>	<b>0.30</b>		<b>61.04</b>	
<u>Equipos</u>						
<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Vida Util</u>	<u>Consumo por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real</u>	<u>S./</u>
	Jumbo RB 282	hr.	0.4	496.79	214.57	
					<b>214.57</b>	



<b>Suministros:</b>					
<b>Materiales</b>					
Malla Electrosoldada	m2	100.00	12.45	1,245.00	
<b>Herramientas:</b>					
Implementos de seguridad Operación	1.30	0.30	20.36	7.94	
Herramientas	1.00	1.00	6.28	6.28	
Lamparas mineras Operación	1.30	0.30	3.64	1.42	
				<b>1,260.64</b>	
<b>Sub Total Costos</b>				<b>1,536.25</b>	
Utilidad				10%	153.63
<b>Total Indirectos</b>					<b>153.63</b>
<b>Costo por Sostentamiento</b>					<b>1,689.88</b>
Factor de Avance (split set)					110.00
<b>Costo Malla ES S/. / m2.</b>					<b>15.36</b>
					3.2
<b>Costo Malla ES US \$/m2.</b>					<b>4.80</b>

Fuente: *Elaboración propia*

#### 4.6.11. Cálculo de costo de servicios auxiliares

Tabla 40: Servicios auxiliares

Partida Servicios Bombeo

Partida

DATOS:

Tipo:

Rendimiento:

<u>Mano de Obra</u>	<u>Descripción</u>	<u>Factor de Pago</u>	<u>Total por Guardia</u>	<u>Costo Unit del recurso</u>	<u>Costo Real S./</u>
	Ayudante Mina	1.30	1.00	106.23	138.09
	Supervision (50%)				64.68
		<b>1.30</b>	<b>1.00</b>		<b>202.77</b>
<u>Suministros:</u>					
	<u>Herramientas:</u>				
	Implementos de seguridad Operación	1.30	1.00	20.36	26.47
	Implementos de seguridad Supervisión	1.30	0.20	8.56	2.23
	Herramientas	1.00	1.00	1.33	1.33
	Lamparas mineras Operación	1.30	1.00	3.64	4.73
	Lamparas mineras Supervisión	1.30	0.20	3.64	0.95
					<b>35.70</b>
				<b>Sub Total Costos</b>	<b>238.48</b>
	Utilidad			10%	23.85
	Gatos Generales			14.77%	35.22
	<b>Total Indirectos</b>				<b>59.06</b>
					<b>297.54</b>
					Factor de Avance (HORA)
					<b>10.00</b>
					<b>Costo por Hora x PERSONA</b>
					<b>29.75</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.12. Resumen de recursos necesario para el proyecto

Tabla 41: resumen de requerimiento equipos

Descripción – Equipos.	Und.	Cantidad
Jumbo Electro-Hidráulico Rocket Boomer 282	Und	1
Scooptram R1600 6.0 yd <sup>3</sup>	Und	1
Camiones-Volquetes 18 m <sup>3</sup>	Und	3
Cargador de ANFO	Und	1
Vehículo utilitario / Personal	Und	1
Vehículos livianos / Camioneta	Und	1
Ventiladores 60,000 cfm – 130 HP	Und	3
Bombas sumergibles de 35 HP	Und	3
Bombas de achique 15 HP	Und	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: recursos necesarios RRHH

Descripción Rrhh	Parcial	Guardias	Cantidad
Op. de Jumbo	1	3	3
Op. de Scoop	1	3	3
Op. de Volquete	3	3	9
Voladura / Servicios	4	3	12
Sobrestante /Capataz	1	3	3
Mantenimiento de equipo	1	3	6
<b>Operación Rampa</b>	<b>11</b>		<b>36</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7. Evaluación Económica.

Para la evaluación económica tomaremos como referencia las vetas identificadas en superficie que tiene un tonelaje inferido de 880 958 TM con una ley de Au 0.78 Oz/tn, en total tiene 687 147.24 millones de onzas de Oro.

Tabla 43: Valor de Veta Mineralizado Santa Filomena Y Santa Rosa

Calculos		
Toneladas de veta filomena y Santa rosa	880958	Tn
Ley de Au	0.78	Oz/Tn
Contenido de Au	687147.24	Oz
Precio de Au	1834.73	\$/Oz
<b>Valor De Veta Mineralizada</b>	<b>1260729656</b>	<b>Dólares</b>

*Fuente: Elaboración propia*

La Veta Filomena Y Santa Rosa tiene en Valor de \$ 1 260 729 656 Dólares. La Rampa tiene un valor de construcción de \$5 569 786.37.

La relación de Beneficio/Costo es calculada en función al costo de al diseño de la Rampa 2340 y su reserva, el valor económico de veta santa filomena y santa rosa, cabe recalcar que para la explotación del yacimiento de las demás vetas principales aún falta realizar las labores de preparación como (Rampas, Accesos, Galerías, Sub niveles) lo cual disminuirá el valor de B/C, sin embargo, para fines de la tesis usaremos solo el valor de la construcción de la Rampa 2340.

$$\frac{B}{C} = \frac{CM}{CR} = \frac{\$ 1\,260\,729\,656}{\$ 5\,569\,786.37} = 226.35$$



$226.35 > 1 =$  el proyecto es rentable económicamente

#### 4.8. Discusiones de los resultados

En las investigaciones realizadas a nivel nacional se encontró a Aquino (2019), en su investigación desarrolló el diseño de la rampa 440 en donde se plantea gradiente de -12 % con sección de 4,0 m x 4,0 m. y una longitud de 893 m. en la minera macdesa, en esta investigación se encontró el diseño rampa y el incremento de producción y con la rampa se determinarán nuevas vetas en la caja piso y se incrementarán las reservas minerales. También Condori (2011), menciona que con el diseño de la rampa se lograra incrementar la reservar de recursos. Este trabajo se concluye económicamente viable con la sección de 4.00 x4.50m. y gradiente -12% y con un diseño adecuado.

En las investigaciones realizadas a nivel nacional se encontró a Quispe (2014), en su investigación de diseño y construcción de la rampa negativa. De la Unidad Minera Arcata, concluye se podrá explotar las reservas minables aún no accesibles y contar con una extracción y transporte dinámico, y bajo costo relativo. También Quispe (2004), menciona que servirá para el transporte de equipos y servicios. Este trabajo también concluye la viabilidad de extracción de reservas aun no accesibles a través de equipos mineros.



## V. CONCLUSIONES

El diseño de la rampa 2340, se opta con sección de 4.00m. X 4.50m., pendiente de -12% con longitud de 3906 metros lineales hasta llegar al nivel 16 de veta santa filomena. Con la propuesta del diseño de la rampa 2340 se logra incrementar la producción diaria a 250 toneladas por día en la Minera SOTRAMI SA.

Con el diseño de la rampa 2340 la capacidad de extracción de mineral es eficiente y dinámico con el transporte de maquinaria camión volquete, al mismo tiempo se reducirá el tiempo de desplazamiento del personal para incrementar la productividad de manera eficiente.

El proyecto tiene una reserva de mineral probada 880,958 toneladas, con ley Au 0.78 Oz/Tn en Veta Santa Filomena y Santa Rosa, con estimación económica US\$ 1,260 729,656.00. Total, de costo a ejecutarse la rampa US\$ 5 569 786.37, con un avance de disparo de 3.60 metros/turno, con costo/disparo US\$ 746.73. el proyecto es económicamente viable y rentable la construcción de la rampa negativa 2340.



## VI. RECOMENDACIONES

Para la construcción de la rampa es necesario evaluar los parámetros técnicos del ciclo minado y es necesario seleccionar personal calificado para la supervisión constante para incrementar la productividad y mejorar la eficiencia de los trabajadores, y asegurar la voladura eficientemente, lo cual será de vital importancia en la ejecución de la rampa 2340.

Para identificar inconvenientes en el proceso de ejecución de la rampa negativa 2340 es necesario realizar la gestión operacional tanto en gabinete y campo con las áreas involucradas para dar un análisis completo de ciclo operacional y garantizar el cumplimiento operacional estandarizado.

Se recomienda profundizar la rampa para lograr explotar los recursos difíciles de acceder, y continuar explorando a lo largo de profundización.



## VII. REFERENCIAS

- Palomino Flores, T. (2013). Análisis técnico - económico de la rampa Milagros en Compañía Minera Poderosa, Universidad Nacional de Ingeniería.*
- Condori Zambrano, E. (2011). Diseño De Construcción de Rampa Subterráneo para Cortar los Mantos Inferiores del Nivel I Mina Ana María – Rinconada, Universidad Nacional Del Altiplano.*
- Geología, (2018) Mina SOTRAMI SA.*
- Turpo Villalba, E. (2014). Planeamiento de Minado para una mejor Explotación del Yacimiento Esperanza de Caraveli. Puno: Facultad de Ingeniería de Minas - Universidad Nacional del Altiplano*
- Pashkin, Eugenio, M. (1980). Construcción de Túneles. Editorial Nedra. Moscú.*
- Hoek, E. (2000). Practical Rock Engineering. RocScience. Toronto. Canada:*
- Bieniawski, Z. T. (1989). Geomechanic classification of rock masses and its application to tunnelinnng. Canadá.*
- Patiño, E. (2002). Sistema de Información para Planeamiento de Producción Minera. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.*
- Gonzáles de Vallejo L.; Ferrer M.; Ortuño L.; Oteo. (2002). Ingeniería Geológica. Madrid. España.*
- Larico Mamani, Y. (2016). Diseño de rampa para la explotación de mantos inferiores de la Empresa Minera S.M. Power S.A.C. Universidad Nacional Del Altiplano*
- Revista seguridad minera. (20 de agosto de 2019). [www.revistaseguridadminera.com](http://www.revistaseguridadminera.com).  
Obtenido de <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/caracteristicas-de-los-pernos-de-roca/>
- EXSA. (2009). Diseño de Voladuras Subterráneos, Túneles y Galerías.*
- Camac Torres, A. (2005). Tecnología de explosivos. Puno: Facultada ingeniería de minas.*



*Herrera Herbert, J., & Plá de la Rosa, F. (2001). Evaluación y Planificación Minera. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.*

*Priest, & Hudson. (1976). Determination and applications of rock quality designation (RQD).*

*Cuenta Chua, E. t. (2002). Planeamiento y Diseño de Minado Subterráneo Veta N°3 sección III Yauliyaco. Puno: Facultad de Ingeniería de Minas - Universidad Nacional del Altiplano*

*Hugo Mendieta Espinoza, F. A. (2017). Guía De Criterios Geomecánicos Para Diseño, Construcción, Supervisión Y Cierre De Labores Subterráneas. Lima, Perú: Nversiones Iakob S.A.C.*

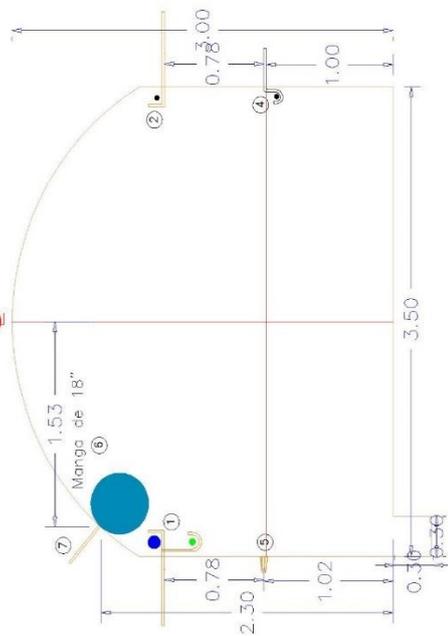
*Guía De Criterios Geomecánicos Para Diseño, C. S. (2017). Osinergmin. Lima: Osinergmin.*



## ANEXOS

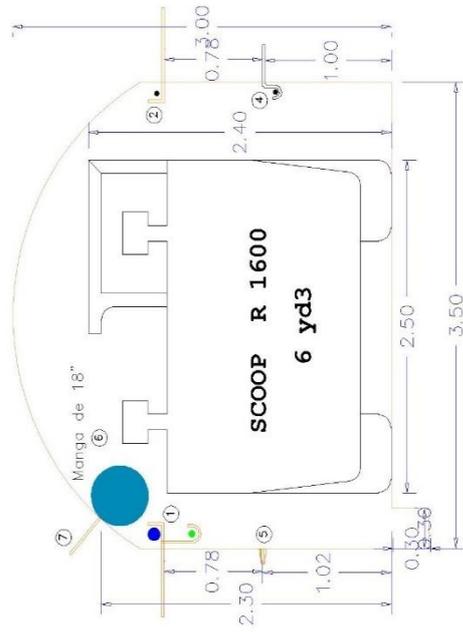


**GAL, XC, BP, 3.5X3.0**  
**C**

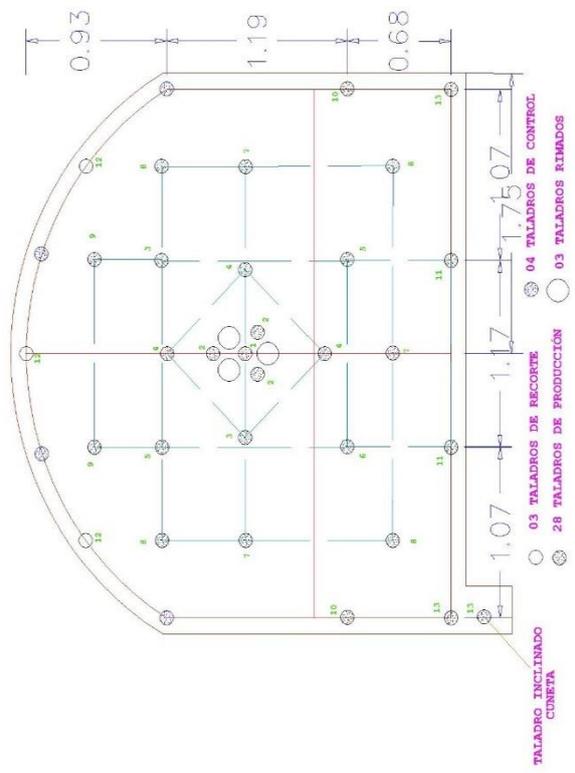


ANEXO: 2

**GAL, XC, BP, 3.5X3.0**



LEYENDA	
1	Alcayota Fe 3/4" x 1/2" tubería de 4" aire (azul) y . 2" agua (verde)
2	Alcayota Fe 1/2" cable eléctrico
4	Alcayotas Fe 1/2" cable de Jumbo y/o Scoop.
5	Taco de madera para gradiente
6	Manga de ventilación 2.4" Ø
7	Percusión 60 cm para instalación de línea mensajera para manga



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

DESIGNO DE RAMPA NEGATIVA 2300 PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION Y MEJORA EL SISTEMA DE EXTRACCION DE MINERAL EMPRESA MINERA SOTRAMA S.A

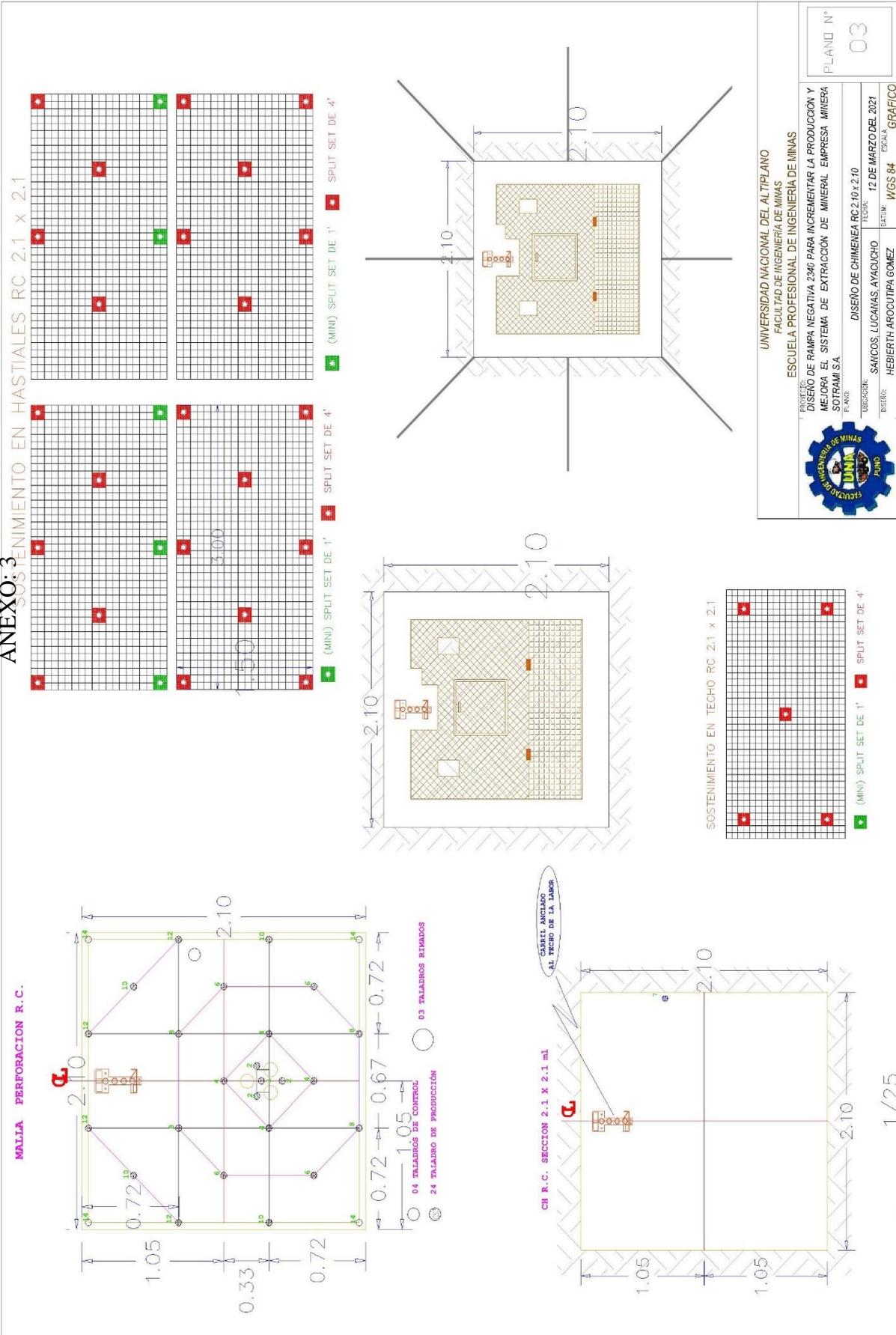
TITULACION: SANCOS, LUCANAS, AYACUCHO  
FECHA: 12 DE MARZO DEL 2021

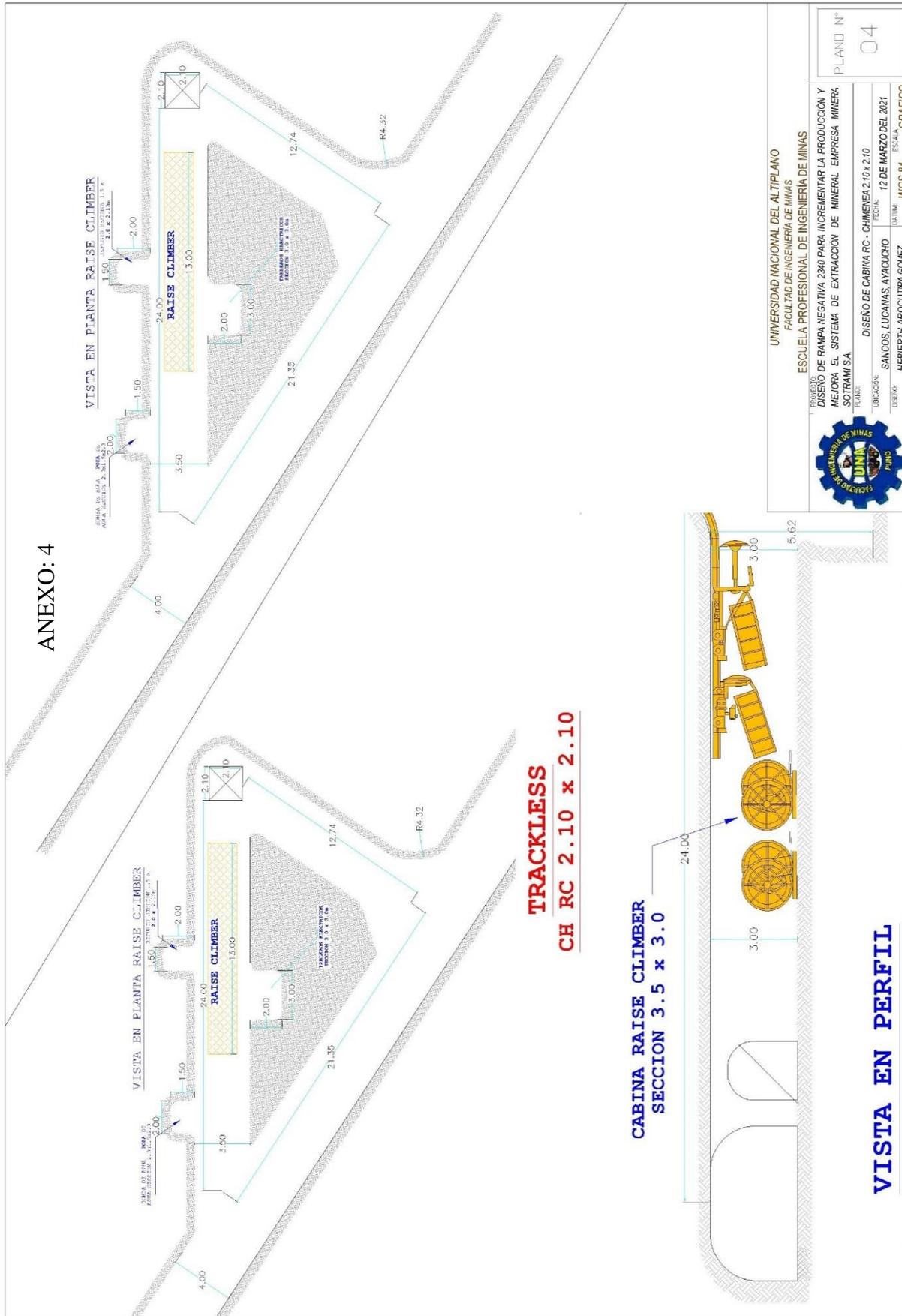
ISSUE: HEBERTH AROCUTIPA GOMEZ  
AUTOR: WGS 84

PLANO N°

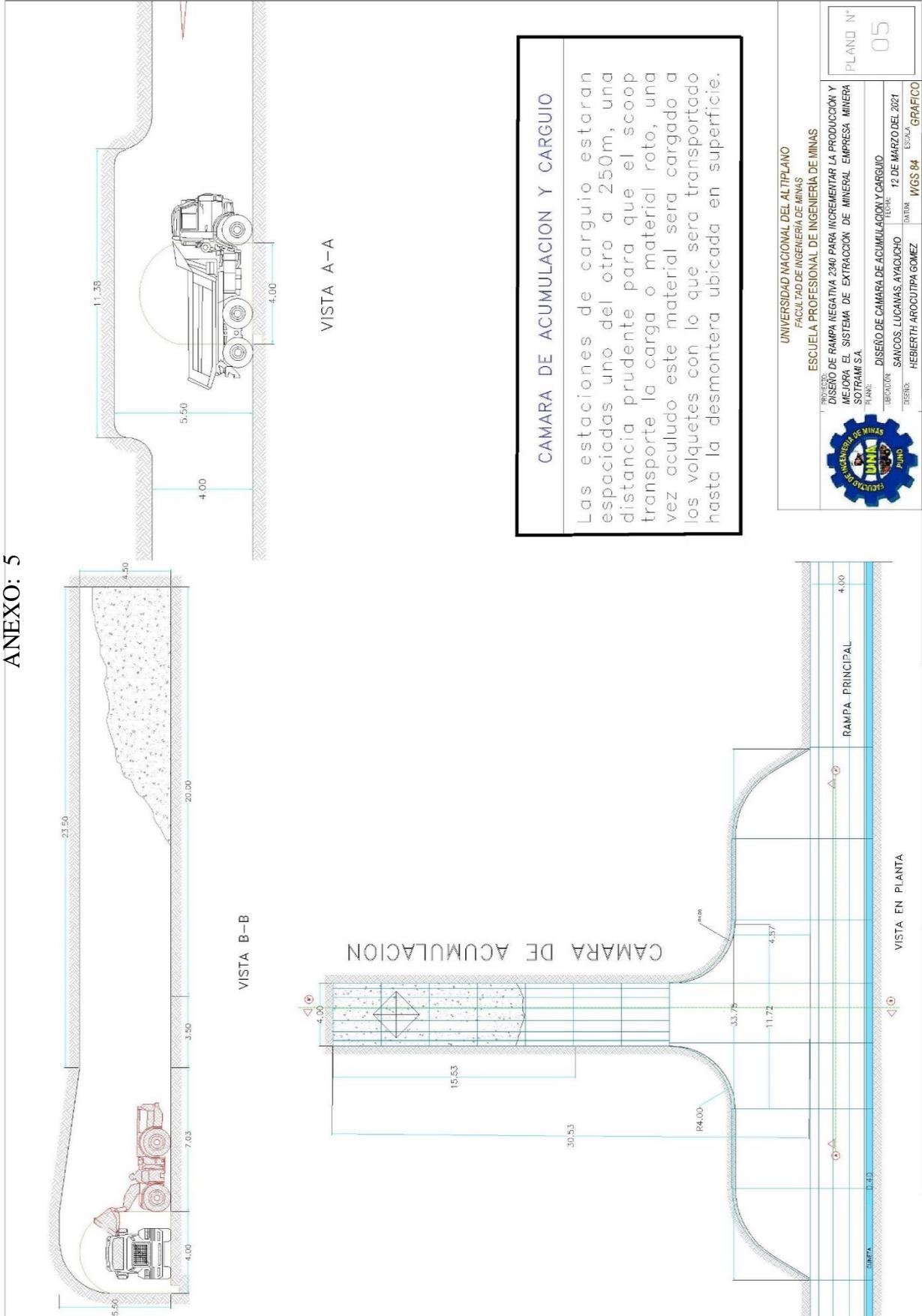
02

**ANEXO: 3**  
SOSTENIMIENTO EN HASTIALES RC 2.1 x 2.1

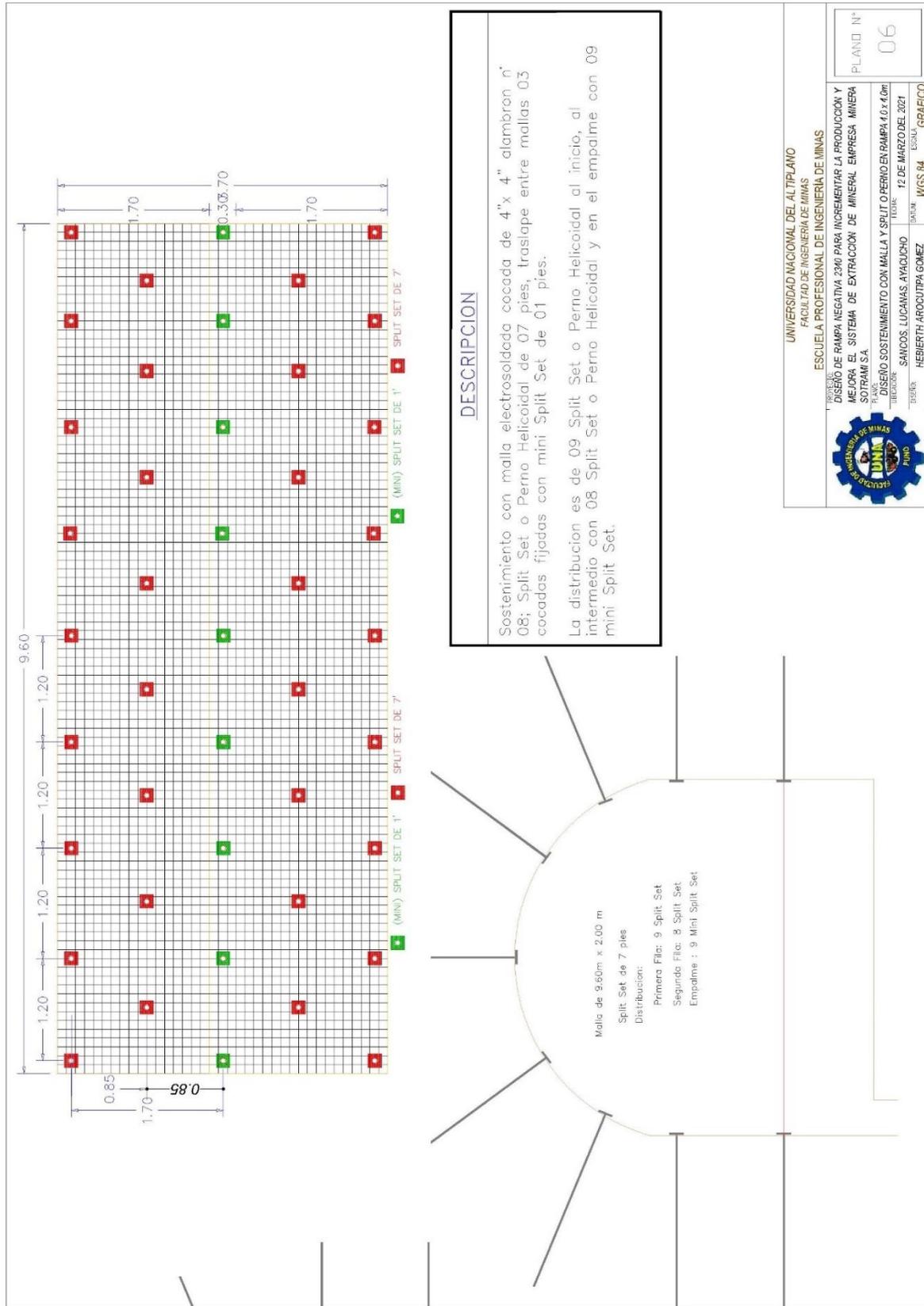




ANEXO: 5



ANEXO: 6



**DESCRIPCION**

Sostenimiento con malla electrosoldada cocada de 4"x 4" alambren n° 08; Split Set o Perno Helicoidal de 07 pies, traslape entre mallas 03 cocadas fijadas con mini Split Set de 01 pies.

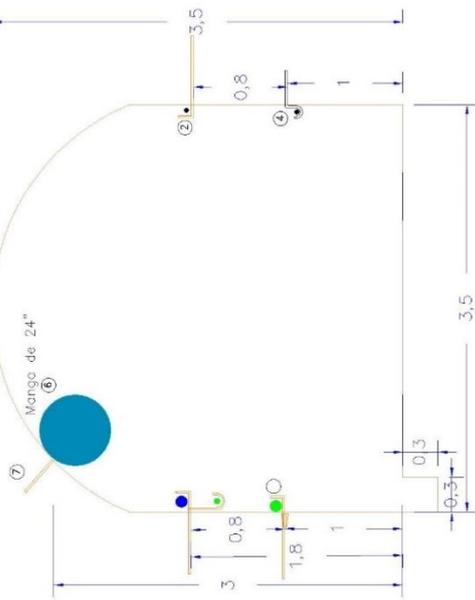
La distribución es de 09 Split Set o Perno Helicoidal al inicio, al intermedio con 08 Split Set o Perno Helicoidal y en el empalme con 09 mini Split Set.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS	PLANO N° <b>06</b>
		PROYECTO: DISEÑO DE RAMPA NEGATIVA 2% PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN Y MEJORA EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MINERAL EMPRESA MINERA SOTRAMI S.A. PLANTA: DISEÑO SOSTENIMIENTO CON MALLA Y SPLIT O PERNO EN RAMPA 4.0 x 4.0m	
		UBICACIÓN: SANCOS, LUCANAS, AYACUCHO TÍTULO: DISEÑO SOSTENIMIENTO CON MALLA Y SPLIT O PERNO EN RAMPA 4.0 x 4.0m FECHA: 12 DE MARZO DEL 2021	
		DISEÑO: HEBIERTH AROCUTIPA GOMEZ DIBUJO: WGS 84 ESCALA: GRAFICO	

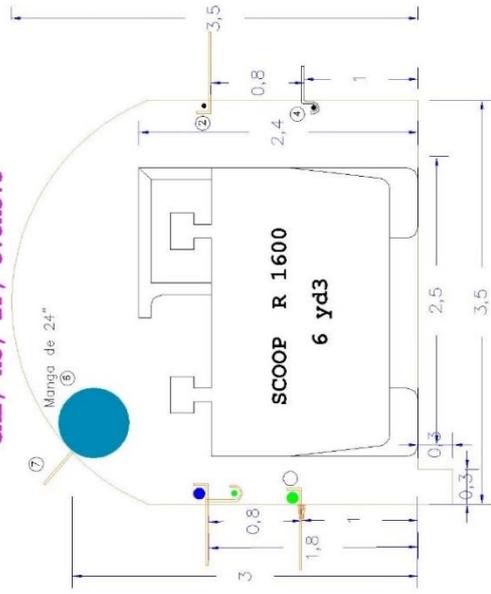


ANEXO: 08

GAL, XC, BP, 3.5X3.5



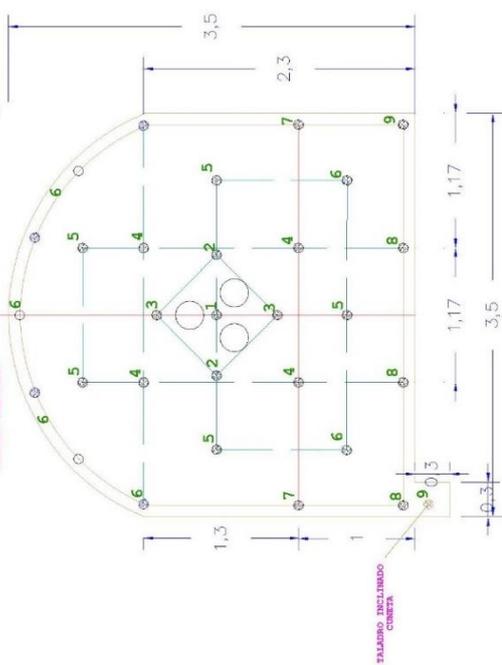
GAL, XC, BP, 3.5X3.5



MALLA DE PERFORACIÓN  
RP, XC, GAL, BP 3.5 X 3.5 ml

ROCA MEDIA

03 TALADROS DE RECORTE  
04 TALADROS DE CONTROL  
23 TALADROS DE PRODUCCIÓN  
03 TALADROS BIVADOS



LEYENDA

1. Acopio Fe 3/4", 1/2" tubería de 2" abra (azul) y 2" agua (verde)
2. Alcantara Fe 1/2" cable eléctrico
3. Alcantara Fe 1/2" cable de lumbos 1/2 Scoop.
4. Tapa de mascar para adelante
5. Manga de ventilación 24"
6. Perforación 60 cm para instalación de línea mesajera para manga

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

---

PROYECTO: DISEÑO DE RAMPA NEGATIVA 2340 PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN Y MEJORA EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MINERAL EMPRESA MINERA SOTRAMI S.A.

PLANO N° 08

---

ELABORADOR: SANCOS, LUCANAS, AYACUCHO  
DISEÑO: HEBERTH AROCUTIPA GOMEZ

FECHA: 12 DE MARZO DEL 2021  
ESCALA: WGS 84 GRAFICO

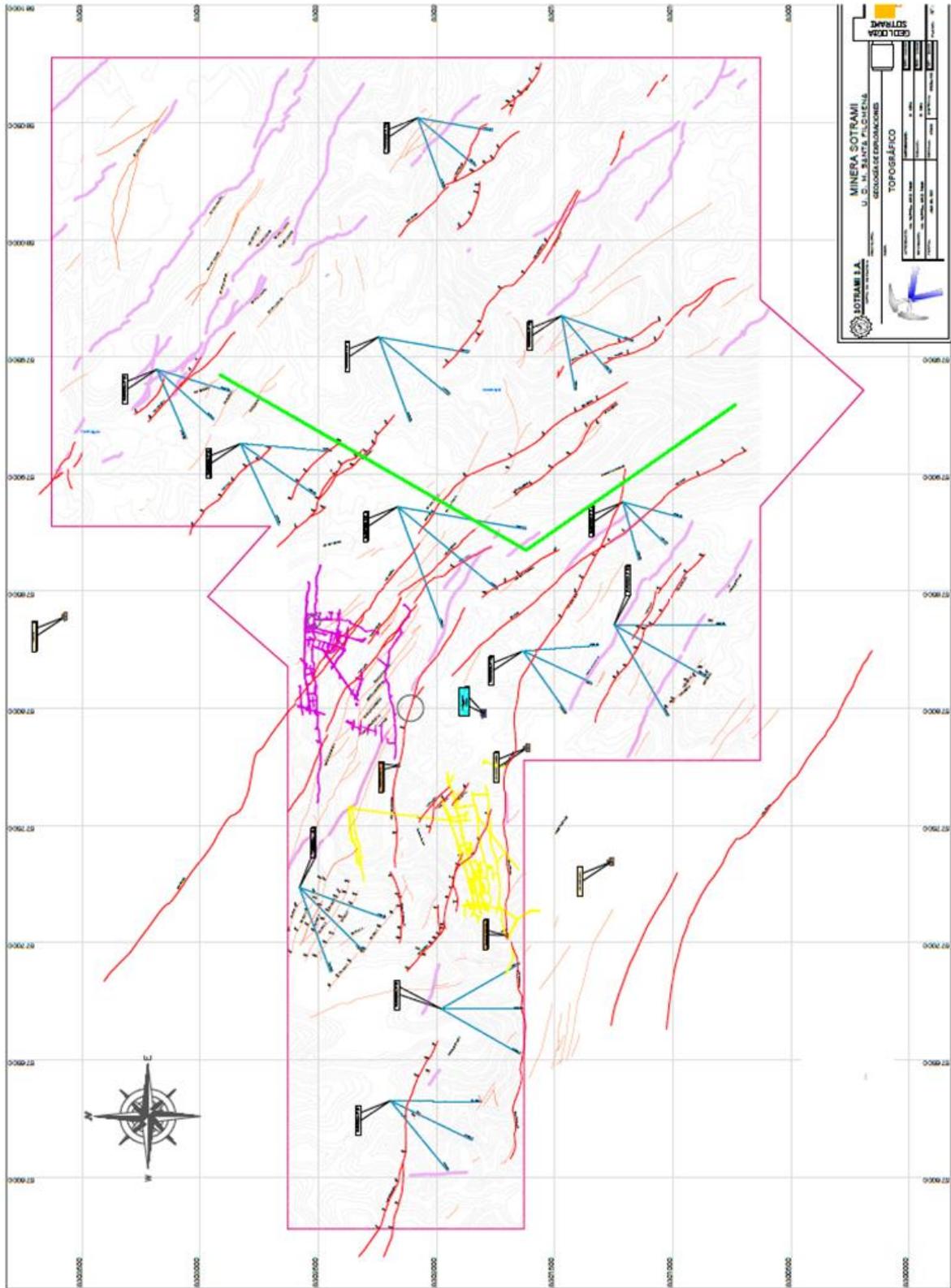
ANEXO: 09

Muestreo de vetas de exploración

Veta	Longitud (Km)	Ancho (m)	Buzamientos	Mineral	Mineral	Valores Geoquimicos Maximos				
				De Mena	De Ganga	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
Filomena	2.5	0.60	70° NE	-	Qz gris, lim,	16.3	2.3	2950	16	68
Filomena Sur	0.6	0.40	65° NE	-	Py, G, J	-	-	-	-	-
Sta. Rosa	3.0	1.10	65° NE	-	Qz, Py, G, J	6.0	1.10	932	20	100
Sta. Rosa 1	1.5	0.70	62° NE	-	Qz, G	15.7	1.20	443	67	56
Sta. Rosa 2	0.5	0.30	62° NE	-	Qz, Lim	19.5	3.60	1870	4710	114
Sta. Rosa- N	1.2	0.70	72° NE	-	G, He, J, Qz	4.39	0.60	404	8	94
Perseguida	1.3	0.26	54° N	-	Qz, Py	0.08	9.2	41	2470	7
Rene	0.6	0.25	62° NE	-	Qz, He, G	39.5	3.8	1685	8	63
Perdida	0.3	0.15	70° NE	-	Qz. Lim	0.20	0.60	299	8	65
Nazareno	0.9	0.40	66° NE	-	Qz, G, He, J	8.95	5.3	612	19	33
San Jorge	1.4	0.40	76° NE	-	Qz, Lim	8.58	2.40	2430	18	46
San Juan	0.3	0.25	60° NE	-	Qz, He	3.75	0.6	414	5	70
San Juan 1	0.15	0.20	61° NE	-	Qz	2.81	0.60	107	2	48
San Juan 2	0.15	0.25	68° NE	-	Qz	5.94	1.10	491	3	62
Lucas	1.5	0.30	70° NE	-	Qz, He, G	11.25	303	521	62	97
Torres	1.5	0.15	66° NE	-	Qz, He, G, J	11.35	3.90	662	11	96
San Jose	0.9	0.07	72° NE	-	Qz	23.40	2.3	327	22	48
Bolívar	0.7	0.40	70° NE	-	Qz, Ox. Fe.	20.30	1.20	414	30	41
Aurora	0.45	0.35	70° NE	-	Qz	19.5	2.7	1570	4710	63
Lady	0.5	2.00	65° NE	-	Qz, He, G, J	3.85	-	-	-	-
Española	0.5	0.20	75° NE	-	Qz	1.04	0.6	127	6	41
Raul	0.2	2.00	67° NE	-	Qz	9.24	1.0	113	179	77

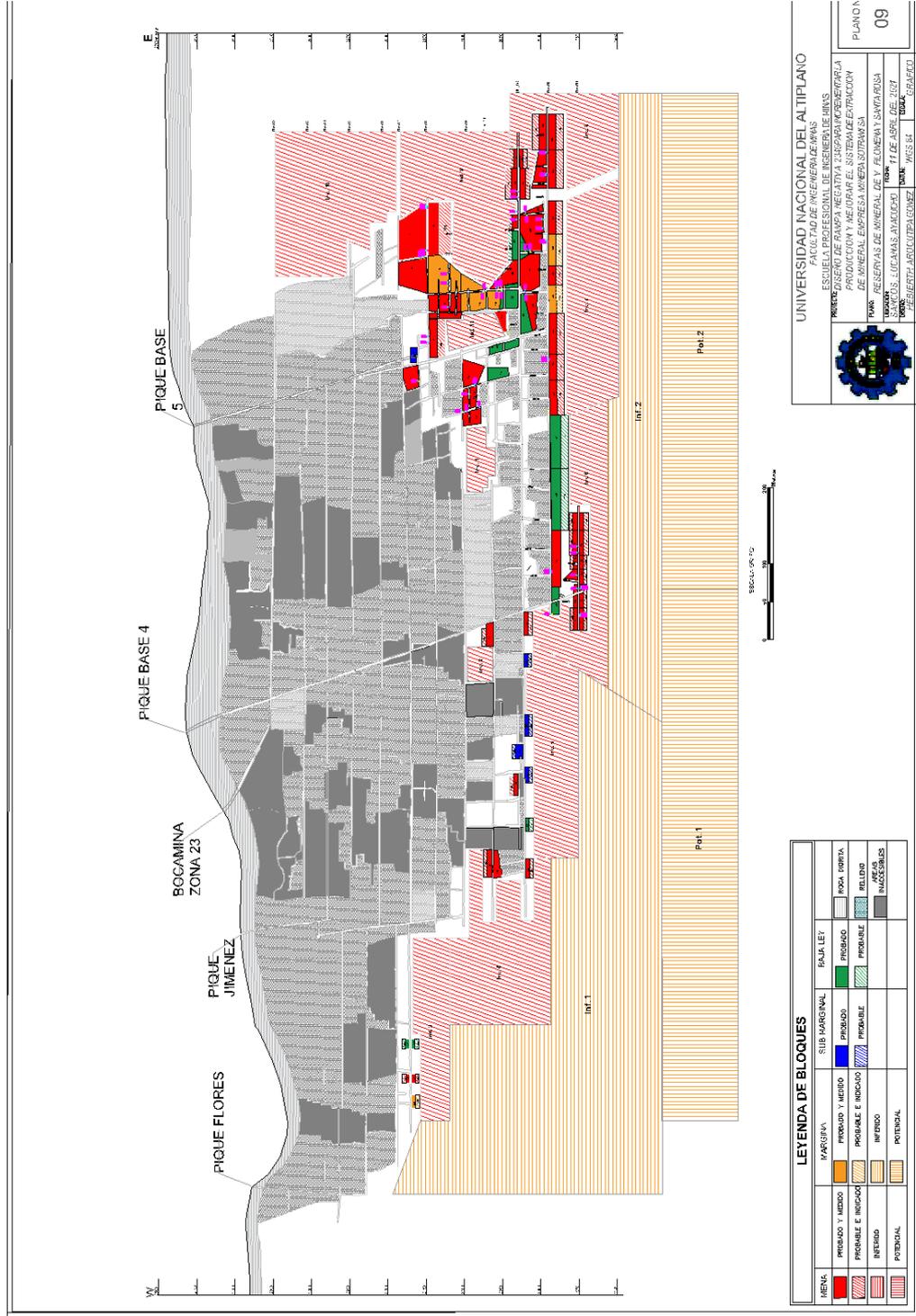
ANEXO: 10

Plano de vetas identificados de exploración



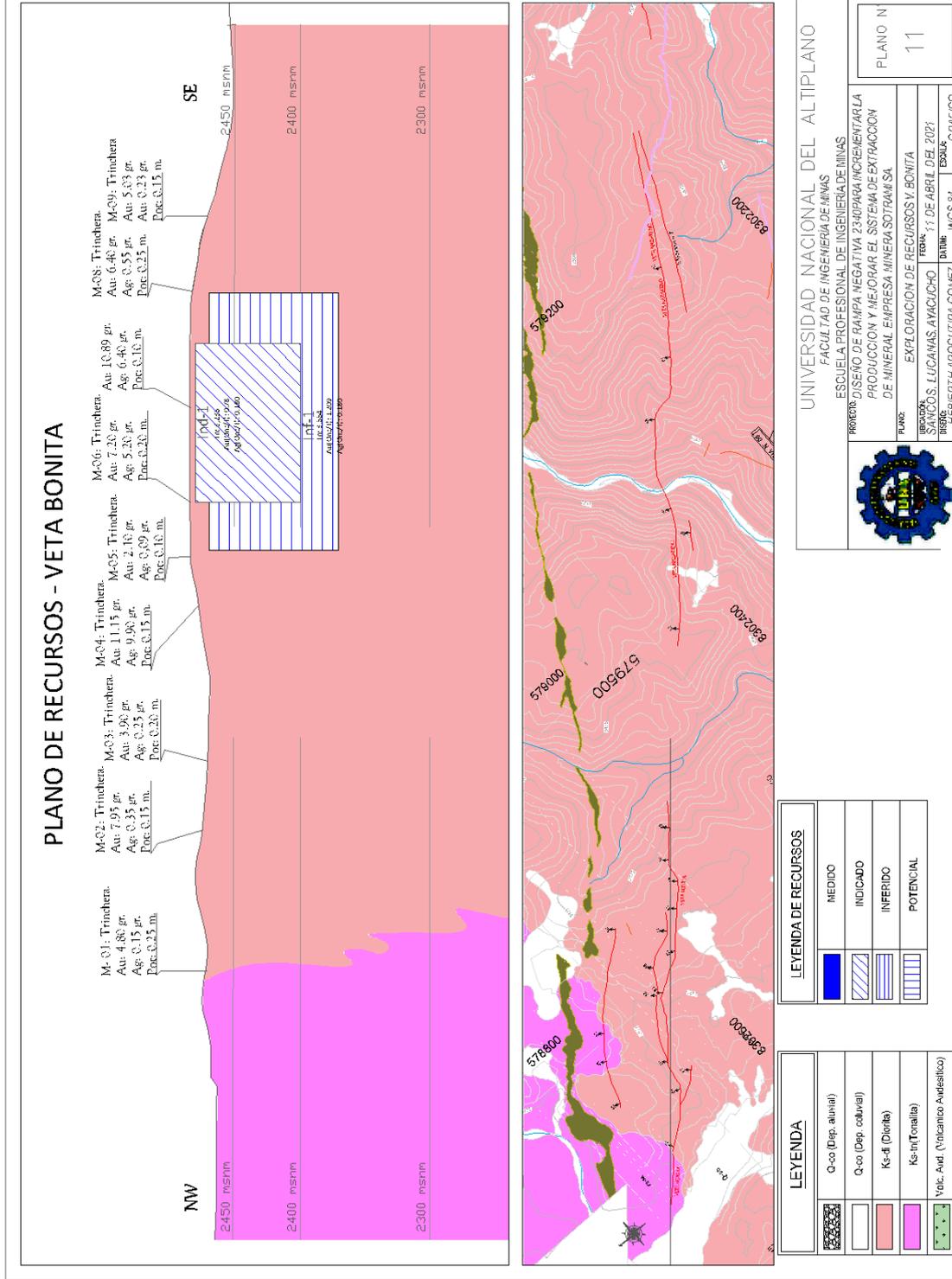
ANEXO: 11

Plano de Reserva de Veta Filomena y Santa Rosa





ANEXO: 13  
Plano de Reserva de Veta Filomena y Santa Rosa al piso





ANEXO: 14

Vista fotográfica de la rampa 2340



Anexo: 15

Imagen satelital de la concesión

