

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**TESIS**

**CONSTRUCCION DE LA RAMPA CHARITO DE LA ZONA II EN LA  
MEJORA DEL CIRCUITO DE VENTILACION EN LA UEA TAMBOJASA DE  
LA MINA CARAVELI SAC-AREQUIPA**

**PRESENTADO POR:**

**Br. YOSEPH MENDOZA VELAZQUE**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO DE MINAS**

**ASESOR:**

**Mgt. RAIMUNDO MOLINA DELGADO**

**CUSCO-PERÚ**

**2025**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor ..... RAIMUNDO MOLINA DELGADO .....  
..... quien aplica el software de detección de similitud al  
trabajo de investigación/tesis titulada: ..... CONSTRUCCION DE LA RAMPA .....  
..... CHARITO DE LA ZONA II EN LA MEJORA DEL CIRCUITO DE .....  
..... VENTILACION EN LA UEA TANBOJASA DE LA MINA .....  
..... CARAVELI SAC - AREQUIPA .....

Presentado por: ..... JOSEPH TIENDORA VELAZQUE ..... DNI N° ..... 46947268 .....  
presentado por: ..... DNI N°: .....  
Para optar el título Profesional/Grado Académico de ..... INGENIERO DE MINAS .....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por ..... 3 ..... veces, mediante el  
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**  
**Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de ..... 8 ..... %.

### Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto  
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 19 de ..... NOVIEMBRE ..... de 20..25.....

Firma

Post firma RAIMUNDO MOLINA DELGADO

Nro. de DNI. 23912083

ORCID del Asesor. 0000-0003-0293-2700

### Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:529962067

# YOSEPH MENDOZA VELAZQUE

## CONSTRUCCION DE LA RAMPA CHARITO DE LA ZONA II EN LA MEJORA DEL CIRCUITO DE VENTILACION EN LA UEA TA...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::27259:529962067

134 páginas

Fecha de entrega

19 nov 2025, 7:40 a.m. GMT-5

15.490 palabras

Fecha de descarga

19 nov 2025, 7:54 a.m. GMT-5

81.313 caracteres

Nombre del archivo

TESIS YOSEPH MENDOZA VELAZQUE.docx

Tamaño del archivo

11.2 MB



## 8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
565 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## DEDICATORIA

*A cristo dios, por alumbrar mis pasos y darme  
convicción para alcanzar esta meta. Su guía ha  
sido fundamental para culminación del  
proyecto.*

*“Mis seres queridos por el cariño y apoyo  
constante a lo largo de este camino. Su fe en  
mí me ha impulsado a superar cada  
obstáculo y alcanzar esta meta”.*

*Yoseph Mendoza Velazque*

## **AGRADECIMIENTO**

*Expreso un profundo agradecimiento a la UNSAAC por brindarme la oportunidad de formación académica y acompañamiento durante esta etapa educativa.*

*Mi más aprecio de la Escuela Académica de Ing. de Minas por compartir sus saberes, valores y trayectoria, contribuyendo significativamente al desarrollo profesional.*

*Agradezco sinceramente el apoyo incondicional de mis padres y hermano, quienes estuvieron presentes en todo momento durante este proceso formativo, demostrando afecto y acompañamiento constante.*

*Yoseph Mendoza Velazque*

## RESUMEN

El presente estudio, Construcción de la rampa Charito de la Zona II en la mejora del circuito de ventilación en la UEA Tambojasa de la mina Caraveli SAC-Arequipa, el aprovechamiento de minerales en la Unidad Económica Administrativa Tambojasa se encuentra en constante avance y apertura de nuevos frentes de trabajo esto requiere planificar e iniciar trabajos con la finalidad de mantener la producción; esta situación hace que las condiciones termo ambientales no sean las óptimas lo cual repercute en los rendimientos de equipos y trabajadores, por ello en cumplimiento de la normas vigentes del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería y lo establecido en Anexo 38 del (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017) se debe garantizar el suministro de aire limpio al interior mina. La finalidad de este estudio es mejorar el circuito de ventilación con la construcción de la rampa Charito el cual se ubica entre los niveles operativos 1580 y 1520 para garantizar condiciones termo ambientales confortables en la UEA Tambojasa. Los resultados del estudio muestran que con la construcción de la rampa y la instalación de un ventilador de capacidad 45 KCFM se mejora las condiciones termo ambientales en el NV 1520 en un 64%. Además de cumplir con la el oxígeno mínimo requerido según normativa  $<19.5\%$  con temperaturas ambientales promedio de  $27.18^{\circ}\text{C}$ .

**Palabras Claves:** Construcción de rampa, Cobertura de aire, Caudal, Rampa Charito.

## **ABSTRACT**

This study, "Construction of the Charito Ramp in Zone II for the Improvement of the Ventilation Circuit at the Tambojasa Economic Administrative Unit of the Caraveli SAC Mine in Arequipa," addresses the fact that mineral extraction at the Tambojasa Economic Administrative Unit is constantly progressing and opening new work fronts. This necessitates planning and initiating work to maintain production. However, this situation results in suboptimal thermo-environmental conditions, impacting equipment and worker performance. Therefore, in compliance with current regulations of the Occupational Safety and Health Regulations in Mining and the provisions of Annex 38 of (Supreme Decree No. 024-2016 EM and its amendment in Supreme Decree No. 023-2017-EM "Occupational Safety and Health Regulations in Mining", 2017), the supply of clean air inside the mine must be guaranteed. The purpose of this study is to improve the ventilation system by constructing the Charito ramp, located between operating levels 1580 and 1520, to ensure comfortable thermal and environmental conditions at the Tambojasa Agricultural Experiment Station. The study results show that the construction of the ramp and the installation of a 45 KCFM fan improve the thermal and environmental conditions at operating level 1520 by 64%. Furthermore, it achieves compliance with the minimum oxygen requirement of  $<19.5\%$  according to regulations, with average ambient temperatures of  $27.18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Keywords:** Ramp construction, Air coverage, Flow rate, Charito ramp.



## CONTENIDO GENERAL

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
RESUMEN .....	IV
ABSTRACT.....	V
CONTENIDO GENERAL.....	VI
INDICE DE TABLAS .....	XII
INDICE DE CUADROS.....	XIV
INDICE DE FIGURAS.....	XIV
ANEXOS .....	XVI
ABREVIATURAS Y SIMBOLOS.....	XVII
INTRODUCCION .....	1
CAPITULO I: .....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1. Descripción de la Realidad Problemática .....	3
1.2. Formulación del Problema.....	4
1.2.1. Problema General .....	4
1.2.2. Problemas Específicos .....	5
1.3. Objetivos de Investigación.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5

1.3.2. Objetivos Específicos .....	5
1.4. Justificación e Importancia de Investigación .....	5
1.4.1. Justificación .....	5
1.4.2. Importancia de Investigación.....	6
1.5. Limitaciones.....	6
1.6. Hipótesis .....	8
1.6.1. Hipótesis General.....	8
1.6.2. Hipótesis Específicos .....	8
1.7. Operacionalización de Variables .....	9
CAPITULO II: .....	10
MARCO TEORICO.....	10
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	10
2.1.1. Antecedente Internacional .....	10
2.1.2. Antecedente Nacional .....	11
2.2. Marco Contextual.....	12
2.2.1. Ubicación Geográfica .....	12
2.2.2. Acceso a la Unidad Minera.....	12
2.2.3. Geología Regional .....	12
2.2.4. Geología Local.....	15
2.2.5. Geología Económica.....	17

2.2.6. Reservas de Minerales Probadas y Probables.....	17
2.2.7. Características Técnicas de Minado en Tambojasa .....	18
2.2.8. Ciclo de Minado.....	20
2.2.9. Procesamiento de Mineral .....	22
2.3. Bases Teóricas-Conceptuales.....	22
2.3.1. Tipos de Labores Mineras Subterráneas .....	22
2.3.2. Diseño en Rampas .....	23
2.3.3. Tipos de Rampa .....	26
2.3.4. Base Legal para la Ventilación en Interior Mina .....	27
2.3.5. Cálculo de Requerimiento de Cobertura de Aire.....	27
CAPITULO III:.....	32
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....	32
3.1. Método, Tipo y Alcance de la Investigación .....	32
3.1.1. Tipo Investigación .....	32
3.1.2. Enfoque de Investigación.....	32
3.1.3. Nivel de Investigación .....	33
3.1.4. Diseño de Investigación.....	33
3.2. Población y Muestra .....	33
3.2.1. Población .....	33
3.2.2. Muestra .....	33

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	34
3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos.....	34
3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos .....	34
3.3.3. Recursos para análisis de datos.....	34
CAPITULO IV .....	35
RESULTADOS Y DISCUSION .....	35
4.1. Aspectos Técnicos para la ejecución de la Rampa Charito. ....	35
4.2. Geomecánica del macizo rocoso para el diseño de rampa.....	36
4.2.1. Determinación del RMR de Bienawsky. ....	36
4.3. Diseño y Ejecución de la Rp Charito.....	54
4.3.1. Diseño de la Rampa Charito. ....	54
4.3.1.1. Pendiente de Rampa.....	55
4.3.1.2. Dimensionamiento de Sección de la Rampa.....	59
4.3.1.3. Curvatura de la Rampa. ....	61
4.3.1.4. Longitud de Rampa.....	64
4.3.1.5. Declive y Peralte en la Rp.....	65
4.3.2. Aspectos Técnicos de Construcción de la Rampa Charito. ....	65
4.3.2.1. Parámetros de Perforación. ....	65
4.3.2.2. Parámetros de Voladura.....	69
4.3.3. Evaluación del Requerimiento de Aire .....	70

4.3.3.1. Caudal de aire requerido para la ejecución de la Rampa Charito .....	70
4.3.3.2. Requerimiento de Aire por Trabajadores.....	70
4.3.3.3. Requerimiento de Aire por Equipos Petroleros .....	71
4.3.3.4. Requerimiento de Aire por Temperatura .....	72
4.3.3.5. Requerimiento de Aire por Consumo de Madera .....	73
4.3.3.6. Requerimiento de Aire por Fugas .....	74
4.3.3.7. Requerimiento de Aire para Construcción de la Rampa.....	75
4.3.4. Diseño del Sostenimiento en la Rampa Charito .....	77
4.3.5. Costos Unitarios de Operación. ....	78
4.3.5.1. Costo de Perforación. (\$/ml).....	78
4.3.5.2. Costo de Voladura. (\$/ml).....	80
4.3.5.3. Costo de Sostenimiento (\$/ml) .....	82
4.3.5.4. Resumen Global de Costos. ....	85
4.4. Periodo y Costo Total de Construcción de la Rampa Charito. ....	85
4.5. Evaluación de Aspectos Técnicos de Ventilación de la Zona II.....	86
4.5.1. Caudal de Aire Global en la Zona II.....	86
4.5.2. Determinación de Aforos de Aire Zona II .....	87
4.5.3. Análisis de Velocidades y Temperatura de los Niveles 1580 Y 1520.....	89
4.6. Plan de Implementación de Ventilación en la Rampa Charito. ....	92
4.6.1. Aspectos que influyen en la Selección de Ventilador.....	95

4.6.2. Costo de Implementación del Circuito de Ventilación entre el Nv 1580-1520.	95
4.6.2.1. Costo de Ventilador .....	95
4.6.2.2. Costo de Mangas de Ventilación .....	96
4.6.2.3. Resumen de Costos de Implementación de Circuito de Ventilación.....	97
4.6.2.4. Análisis de Temperatura en el Nivel 1520.....	97
4.7. Discusiones .....	100
CONCLUSIONES .....	102
RECOMENDACIONES.....	103
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	104
ANEXOS .....	107

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Operacionalización de Variables e Indicadores .....	9
Tabla N° 2: Reservas de Mineral Probadas y Probables.....	17
Tabla N° 3: Factor de Producción de acuerdo al consumo de madera .....	29
Tabla N° 4: Tabla de Velocidad Mínima.....	29
Tabla N° 5: Determinación de Resistencia a la Compresión Uniaxial .....	37
Tabla N° 6: Determinación del RQD (%).....	45
Tabla N° 7: Formato de Mapeo Geomecánico NV-1580 .....	47
Tabla N° 8: Formato de Mapeo Geomecánico By Pass 380.....	48
Tabla N° 9: Formato de Mapeo Geomecánico Nv-1520 .....	49
Tabla N° 10: Determinación del RMR. ....	53
Tabla N° 11: Clasificación RMR del Macizo Rocosó.....	54
Tabla N° 12: Categoría de Excavación en función del ESR.....	60
Tabla N° 13: Distribución de Taladros .....	67
Tabla N° 14: Parámetros de Labor, Roca y Perforación.....	67
Tabla N° 15: Coeficiente de Factor de roca.....	68
Tabla N° 16: Distancia entre taladros periféricos .....	68
Tabla N° 17: Accesorios de voladura .....	69
Tabla N° 18: Requerimiento de Caudal por trabajador .....	71
Tabla N° 19: Requerimiento de Caudal por Equipos Petroleros .....	72

Tabla N° 20: Sección Promedio de Labores Mineras .....	72
Tabla N° 21: Requerimiento de Caudal por Temperatura .....	73
Tabla N° 22: Factor de Producción.....	74
Tabla N° 23: Cobertura de Aire para la construcción de la Rampa.....	76
Tabla N° 24: Costo de Mano de Obra (\$/ml).....	78
Tabla N° 25: Costo Materiales Herramientas y Equipos (\$/ml).....	79
Tabla N° 26: Costo de Explosivos (\$/ml).....	80
Tabla N° 27: Resumen de Costos Perforación y Voladura.....	81
Tabla N° 28: Costo de Mano de Obra e Implementos de Seguridad. ....	82
Tabla N° 29: Costo Herramientas, Equipos y Materiales. ....	82
Tabla N° 30: Resumen Costo Sostenimiento por Metro Lineal .....	83
Tabla N° 31: Requerimiento de Aire por Equipos Petroleros .....	86
Tabla N° 32: Cobertura de Aire Global Zona II .....	87
Tabla N° 33: Aforo de Aire Global Zona II-Ingresa .....	88
Tabla N° 34: Aforo de Aire Global Zona II-Salida .....	88
Tabla N° 35: Velocidad de Aire y Temperaturas Ambientales Nv 1580 .....	89
Tabla N° 36: Velocidad de Aire y Temperaturas Ambientales Nv 1520 .....	91
Tabla N° 37: Ventilador Eléctrico Airtec 45 KCFM .....	95
Tabla N° 38: Costo de Manga de Ventilación .....	96



## INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Resumen de Metrado de la Rampa Charito .....	59
Cuadro N° 2: Equipos de la Unidad de Producción Tambojasa .....	62
Cuadro N° 3: Resumen de Requerimiento de Caudales .....	75
Cuadro N° 4: Datos Técnicos. ....	83
Cuadro N° 5: Resumen de Costos Unitarios.....	85
Cuadro N° 6: Resumen de Costo Total de Construcción.....	85
Cuadro N° 7: Resumen de costos total de implementación de la red de ventilación.....	97
Cuadro N° 8: Temperaturas Nivel 1520 .....	98

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Geológica Local .....	16
Figura N° 2: Sección de Labor .....	23
Figura N° 3: Sección Longitudinal diseño de colocado de Ventilador.....	24
Figura N° 4: Radio de Curvatura .....	25
Figura N° 5: Rampa Espiral.....	26
Figura N° 6: Abaco para Determinación de Resistencia a la compresión Uniaxial .....	38
Figura N° 7: Abaco para Determinación de RCU Orientación inclinada hacia abajo....	39
Figura N° 8: Calculo RQD (%) EMG-07 By Pass 380.....	41
Figura N° 9: Calculo RQD (%) EMG - 06 By Pass 380.....	41

Figura N° 10: Calculo RQD (%) EMG - 05 By Pass 380.....	42
Figura N° 11: Calculo RQD (%) EMG - 11 Nv-1520 .....	42
Figura N° 12: Calculo RQD (%) EMG - 10 Nv-1520 .....	43
Figura N° 13: Calculo RQD (%) EMG - 9 Nv-1520 .....	43
Figura N° 14: Espaciamiento entre Discontinuidades .....	46
Figura N° 15: Condiciones de las discontinuidades .....	50
Figura N° 16: Pendiente Tramo A-B .....	55
Figura N° 17: Pendiente Tramo B-C .....	56
Figura N° 18: Pendiente Tramo C-D y D-E.....	57
Figura N° 19: Pendiente Tramo E-F .....	58
Figura N° 20: sección de diseño de rampa.....	61
Figura N° 21: Radio de Curvatura Externa e Interna.....	63
Figura N° 22: Radio de Giro del equipo Sandvik LH203.....	63
Figura N° 23: Longitud de la rampa Charito .....	64
Figura N° 24: Jumbo Frontonero Muki FF.....	66
Figura N° 25: Diseño de la malla de perforación. ....	66
Figura N° 26: Grafico Diseño de Sostenimiento del Sistema Q.....	77
Figura N° 27: Modelamiento Mangas de Ventilación en la Rampa .....	92
Figura N° 28: Curva Estado del Ventilador.....	94
Figura N° 29: Comparativo de temperaturas ambientales .....	99

## **ANEXOS**

<b>Anexo N° 01:</b> Curvas Características de Ventiladores 20°, 30°, 40° y 50° .....	107
<b>Anexo N° 02:</b> Panel Fotográfico .....	109
<b>Anexo N° 03:</b> Matriz de Consistencia .....	111
<b>Anexo N° 04:</b> Plano de la Rampa Charito.....	112
<b>Anexo N° 05:</b> Plano Geomecánico Nivel 1580 Y 1520 UEA Tambojasa .....	114

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

**CFM:** Mide el volumen de aire que se mueve por minuto.

**CH:** Labor subterránea vertical que conecta dos niveles de una mina.

**Dm:** Disponibilidad mecánica, indica la disposición de un equipo para su operación en determinado tiempo programado.

**EMG:** Estación de Mapeo Geomecánico, lugar donde se realiza la medición de parámetros de evaluación geomecánica.

**Fu:** Factor de utilización, tiempo de utilización neto de un equipo frente a un tiempo programado.

**Gal:** Galería, labor subterránea horizontal principal de acceso.

**LHD:** Load Haul Dump, cargar, descargar y transportar equipo utilizado en minería subterránea para mover material (roca o mineral).

**Nv:** Nivel, acceso subterráneo horizontal que permite la circulación del personal, equipos etc.

**RP:** Rampa, labor minera subterránea de acceso entre distintos niveles o galerías que permite el acceso de equipos y personal. La rampa puede ser de pendiente negativa (-) o positiva (+).

**R.S.S.O:** Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.

**RC:** Radio de curvatura, distancia del centro del círculo hasta el eje de la vía.

**QTr:** Caudal de aire necesario para la cantidad de trabajadores cfm

**QMa:** Caudal de aire necesario para el consumo de madera en cfm

**QTe:** Caudal de aire necesario por condiciones de temperatura en zonas de trabajo cfm

**QEq:** Caudal de aire necesario para equipos petroleros en cfm

**QFu:** Caudal de Aire por fugas en cfm.

**QTo:** Caudal necesario de aire total en cfm.

**RCU:** Máxima tensión o esfuerzo de compresión que puede soportar un material.

**RMR:** Rock Mass Rating, permite determinar la clasificación geomecánica.

**RQD:** Índice de calidad de roca, determina la calidad de roca en %.

**TMS:** Toneladas métricas secas, expresa la cantidad de un material sin haber eliminado su contenido de humedad.

**D.S:** Decreto Supremo.

**ft:** Representa la abreviatura de "feet" (pies) en inglés, medida de longitud.

**U.E.A:** Unidad económica administrativa, denominación que hace referencia a dos o más concesiones mineras agrupadas de un mismo titular.

## INTRODUCCION

La ventilación en minería subterránea es esencial para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores. En la UEA Tambojasa, la construcción de la rampa Charito en la Zona II busca mejorar el circuito de ventilación, la calidad del aire y reducir la exposición a gases tóxicos, polvo y temperaturas extremas.

La investigación está estructurada en cuatro capítulos que se describen a continuación:

**Capítulo I**, presenta la descripción de la problemática, la formulación de los problemas, los objetivos de la investigación, la justificación, las hipótesis, la importancia y la operacionalización de variables.

**Capítulo II**, El capítulo comprende el desarrollo del marco teórico, en el cual se analizarán las normativas y los fundamentos teóricos que respaldan la viabilidad de la investigación. Este contenido incluye el diseño y ejecución de la rampa Charito, con el propósito de conectar ambos niveles operativos. Asimismo, aborda la instalación de un circuito de ventilación destinado a mejorar las condiciones termo ambientales en el nivel inferior, considerando el contexto ambiental y las características geológicas propias de la zona estudiada.

**Capítulo III**, El capítulo abarca el desarrollo de la metodología de investigación que se empleará para llevar a cabo el temario de tesis, incluyendo el diseño, tipo, enfoque y método de investigación. Además, se consideran las limitaciones y delimitaciones del estudio, así como la definición de la población y la muestra correspondientes.

**Capítulo IV**, Incluye el análisis técnico orientado al diseño y ejecución de Rp, basado en la recolección de información relevante que permite cumplir con los parámetros geomecánicos establecidos en la evaluación. Además, se realiza un análisis de las condiciones termo ambientales en los niveles 1580 y 1520, a partir de datos tomados in situ, tales como velocidades

y temperaturas del aire. Con esta información se propone una red de ventilación que suministre el caudal de aire necesario a través de la rampa Charito hacia el nivel 1520, empleando modelamiento por software de ventilación. Asimismo, se desarrolla un análisis de los costos de inversión requeridos tanto para la ejecución de la Rp como para la incorporación del sistema de ventilación, junto con el mejoramiento de condiciones termo ambientales en el nivel 1520 mediante la instalación del circuito de ventilación.

Por último, se aprecia las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos que hicieron posible el desarrollo de este trabajo de investigación.

## **CAPITULO I:**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la Realidad Problemática**

La minería subterránea representa una de las actividades mineras con mayores riesgos, dado que la extracción de minerales se realiza bajo el subsuelo, lo que implica un alto potencial de estallidos de rocas y acumulación de gases. La ingeniería de macizo rocoso es la encargada de asegurar la estabilidad física de las formaciones rocosas en este contexto. Paralelamente, el área de ventilación minera tiene la responsabilidad de garantizar condiciones termo ambientales adecuadas mediante la inserción de aire, el objetivo diluir la emisión de gases por equipos, las voladuras y la geología del terreno. La distribución del aire en grandes profundidades, se emplean equipos mecánicos y se aprovechan las diferencias de niveles entre zonas superiores e inferiores. El ingreso del aire fresco se realiza a través de bocaminas habilitadas, que, accionadas por equipos mecánicos, permiten cubrir la demanda de aire en los niveles inferiores de cada zona operativa.



Actualmente, el aprovechamiento de minerales en la Unidad Económica Administrativa (UEA) Tambojasa de la Mina Caravelí SAC se encuentra en constante expansión y apertura de nuevos frentes de trabajo, lo cual requiere una planificación y ejecución de labores para mantener la producción. Esta situación provoca que las condiciones termo ambientales no siempre sean óptimas, afectando el rendimiento de equipos y trabajadores. Por ello, en cumplimiento con las normas vigentes (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017), se debe efectuar un balance y cobertura de aire para garantizar el suministro adecuado dentro del interior de la mina. Asimismo, es necesario analizar la proporción de oxígeno y gases contaminantes en los frentes de avance conforme a los límites máximos permisibles desarrollados anexo 15 del RSSO-EM.

El propósito de este estudio es satisfacer las condiciones de suministro de aire en interior mina para acondicionar tanto a los trabajadores como a los equipos. Esto implica el diseño preliminar y proceso constructivo de la rampa Charito, con una sección de 3.5 m por 3.5 m, entre los niveles 1580 y 1520, lo cual facilitará una mejor distribución del aire dentro de la mina y ofrecerá condiciones laborales mejoradas.

## **1.2. Formulación del Problema**

### ***1.2.1. Problema General***

¿Cómo diseñar y construir la Rampa Charito para mejorar el circuito de ventilación y garantizar condiciones termo ambientales confortables en la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa?

### ***1.2.2. Problemas Específicos***

- A.** ¿Cuál es el costo de la construcción de la rampa Charito en la mejora del circuito de ventilación de la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa?
- B.** ¿Cuál es el diseño del circuito de ventilación en la mejora de las operaciones de explotación de la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa?

## **1.3. Objetivos de Investigación**

### ***1.3.1. Objetivo General***

Diseñar y construir la Rampa Charito para mejorar el circuito de ventilación y garantizar condiciones termo ambientales confortables en la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa.

### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

- A.** Determinar los costos de construcción de la Rampa Charito en la mejora del circuito de ventilación de la UEA Tambojasa de la Mina Caravelí SAC-Arequipa.
- B.** Diseñar un circuito de ventilación para mejorar las operaciones de explotación en la UEA Tambojasa de la Mina Caravelí SAC-Arequipa.

## **1.4. Justificación e Importancia de Investigación**

### ***1.4.1. Justificación***

#### **Justificación Teórica**

En la Unidad Económica Administrativa Tambojasa de la Mina Caraveli SAC; el capital humano es importante por ello frente a la necesidad de cumplir expectativas en brindar condiciones termo ambientales y cumplimiento de leyes y normas vigentes se requiere ejecutar la

Rp Charito con el objetivo de circular aire a través de un circuito de ventilación el cual es esencial para proporcionar el oxígeno necesario y mejore las condiciones de trabajo en cumplimiento de los Articulo 246 al 257 del D.S N° 024 EM-RSSO en minería y su respectiva modificatoria.

### **Justificación Practica**

La construcción de la rampa Charito permitirá una mejor circulación del aire, facilitando la entrada de aire fresco y la evacuación de contaminantes. Esto no solo mejora las condiciones laborales, sino que también incrementa la eficiencia operativa y reduce riesgos de accidentes por deficiencia de ventilación en el Nivel 1520.

#### ***1.4.2. Importancia de Investigación***

Esta investigación es fundamental porque permitirá comprender el problema que se tiene en la unidad minera y buscara dar solución al problema de ventilación minera que se tiene en la unidad económica administrativa Tambojasa. Además, representa un aporte técnico muy en el diseño y ejecución de Rp con fines de mejora de circuitos de ventilación. Por último, será fuentes de consulta en futuras investigaciones.

### **1.5. Limitaciones**

Las limitaciones que presenta la investigación es el acceso restringido a la información por ser confidencial y propiedad de la empresa.

### **Delimitación Conceptual-Teórica**

La teoría en el que se enmarca la investigación es en base a la interpretación de las leyes y normas establecidas en el (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017) el cumplimiento del balance de cobertura de aire y criterios de diseño y ejecución de rampas.

### **Alcance del Tema**

El presente estudio se enfocará en analizar el impacto de la ventilación en la calidad del aire dentro de la mina Caraveli en su Unidad de producción Tambojasa, específicamente en el nivel de profundización de la mina 1520. La investigación abarcará la evaluación de los sistemas de ventilación mecánica y natural, considerando variables como la concentración de gases contaminantes y la temperatura ambiental.

### **Disponibilidad de Datos y Recursos**

Para realizar esta investigación se cuenta con información técnica como planos topográficos, datos de ventiladores instalados mediciones de aforos de aire, temperaturas ambientales en distintas secciones de la mina. así mismo, dentro del aspecto técnico se cuenta con información técnica geomecánica y por último dentro de los recursos se cuenta con equipos de monitoreo de gases y software de simulación y el modelado.

### **Homogeneidad**

La presente investigación busca la homogeneidad de la distribución del flujo de aire en el nivel de profundización para garantizar que todos los sectores de la mina cuenten con niveles adecuados de oxígeno, temperatura, humedad y bajas concentraciones de gases contaminantes.

## **1.6. Hipótesis**

### ***1.6.1. Hipótesis General***

El diseño y construcción de rampa Charito logran una mejora significativa en el circuito de ventilación lo que garantiza condiciones termo ambientales confortables en la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa.

### ***1.6.2. Hipótesis Específicos***

- El costo para la construcción de la Rampa Charito es económicamente factible para su ejecución en la UEA Tambojasa de la Mina Caravelí SAC-Arequipa.
- El diseño propuesto del circuito de ventilación mejora significativamente las operaciones de explotación en la UEA Tambojasa de la Mina Caravelí SAC-Arequipa.

## 1.7. Operacionalización de Variables

Tabla N° 1: Operacionalización de Variables e Indicadores

<b>Variable dependiente</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidades</b>
Calidad de Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del Aire.</li> <li>• Condiciones Termo ambientales</li> </ul>	Modelo Ventsin	–
		Flujo de Aire	CFM
		Temperatura	°C
		Velocidad de Aire	m/seg
<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidades</b>
Construcción de la Rampa Charito	Aspectos técnicos de la Rampa Charito -Sección Rampa. -Pendiente -Radio de Curvatura.	Costo de Construcción	\$
		Seguridad y Bienestar	-
		Tipo de Sostenimiento	–
		Parámetros Geomecánicos (RMR, RQD)	–
		Tiempo de Construcción	Meses
		Costo de Operaciones	\$/TM

\*Fuente: Elaboración Propia

## **CAPITULO II:**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

##### ***2.1.1. Antecedente Internacional***

**Guzman Lopez (2016)**, trabajo de investigación “Desarrollo de una rampa de comunicación en la mina Candelaria y Estrella; Unidad la Colorada, Panamerican Silver México, Chalchihuites, Zacatecas, México” presentada a la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería División de Ingeniería de ciencias de la Tierra; en su conclusión menciona:

“La comunicación entre las minas Candelaria y Estrella contribuyó de manera significativa a la mejora de los sistemas de ventilación de ambas minas. Al combinar los circuitos, el flujo de aire incorporado en el sistema de la mina Estrella aumentó en un 350%, lo que generó múltiples beneficios. Además, se adicionaron 45 000 ft<sup>3</sup>/min al circuito de la mina

Candelaria en zonas con problemas de ventilación insuficiente, ayudando así a resolver oportunamente estas deficiencias”. (Guzman, 2016)

**Tenezaca Gonzales (2021)**, en su trabajo de investigación titulado “Mejoramiento del sistema de Ventilacion de la galeria NV R, Canton Atahualpa, provincia de El Oro” presentada a la Universidad Técnica Particular de Loja Area Técnica Ingeniero en Geología y Minas; resalta en una de sus conclusiones lo siguiente:

“Los parámetros necesarios para optimizar el sistema de ventilación incluyen el establecimiento de puntos de monitoreo en un mapa planimétrico y la determinación del área útil de la sección de la galería. Asimismo, se consideran parámetros atmosféricos mineros, la temperatura, acumulación de gases, el requerimiento total de aire. Con estos datos se procede a la selección del ventilador adecuado para su uso.” (Tenezaca, 2021)

### ***2.1.2. Antecedente Nacional***

**Coaquira Cayani (2020)**, proyecto de investigación titulado “Diseño y Construcción de la Rampa 8600 y Análisis Técnico Económico para la Continuidad de las Operaciones de Explotación en la Mina San Vicente - Cia Simsa”, el cual fue presentado a la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Geología, Geofísica y Minas Escuela Profesional de Ingeniería de Minas concluyó que:

“Los indicadores de la evaluación económica indican que el proyecto de profundización mediante rampa 8600 garantiza la continuidad de la explotación de la mina, de esta manera se mejorarán los niveles de producción y productividad.” (Coaquira, 2020)



## **2.2. Marco Contextual**

### ***2.2.1. Ubicación Geográfica***

La U.E.A. Tambojasa, operada por la Empresa Minera Caraveli SAC, está situada a 30 kilómetros al este de la Unidad Capitana. Esta zona corresponde a la Prov. de Caraveli, en Arequipa y está a una altitud promedio de 3000 m.s.n.m.

### ***2.2.2. Acceso a la Unidad Minera***

Va desde Lima a través de la carretera Panamericana Sur hasta el kilómetro 607, donde se toma un desvío por una vía afirmada en dirección noreste, recorriendo aproximadamente 35 kilómetros hasta llegar al pueblo de Chala Viejo. Desde este punto, continúa el trayecto hacia la Planta de Beneficio Chacchuille-Tocota y posteriormente, la (UEA) Tambojasa se localiza a 30 kilómetros al este, accesible por carretera afirmada, con un tiempo estimado de viaje de una hora hasta alcanzar el campamento minero de la UEA Tambojasa.

### ***2.2.3. Geología Regional***

#### **Volcánicos Chocolate (Ji-vch)**

(Jenks, 1948), identificó como Volcánicos Chocolate a una serie de rocas volcánicas intercaladas que emergen en la cantera Chocolate, situada a 20 kilómetros al noroeste de Arequipa. En las zonas de Chala, se encuentran depósitos análogos que reposan de manera discordante sobre las rocas correspondientes al grupo Tarma o al complejo Basal, y de forma concordante sobre las formaciones del Jurásico medio y superior. Estas unidades geológicas se caracterizan por presentar un color marrón rojizo intenso. La estratificación exhibe una orientación promedio hacia el noreste, con un buzamiento inferior a 30 grados. No se han observado estructuras plegadas, sin embargo, la región presenta fallas significativas cuyo rumbo

predominante es noroeste. El espesor estimado de esta secuencia alcanza aproximadamente los 2800 metros.

### **Formación Guaneros (Js-gu)**

(Bellido & Guevara, 1963), denominaron formación Guaneros a un conjunto de rocas volcánicas que emergen en la quebrada Guaneros, un afluente por la margen derecha del río Moquegua. La localidad tipo de esta formación se ubica en el valle de Moquegua, aproximadamente a 15 kilómetros antes de la confluencia del río. En Alto Mal Paso, durante un corte en la carretera Yauca-Jaquila, la formación Guaneros ha descendido debido a una falla normal con dirección este-oeste. La alteración superficial presenta un color rojo, las rocas están altamente fracturadas y están compuestas por arenisca calcárea de 5 a 20 cm de espesor, intercalada con lutitas, además de una capa maciza y caliza de color marrón de tres metros de grosor, que a su vez se encuentra intercalada con andesitas y traquiandesitas marrones.

### **Formación Yauca (Ki-ya)**

La formación Yauca, según (Caldas, 1978), se identifica como un conjunto compuesto por areniscas arcósicas intercaladas con lutitas. En el área objeto de estudio, esta formación se ubica con una discordancia paralela o una ligera discordancia angular sobre la formación Guaneros correspondiente al Jurásico superior, y descansa de manera concordante sobre la formación Hualhuani del Cretácico inferior. En la zona oeste del cerro Choquequilca, situado a 14 kilómetros al suroeste de Pullo dentro del cuadrángulo de Coracora, se ha estimado un espesor aproximado de 2000 metros. La parte superior de la formación está constituida por areniscas blancas en bancos gruesos, que presentan intemperismo con tonalidades rojizas y

amarillentas. La sección inferior está integrada por areniscas grises y rosadas, lutitas de colores variados, limolitas grises y andesitas de tonalidad gris claro. En la quebrada Lampalla, la formación Yauca exhibe plegamientos en forma de anticlinales y sinclinales amplios.

### ***Formación Millo (Ts-ml)***

(Vargas, 1970), los afloramientos más extensos se encuentran en la parte sur del cuadrángulo de Chaparra, formando los cerros Médanos, Colorado, Buenavista y Pan de Azúcar, donde reposan sobre una superficie sub-horizontales tallada por erosión en distintos tipos de rocas intrusivas y metamórficas, disponiéndose con una discordancia paralela sobre las rocas volcánicas Sencca. Estos depósitos están afectados por fallas normales con orientación este-oeste, que los ponen en contacto con rocas volcánicas intrusivas. La formación se distingue por un color que varía entre gris claro y blanco.

### **Cuaternario Reciente (Q-E) (Q-AL)**

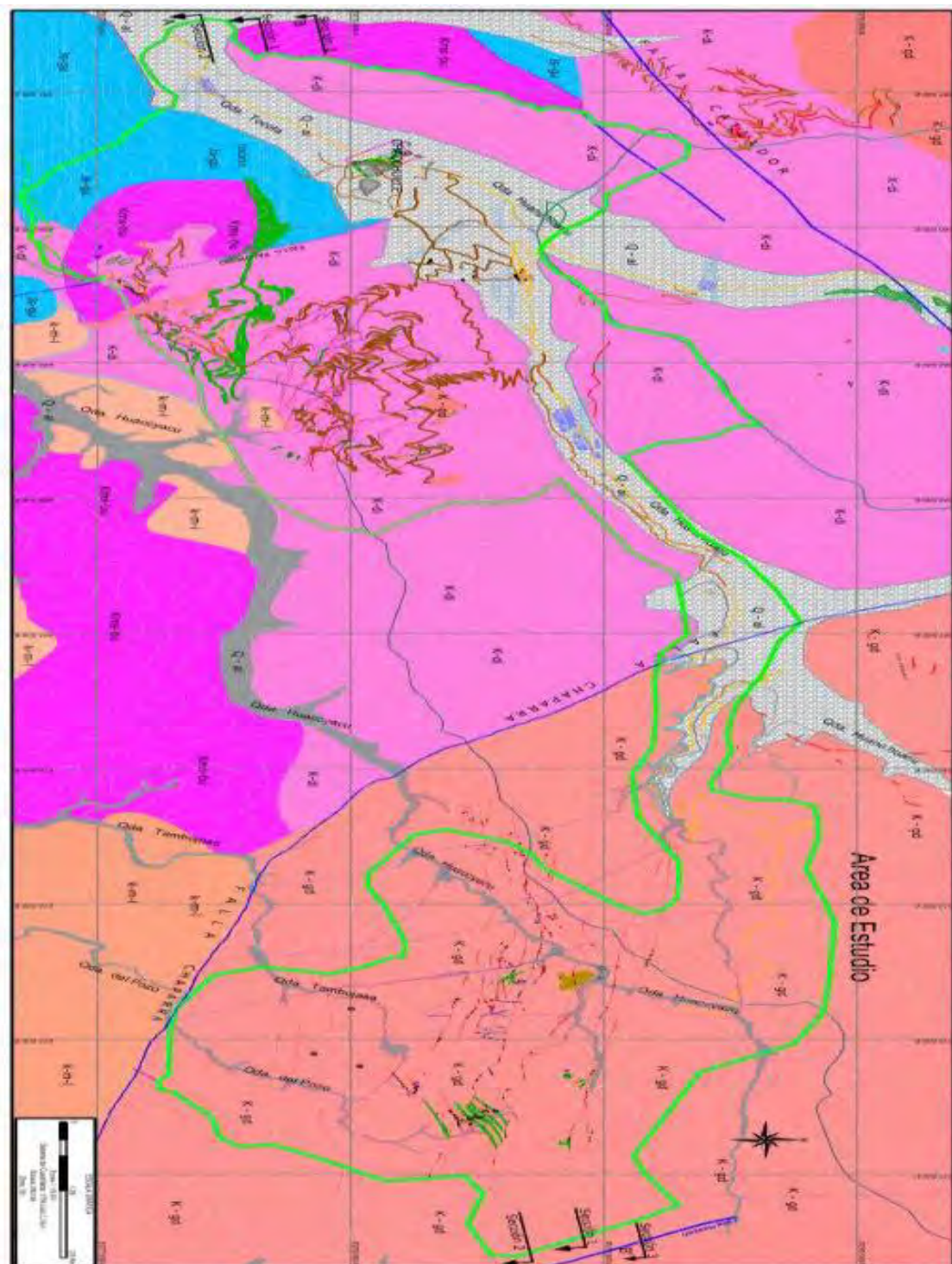
(Pecho, 1983), bajo esta denominación se agrupa un conjunto heterogéneo de materiales consolidados, conformados por gravas, arenas, rodados y arcillas, que conforman el suelo de la mayoría de las llanuras y depresiones, así como de las laderas y fondos de las quebradas. Estos materiales también se encuentran distribuidos a lo largo del valle de Tocota, donde se identifican terrazas bajas de extensión limitada, empleadas para el cultivo de productos básicos y árboles frutales. No presentan una estratificación claramente diferenciada, aunque exhiben una selección granulométrica deficiente. Los tamaños de los fragmentos varían desde arenas hasta grandes bloques, con predominancia general de una composición ígnea.

#### ***2.2.4. Geología Local***

(Calderón, 2014), las unidades litológicas que afloran están compuestas principalmente por rocas intrusivas pertenecientes a la Super unidad Tiabaya y a la Super unidad Linga, que forman parte del segmento del Batolito de la Costa datado entre el Cretácico Superior e Inferior. Entre las rocas expuestas destacan las monzonitas de la Super unidad Linga y las granodioritas de la Super unidad Tiabaya. Asimismo, es evidente la presencia de una variedad de diques que atraviesan las rocas plutónicas del Batolito de la Costa, representando una etapa final de diferenciación magmática; entre estos diques se identifican dioritas, andesitas y dacitas. Dentro de estas formaciones rocosas se emplazan diversas vetas, entre las cuales se encuentran Esperanza, Esperanza II, Esperanza IV, Nancy, Boquita Rica, y otras más.

En la zona de Tambojasa, predominan principalmente rocas granodioríticas con gradaciones tonalíticas, donde se encuentran ubicadas las principales vetas de la zona, tales como Disputada, Sara, Búfalo, Piedra Grande I, II, III, VI, entre otras. En el flanco oeste de la concesión Disputada, aflora un cuerpo de composición máfica (gabro) con textura porfídica que se presenta a modo de stock. Al sureste de esta concesión, se observan diques monzodioríticos paralelos que cortan a la granodiorita. Asimismo, existen afloramientos de diques de composición ácida, que constituyen las intrusiones ácidas más jóvenes dentro del área minera de Tambojasa; estos son generalmente cortos, con anchos que varían desde unos pocos centímetros hasta dos metros, y cortan de manera indistinta todas las rocas intrusivas presentes en la zona.

Figura N° 1: Geológica Local



\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC.

### ***2.2.5. Geología Económica***

(Jorge, Italo, & Dina, 2011), la mineralización en las vetas se caracteriza por el relleno de fracturas preexistentes mediante soluciones hidrotermales. La extensión horizontal de dicha mineralización varía entre 0.3 y 1.0 kilómetros, presentándose en clavos irregulares en cuanto a longitud, profundidad y espesor. En relación con las temperaturas de formación, el yacimiento se clasifica como epigenético de origen hidrotermal, con una profundidad intermedia, alta presión y temperaturas que oscilan entre 150 °C y 300 °C. Las alteraciones predominantes en la zona incluyen silicificación, cloritización y seritización.

### ***2.2.6. Reservas de Minerales Probadas y Probables***

En la UEA Tambojasa una de las zonas de producción de la mina Caraveli SAC se encuentra las siguientes reservas probables y probadas.

*Tabla N° 2:* Reservas de mineral probables y probadas

<b>Reservas</b>	<b>Unidad de Producción</b>	<b>TMS</b>	<b>Ley Promedio gr/tm</b>
Probadas	Tambojasa	86,312	5.43
Probables	Tambojasa	91,683	2.51

\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC.

### ***2.2.7. Características Técnicas de Minado en Tambojasa***

- Explotación por: corte relleno ascendente.
- Equipos de Perforación: Jack Leg y Jumbo.
- Acarreo: Equipo Scoop Diesel Capacidad de hasta 2.0 yd<sup>3</sup>.
- # de Guardias: 2 gd/día.
- Turnos: Guardia “A” – Día: 6:00 a.m. a 5:45 p.m.; Guardia “B” – Noche: 6:00 p.m. a 5:45 a.m.
- Trabajadores que opera en mina por guardia: 192.
- Equipos Diésel: 18 equipos (09 operativos, 09 inoperativos o en reparación).
- Potencia total equipos Diésel: 860 HP Nominal y 671 HP Efectivos.  
Número de disparos por día: 03.
- Horario de Ventilación: Guardia “A” = 01 hora, (11:45 a.m. a 12:45 p.m.)  
- (5:45 p.m. a 6:45 p.m.)  
Guardia “B” = 01 hora, (5:45 a.m. a 6:45 a.m.)
- Horario de Voladura:
- Guardia “A”- Día: 11:45 a.m. - 5:45 p.m.
- Guardia “B” - Noche: 5:45 a.m.
- Explosivo: Semexa 45% y Emulnor 3000.
- Velocidad mínima de aire: 30 m/min.
- Velocidad máxima de aire: 250 m/min.
- Producción de mineral: Diaria: 300 TMH y Mensual (estimado): 9000 TMH.

Los lineamientos del método actual (corte & relleno ascendente) son:

**Ancho de minado.** - presenta variabilidad debido a la forma de las estructuras mineralizadas, oscilando entre 0.8 y 2.4 metros, en función del espesor de la veta.

**Altura de corte.** - La altura de corte varía en función de la modalidad de perforación empleada, ya sea breasting o realce, así como del tipo de maquinaria o equipo utilizado para dicha perforación. No obstante, también intervienen otros factores condicionantes como las dimensiones de los elementos de sostenimiento, las herramientas y accesorios utilizados para el desprendimiento de rocas sueltas, y la instalación de pantallas eléctricas destinadas a la iluminación de los espacios de trabajo, entre otros aspectos adicionales.

**Altura de labor.** - En los tajeos donde se emplea perforación tipo breasting, una vez finalizada la limpieza del mineral, la altura máxima alcanzada es de 3,0 metros; mientras que en tajeos con perforación tipo realce con un ángulo menor a  $75^\circ$ , la altura máxima observada llega hasta 4,0 metros, cumpliendo con la restricción establecida para el minado, que establece una altura de 4,0m.

**Perforación-voladura.** – Se observan daños a la masa rocosa (degradación del RMR y sobrerotura) que van a generar un mayor porcentaje de dilución de la ley del mineral, incremento de los requerimientos de sostenimiento y mayor riesgo de desprendimiento de rocas.

**El rendimiento de equipos.** - Para actividades de “limpieza en mineral y relleno con desmontes de mina en los tajeos en forma manual el rendimiento es deficiente”, para actividades de limpieza en mineral y relleno de tajeos usando equipos (LHD) está asociado a las dimensiones de las excavaciones, el estado de las vías, la longitud de los tajeos, la distancia de ubicación de las fuentes de relleno, la distancia de los puntos de acopio y/o cámaras de carguío, la ventilación de las labores entre otros aspectos.



**El valor del mineral.** – Se encuentra dentro de los rangos permisibles (considerando que el método es selectivo), la dilución promedio se estima entre 12 - 20% circando y hasta porcentajes de dilución >100% sin circado; sin embargo.

**Costo de minado y recuperación del mineral.** - El análisis básico consideró los métodos de corte y relleno ascendente y tajeo por subniveles ascendentes con relleno. Los resultados para el método actualmente utilizado (corte y relleno ascendente, variante perforación en breasting) mostraron costos entre 48.0 y 54.0 US\$/tonelada, cifra que resulta elevada en comparación con escenarios similares en otras compañías mineras, donde los costos oscilan entre 36 y 40 US\$/tonelada. Además, la recuperación del método de minado se considera baja, debido a la configuración de puentes en los mineralizados superior e inferior.

#### ***2.2.8. Ciclo de Minado***

**Perforación.** - Se realiza mediante el uso de máquinas perforadoras neumáticas tipo Jack-Leg y Jumbos Frontonero. La longitud de perforación es variable en los tajeos entre “4 a 6” pies.

**Voladura.** - El “carguío y voladura” de los taladros de producción perforados en la mayoría de los tajeos se realiza usando sistemas de iniciación mixtos “Carmex y Emulsiones explosivas como carga de fondo y carga de columna”

**Sostenimiento.** - El sostenimiento en los tajeos actualmente se realiza mediante la aplicación de madera (cuadros de madera y puntales de seguridad con guarda cabeza) y en algunos sectores donde se está implementando el sistema trackless el sostenimiento se realiza mediante aplicación de “pernos de fricción y pernos con resinas-cartuchos cementados más malla electrosoldada.

**Limpieza del mineral.** -Se lleva a cabo manualmente utilizando herramientas como pico, lámpara y carretilla hasta los buzones de almacenamiento. Desde estos buzones, el mineral es extraído mediante descarga directa desde la tolva hacia los carros mineros en la galería inferior, y posteriormente transportado a través de la galería hasta su acumulación en la cancha de almacenamiento en superficie ubicada en cada nivel de la mina. En los tajeos semi-mecanizado, la limpieza se realiza con equipos LHD. Las distancias de acarreo comprenden el traslado desde los tajeos hacia el echadero de mineral en el nivel inferior o hacia las cámaras de carguío en el nivel, desde donde se carga el mineral a los carros mineros, que lo transportan finalmente hasta su acumulación en la cancha de almacenamiento superficial asignada a cada nivel de la mina.

**Preparación para relleno.** -consiste básicamente en realizar “orden, limpieza y marcado del nivel de relleno según la variante de explotación, perforación y voladura para el desquinche de las rocas caja, desatado de rocas, sostenimiento sobre la carga rota”.

**Relleno en los tajeos.** - El proceso consiste en el tendido manual de la carga rota proveniente del desquinche de cajas, utilizando herramientas como pico, lámpara y carretilla. Las distancias de acarreo manual oscilan entre 0 y 25 metros. El relleno es un componente esencial del método actual de minado, y la falta de disponibilidad del relleno en el tiempo y volumen requeridos para ocupar los espacios abiertos provoca condiciones subóptimas de minado, tales como alturas de excavación menores al estándar debido a espacios confinados y anchos de excavación que varían entre 0.8 y 2.4 metros.

### ***2.2.9. Procesamiento de Mineral***

El procesamiento del Mineral se realiza con los siguientes procesos:

**Proceso de Chancado:** etapa de conminación del mineral, donde se busca reducir el tamaño del mineral aurífero que llega de la mina.

**Proceso de Molienda:** proceso donde obtención del oro previo a la cianuración a través de las bolas metálicas.

**Proceso de Lixiviación:** Técnica metalúrgica consistente en la cianuración del mineral aurífero, convirtiendo el oro en aniones metálicos solubles en agua para después proceder con la adsorción de carbón en pulpa obteniendo como producto final un carbón cargado con valores preciosos (Au).

**Relavera:** Con una tecnología sostenible, segura y de calidad se trabaja en circuito cerrado con planta concentradora.

## **2.3. Bases Teóricas-Conceptuales**

### ***2.3.1. Tipos de Labores Mineras Subterráneas***

**Rampa de acceso:** Labor con área transversal de 3,5 m por 3,5 m y presenta una pendiente positiva del 11%. Esta obra se lleva a cabo entre niveles y dispone refugios ubicadas a 50 metros tanto en tramos rectos como en curvas.

**Bypass:** consisten en excavaciones hechas perpendicularmente a las ventanas, desarrollándose en paralelo a la dirección de la estructura mineralizada; presentan un área de 3 m por 3 m y un gradiente promedio del 1%. Estos bypass deben avanzarse paralelamente a las galerías, manteniendo una longitud de 30 metros, conforme aspectos geomecánicos aplicables.

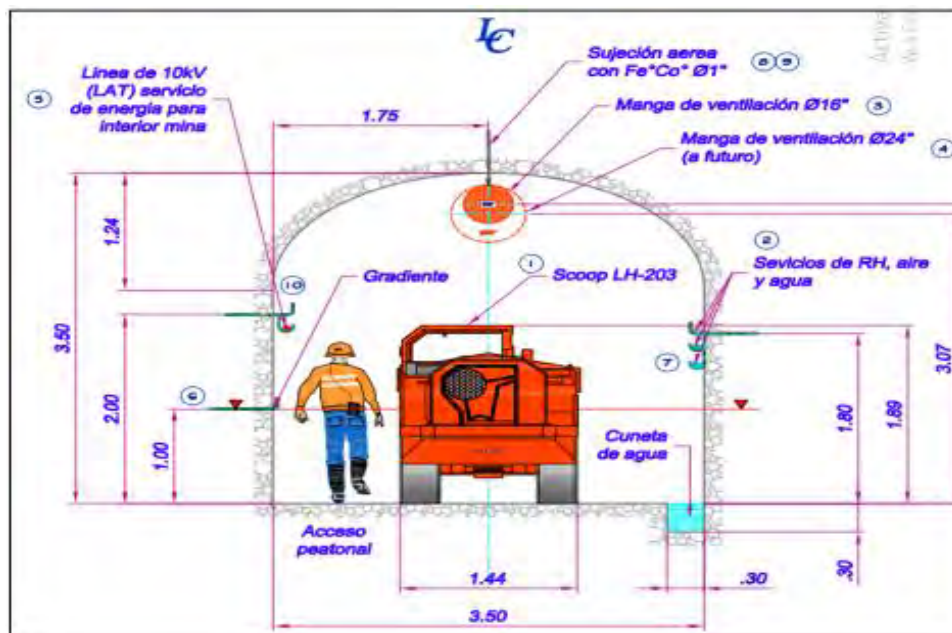
**Accesos:** Están conformados por Cx, y rampas con gradientes positivos y negativos de aproximadamente  $\pm 13\%$ , todas a  $90^\circ$  a la mineralización; estas sirven como vías para la extracción del mineral fragmentado y tienen una sección de 3,5 m por 3,5 m.

### 2.3.2. Diseño en Rampas

Para diseñar la ejecución de una Rp, se debe tomar en cuenta lo siguiente: Como principales se debe considerar el área de la labor, pendiente, Rc y metraje de la Rp y de manera auxiliar se considera el peralte y declive.

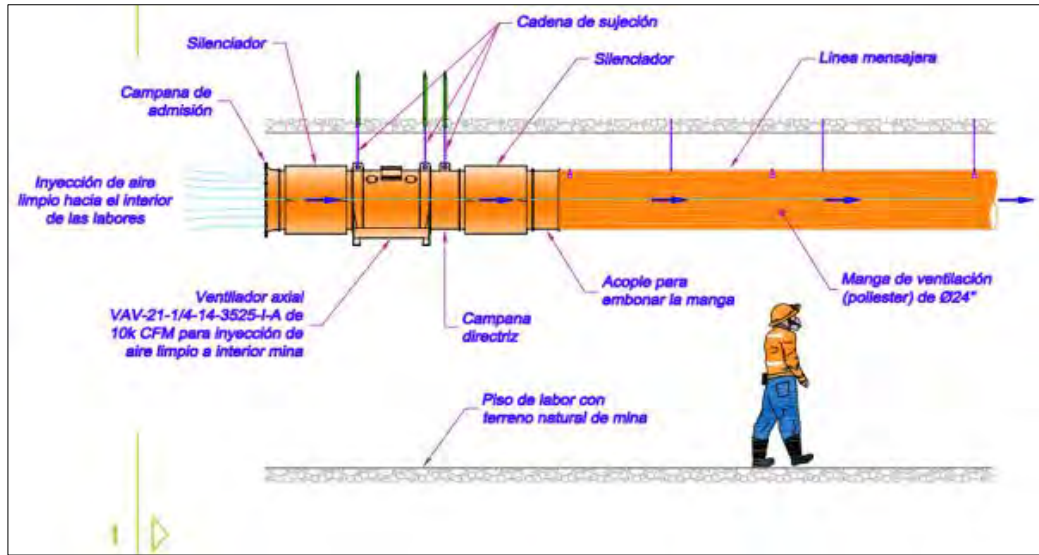
**Área de una Rampa:** las secciones de la rampa varían fundamentalmente en demanda del nivel de producción establecida y de manera indirecta, dependen de las condiciones del terreno, las cuales orientan la selección del tamaño del equipo a utilizar.

Figura N° 2: Sección de Labor



\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC.

Figura N° 3: Sección Longitudinal diseño de colocado de Ventilador



\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC.

**Gradiente:** Cada rampa presenta un gradiente que tiende a ser más favorable respecto a su gradiente óptimo, el cual se determina principalmente por la producción, el desarrollo o evolución de la rampa y por los costos operativos asociados. El gradiente óptimo generalmente se sitúa entre el 8% y el 10%, aunque en la práctica suele variar entre el 10% y el 15%. En el contexto nacional, la pendiente promedio es aproximadamente del 12%, obteniéndose con ello resultados satisfactorios.

**Radio de Curvatura:** La selección de estos radios depende principalmente del tipo de equipo que se utilizará. Generalmente, se considera el radio de curvatura interno, pues representa la medida más adecuada u óptima para prevenir colisiones accidentales y otros problemas que puedan interferir con el tránsito normal. El radio debe ser amplio para garantizar el desplazamiento fluido y sin dificultades de los equipos.

Para determinar el  $R_c$  se emplea el siguiente modelo matemático:

$$RP = \frac{ri + re}{2}$$

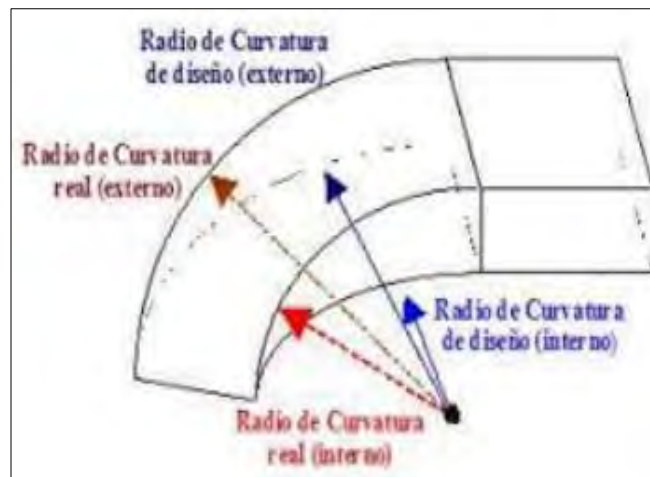
Donde:

ri: Rc interno

re: Rc externo

Rp: radio rampa

Figura N° 4: Radio de Curvatura



\*Fuente: Mina Caraveli S.A.C.

**Metraje de la Rp:** El metraje total de desarrollo corresponde a la distancia íntegra que se construye desde un nivel inferior hasta un nivel superior. En otras palabras, representa la longitud total del acceso que se genera mediante dicha rampa. Es fundamental determinar esta longitud para elaborar el programa de desarrollo y establecer el costo de inversión asociado.

**Peralte:** El propósito del peralte es prevenir que los vehículos se vuelquen al facilitar el equilibrio entre la fuerza centrífuga generada al tomar una curva y la gravedad. Para ello las fórmulas correspondientes son: h(peralte), Velocidad (V); Radio de Curvatura (R), Aceleración (g) y ancho (a):

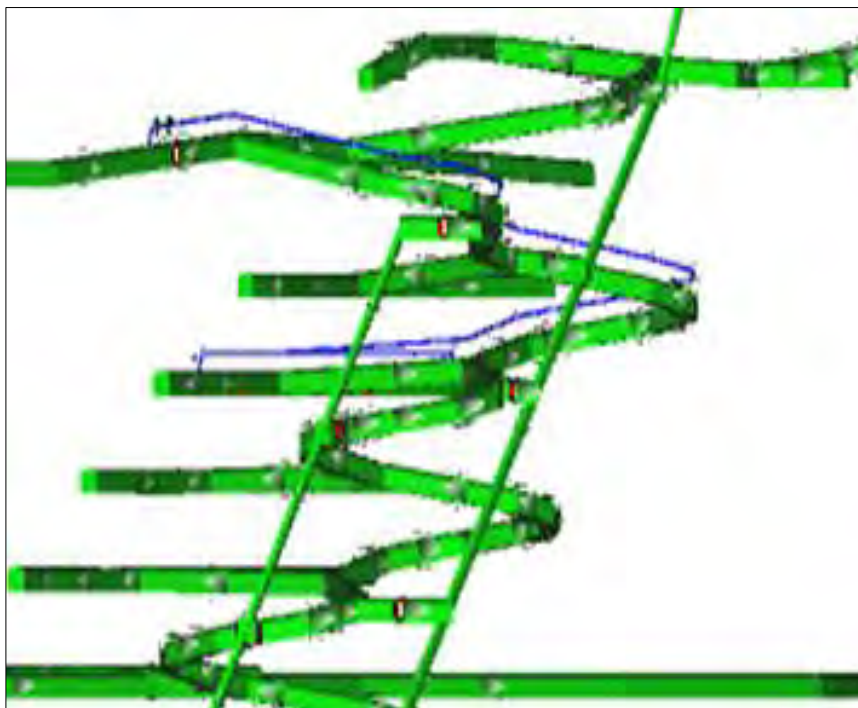
$$h = \frac{a \times V^2}{R \times g}$$

**Declive:** Varía entre 0% y un máximo de 5% (equivalente a 0 a 17.50 cm). Sin embargo, dicho declive es poco empleado o casi nulo, y se utiliza únicamente en presencia de agua, desapareciendo cuando la rampa tiene un piso plano de 0%

### ***2.3.3. Tipos de Rampa***

**Rampa Tipo Espiral;** Generalmente, se construye para conectar dos niveles y se ubica dentro del yacimiento. Por esta rampa circula todo el equipo motorizado, funcionando como medio de transporte y facilitando el desarrollo de la secuencia de minado.

Figura N° 5: Rampa Espiral



\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC.

**Rampa Tipo Zigzag:** La rampa tipo zigzag es hoy en día una de las más empleadas por las compañías mineras que aplican sistemas de minería sin rieles (trackless). Habitualmente, el desarrollo de esta rampa se inicia en la superficie, situada junto al área mineralizada.

#### ***2.3.4. Base Legal para la Ventilación en Interior Mina***

El Decreto Supremo se aplica a los mineros de mediana escala en proceso de formalización, como es el caso de la unidad de producción Tambojasa de la mina Caravelí, por lo que se consideran las normativas ambientales establecidas en el Decreto Supremo correspondiente (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017). Según el artículo 246, el titular de la actividad minera está obligado a garantizar el suministro de aire limpio en las labores de trabajo, así como mantener condiciones termo-ambientales confortables. De igual forma, el artículo 252 estipula que deben realizarse evaluaciones integrales del sistema de ventilación en minas subterráneas cada seis meses, así como evaluaciones parciales cuando se presenten conexiones entre labores o cambios en los circuitos de aire. Estas evaluaciones deben ser efectuadas por personal especializado en ventilación. (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017)

#### ***2.3.5. Cálculo de Requerimiento de Cobertura de Aire***

Estos cálculos llevan como referencia lo planteado en el Anexo N° 38 del (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017).



### **Caudal de aire necesario para trabajadores (QTr)**

$$QTr = [F \times N] (m3/min)$$

Donde:

QTr: Requerimiento de aire para “N” Trabajadores (m3/min).

F: Requerimiento de aire mínimo según artículo 247.

\*Fuente: Anexo N° 38 (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017)

### **Caudal de aire necesario por consumo de madera (QMa)**

$$QMa = [T \times u] (m3/min)$$

Donde:

QMa: Caudal requerido por consumo de madera (m3/min).

u: parámetro de producción.

T: producción de toneladas métricas por guardia de trabajo.

Tabla N° 3: Factor de Producción de acuerdo al consumo de madera

CONSUMO DE MADERA (%)	FACTOR DE PRODUCCIÓN (m <sup>3</sup> /min)
< 20	0.00
20 a 40	0.60
41 a 70	1.00
> 70	1.25

\*Fuente: Anexo N° 38 (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017)

**Caudal de aire necesario por Temperatura en labores. (QTe)**

$$QTe = [Vm \times A \times N] (m^3/min)$$

Donde:

QTe: Requerimiento por temperatura (m<sup>3</sup>/min)

Vm: Velocidad mínima.

A: Sección de la Labor

N: Numero de Niveles con temperatura mayor a 24°C, artículo 252 del reglamento.

Tabla N° 4: Tabla de Velocidad Mínima

VELOCIDAD MÍNIMA	
TEMPERATURA SECA (°C)	VELOCIDAD MÍNIMA (m/min)
< 24	0.00
24 a 29	30.00

\*Fuente: Anexo N° 38 (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017)

### **Caudal necesario de aire por equipos Diesel (QEq)**

$$Q_{Eq} = 3 \times HP \times Dm \times Fu \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Donde:

- Q Eq: Cantidad total de aire requerida para lograr la ventilación. (m<sup>3</sup>/min).
- HP: Potencia efectiva disponible del equipo, medida en caballos de fuerza (HP).
- Dm: Porcentaje promedio que indica la DM de los equipos, es decir, el tiempo durante el cual están en condiciones operativas (%).
- Fu: Porcentaje promedio que representa el FU de los equipos, indicando el tiempo real de uso respecto al tiempo total (%)

\*Fuente: Anexo N° 38 (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017)

### **Caudal de aire por fugas (QFu)**

$$Q_{Fu} = (0.15 \times QT1) \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Asimismo:

$$QT1 = Q_{trab} + Q_{temp} + Q_{made} + Q_{equi}$$

### **Caudal total de aire para cobertura (QTo)**

Artículo 252 del reglamento, usando la siguiente fórmula:

$$Q_{To} = [QT1 + Q_{Fu}] \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Donde:

$QT1: QTr + QTe + QMa + QEq$

$QFu: 0.15 \text{ del } QT1.$

\*Fuente: Anexo N° 38 (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017)

## CAPITULO III:

### METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

#### 3.1. Método, Tipo y Alcance de la Investigación

##### *3.1.1. Tipo Investigación*

(Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014) indica que el tipo de investigación **aplicada** es aquella que tiene fines prácticos, es decir, busca la solución de problemas detectados en un área específica del conocimiento; por ello se elige que esta investigación es del tipo aplicada en vista que con la construcción de la rampa mejorará las condiciones de trabajo en la Unidad de Producción Tambojasa.

##### *3.1.2. Enfoque de Investigación*

Tiene un enfoque **Cuantitativo**, pues este buscara cuantificar y analizar datos y modelos numéricos como son: las secciones de diseño de la rampa Charito, el costo que implicara su ejecución y por último el sostenimiento adecuado en base a las características geomecánicas. Así mismo, para la mejora del circuito se realizarán cálculos de requerimientos de caudal de aire para

finalmente proponer una red de ventilación adecuado que cumpla con lo establecido en el Marco normativo (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017). (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014)

### ***3.1.3. Nivel de Investigación***

(Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014), señalan que nivel **Descriptivo - Explicativo** consiste en presentar la información tal cual es, analizando y evaluando la situación en el momento de la investigación.

Esta investigación tiene un nivel descriptivo, porque buscará analizar y evaluar el macizo rocoso para construir la rampa Charito y buscar la mejora del circuito de ventilación.

### ***3.1.4. Diseño de Investigación***

Se considera **no experimental transversal** por que se recolecta datos en un solo momento del tiempo para describir variables y analizar su incidencia en la ejecución de la Rampa Charito para mejorar el circuito de ventilación. (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014)

## **3.2. Población y Muestra**

### ***3.2.1. Población***

La población para esta investigación son las labores mineras subterráneas (Rampas, Chimeneas, Cruceros y By pass), que existen en la UEA (Unidad Económica Administrativa) Tambojasa el cual es una de las unidades de producción en la Zona II de la Mina Caraveli.

### ***3.2.2. Muestra***

La muestra selecciona casos o unidades por uno o varios propósitos, por ello, para esta investigación tiene como muestra la **no probabilística** por conveniencia en vista que la labor minera de acceso será la Rampa Charito cuya ejecución se realizará entre los Niveles 1520 y

1580 de la UEA Tambojasa de la Compañía Minera Caraveli SAC. (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014)

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

#### ***3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos***

Considerando que las técnicas de recolección de datos vienen a ser el conjunto de reglas y procedimientos que permiten al investigador establecer una relación con el objeto de la investigación. La técnica empleada para la recolección de datos fue la **observación** el cual nos permite registrar datos cuantitativos, así como identificar características, propiedades y condiciones. También se ha empleado la técnica de encuesta el cual consistirá en recabar información bibliográfica a cerca de estudios precedentes y actuales en la construcción de rampas. Así mismo se consultará sobre la viabilidad técnica de la propuesta de construcción de la rampa a los ingenieros involucrados en el tema.

#### ***3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos***

Los instrumentos empleados fueron hojas de chequeo, planos topográficos, formatos geomecánicos, equipo anemómetros para medición de velocidad de aire, equipos de monitoreo de gases Altair 5X y para medir las temperaturas ambientales se utilizó el termómetro de bulbo húmedo o termómetro ambiental.

#### ***3.3.3. Recursos para análisis de datos***

Se empleará la simulación de software Ventsin, software AutoCAD para el diseño y tablas de cálculo en Excel y por último para la determinación de requerimientos de caudal de aire según Anexo 38 del Decreto Supremo N°024-2016 y su modificatoria Decreto Supremo N° 023-2017 EM RSSO en minería, 2017).

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.1. Aspectos Técnicos para la ejecución de la Rampa Charito.**

La Rampa Charito se ubica entre los Niveles Operativos By pass 380 del nivel 1580 y nivel 1520, la prioridad de su construcción parte del conectar ambos niveles operativos mencionados para mejorar el sistema de ventilación, el acceso de equipos y garantizar la producción continua y eficiente de mineral entre ambos niveles. Por medio de esta labor de acceso se aprovecha el suministro de flujo de aire hacia el nivel 1520 considerando que esta labor ya se encuentra a una profundidad considerable donde las condiciones termo ambientales superaban los 25.6 °C. Por ello el área de planeamiento de la compañía, para garantizar la producción entre ambos niveles y el área de ventilación para mejorar las condiciones termo ambientales en el NV-1520 encaminaron el proyecto construcción de la rampa Charito que benefician los intereses de la compañía minera en la unidad de producción Tambojasa.



## **4.2. Geomecánica del macizo rocoso para el diseño de rampa**

Se llevó a cabo un extenso mapeo geomecánico para la construcción de la rampa Charito. Este mapeo fue crucial para comprender las características del macizo rocoso y determinar los parámetros de sostenimiento más adecuados. Para ello, se emplearon formatos específicos de mapeo geomecánico en 12 estaciones distribuidas entre los niveles 1520 y 1580, además del By Pass 380.

### ***4.2.1. Determinación del RMR de Bieniawski.***

Para determinar la caracterización del macizo rocoso se han evaluado diferentes parámetros de medición las cuales se presentan a continuación:

#### **Determinación de Resistencia a la Compresión Uniaxial (RCU)**

Para su cálculo se ha empleado el uso esclerómetro (instrumento de medición no destructivo) y el uso de Abaco para determinar la resistencia a la compresión uniaxial además del uso de la densidad de la roca que es 27 KN/m<sup>3</sup>.

Para la determinación de la RCU se utilizó el martillo de Schmitt en diferentes orientaciones, teniendo un promedio de 5 resistencias del martillo de Schmitt tomadas en campo In-situ, este resultado se interpolará con la densidad de roca para finalmente calcular la resistencia a la compresión uniaxial. Los resultados de la resistencia a la compresión uniaxial que se obtuvieron usando el ábaco se muestran a continuación.

Tabla N° 5: Determinación de Resistencia a la Compresión Uniaxial

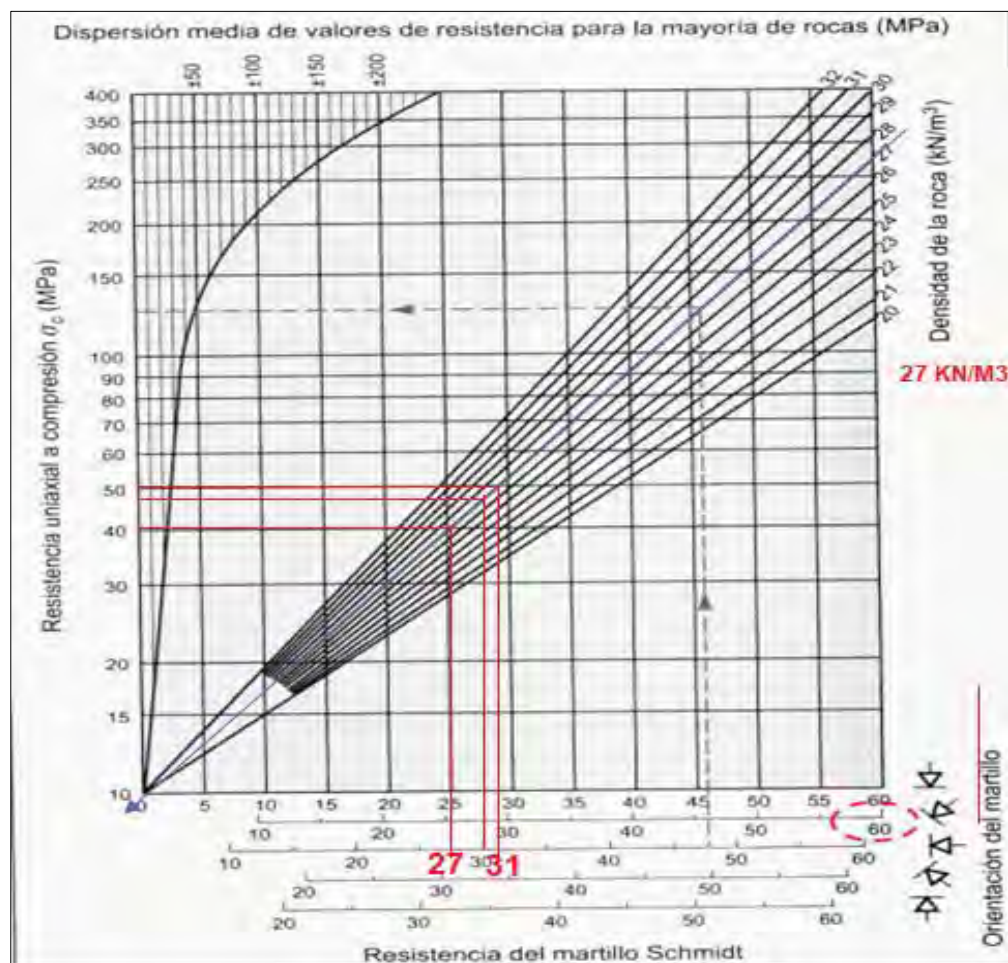
Descripción EMG (Estación de Mapeo Geomecánico)	Posición del Martillo de schmidt para determinar resistencia	Resistencia Promedio con martillo de schmidt (5 pruebas )	Resistencia a la Compresión Uniaxial calculada en el Abaco de schmidt (Mpas)
EMG-01; NV-1580	Posición Horizontal (Hastial Derecho)	27.50	40.00
EMG-02; NV-1580	Posición inclinado hacia abajo (Hastial Derecho)	29.50	51.43
EMG-03; NV-1580	Posición Horizontal (Hastial Izquierdo)	28.50	42.22
EMG-04; NV-1580	Posición inclinado hacia arriba (Hastial Izquierdo)	24.50	28.00
EMG-05; BY PASS 380	Posición Horizontal (Hastial Derecho)	29.50	43.33
EMG-06; BY PASS 380	Posición inclinado hacia abajo (Hastial Derecho)	24.50	38.00
EMG-07; BY PASS 380	Posición Horizontal (Hastial Izquierdo)	26.50	38.10
EMG-08; BY PASS 380	Posición inclinado hacia arriba (Hastial Izquierdo)	27.50	34.90
EMG-09; NV-1520	Posición Horizontal (Hastial Derecho)	30.00	45.00
EMG-10; NV-1520	Posición inclinado hacia abajo (Hastial Derecho)	25.50	40.00
EMG-11; NV-1520	Posición Horizontal (Hastial Izquierdo)	26.50	38.10
EMG-12; NV-1520	Posición inclinado hacia arriba (Hastial Izquierdo)	29.50	38.00

\*Fuente: Área Geomecánica de la Unidad Tambojasa- Mina Caraveli SAC

Se procede a detallar los cálculos realizados para determinar la resistencia a la compresión uniaxial en las estaciones de mapeo geomecánico 06 y 09.

El mismo procedimiento se aplicó para las demás estaciones de mapeo geomecánico.

Figura N° 6: Abaco para Determinación de Resistencia a la compresión Uniaxial

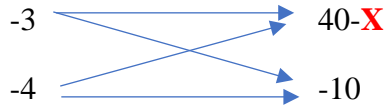


\*Fuente: Área Geomecánica de la Unidad Tambojasa- Mina Caraveli SAC

Se realiza el cálculo de la resistencia a la compresión uniaxial de la EMG orientación del esclerómetro horizontal (EMG-09; NV-1580).

27	→	40
30	→	"X"
31	→	50

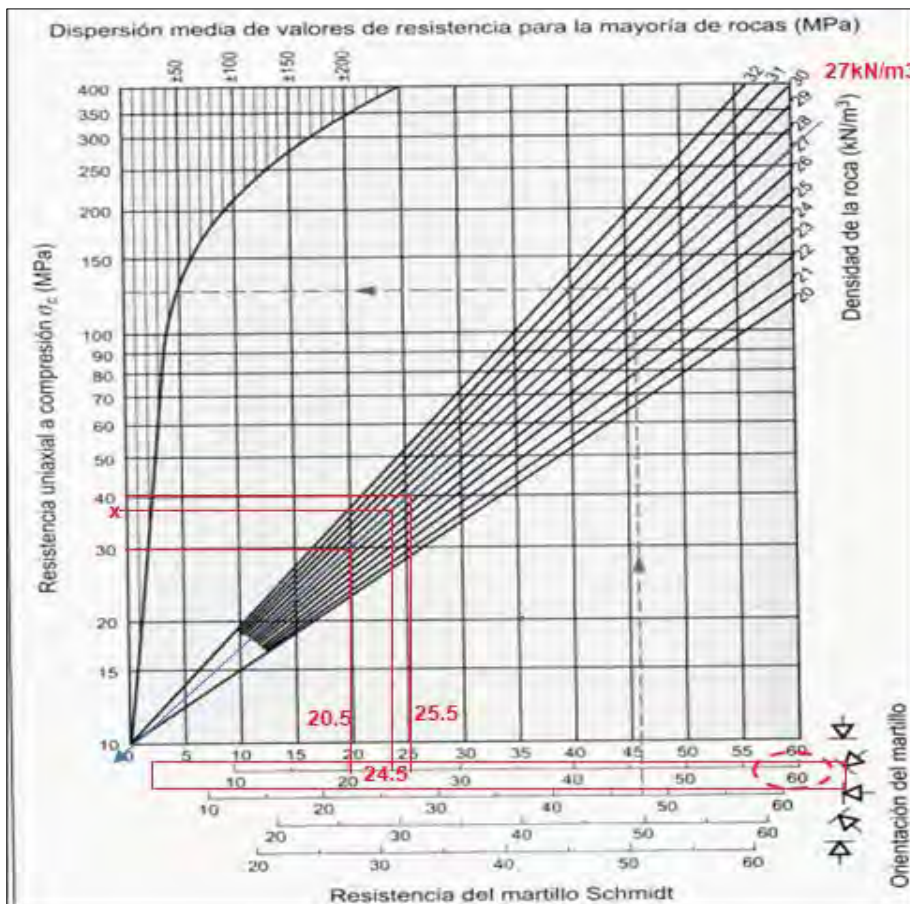
Estos valores son ubicados en el ábaco del martillo de Schmitt tal como se muestra en la figura.



Realizando los cálculos para: **X= 45 MPa**

Así mismo se ha realizado los cálculos en la EMG-06; BY PASS-380, para la posición del esclerómetro inclinado hacia abajo.

Figura N° 7: Abaco para Determinación de RCU Orientación inclinada hacia abajo



\*Fuente: Área Geomecánica de la Unidad Tambojasa- Mina Caraveli SAC

40 → 25.5  
 X → 24.5  
 30 → 20.5

Estos valores son ubicados en el ábaco del martillo de Schmitt tal como se muestra.

10 → 5  
 40-X → 1

Realizando los cálculos para: **X= 38 MPa**

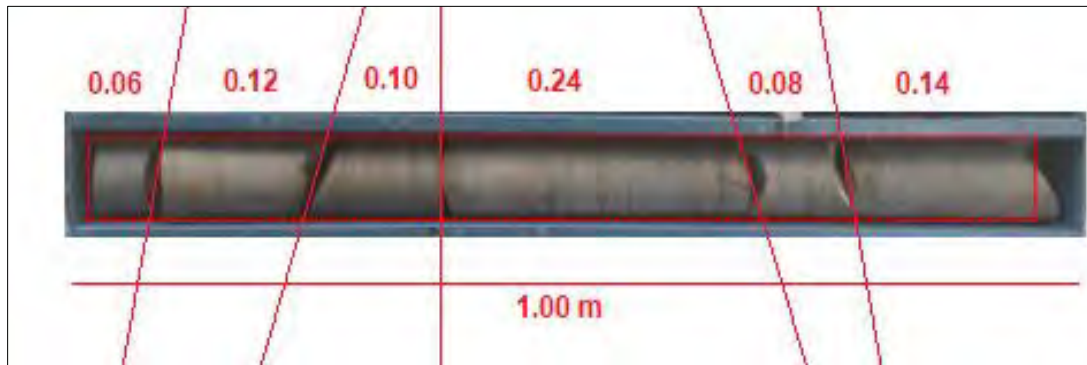
### **Determinación de la calidad de roca RQD (%)**

La determinación del RQD (%) en cada estación de mapeo geomecánico para dar inicio a la construcción de la rampa Charito se desarrolló mediante testigos y mapeo geomecánico por el método celdas el cual consiste realizar el conteo del número de fracturas en un 1m<sup>3</sup>; El índice de Calidad de Roca en las estaciones de mapeo geomecánico (EMG-05, 06 y 07 del By Pass 380 y EMG-9, 10 y 11 del nivel 1520) fueron calculados a partir del logueo de testigos diamantinos; por otro lado las EMG-01, 02, 03 y 04 del Nivel 1580 y EMG-08 del By Pass y EMG-12 del Nivel 1520 han sido determinados a través de la relación de Plamstrom (2005).

El RQD en las estaciones de mapeo geomecánico que emplearon perforaciones diamantinas se realizó empleando lo siguiente:

$$RQD = \frac{\sum \text{Longitud de los trozos de testigo sanos} > 10 \text{ cm}}{\text{Longitud total de la carrera de perforación}} \times 100\%$$

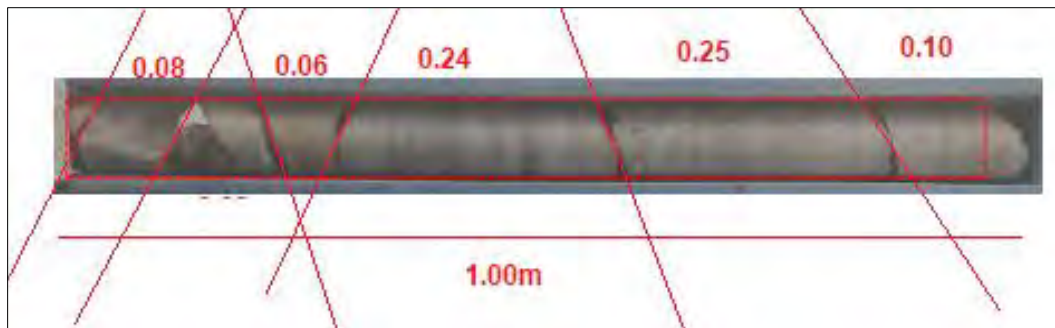
Figura N° 8: Calculo RQD (%) EMG-07 By Pass 380



\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

$$RQD = \frac{(0.12 + 0.10 + 0.24 + 0.14)m}{1.00 m} \times 100\% = 60\%$$

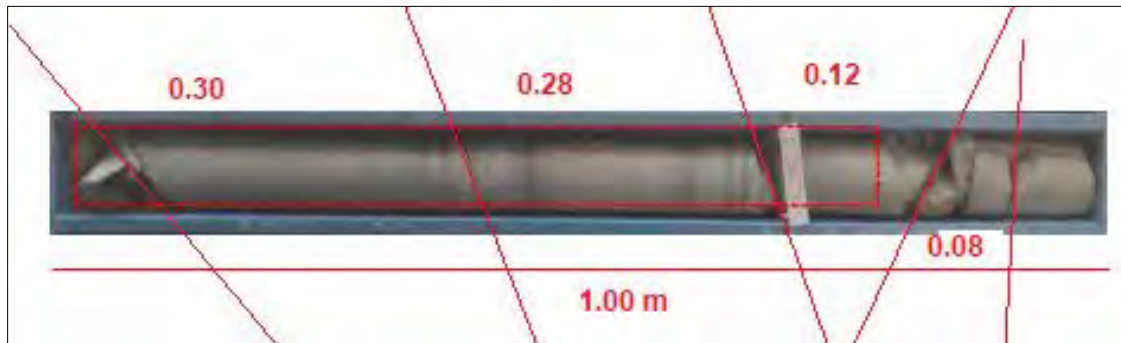
Figura N° 9: Calculo RQD (%) EMG - 06 By Pass 380



\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

$$RQD = \frac{(0.24 + 0.25 + 0.10)m}{1.00 m} \times 100\% = 59\%$$

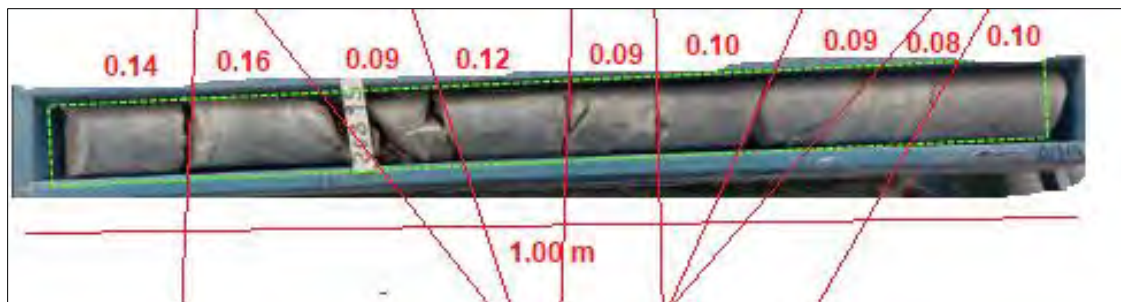
Figura N° 10: Calculo RQD (%) EMG - 05 By Pass 380



\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

$$RQD = \frac{(0.30 + 0.28 + 0.12)m}{1.00 m} \times 100\% = 70\%$$

Figura N° 11: Calculo RQD (%) EMG - 11 Nv-1520

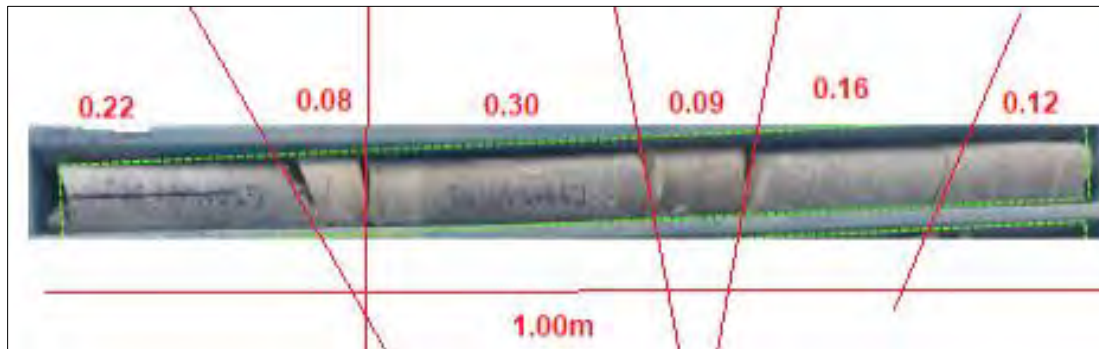


\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

$$RQD = \frac{(0.14 + 0.16 + 0.12 + 0.10 + 0.10)m}{1.00 m} \times 100\% = 62\%$$



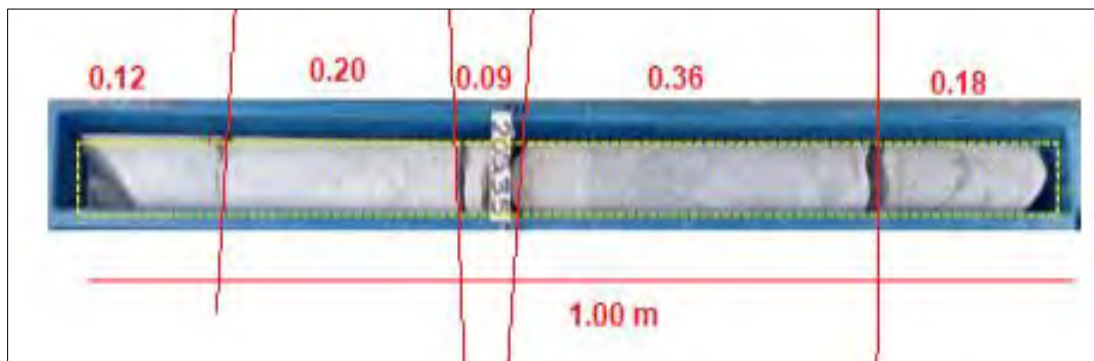
Figura N° 12: Calculo RQD (%) EMG - 10 Nv-1520



\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

$$RQD = \frac{(0.22+0.30+0.16+0.12)m}{1.00 m} \times 100\% = 80 \%$$

Figura N° 13: Calculo RQD (%) EMG - 9 Nv-1520



\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

$$RQD = \frac{(0.12+0.20+0.36+0.18)m}{1.00 m} \times 100\% = 86 \%$$



En las demás estaciones de mapeo geomecánico, la determinación RQD se llevó a cabo aplicando la correlación de Plamstrom (2005), la cual se presenta a continuación:

$$RQD (\%) = 110 - 2.5x (J_v)$$

Donde:  $J_v$  (número de fracturas en  $1m^3$ ).

**Cálculo RQD (%) EMG - 1 Nv-1580, donde  $J_v = 28$**

$$RQD (\%) = 110 - 2.5x(28) = 40\%$$

**Cálculo RQD (%) EMG - 2 Nv-1580, donde  $J_v = 25$**

$$RQD (\%) = 110 - 2.5x(25) = 47.50\%$$

**Cálculo RQD (%) EMG - 3 Nv-1580, donde  $J_v = 24$**

$$RQD (\%) = 110 - 2.5x(24) = 50\%$$

**Cálculo RQD (%) EMG - 4 Nv-1580, donde  $J_v = 26$**

$$RQD (\%) = 110 - 2.5x(26) = 45\%$$

**Cálculo RQD (%) EMG - 8 BY PASS 380, donde  $J_v = 27$**

$$RQD (\%) = 110 - 2.5x(27) = 42.5\%$$

**Cálculo RQD (%) EMG - 12 Nv-1520, donde  $J_v = 28$**

$$RQD (\%) = 110 - 2.5x(28) = 40\%$$

Tabla N° 6: Determinación del RQD (%)

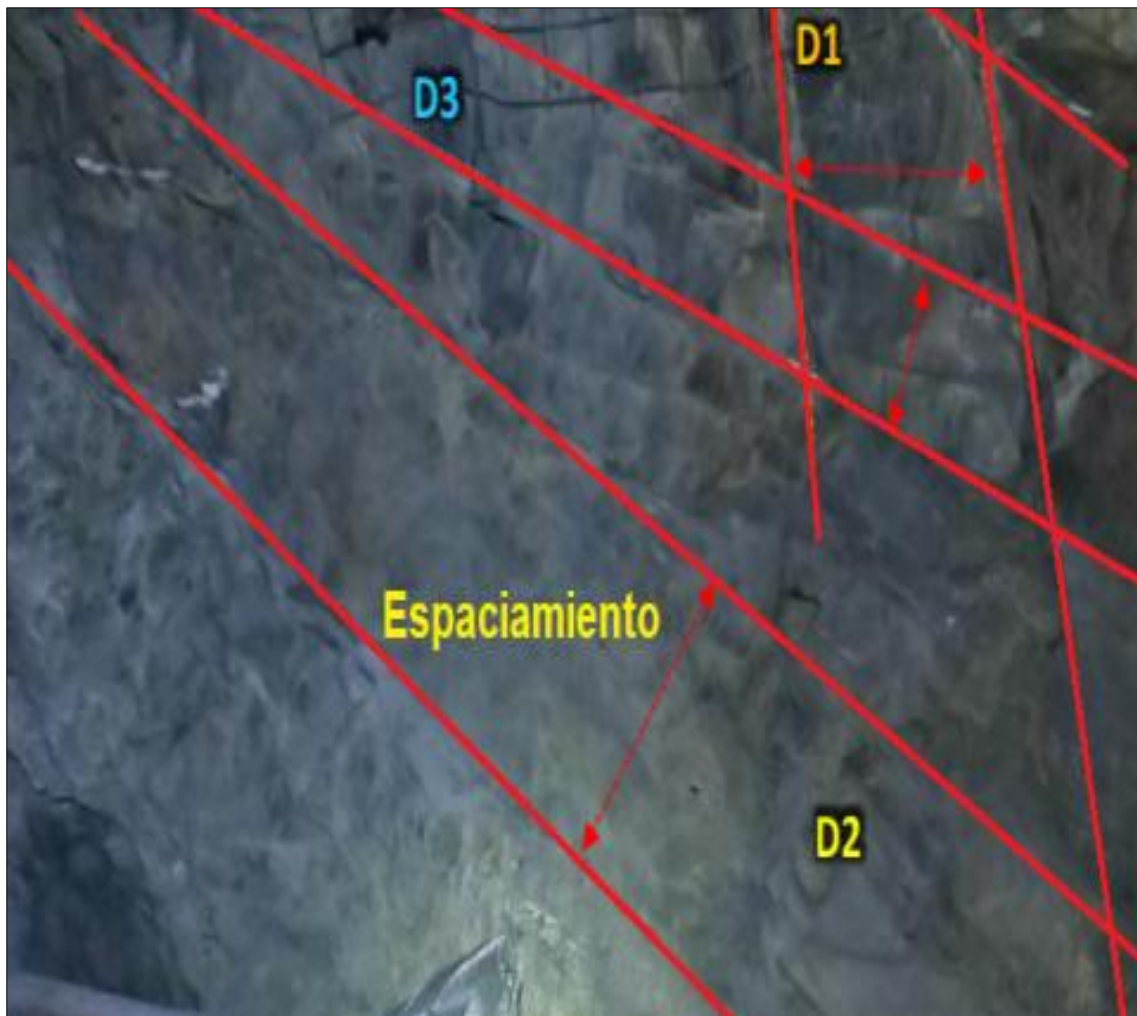
<b>Descripcion EMG (Estacion de Mapeo Geomecanico)</b>	<b>RQD (%) Calculado a partir de Testigos</b>	<b>Numero de Fracturas en 1 (m3)</b>	<b>Calculo (RQD %=110-2.5Jv)</b>
EMG-01; NV-1580		28	40.00
EMG-02; NV-1580		25	47.50
EMG-03; NV-1580		24	50.00
EMG-04; NV-1580		26	45.00
EMG-05; BY PASS 380	70		
EMG-06; BY PASS 380	59		
EMG-07; BY PASS 380	60		
EMG-08; BY PASS 380		27	42.50
EMG-09; NV-1520	86		
EMG-10; NV-1520	80		
EMG-11; NV-1520	62		
EMG-12; NV-1520		28	40.00

\*Fuente: Área Geomecánica UEA Tambojasa-Mina Caraveli SAC

### **Parámetro espaciamiento entre discontinuidades**

Este parámetro de medición fue realizado en campo a través de la inspección visual el espaciamiento entre discontinuidades son medidas con flexómetro después de ser delimitadas. Para después valorar en el formato de mapeo geomecánico.

Figura N° 14: Espaciamiento entre Discontinuidades



\*Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 7: Formato de Mapeo Geomecánico NV-1580

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <h2 style="color: #0070C0; margin: 0;">REGISTRO GEOMECANICO - METODO CELDAS</h2> </div> </div>															CLASIFICACIÓN RMR DEL MACISO ROCOSO		
EMPRESA		COMPañía MINERA CARAVELI S.A.			UBICACIÓN EN COORDENADAS			FECHA:		16/02/2024		RMR	DESCRIPCIÓN				
PROYECTO		UNIDAD DE PRODUCCION TAMBOYASA-MINA CARAVELI SAC			UTM_WGS84			REALIZADO:		N.C // A.Y // T.S							
ESTACIÓN		EMG-01, 02, 03 Y 04		AZIMUT(*)		113		COTA:		LITOLOGIA							
								REF:		Diorita							
Parám.	OC	RQD		Espaciamiento entre discontinuidades		CONDICIONES DE DISCONTINUIDADES					Agua subterránea		Orientación discontinuidades		VALORACIÓN RMR DEL MACISO ROCOSO		
Val.						Persistencia	Apertura	Rugosidad		Relleno	Meteorización						
Punto de Mapeo																	
1.- > 250 Mpa	15																
2.- 100 - 250 Mpa	12																
3.- 50 - 100 Mpa	7																
4.- 25 - 50 Mpa	4																
5.- < 25 Mpa	2																
1.- 90 - 100%	20																
2.- 75 - 90%	17																
3.- 50 - 75%	13																
4.- 25 - 50%	8																
5.- < 25%	3																
1.- > 2 m	20																
2.- 0.6 - 2 m	15																
3.- 200 - 600 mm	10																
4.- 60 - 200 mm	8																
5.- < 60 mm	5																
1.- < 1 m	6																
2.- 1 - 3 m	4																
3.- 3 - 10 m	2																
4.- 10 - 20 m	1																
5.- > 20 m	0																
1.- Cerrada 0	6																
2.- Muy Angosta < 0.1mm	5																
3.- Angosta 0.1 - 1mm	4																
4.- Abierta 1 - 5mm	1																
5.- Muy Abierta > 5mm	0																
1.- Muy Rugosa	6																
2.- Rugosa	5																
3.- Ligeramente Rugosa	3																
4.- Lisa	1																
5.- Muy Lisa	0																
1.- Ninguna	6																
2.- Relleno Duro < 5mm	4																
3.- Relleno Duro > 5mm	2																
4.- Relleno Blando < 5mm	2																
5.- Relleno Blando > 5mm	0																
1.- No Meteorizada	6																
2.- Ligeramente Meteorizada	5																
3.- Meteorizada	3																
4.- Muy Meteorizada	1																
5.- Descompuesta	0																
1.- Seco	15																
2.- Húmedo	10																
3.- Mojado	7																
4.- Goteo	4																
5.- Flujo	0																
1.- Muy Favorable	0																
2.- Favorable	-2																
3.- Regular	-5																
4.- Desfavorable	-10																
5.- Muy Desfavorable	-12																
EMG-1	4	8		8		4	1	3		2	3	15	-5	43	III - B	REGULAR "B"	Roca regular, intensamente fracturada, regular a pobre, meteorizada, seca al límite del dominio contacto con falla "34/007"
EMG-2	7	8		5		4	1	3		2	3	15	-5	43			
EMG-3	4	8		8		4	1	3		2	3	15	-5	43			
EMG-4	4	8		8		2	1	3		4	3	15	-5	43			

\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

A continuación, se muestra el formato de mapeo geomecánico con los datos registrados para el parámetro de espaciamento de discontinuidades así mismo muestra la valoración correspondiente.



Tabla N° 8: Formato de Mapeo Geomecánico By Pass 380

[illegible]

\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

Representa el espaciamiento de las discontinuidades en las estaciones de mapeo geomecánico 05, 06, 07 y 08 del By Pass 380 del Nivel 1580.

Tabla N° 9: Formato de Mapeo Geomecánico Nv-1520

<div><div></div><div>REGISTRO GEOMECANICO - METODO CELDAS</div><div></div></div>										CLASIFICACIÓN RMR DEL MACISO ROCOSO										
										RMR	DESCRIPCIÓN									
										91 -10	MUY BUENA "A"									
										81 - 90	MUY BUENA "B"									
										71 - 80	BUENA "A"									
										61 - 70	BUENA "B"									
										51 - 60	REGULAR "A"									
										41 - 50	REGULAR "B"									
										31 - 40	MALA "A"									
										21 - 30	MALA "B"									
										0 - 20	MUY MAL									
EMPRESA		COMPAÑIA MINERA CARAVELI S.A.				UBICACIÓN EN COORDENADAS				FECHA:		16/02/2024								
PROYECTO		UNIDAD DE PRODUCCION TAMBOJASA-MINA CARAVELI SAC				UTM_WGS84				REALIZADO:		N.C // A.Y // T.S								
						ESTE:		602381												
						NORTE:		8270014												
						COTA:														
ESTACIÓN		EMG-09,10,11 Y 12		AZIMUT		REF:				NV 1520		LITOLOGIA								
										Diorita										
Parám.	Val.	OC		RQD	Espaciamiento entre discontinuidades	CONDICIONES DE DISCONTINUIDADES								Agua subteranea		Orientación discontinuidades		VALORACIÓN RMR DEL MACISO ROCOSO		
		Resistencia a la compresión				Persistencia		Apertura		Rugosidad		Relleno		Meteorización						
Punto de Mapeo	15	1.- > 250 Mpa	20	1.- 90 - 100%	3	1.- > 2 m	6	1.- < 1 m	6	1.- Ninguna	6	1.- No Meteorizada	6	1.- Seco	15	1.- Muy Favorable	0	RMR	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
	12	2.- 100 - 250 Mpa	17	2.- 75 - 90%	15	2.- 0.6 - 2 m	4	2.- 1 - 3 m	5	2.- Muy Angosta < 0.1mm	4	2.- Ligeramente Meteorizada	5	2.- Húmedo	10	2.- Favorable	-2			
	7	3.- 50 - 100 Mpa	13	3.- 50 - 75%	10	3.- 200 - 600 mm	2	3.- 3 - 10 m	4	3.- Angosta 0.1 - 1mm	2	3.- Meteorizada	3	3.- Mojado	7	3.- Regular	-5			
	4	4.- 25 - 50 Mpa	8	4.- 25 - 50%	8	4.- 60 - 200 mm	1	4.- 10 - 20 m	1	4.- Abierta 1 - 5mm	2	4.- Relleno Duro > 5mm	1	4.- Goteo	4	4.- Desfavorable	-10			
	2	5.- < 25 Mpa	3	5.- < 25%	5	5.- < 60 mm	0	5.- > 20 m	0	5.- Muy Abierta > 5mm	2	5.- Relleno Blando < 5mm	0	5.- Flujo	0	5.- Muy Desfavorable	-12			
EMG-9	4		17		8		4		1		2		3	15		-5	52	III - B	REGULAR "B"	Roca regular, intensamente fracturada, regular, ligeramente meteorizada, seca.
EMG-10	4		17		8		4		3		2		3	15		-5	52			
EMG-11	4		13		8		4		3		2		3	15		-5	48			
EMG-12	4		8		5		4		1		2		3	15		-5	40			

## Parámetro condiciones de discontinuidades

Figura N° 15: Condiciones de las discontinuidades

	<p>La persistencia de la discontinuidad es la longitud prolongada que tiene una discontinuidad, dentro de las condiciones geomecánicas se han determinado in situ la medición con flexómetro de ello.</p>
	<p>La apertura viene a ser la separación entre las caras de las discontinuidades son datos tomados de campo. La figura muestra el prototipo de medición.</p>





La rugosidad es el grado de aspereza que tiene una superficie del macizo rocoso en este caso es medido con el peine de Baton que sirve para determinar el coeficiente de rugosidad (JRC).



Presencia de relleno que pueda existir en la junta de separacion de una discontinuidad pueden ser rellenos blandos o duros.





Grado de alteracion de una determinada superficie de macizo rocoso en este caso se puede visualizar una roca muy meteorizada.

\*Fuente: Elaboración Propia

Los parametros referidos a las condiciones de las discontinuidades se encuentran plasmados en los formatos de mapeo geomecanico de las Tablas N° 7, 8 y 9 de los Niveles 1580; By Pass 380 y Nv 1520.

### **Parámetro presencia de agua subterránea**

Para el caso de parámetros de medición de presencia de aguas subterráneas en la unidad de producción Tambojasa las labores mineras presentan condiciones secas de trabajo sin contenido de humedad.

### Clasificación del macizo rocoso de acuerdo al RMR

De las estaciones de mapeo geomecánico realizadas en 12 estaciones en los niveles 1580, By pass 380 y 1520 se ha obtenido que el RMR promedio será de 45.33 lo cual implica que el tipo de roca será regular IIIB con un GSI MF/R-F/P como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 10: Determinación del RMR.

Descripcion EMG (Estacion de Mapeo Gemomecanico)	RMR Calculado Corregido	RMR promedio	GSI	Tipo de Roca	RMR promedio
EMG-01; NV-1580	43.00	43.00	MF/R-F/P	III-B	Roca Regular III-B
EMG-02; NV-1580	43.00				
EMG-03; NV-1580	43.00				
EMG-04; NV-1580	43.00				
EMG-05; BY PASS 380	46.00	45.00	MF/R-F/P	III-B	Roca Regular III-B
EMG-06; BY PASS 380	46.00				
EMG-07; BY PASS 380	46.00				
EMG-08; BY PASS 380	42.00				
EMG-09; NV-1520	52.00	48.00	MF/R-F/P	III-B	Roca Regular III-B
EMG-10; NV-1520	52.00				
EMG-11; NV-1520	48.00				
EMG-12; NV-1520	40.00				
					<b>45.33</b>

\*Fuente: Área Geomecánica Compañía Minera Caraveli SAC

Tabla N° 11: Clasificación RMR del Macizo Rocoso

CLASIFICACIÓN RMR DEL MACIZO ROCOSO	
RMR	DESCRIPCIÓN
91 - 100	MUY BUENA "A"
81 - 90	MUY BUENA "B"
71 - 80	BUENA "A"
61 - 70	BUENA "B"
51 - 60	REGULAR "A"
41 - 50	REGULAR "B"
31 - 40	MALA "A"
21 - 30	MALA "B"
0 - 20	MUY MALA

\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

#### 4.3. Diseño y Ejecución de la Rp Charito.

##### 4.3.1. Diseño de la Rampa Charito.

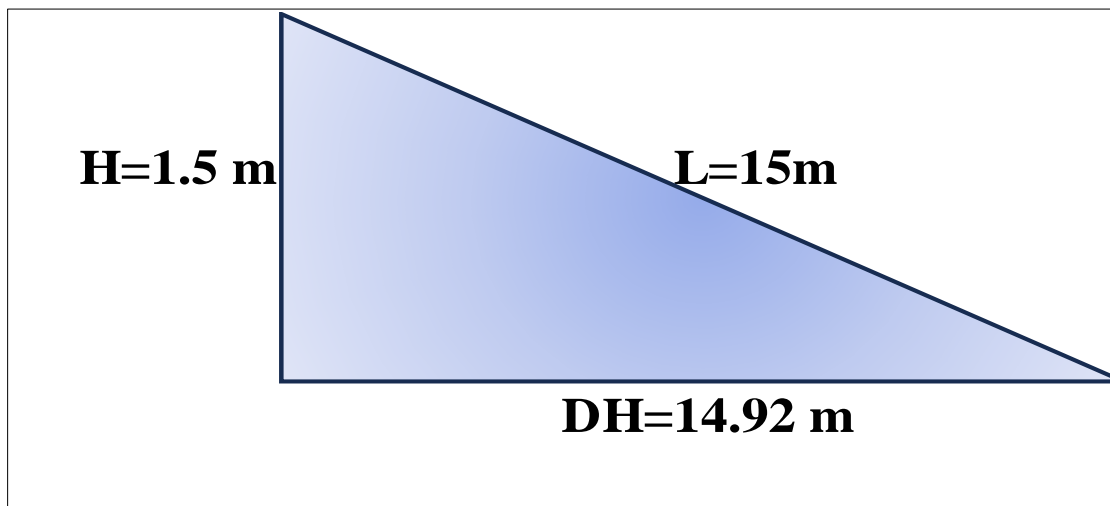
La rampa Charito se diseñó y construyó con el propósito de conectar el By Pass 380 con el Nivel 1520 y, al hacerlo, mejorar el suministro de aire al Nivel 1520. Esto es fundamental, ya que el Nivel 1520 opera a una profundidad donde las condiciones termo ambientales son desfavorables, con altas temperaturas. Adicionalmente, esta rampa estratégica reducirá significativamente los tiempos de acceso para los equipos de extracción. La construcción de la rampa comienza en la progresiva 0 + 100 km del By Pass 380, una ubicación clave que se encuentra debajo del Nivel 1580

#### **4.3.1.1. Pendiente de Rampa.**

Considerada también como inclinación del relieve respecto a la horizontal, para este diseño se considerará Tramos A-B-C-D-E-F; donde (A) inicio de la rampa y (F) final de la rampa. Los tramos corresponden a un diseño de acuerdo a la configuración de la roca y la presencia de fallas existentes.

Pendiente para el Tramo A-B; Longitud de la Rampa será de 15m

Figura N° 16: Pendiente Tramo A-B



\*Fuente: Propia

Cálculo de DH y Gradiente (%):

$$DH = \sqrt{(15)^2 - (1.5)^2} = 14.92 \text{ m}$$

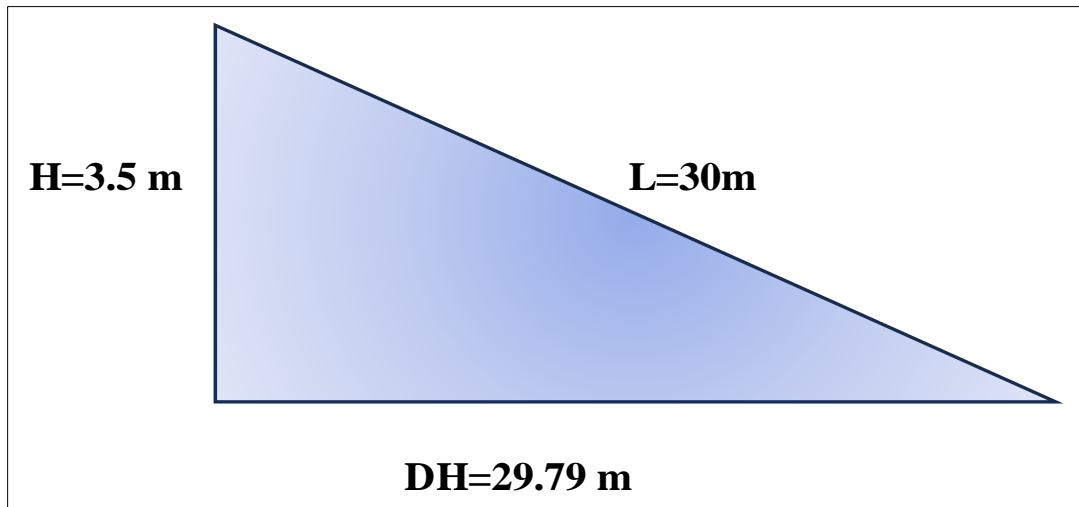
Por consiguiente, el cálculo de la gradiente será:

$$G(\%) = \frac{1.5}{14.92} \times 100\% = 10.05\%$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{10.05}{100}\right) = 5.74^\circ$$

Determinación de la pendiente para el Tramo B-C; Longitud de la Rampa será de 30 metros.

Figura N° 17: Pendiente Tramo B-C



\*Fuente: Propia

Cálculos:

$$DH = \sqrt{(30)^2 - (3.5)^2} = 29.79 \text{ m}$$

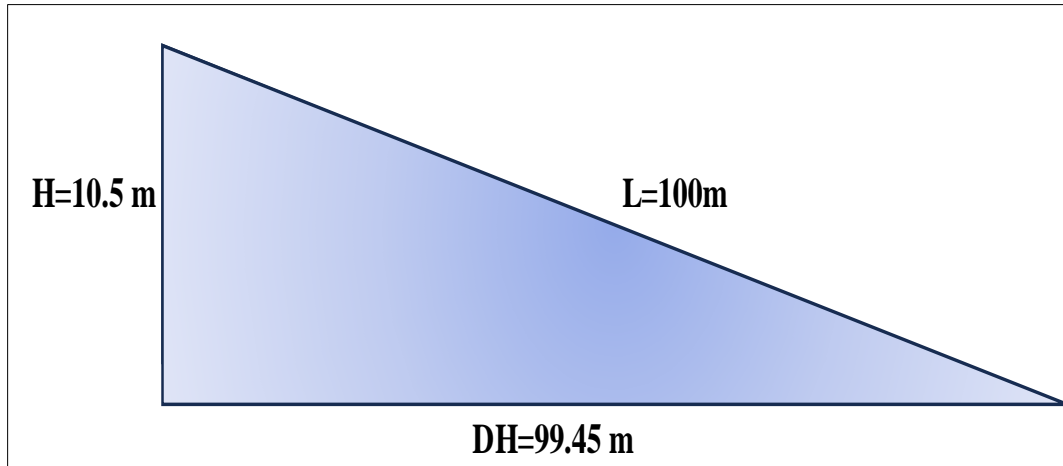
Por consiguiente, el cálculo de la gradiente será:

$$G(\%) = \frac{3.5}{29.79} \times 100\% = 11.74\%$$

$$\alpha = \arctang\left(\frac{11.74}{100}\right) = 6.7^\circ$$

Pendiente para los Tramos C-D y D-E; Longitud de la Rampa será de:100 m en cada tramo.

Figura N° 18: Pendiente Tramo C-D y D-E



\*Fuente: Propia

Cálculo:

$$DH = \sqrt{(100)^2 - (10.5)^2} = 99.45 \text{ m}$$

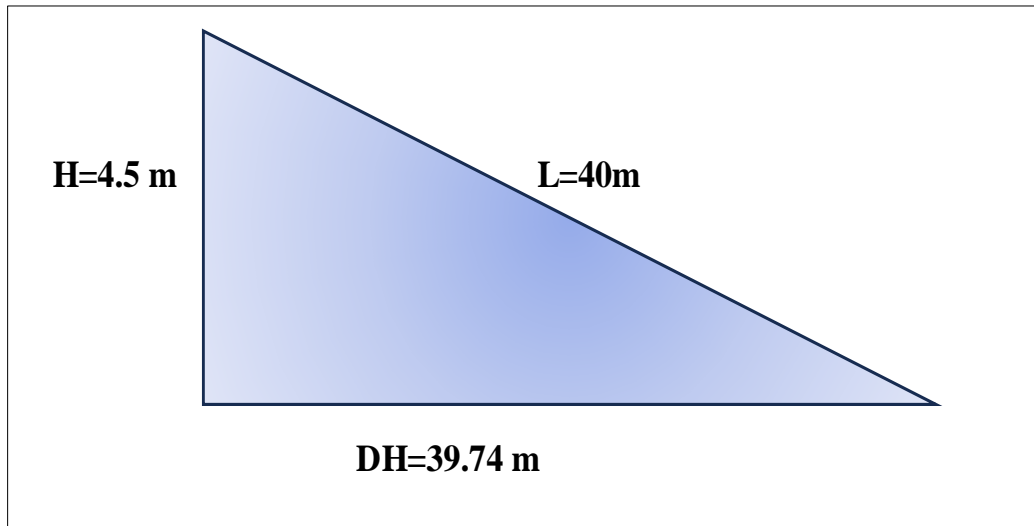
Por consiguiente, el cálculo de la gradiente será:

$$G(\%) = \frac{10.5}{99.45} \times 100\% = 10.56\%$$

$$\alpha = \arctang\left(\frac{10.56}{100}\right) = 6.02^\circ$$

Pendiente para el Tramo E-F; Longitud de la Rampa será de: 40m

Figura N° 19: Pendiente Tramo E-F



\*Fuente: Propia

Cálculos:

$$DH = \sqrt{(40)^2 - (4.5)^2} = 39.75 \text{ m}$$

Por consiguiente, el cálculo de la gradiente será:

$$G(\%) = \frac{4.5}{39.75} \times 100\% = 11.32\%$$

$$\alpha = \arctang\left(\frac{11.32}{100}\right) = 6.46^\circ$$

Cuadro N° 1: Resumen de Metrado de la Rampa Charito

Resumen de metrado de la rampa Charito						Nota
Tramo	DI (m)	DV (m)	DH (m)	G(%)	angulo	
A-B	15	1.5	14.92	10.05	5.74°	Se proyecto construir la rampa por tramos debido a la presencia de fallas existentes en la zona y el comportamiento geomecanico del macizo rocoso
B-C	30	3.5	29.80	11.75	6.7°	
C-D	100	10.5	99.45	10.56	6.02°	
D-E	100	10.5	99.45	10.56	6.02°	
E-F	40	4.5	39.75	11.32	6.46°	

\*Fuente: Propia

Del cuadro de resumen la rampa tendrá una longitud de 366.68 metros (incluye longitudes de curva) que serán construidos en una altura de 30.5 metros en diferentes tramos con una pendiente promedio de 11%.

#### **4.3.1.2. Dimensionamiento de Sección de la Rampa.**

Según la clasificación geomecánica del macizo rocoso se obtuvo un RMR promedio de 45.33, por lo cual se determina el Q de Barton con la siguiente relación.

$$Q = e^{(RMR-44)/9}$$

De la formula se determina que:

$$Q = e^{(45.33-44)/9}$$

$$Q = 1.16$$

El dimensionamiento de la seccion de la rampa se realiza empleando la formula empirica propuesta por el Q de barton.



$$\text{Abertura Maxima sin soporte} = 2 * (ESR) * Q^{0.4}$$

$$\text{Abertura Maxima sin soporte} = 2 * (1.6) * 1.16^{0.4} = 3.395 \text{ m}$$

Tabla N° 12: Categoría de Excavación en función del ESR

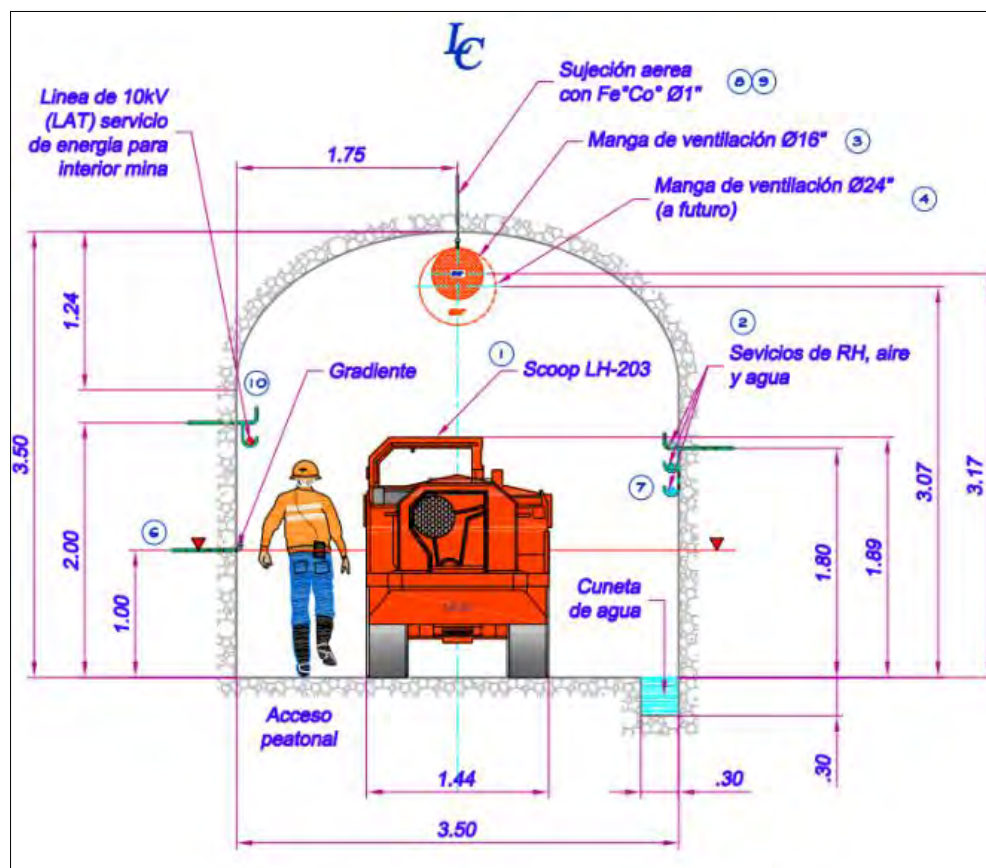
Categoría de la Excavación		ESR
A	Excavaciones mineras temporales.	3 -5
B	Aberturas mineras permanentes, túneles de agua para hidroeléctricas (excluyendo conductos forzados de alta presión), túneles piloto, galerías y socavones para grandes excavaciones.	1.6
C	Cámaras de almacenamiento, plantas de tratamiento de agua, túneles carreteros y ferrocarrileros mayores, cámaras de defensa civil, intersecciones de portales	1.3
D	Casas de fuerza, túneles carreteros y ferrocarrileros mayores, cámaras de defensa civil, intersecciones de portales	1.0
E	Estaciones subterráneas de energía nuclear, estaciones de ferrocarril, facilidades deportivas y públicas, fábricas.	0.8

\* Fuente: Barton (1980)

El área transversal de la rampa será de 3.5m x 3.5m considerando parámetros para la implementación de mangas de ventilación y líneas de servicio. La sección de diseño cumple los parámetros geomecánicos respecto al ancho y alto de excavación para mayor estabilidad se hará uso de un sistema de sostenimiento que más adelante se detallará.

La sección deberá llevar líneas de aire comprimido, mangas de ventilación de 16", líneas eléctricas etc., en soportes de servicio de acero a cada 3m.

Figura N° 20: sección de diseño de rampa



\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

#### 4.3.1.3. Curvatura de la Rampa.

Para el diseño del radio de curvatura de las rampas se utilizará las dimensiones de giro de los equipos a emplearse según sus catálogos existen dos tipos de radio de curvatura interior y exterior. Los equipos empleados en la Mina Caraveli SAC son los que se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 2: Equipos de la Unidad de Producción Tambojasa

ITEM	EQUIPO	MODELO	ANGULO DE GIRO
1	SCOOPTRAM	LH202	40°
2	SCOOPTRAM	LH203	40°
3	SCOOPTRAM	ODUS-0.6	38°
4	DUMPER	VARIOMEC / XCR	40°
5	DUMPER	VARIOMEC / XCR	40°
6	JUMBO FRONTONERO	MUKI FF	35°
7	JUMBO FRONTONERO	MUKI FF	35°

\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

El diseño de radio de curvatura será para un ángulo de giro 40° se considera el ángulo de giro mayor según la ficha técnica Scooptram Sandvik LH203 se considera Radio de Curvatura Externo = 4.685 m

Radio de Curvatura Externo (Rce)

Rce = 5.00 m

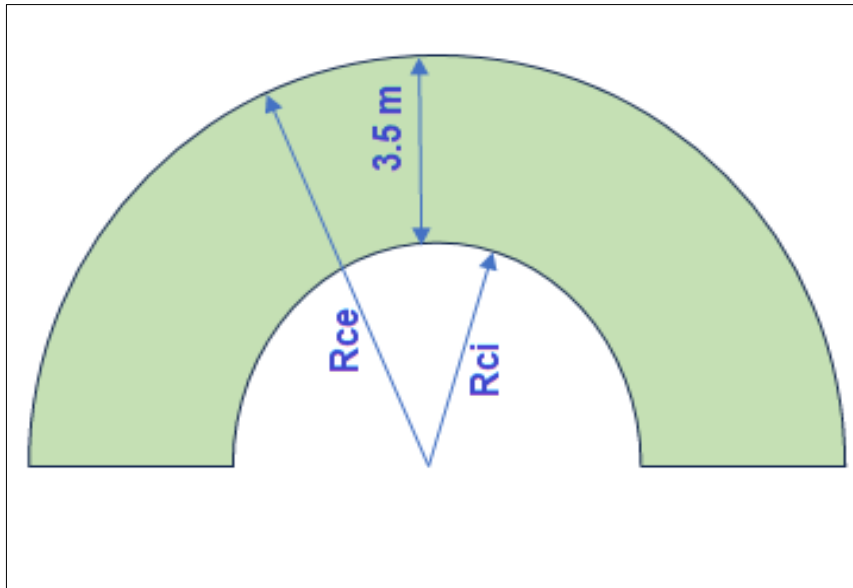
Radio de curvatura interna (Rci)

Rci = 5.0m -3.5m = 1.5 m

- Longitud de curva externa =  $2 \times (\pi) \times 5 = 31.41$  m
- Longitud de curva Interna =  $2 \times (\pi) \times 1.5 = 9.42$  m
- Longitud de curva Intermedia =  $2 \times (\pi) \times 3.25 = 20.42$  m

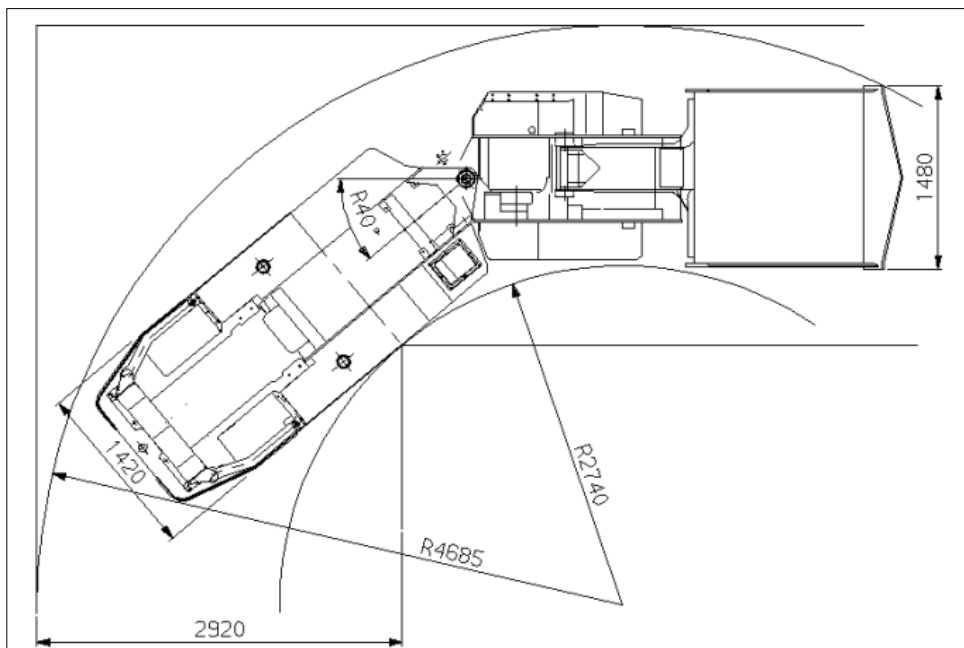
Por consiguiente, la curva de la rampa Charito medirá **20.42** metros.

Figura N° 21: Radio de Curvatura Externa e Interna



\*Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 22: Radio de Giro del equipo Sandvik LH203



\*Fuente: Ficha técnica Sandvik LH203

#### 4.3.1.4. Longitud de Rampa.

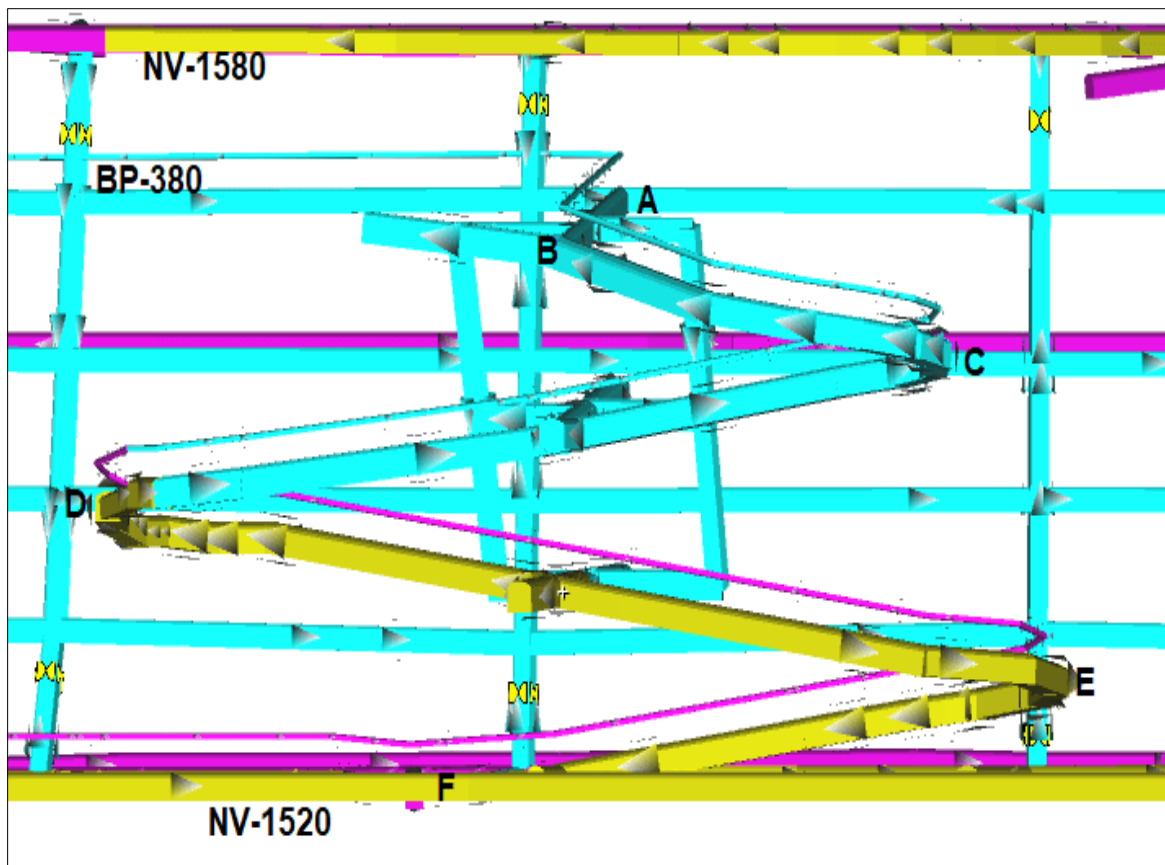
El metraje total de la rampa determinada en base a la gradiente (%) y ángulo de rampa, longitud de curva para la rampa tipo espiral será:

**Longitud de Rampa** = Tramo AB + LcB + Tramo BC+ LcC + Tramo CD + LcD +  
Tramo DE+ LcE + Tramo EF.

$$\mathbf{L_{trp}} = 15+20.42+30+20.42+100+20.42+100+20.42+40 = \mathbf{366.68\ m}$$

A continuación, se muestra la configuración de diseño de la Rp.

Figura N° 23: Longitud de la rampa Charito



\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

#### ***4.3.1.5. Declive y Peralte en la Rp***

Para la determinación del peralte de diseño en la curvatura de la rampa se aplicó la siguiente formula:

$$h = \frac{axV^2}{R \times g} = \frac{3.5 \times 2.58^2}{20.42 \times 9.81} = 0.12\text{m}$$

Donde:

h: peralte en (m)

V(m/s): Ficha técnica V=9.3 km/hr =2.58 m/seg

Rc: radio de curvatura (m); R=20.42

g: aceleración de gravedad; g=9.81 m/seg<sup>2</sup>

a: apertura de labor en m; a=3.5m

**El peralte de diseño** en las curvas de la rampa será de 0.12 m.

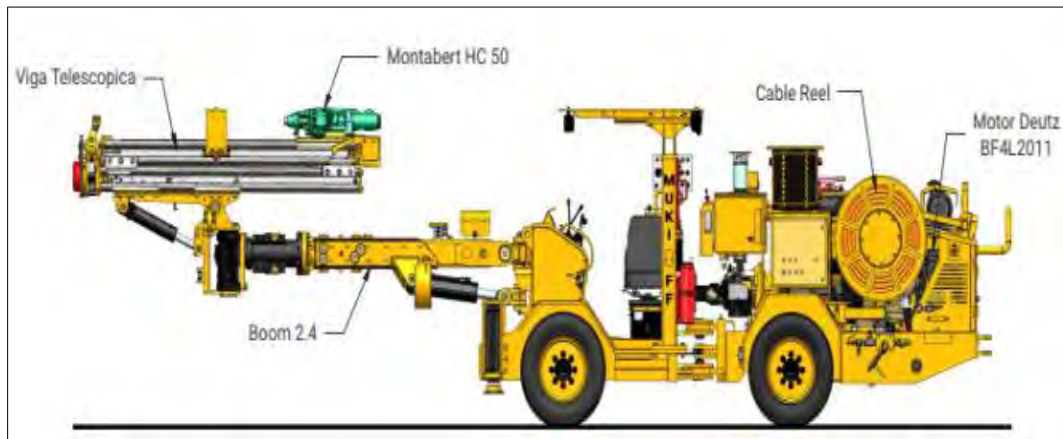
#### ***4.3.2. Aspectos Técnicos de Construcción de la Rampa Charito.***

Los aspectos técnicos de diseño serán fundamentales para determinar la construcción eficiente de la rampa Charito. Estos se determinarán a través de parámetros.

##### ***4.3.2.1. Parámetros de Perforación.***

Para la perforación se empleará el uso del jumbo Frontonero Muki FF, con las siguientes características; longitud de Barreno de 10 ft = 3.05m con una eficiencia de perforación del 90%.

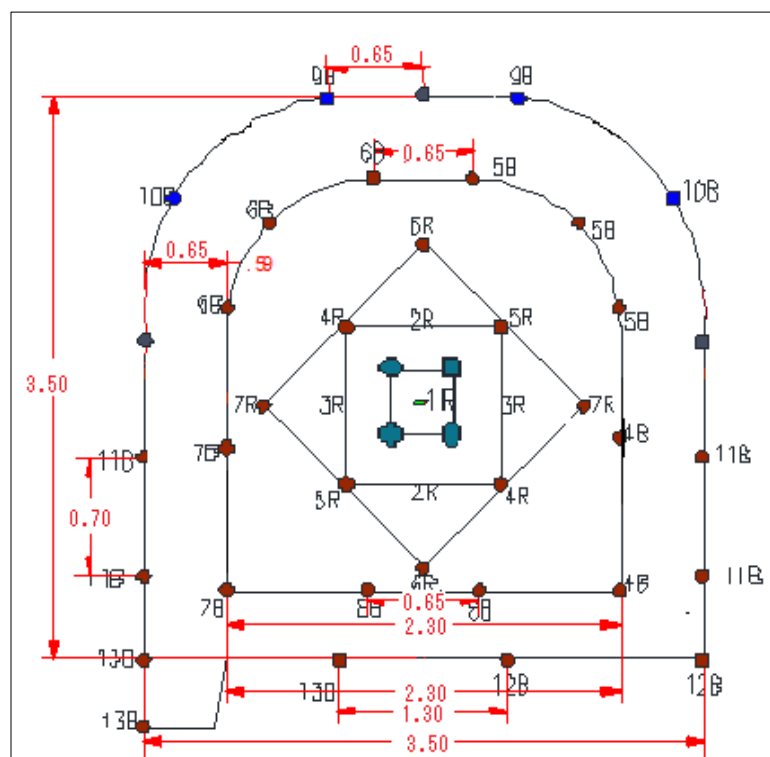
Figura N° 24: Jumbo Frontonero Muki FF



\*Fuente: Ficha técnica Jumbo Frontonero Muki FF

A continuación, se muestra la malla de perforación para la construcción de la rampa Charito de sección de 3.5 m x 3.5 m.

Figura N° 25: Diseño de la malla de perforación.



\*Fuente: Mina Caraveli S.A.C.

Tabla N° 13: Distribución de Taladros

Descripcion	N° Tal c/u	Diametro de Tal mm
Tal Vacíos Arranque	4	102
Arranque	1	45
Primera Ayuda	4	45
Segunda Ayuda	4	45
Ayuda Piso	4	45
Piso	2	45
Perimetales	9	45
Cuadrador	13	45
Total de Taladro	41	

\*Fuente: Mina Caraveli S.A.C

Tabla N° 14: Datos técnicos de la Labor

Antecedentes Labor		
Sección	m. x m.	3.5 X 3.5
Área Teórica	m2	10.94
Antecedentes Roca		
Tipo de Roca		Semi Dura
Tipo de Material		Desmonte
Peso Especifico In-Situ	TM/m3	2.70
Antecedentes Perforación		
Longitud de Perforación	pie	10.00
Longitud de Perforación	m	3.05
Longitud efectiva	m	2.75
Diámetro Perforación	m	0.045
Diámetro Escareado	m	0.076
Cantidad de Taladros	c/u	41
Metros Perforados	m	113
Long. Sin Carga	cm	0.45
Volumen a Remover	m3	30
Toneladas a Remover	Ton	81

\*Fuente: Mina Caraveli S.A.C



**Cálculos:**

**Sección de rampa.**

$$Seccion\ rp = \frac{\pi D^2}{8} + Ax \left(\frac{h}{2}\right) = \frac{\pi x 3.5^2}{8} + 3.5x \left(\frac{3.5}{2}\right) = \mathbf{10.94\ m^2}$$

**Numero de taladros.**

$$NT = \frac{4x^2\sqrt{S}}{Dt} + KxS = \frac{4x^2\sqrt{10.94}}{0.60} + 1.6x10.94 = 41\ Taladros.$$

Donde:

S: Sección m<sup>2</sup>

Dt: Distancia entre Taladros

K: Factor de Roca.

Tabla N° 15: Coeficiente de Factor de roca

<b>Factor de roca (K)</b>		
<b>Tipos de rocas</b>	<b>K</b>	<b>(K) Promedio</b>
<b>Rocas duras</b>	2.0 a 2.25	2.00
<b>Rocas intermedias</b>	1.5 a 1.7	1.60
<b>Rocas friables</b>	1.0 a 1.2	1.10

\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

Tabla N° 16: Distancia entre taladros periféricos

<b>Distancia entre taladros (E)</b>		
<b>Tipos de rocas</b>	<b>Distancia</b>	<b>(E) promedio</b>
<b>Rocas tenaces</b>	0.4-0.55	0.48
<b>Rocas intermedias</b>	0.6-0.65	0.60
<b>Rocas friables</b>	0.7-0.75	0.73

\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

#### 4.3.2.2. Parámetros de Voladura.

Para la voladura en los frentes durante la ejecución de la rampa Charito se ha hecho uso de los siguientes accesorios de voladura.

Tabla N° 17: Accesorios de voladura

Accesorios de Voladura	UND	N° cartuch o Piezas	Precio x Caja us\$	Precio unitario Cartuchos	Kilogrs	Peso Kilogrs
<b>Explosivos</b>						
EMULFRAG®	CAJA	50	45.50	0.91	1.82	1.00
Emulnor® 3000 1 1/4" x 12"	Cart	92	49.50	0.54	1.98	0.27
GELATINA 90% 1 1/4" x 8'	Cart	124	65.20	0.53	2.61	0.20
SEMEXA 45% 1 1/8" x 12'	Cart	122	65.20	0.53	2.61	0.20
<b>Accesorios</b>						
Fanel® 4.2 metros TP	Pza	150		1.26		
Cordon detonante 3P	Mt	1500		0.16		
Camex® de 2.4 metros	Pza	150		0.54		
Mecha de Rápida	Mts	1500		0.39		

\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

El explosivo usado para la construcción de la rampa fue el Emulnor 3000 1 1/4" x 12" en los taladros de arranque, primera ayuda, segunda ayuda, ayuda piso y piso, mientras que en los taladros perimetrales y cuadrador se utilizó la semexa 45% 1 1/8" x 12".

#### ***4.3.3. Evaluación del Requerimiento de Aire***

Durante la construcción de la Rp en mención el caudal de aire suministrado fue por un ventilador mecánico y manga de ventilación de 16" de diámetro.

##### ***4.3.3.1. Caudal de aire requerido para la ejecución de la Rampa Charito***

La normativa vigente en el decreto supremo (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017) indica que debe cumplir con las condiciones termo ambientales de trabajo requeridos.

##### ***4.3.3.2. Requerimiento de Aire por Trabajadores***

Según Decreto Supremo (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017) Artículo 247, en espacios de trabajo se Debera cumplir con lo referente:

Hasta 1,500 m.s.n.m la cantidad mínima de aire necesario por hombre será de 3 m<sup>3</sup> /min

De 1,500 a 3,000 m.s.n.m aumentará en 40% que será igual a 4 m<sup>3</sup>/min


De 3,000 a 4,000 m.s.n.m aumentará en 70% que será igual a 5 m<sup>3</sup>/min

Sobre los 4,000 m.s.n.m aumentará en 100% que será igual a 6 m<sup>3</sup>/min

Para el cálculo de caudal en CFM se considera la guardia más numerosa.

Altitud promedio de la UEA Tambojasa es de 3000 m.s.n.m.

Tabla N° 18: Requerimiento de Caudal por trabajador

GUARDIA "A" (Más numerosa)				
	Personal	Total/gdia	m <sup>3</sup> /min	Q cfm
CYH SAC		10	40.00	1,412.59
GEOMAC LAT		5	20.00	706.29
SUPERVISION MINA		4	16.00	565.03
<b>SUB TOTAL</b>		<b>19</b>	<b>76.00</b>	<b>2,683.91</b>
PERSONAL VISITA (3%)		<b>1</b>	<b>4</b>	<b>141.26</b>
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>80</b>	<b>2,825.17</b>
<b>QTr</b>			<b>2,825.17</b>	<b>cfm</b>

\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

Personal de CyH SAC fueron los encargados de la ejecución y construcción de la rampa el staff de personal aproximado para los trabajos de construcción de la rampa será de 20 personales con requerimiento de caudal de aire de 4m<sup>3</sup>/min por persona. **(Factor de Conversión 80 m<sup>3</sup>/min=35.3146 x 80 = 2825.17 CFM)**

#### 4.3.3.3. Requerimiento de Aire por Equipos Petroleros

Para este cálculo sea empleado la siguiente formula:

$$QEq \text{ (Scoop)} = Pot \text{ Efe} \times DM \times FU \times 3m^3/min$$

Para el ejemplo se utilizará el equipo Scooptram:


$$QEq \text{ (Scoop)} = 52.34 \times 89\% \times 29\% \times 3m^3/min$$

$$QEq \text{ (Scoop)} = 40.53 \text{ m}^3/min = \mathbf{1431.14 \text{ CFM.}}$$

De similar manera se realiza los cálculos para los demás equipos.

Para el staff de equipos en operación para la construcción de la rampa Charito se requerirá **6,606.89 CFM**. Tabla N° 19.

Tabla N° 19: Requerimiento de Caudal por Equipos Petroleros

	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA NOM. (HP)	FA	POT.	DM	FU	REQ.	Q REQ. (m <sup>3</sup> /min)	Q REQ. (Cfm)
					EFFECT. (HP)			MÍNIMO (m <sup>3</sup> /min)		
1	SCOOPTRAM	OPERATIVO	67.10	78%	52.34	89%	29%	3.00	40.53	1,431.14
2	CAMIONETA HILUX 4X4	OPERATIVO	85.00	78%	66.30	90%	30%	3.00	53.70	1,896.50
3	DUMPER	OPERATIVO	80.52	78%	62.81	93%	14%	3.00	24.53	866.33
4	JUMBO FRONTONERO	OPERATIVO	73.81	78%	57.57	86%	46%	3.00	68.33	2,412.92
			<b>306</b>		<b>239</b>	<b>90%</b>	<b>30%</b>		<b>187.09</b>	<b>6,606.89</b>

\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

#### 4.3.3.4. Requerimiento de Aire por Temperatura

En la unidad de producción de Tambojasa existen 4 niveles con temperaturas superiores a > 24°C por lo cual se requerirá determinar dicho parámetro. los niveles (1700-1580-1520-1800) contemplan temperaturas promedio de 29.81°C a una profundidad promedio de 600 metros desde bocamina.

Tabla N° 20: Sección Promedio de Labores Mineras

CÁLCULO DE SECCIÓN PROMEDIO				
Tipo de Labores	Ancho (m)	Alto (m)	Factor de corrección	Area (m <sup>2</sup> )
Cruceros	2.0	2.0	0.85	3.40
Rampas y Galerías Pri	3.0	3.0	0.85	7.65
Chimeneas	1.2	1.2	0.85	1.22
Subnivel , Tajeo	1.0	1.8	0.85	1.53
<b>PROMEDIO TOTAL</b>				<b>3.45</b>

\*Fuente: Mina Caraveli S.A.C.

Tabla N° 21: Requerimiento de Caudal por Temperatura

DESCRIPCIÓN	VALOR	UND
TEMPERATURA °C	25.5	°C
# NIVELES	4	> 23 °C
VELOCIDAD MÍNIMA	30	m/min
ÁREA PROMEDIO	3.45	m <sup>2</sup>
<b>Qte</b>	<b>14,625</b>	<b>cfm</b>

\*Fuente: Compañía Minera Caraveli SAC

Para determinar el caudal de requerimiento por temperatura se emplea:

$$Q_{Te} = V_m \times A \times N$$

$V_m = 30 \text{ m/min}$ , según RSSO 023-2017 EM, anexo 38

$$Q_{Te} = V_m \times A \times N = 30 \text{ m/min} \times 3.45 \text{ m}^2 \times 4 = 763.5 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_{Te} = 14,625 \text{ CFM.}$$

#### ***4.3.3.5. Requerimiento de Aire por Consumo de Madera***

Artículo 252, inciso d) La madera empleada al interior de la mina para labores de sostenimiento, entre otras, genera emisiones de gases de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>. Para el cálculo debe considerarse la escala establecida en la tabla N° 3 (Factor de Producción de acuerdo al consumo de madera)

Para determinar consumo por madera se aplica:

$$Q_{Ma} = T \times U \text{ (m}^3/\text{min)}$$

Donde:

T: Producción TM/guardia.

U: Factor de producción según art 252.

El consumo de madera en la UEA Tambojasa es menor al 20% del total de la producción por lo tanto de acuerdo al art. 252 inciso d) el factor de producción va ser igual a cero.

$$QMa = 150 \text{ TMH/guardia} \times 0 \text{ m}^3/\text{min} = 0 \text{ CFM}$$

Tabla N° 22: Factor de Producción

Factor de produccion		
	Cantidad	Und
Producción	150	TMH/GDA
Consumo	4.8	TN/GDA
<i>Factor de producción</i>		
Porcentaje	3.17%	<i>igual a 0.</i>

\*Fuente: Mina Caraveli S.A.C.

#### ***4.3.3.6. Requerimiento de Aire por Fugas***

En el Anexo 38 se indica que para calcular el aire requerido por fugas se emplea la siguiente formula:

$$QFu = 15\% \times QT1 \text{ (m}^3/\text{min)}$$

$$QT1 = Qtr + Qte + Qma + Qeq$$

$$QT1 = QTr + QTe + QMa + QEq = (2,825 + 14,625 + 0 + 6607) \text{ cfm}$$

$$QT1 = 24,057 \text{ cfm}$$

$$Q_{Fu}=15\% \times 24,054 \text{ cfm}$$

$$Q_{Fu}=3608 \text{ cfm}$$

Cuadro N° 3: Resumen de Requerimiento de Caudales

<b>Resumen de Requerimiento de Caudales (cfm)</b>			
$Q_{Tr}$	=	2,825	cfm
$Q_{Ma}$	=	0	cfm
$Q_{Te}$	=	14,625	cfm
$Q_{Ed}$	=	6,607	cfm
<b>Sub Total</b>		<b>24,057</b>	<b>cfm</b>
<b><math>Q_{fu} (15\% \times Q_{t1})</math></b>	<b>=</b>	<b>3,608</b>	<b>cfm</b>

\*Fuente: Elaboración Propia

#### ***4.3.3.7. Requerimiento de Aire para Construcción de la Rampa***

Se muestra la siguiente tabla de resumen para el cálculo de cobertura de aire durante la construcción de la rampa Charito.



Tabla N° 23: Cobertura de Aire para la ejecución de la Rp

COBERTURA DE AIRE PARA LA CONSTRUCCION DE LA RAMPA CHARITO						
Parámetro	Fórmula	Donde	Valor	m3/min	cfm	%
N° de trabajadores	Q <sub>Tr</sub> = F x N	F = Caudal por persona a (1500-3000) m.s	4	80.00	2,825.2	10%
		N= N° persona/g+numerosa	20			
Consumo de madera	Q <sub>Ma</sub> = T x u	T = Producción TMH/g	95	0.00	0.00	0%
		u = Factor de producción	0			
Temperatura en las labores de trabajo	Q <sub>Te</sub> = V <sub>m</sub> x A x N	V <sub>m</sub> = Velocidad mínima	30	414.12	14,625	53%
		A = Área de la labor promedio	3.45			
		N° de niveles con Temp. > 23°C	4			
Equipos con motor petrolero	Q <sub>Eq</sub> = 3 x HP x D <sub>m</sub> x F <sub>u</sub>	HP = Capacidad efectiva de potencia	239.02	187.09	6,606.89	24%
		D <sub>m</sub> = Disponibilidad mecanica (%)	90%			
		F <sub>u</sub> = Factor de utilización (%)	0.30			
Caudal Sub Total				681.21	24,057	87%
Fugas	Q <sub>Fu</sub> = 15% x Q <sub>tl</sub>	Q <sub>Tl</sub> = Q <sub>Tr</sub> + Q <sub>Te</sub> + Q <sub>Ma</sub> + Q <sub>Eq</sub>	0.15	102.18	3,608	13%
Requerimiento de Aire	Q <sub>To</sub> = Q <sub>Tl</sub> + Q <sub>Fu</sub>	Q <sub>Tl</sub> = Q <sub>Tr</sub> + Q <sub>Te</sub> + Q <sub>Ma</sub> + Q <sub>Eq</sub>		783.39	27,665.06	100%
		Q <sub>Fu</sub> = 15% x Q <sub>tl</sub>				
Requerimiento de Aire (Qr)				783.39	27,665.06	

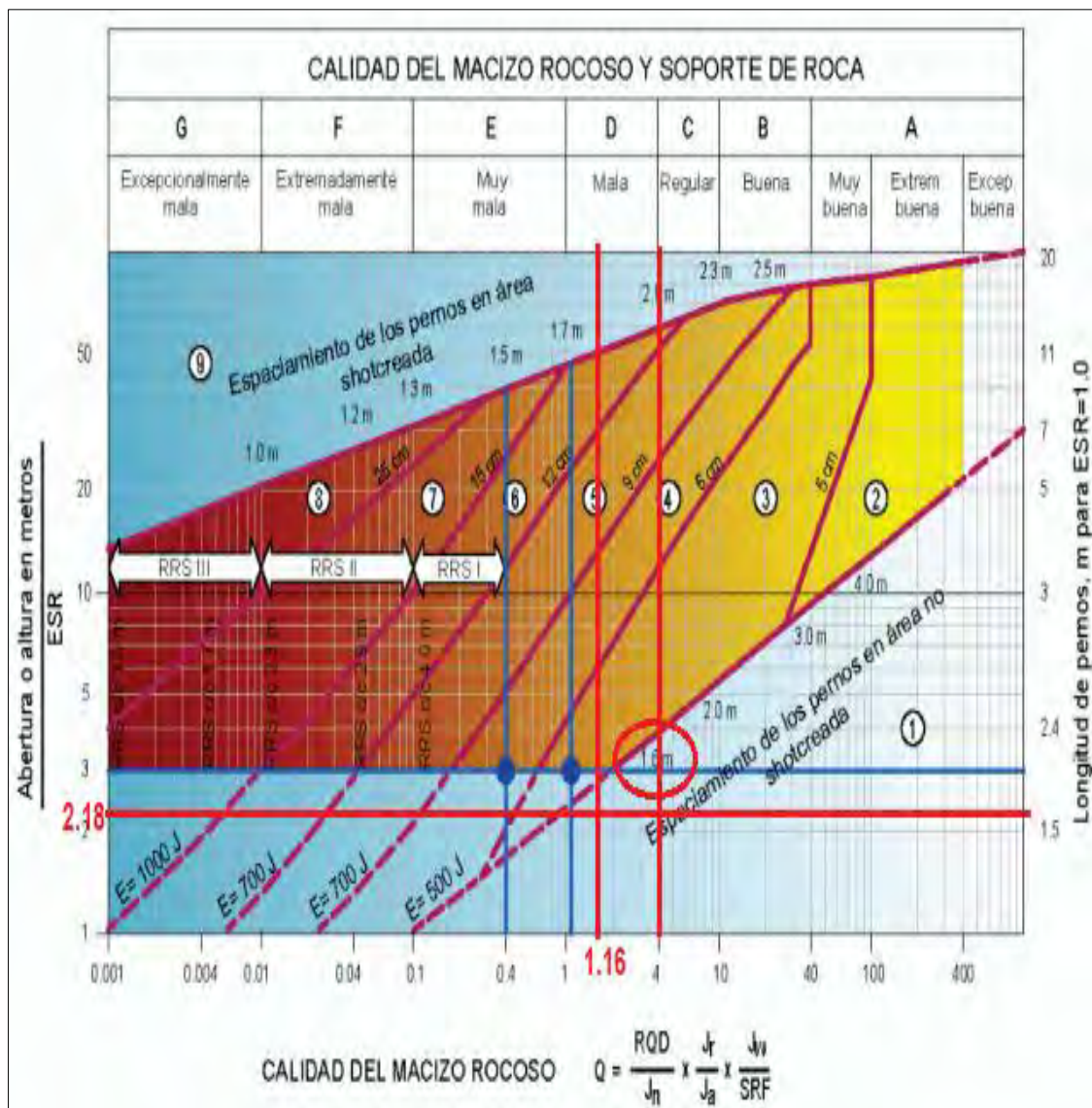
\*Fuente: Propia

La ejecución de la Rp Charito implica realizar el ciclo de minado dentro de ello tenemos el caudal de aire necesario para la construcción de la rampa con un caudal de **27,665.06** cfm los cuales deberán ser suministrados mediante un ventilador mecánico y mangas de ventilación.

#### 4.3.4. Diseño del Sostenimiento en la Rampa Charito

El sostenimiento en la rampa se determinará a partir de la aplicación del sostenimiento del sistema de Barton. Los siguientes datos calculados son ESR=1.6, Sección de la Rampa = 3.5 m x 3.5 m y el Q = 1.16.

Figura N° 26: Grafico Diseño de Sostenimiento del Sistema Q



\*Fuente: Q (Barton, 2000)

La figura muestra la determinación del diseño de sostenimiento el cual indica sostenimiento con pernos helicoidales de 6 pies con mallas electrosoldadas a un espaciamiento de 1.6 m.

#### **4.3.5. Costos Unitarios de Operación.**

La ejecución de la rampa constituye realizar el diseño y construcción dentro del cual se tendrá que determinar los costos operativos unitarios que a continuación será desarrollado.

##### **4.3.5.1. Costo de Perforación. (\$/ml)**

La perforación se realizará con el Jumbo Frontonero Modelo Muki FF; la Tabla 13 muestra configuración de taladros y la Figura 25 la malla de perforación para una sección de 3.5 m x 3.5 m.

Tabla N° 24: Mano de Obra Costo (\$/ml)

Partida	Descripcion	Incidencia	Unidad	Cantidad	Precio Unitario		SubTotal US\$	Total US\$/ML
<b>01.01</b>	<b>Mano de Obra</b>							
01.01.01	Maestro Scoopero	1.00	Tarea	1.00	48.65	US\$/Tarea	48.65	
01.01.02	Ayud. Jumbo Frontonero	1.00	Tarea	1.00	43.24	US\$/Tarea	43.24	
01.01.03	Operador de Jumbo Frontonero	1.00	Tarea	1.00	54.05	US\$/Tarea	54.05	
01.01.04	Bodeguero/Compresorista	0.25	Tarea	1.00	37.84	US\$/Tarea	9.46	
01.01.05	Supervision por Ingeniero	0.25	Tarea	1.00	121.62	US\$/Tarea	30.41	
							<b>185.80</b>	<b>75.22</b>
<b>02.01</b>	<b>Implementos de Seguridad</b>							
02.01.01	Personal Operativo Normal	1.25	Tarea	1.00	1.66	US\$/Tarea	2.08	
02.01.02	Personal Operativo en Agua	2.00	Tarea	1.00	2.40	US\$/Tarea	4.80	
							<b>6.88</b>	<b>2.79</b>

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

Se sabe que: Rendimiento en (ml) = Eff voladura x Eff perforación x Long Barreno

Rendimiento en (ml/dis) = 90% x 90% x 10 ft x 0.3048 m/ft = **2.47 ml/dis.**

**Costo total mano de obra e implementos de seguridad.**

**\$/ml = (185.80 + 6.88) \$ / 2.47 ml = 78.01 \$/ml**

Tabla N° 25: Costo Materiales Herramientas y Equipos (\$/ml)

PARTIDA	DESCRIPCION	INCIDENCIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		SUB TOTAL US\$	TOTAL US\$/ML
<b>03.01</b>	<b>Materiales y Herramientas</b>							
03.01.01	Barra Conica de 6'	0.28	uni.	1.00	48.65	US\$/uni	13.57	
03.01.02	Barra Conica de 10'	0.16	uni.	1.00	64.86	US\$/uni	10.38	
03.01.03	Broca descartable de 45 mm	0.59	uni.	1.00	14.86	US\$/uni	8.70	
03.01.04	Broca Rimadora de 76 mm	0.81	uni.	1.00	12.97	US\$/uni	10.48	
03.01.05	Manguera de 1"	0.01	m	25.00	2.70	US\$/m	0.56	
03.01.06	Manguera de 1/2"	0.01	m	25.00	1.35	US\$/m	0.28	
03.01.07	Conexiones de manguera	0.01	jgo	4.00	7.43	US\$/m	0.17	
03.01.08	Aceite	0.82	gl	1.00	5.41	US\$/gl	4.44	
03.01.09	Herramientas	1.00	Tarea	1.00	2.35	US\$/Tarea	2.35	
							<b>50.92</b>	<b>20.62</b>
<b>04.01</b>	<b>Equipos</b>							
04.01.01	Jumbo Frontonero Muki FF	1.00	pp	450.00	0.14	US\$/pp	64.29	
04.01.02	Repuestos de lámpara	1.00	Tarea	2.00	0.36	US\$/Tarea	0.72	
04.01.03	Scooptram 2.2 yd3	1.00	tarea	1.37	60.00	US\$/Hr	81.99	
04.01.04	Bomba sumergible	0.25	Tarea	6.00	0.45	US\$/Hr	0.68	
04.01.05	Ventilador 20,000 CFM	0.25	Tarea	6.00	1.04	US\$/Hr	1.56	
04.01.06	Compresora diesel 1000 CFM	0.25	Tarea	6.00	13.96	US\$/Hr	20.94	
04.01.07	Grupo electrogeno	0.25	Tarea	6.00	13.32	US\$/Hr	19.99	
							<b>190.16</b>	<b>76.99</b>

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

**La incidencia se determina:**

Bar Con10 ft = # Taladros perforados x (Long. Barr 10 ft-Long. Barre 6 ft) / (0.3048 x vida del barrenos).

$$\text{Incidencia (B.C 10ft)} = 41 \times (3.05-1.83) / (1000 \times 0.3048) = 0.16.$$

$$\text{Precio Unitario (B.C 10ft)} = 64.86 \text{ \$/uni.}$$

Por consiguiente; Sub total partida 03.01.02 (Barra Cónica de 10 ft) =  $64.86 \times 0.16 = 10.38 \text{ \$/uni.}$

**El costo total en materiales, equipos y herramientas Sub Total es: =241.08 \$**

$$\text{\$/ml} = (241.08 \text{ \$} / 2.47 \text{ ml}) = 97.61 \text{ \$/ml}$$

**4.3.5.2. Costo de Voladura. (\\$/ml)**

Tabla N° 26: Costo de Explosivos (\\$/ml)

PARTIDA	DESCRIPCION	INCIDENCIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		SUB TOTAL US\$	TOTAL US\$/ML
05.01.	<b>Explosivos</b>							
05.01.01	Emulnor 3000 1 1/4" x 12"	1.00	und o cart	232.83	1.16	US\$/und	270.08	
05.01.02	Carmex de 8'	1.00	und	46.00	0.78	US\$/und	35.88	
05.01.03	Semexa 45% x 1 1/4" x 12"	1.00	und o cart	41.79	0.32	US\$/und	13.37	
05.01.04	Mecha de Rápida	1.00	m	8.00	0.47	US\$/m	3.76	
							<b>323.10</b>	<b>130.81</b>

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

**El costo total de voladura**

$$\text{\$/ml} = (323.10\$ / 2.47\text{ml}) = 130.81 \text{ \$/ml}$$

**Costos indirectos para el Proceso Operativo**

Tabla N° 27: Resumen de Costos Perforación y Voladura

COSTOS DE PERFORACION Y VOLADURA								
PARTIDA	DESCRIPCION	INCIDENCIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL US\$	TOTAL US\$/ML	
<b>01.01</b>	<b>Mano de Obra</b>							
01.01.01	Maestro Scoopero	1.00	Tarea	1.00	48.65	US\$/Tarea	48.65	
01.01.02	Ayud. Jumbo Frontonero	1.00	Tarea	1.00	43.24	US\$/Tarea	43.24	
01.01.03	Operador de Jumbo Frontonero	1.00	Tarea	1.00	54.05	US\$/Tarea	54.05	
01.01.04	Bodeguero/Compresorista	0.25	Tarea	1.00	37.84	US\$/Tarea	9.46	
01.01.05	Supervision por Ingeniero	0.25	Tarea	1.00	121.62	US\$/Tarea	30.41	
							<b>185.80</b>	<b>75.22</b>
<b>02.01</b>	<b>Implementos de Seguridad</b>							
02.01.01	Personal Operativo Normal	1.25	Tarea	1.00	1.66	US\$/Tarea	2.08	
02.01.02	Personal Operativo en Agua	2.00	Tarea	1.00	2.40	US\$/Tarea	4.80	
							<b>6.88</b>	<b>2.79</b>
<b>03.01</b>	<b>Materiales y Herramientas</b>							
03.01.01	Barra Conica de 6'	0.28	uni.	1.00	48.65	US\$/uni	13.57	
03.01.02	Barra Conica de 10'	0.16	uni.	1.00	64.86	US\$/uni	10.38	
03.01.03	Broca descartable de 45 mm	0.59	uni.	1.00	14.86	US\$/uni	8.70	
03.01.04	Broca Rimadora de 76 mm	0.81	uni.	1.00	12.97	US\$/uni	10.48	
03.01.05	Manguera de 1"	0.01	m	25.00	2.70	US\$/m	0.56	
03.01.06	Manguera de 1/2"	0.01	m	25.00	1.35	US\$/m	0.28	
03.01.07	Conexiones de manguera	0.01	jgo	4.00	7.43	US\$/m	0.17	
03.01.08	Aceite	0.82	gl	1.00	5.41	US\$/gl	4.44	
03.01.09	Herramientas	1.00	Tarea	1.00	2.35	US\$/Tarea	2.35	
							<b>50.92</b>	<b>20.62</b>
<b>04.01</b>	<b>Equipos</b>							
04.01.01	Jumbo Frontonero Muki FF	1.00	pp	450.00	0.14	US\$/pp	64.29	
04.01.02	Repuestos de lámpara	1.00	Tarea	2.00	0.36	US\$/Tarea	0.72	
04.01.03	Scooptram 2.2 yd3	1.00	tarea	1.37	60.00	US\$/Hr	81.99	
04.01.04	Bomba sumergible	0.25	Tarea	6.00	0.45	US\$/Hr	0.68	
04.01.05	Ventilador 20,000 CFM	0.25	Tarea	6.00	1.04	US\$/Hr	1.56	
04.01.06	Compresora diesel 1000 CFM	0.25	Tarea	6.00	13.96	US\$/Hr	20.94	
04.01.07	Grupo electrogeno	0.25	Tarea	6.00	13.32	US\$/Hr	19.99	
							<b>190.16</b>	<b>76.99</b>
<b>05.01.</b>	<b>Explosivos</b>							
05.01.01	Emulnor 3000 1 1/4" x 12"	1.00	und o cart	232.83	1.16	US\$/und	270.08	
05.01.02	Carnex de 8'	1.00	und	46.00	0.78	US\$/und	35.88	
05.01.03	Semexa 45% x 1 1/4" x 12"	1.00	und o cart	41.79	0.32	US\$/und	13.37	
05.01.04	Mecha de Rápida	1.00	m	8.00	0.47	US\$/m	3.76	
							<b>323.10</b>	<b>130.81</b>
	<b>Sub Total de Costos Directos</b>						<b>756.87</b>	<b>306.42</b>
<b>06.01.</b>	<b>Costos Indirectos</b>							
06.01.01	Imprevistos		%	15.00%		US\$	36.16	
06.01.02	Gastos Generales		%	20.00%		US\$	37.16	
06.01.03	Utilidad		%	10.00%		US\$	83.02	
							<b>156.34</b>	<b>63.30</b>
<b>TOTAL COSTO POR METRO LINEAL EN DOLARES (US\$/ML)</b>								<b>369.72</b>

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

#### 4.3.5.3. Costo de Sostenimiento (\$/ml)

El sostenimiento planteado y recomendado para estabilizar las secciones de la rampa Charito será pernos helicoidales con mallas electrosoldadas a un espaciamiento entre pernos de 1.6 según los cálculos realizados en el diseño de sostenimiento.

Tabla N° 28: Costo de M.O.

Partida	Descripcion	Incidencia	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total US\$	Total US\$/Perno
<b>01.01.</b>	<b>Mano de Obra</b>						
01.01.01.	Maestro Perforista	1.00	Tarea	1.00	48.65 US\$/Tarea	48.65	
01.01.02.	Ayudante Perforista	1.00	Tarea	1.00	43.24 US\$/Tarea	43.24	
02.01.01.	Personal Operativo normal	2.00	Tarea	1.00	1.66 US\$/Tarea	3.32	
<b>Sub Total</b>						<b>95.21</b>	<b>11.57</b>

\*Fuente: Mina Caraveli SAC.

Tabla N° 29: Costo Herramientas, Equipos y Materiales.

Partida	Descripcion	Incidencia	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Sub Total US\$	Total US\$/Perno
<b>02.01.</b>	<b>Herramientas</b>						
02.01.01	Barreno Integral de 4'	0.03	uni	1.00	48.65 US\$/uni	1.43	
02.01.02	Barreno Integral de 6'	0.02	uni	1.00	64.86 US\$/uni	1.05	
02.01.03	Manguera de 1"	0.01	m	25.00	2.70 US\$/m	0.56	
02.01.04	Manguera de 1/2"	0.01	m	25.00	1.35 US\$/m	0.28	
02.01.05	Conexiones	0.01	uni	4.00	7.43 US\$/uni	0.17	
02.01.06	Aceite	0.07	gl	1.00	5.41 US\$/gl	0.39	
02.01.07	Herramientas	1.00	Tarea	1.00	1.18 US\$/Tarea	1.18	
						<b>5.06</b>	<b>0.62</b>
<b>03.01.</b>	<b>Equipos</b>						
03.01.01	Peforadora jack leg	1.00	pp	40.00	1.40 US\$/pp	55.94	
03.01.02	Repuestos de lámpara	1.00	Tarea	2.00	0.36 US\$/Tarea	0.72	
						<b>56.66</b>	<b>6.88</b>
<b>04.01.</b>	<b>Materiales</b>						
04.01.01	Malla Electrosoldada 4" x 4" x	1.00	uni	9.00	22.97 US\$/uni	206.76	
04.01.02	Perno Helicoidal con Placa y 1	1.00	uni	8.23	24.32 US\$/uni	200.18	
						<b>406.94</b>	<b>49.45</b>

\*Fuente: Mina Caraveli SAC.

El sostenimiento se desarrollará con el equipo Yack Leg para la fácil maniobrabilidad dentro de la labor. Así mismo la perforación será con barrenos integrales de 4 y 6 pies, con una eficiencia de perforación de 90% con longitud efectiva de perforación de 1.65 m.

Cuadro N° 4: Datos Técnicos.

Tipo de Roca	Media	Unidad
Número de Taladros	8	Taladros
Longitud de Taladro	6	Pies
Longitud de Taladro	1.65	m
Eficiencia de Perforación	90.00%	%
Nº de pernos por metro lineal	1	uni
diametro del taladro	40	mm
diametro del perno	0.75	pulgadas
distancia entre pernos	1.6	m

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

### **Costos Indirectos para el Sostenimiento**

Los Costos indirectos dentro del sostenimiento contemplan las Contingencias en Materiales, Gastos generales y Utilidades.

Tabla N° 30: Resumen Costo Sostenimiento por Metro Lineal



Partida	Descripcion	Incidencia	Unidad	Cantidad	Precio Unitario		Sub Total US\$	Total US\$/Perno
<b>01.01.</b>	<b>Mano de Obra</b>							
01.01.01.	Maestro Perforista	1.00	Tarea	1.00	48.65	US\$/Tarea	48.65	
01.01.02.	Ayudante Perforista	1.00	Tarea	1.00	43.24	US\$/Tarea	43.24	
02.01.01.	Personal Operativo normal	2.00	Tarea	1.00	1.66	US\$/Tarea	3.32	
							<b>95.21</b>	<b>11.57</b>
02.01.	<b>Herramientas</b>							
02.01.01	Barreno Integral de 4'	0.03	uni	1.00	48.65	US\$/uni	1.43	
02.01.02	Barreno Integral de 6'	0.02	uni	1.00	64.86	US\$/uni	1.05	
02.01.03	Manguera de 1"	0.01	m	25.00	2.70	US\$/m	0.56	
02.01.04	Manguera de 1/2"	0.01	m	25.00	1.35	US\$/m	0.28	
02.01.05	Conexiones	0.01	uni	4.00	7.43	US\$/uni	0.17	
02.01.06	Aceite	0.07	gl	1.00	5.41	US\$/gl	0.39	
02.01.07	Herramientas	1.00	Tarea	1.00	1.18	US\$/Tarea	1.18	
							<b>5.06</b>	<b>0.62</b>
03.01.	<b>Equipos</b>							
03.01.01	Peforadora jack leg	1.00	pp	40.00	1.40	US\$/pp	55.94	
03.01.02	Repuestos de lámpara	1.00	Tarea	2.00	0.36	US\$/Tarea	0.72	
							<b>56.66</b>	<b>6.88</b>
04.01.	<b>Materiales</b>							
04.01.01	Malla Electrosoldada 4" x 4" x	1.00	uni	9.00	22.97	US\$/uni	206.76	
04.01.02	Perno Helicoidal con Placa y 7	1.00	uni	8.23	24.32	US\$/uni	200.18	
							<b>406.94</b>	<b>49.45</b>
<b>Sub Total Costos</b>								<b>68.52</b>
05.01	<b>Costos Indirectos</b>							
05.01.01	Contingencias materiales		%	15.00%		US\$	10.28	
05.01.02	Gastos Generales		%	20.00%		US\$	13.70	
05.01.03	Utilidad		%	10.00%		US\$	6.85	
							<b>30.83</b>	<b>3.75</b>
<b>Costo Total x Metro Lineal (\$/ml)</b>								<b>72.26</b>

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

#### 4.3.5.4. Resumen Global de Costos.

En el siguiente cuadro se muestra el resumen los costos unitarios que demanda la ejecución de la Rp Charito.

Cuadro N° 5: Resumen de Costos Unitarios

Resumen de Costos Unitarios		
Costo Unitario de Perforacion y Voladura	369.72	US\$/ml
Costo Unitario de Sostenimiento (perno +Malla Electrosoldada)	72.26	US\$/ml
Costo Total	441.98	US\$/ml

\*Fuente: Propia

#### 4.4. Periodo y Costo Total de Construcción de la Rampa Charito.

La tabla N° 30 indica que el costo de sostenimiento estimado será de 72.26 \$/ml que serán demandados durante la ejecución de la rampa Charito. Así mismo se tiene la Tabla N° 27 donde se muestra el costo operativo (Perforación, Voladura, Ventilación y Limpieza) estimado de 369.72 \$/ml. Además, se sabe que el tramo de construcción de la rampa Charito tendrá una longitud de 366.68 m; con estos parámetros es factible demostrar el monto de inversión estimado para la construcción de la rampa Charito, a continuación, se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6: Resumen de Costo Total de Construcción

Costo de Construccion Total Rampa Charito		
1). Costo Operativo (Perforacion+Voladura+Ventilacion+Limpiez	369.72	US\$/ml
2). Costo de Sostenimiento (perno +Malla Electrosoldada)	72.26	US\$/ml
3). Longitud Total según Diseño Rampa Charito	366.68	ml
Costo Total (US\$)	S/162,065.11	US\$
Costo Total (\$)	S/599,640.92	Soles

\*Fuente: Mina Caraveli S.A.C.

### Tiempo de Construcción de la Rampa Charito.

De los parámetros de rendimiento por disparo se sabe que los barrenos a emplearse para el desarrollo de la rampa serán de una longitud de 10 ft con una eficiencia de voladura del 90 % y eficiencia de perforación del 90%, estos parámetros nos permiten determinar el cálculo del avance en metros por disparo a continuación se detalla:

- Rendimiento (m/disparo) = 10 ft x 90% x 90% x 0,3048 m/ft = 2.47 m/dispar.
- Avance/día = 2.47 m/dispar. x 3 dispar./día = 7.41 m/día

Por tanto, se determina el tiempo de ejecución de la rampa Charito.

- Tiempo de ejecución =  $\frac{366.68}{7.41} = 49.48 \text{ días} = 1.65 \text{ meses}$

## 4.5. Evaluación de Aspectos Técnicos de Ventilación de la Zona II

### 4.5.1. Caudal de Aire Global en la Zona II

Tabla N° 31: Requerimiento de Aire por Equipos Petroleros

ITEM	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA NOM. (HP)	FA	POT. EFECT. (HP)	DM	FU	REQ. MÍNIMO (m <sup>3</sup> /min)	Q REQ. (m3/min)	Q REQ. (Cfm)
1	SCOOPTRAM	OPERATIVO	67	78%	52	89%	29%	3.00	40.53	1,431.14
2	SCOOPTRAM	OPERATIVO	150	78%	117	87%	19%	3.00	58.14	2,053.03
3	CAMIONETA HILUX 4X4	OPERATIVO	92	78%	72	90%	10%	3.00	19.68	695.02
4	DUMPER	OPERATIVO	81	78%	63	93%	14%	3.00	24.53	866.33
5	DUMPER	OPERATIVO	81	78%	63	91%	64%	3.00	109.73	3,875.22
6	JUMBO FRONTONERO	OPERATIVO	74	78%	58	86%	46%	3.00	68.33	2,412.92
					482	89%	30%		320.93	11,333.66

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

El caudal de aire global requerido en la zona II se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla N° 32: Cobertura de Aire Global Zona II

COBERTURA DE AIRE GLOBAL EN LA ZONA II						
	Ecuacion de Calculo	Descripcion	Cantidad	m3/min	CFM	%
Consumo de madera	$Q_{Ma} = T \times u$	T = Producción TMS/g u = Factor de producción	150 0	0.00	0.00	0%
N° de trabajadores	$Q_{Tr} = F \times N$	F = Caudal por persona a 1500 m.s.n.m N = N° persona/g	4 90	360.00	12,713	29%
Temperatura en las labores de trabajo	$Q_{Te} = V_m \times A \times N$	$V_m$ = Velocidad mínima A = Área de la labor promedio N° de niveles con Temp. > 23°C	30 3.45 4	414.12	14,625	33%
Equipos con motor petrolero	$Q_{Eq} = 3 \times HP \times D_m \times F_u$	HP = Capacidad efectiva de potencia $D_m$ = Disponibilidad mecanica (%) $F_u$ = Factor de utilización (%)	0.89 89% 0.30	320.93	11,334	25%
Caudal Sub Total				1,095.05	38,671	87%
Fugas	$Q_{Fu} = 15\% \times Q_{tl}$	$Q_{Tl} = Q_{Tr} + Q_{Te} + Q_{Ma} + Q_{Eq}$	0.15	164.26	5,801	13%
Requerimiento de Aire	$Q_{To} = Q_{Tl} + Q_{Fu}$	$Q_{Tl} = Q_{Tr} + Q_{Te} + Q_{Ma} + Q_{Eq}$ $Q_{Fu} = 15\% \times Q_{tl}$		1,259.31	44,472.17	100%
Requerimiento de Aire Zona II (Qr)				1,259.31	44,472.17	
Caudal Total de Ingreso de Aire ( $Q_i$ )				1,335.89	47,176.46	
Caudal Total de Salida de Aire ( $Q_s$ )				1,370.59	48,401.84	
Desbalance ( $Q_i - Q_s$ )					1,225.38	2.60%
Cobertura de Aire				106.08%		
Superávit				76.58	2,704.29	

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

#### 4.5.2. Determinación de Aforos de Aire Zona II

Tabla N° 33: Aforo de Aire Global Zona II-Ingreso

ITEM	ESTAC.	UBICACIÓN			VELOCIDADES (m/s)									CONDICIONES AMBIENTALES				SECCIÓN		ÁREA	VELOCIDAD		CAUDAL		DIST.
		Zona	Nivel	Detalle	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	T.A. (°C)	TD (°C)	TWB (°C)	hPa	Forma	FC	(m2)	(m/s)	(m/min)	(m3/min)	(cfm)	(%)
1	PM E-07	Zona II	1700	A 10m	0.45	0.81	0.51	0.04	0.55	0.49	0.13	0.77	0.09	24.50	18.10	20.10	831.35	Baúl	0.95	12.72	0.43	25.7	327.0	11,546.3	24.47%
2	PM E-06	Zona II	1700	A 15m	0.10	0.88	0.33	0.66	0.73	0.17	0.69	0.24	0.17	25.50	13.50	17.80	834.40	Baúl	0.95	4.16	0.44	26.4	110.0	3,884.8	8.23%
3	PM E-05	Zona II	1580	A 10m	0.36	0.85	0.33	0.16	0.59	0.76	0.50	0.58	0.42	25.80	12.40	17.30	837.30	Cuadrado	1.00	2.91	0.51	30.3	88.2	3,114.5	6.60%
4	PM E-04	Zona II	1580	A 5m	0.57	0.32	0.72	0.65	0.39	0.37	0.19	0.63	0.77	28.40	14.30	19.10	840.40	Cuadrado	1.00	3.30	0.51	30.8	101.6	3,588.0	7.61%
5	PM E-03	Zona II	1520	A 10m	0.07	0.78	0.65	0.20	0.72	0.62	0.39	0.62	0.32	28.30	14.00	18.90	843.30	Baúl	0.95	3.37	0.49	29.1	98.0	3,461.7	7.34%
6	PM E-02	Zona II	1520	A 10m	0.59	0.66	0.07	0.78	0.39	0.19	0.14	0.65	0.85	27.80	13.50	18.80	849.00	Baúl	0.95	4.21	0.48	28.7	120.7	4,261.1	9.03%
7	PM E-01	Zona II	1440	A 30m	0.10	0.29	0.74	0.37	0.89	0.06	0.71	0.39	0.59	26.80	13.70	18.30	856.50	Baúl	0.95	13.74	0.46	27.6	378.7	13,372.6	28.35%
8	PM E-08	Zona II	1440	A 40m	0.53	0.65	0.81	0.15	0.11	0.74	0.72	0.75	0.63	27.20	7.80	15.70	815.50	Baúl	0.95	3.30	0.56	33.9	111.8	3,947.4	8.37%
TOTAL																							1,335.9	47,176.5	100%

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

Tabla N° 34: Aforo de Aire Global Zona II-Salida

ITEM	ESTAC.	UBICACIÓN			VELOCIDADES (m/s)									CONDICIONES AMBIENTALES				SECCIÓN		ÁREA	VELOCIDAD		CAUDAL		DIST.																				
		Zona	Nivel	Detalle	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	T.A. (°C)	TD (°C)	TWB (°C)	hPa	Forma	FC	(m2)	(m/s)	(m/min)	(m3/min)	(cfm)	(%)																				
1	PM S-15	Zona II	2130	A 15m	0.79	0.06	0.52	1.20	0.29	1.00	0.87	0.75	0.14	25.2	25.2	22.8	793.00	Baúl	0.95	2.43	0.62	37.4	91.0	3,213.6	6.64%																				
2	PM S-10	Zona II	2100	A 15m	1.20	0.05	0.10	0.79	0.73	1.07	0.30	1.10	0.38	26.3	23.1	24.0	795.50	Baúl	0.95	2.80	0.63	38.1	106.6	3,765.2	7.78%																				
3	PM S-11	Zona II	2070	En BM	1.03	0.37	0.94	0.65	1.12	0.61	0.18	0.41	0.92	28.6	23.1	24.5	798.40	Baúl	0.95	6.17	0.69	41.5	256.0	9,042.3	18.68%																				
4	PM S-14	Zona II	1930	A 15m	0.50	0.96	1.01	0.42	1.18	0.86	0.68	0.99	0.95	25.7	12.1	17.1	810.70	Cuadrado	1.00	7.13	0.84	50.3	358.3	12,652.6	26.14%																				
5	PM S-09	Zona II	2130	A 50m	0.42	0.95	0.79	0.88	0.48	0.08	1.01	0.09	0.03	25.1	20.9	22.1	792.90	Baúl	0.95	2.83	0.53	31.5	89.2	3,149.9	6.51%																				
6	PM S-08	Zona II	2070	A 50m	1.05	0.91	0.71	0.03	0.31	0.30	0.26	0.85	1.08	24.1	19.7	21.0	797.60	Baúl	0.95	2.69	0.61	36.7	98.8	3,488.4	7.21%																				
7	PM S-07	Zona II	2040	A 60m	0.44	0.70	0.49	0.45	0.89	0.40	1.05	0.88	0.82	26.3	18.5	20.9	801.25	Baúl	0.95	2.35	0.68	40.8	96.0	3,390.0	7.00%																				
8	PM S-06	Zona II	2000	A 30m	1.00	0.03	0.07	1.08	0.65	1.05	1.16	0.30	0.50	28.1	17.3	20.7	805.20	Baúl	0.95	2.48	0.65	38.8	96.2	3,396.4	7.02%																				
9	PM S-05	Zona II	1960	A 10m	0.02	0.03	0.47	1.07	0.75	0.39	0.74	0.17	0.36	24.5	15.9	18.8	808.30	Cuadrado	1.00	3.19	0.45	26.8	85.3	3,013.6	6.23%																				
10	PM S-04	Zona II	1920	A 15m	0.83	1.08	0.14	0.46	0.57	0.95	0.26	0.70	0.25	25.1	14.8	18.4	810.45	Cuadrado	1.00	2.67	0.58	34.8	93.2	3,289.8	6.80%																				
TOTAL																																													
																						1,370.6	48,401.8	100%																					

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

Donde: Temperatura del Ambiente (TA), Punto de Monitoreo Entrada (PME), Punto de Monitoreo de Salida (PMS); Temperatura Bulbo Húmedo TWB.

Para la determinación de los aforos de aire ingreso y salida se ha aforado el flujo de aire en doce puntos de monitoreo por donde se evacua el aire viciado de la misma forma se ha medido las temperaturas ambientales según los cálculos realizados el aforo del caudal de salida de aire fue de 48,401.80 CFM tal como se muestra en la Tabla N° 34.

los aforos de caudal de aire ingreso se han determinado en 8 puntos de monitoreo de ingreso de aire donde se han medido las velocidades y temperaturas ambientales para determinar el caudal de ingreso de aire. Según la tabla N° 33 (Aforos de Aire Ingreso) se ha determinado un total de 47,176.50 CFM.

Estos aforos de aire determinados dan cumplimiento a la normativa del ( D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017) que en su artículo 252 menciona que: “El Balance de ingresos y salidas de aire de la mina. La diferencia de caudales de aire entre los ingresos y salidas de aire no debe exceder el diez por ciento (10%)”.

En la Tabla N° 32 se muestra la cobertura de aire global calculado donde el desbalance es del **2.60%** y en efecto se cumple con la normativa establecida.

#### ***4.5.3. Análisis de Velocidades y Temperatura de los Niveles 1580 Y 1520***

Tabla N° 35: Velocidad de Aire y Temperaturas Ambientales Nv 1580

Hora	Fecha	Est.	Ubicación		Velocidad (m/s)									Condiciones ambientales	Velocidad		Caudal		Gases
			Nivel	Observaciones / Detalles	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	T. Amb. (°C)	m/s	m/min	m3/min	cfm	O2 (%)
07:59	16/5/2024	PM161	1580	a 15 m de 1er CH al techo	0.64	0.65	0.29	0.36	0.55	0.18	0.6	0.64	0.27	25.60	0.47	28	83.29	2,941	20,80
08:30	16/5/2024	PM162	1580	a 20 m delante de CH 120	0.37	0.64	0.55	0.57	0.3	0.64	0.5	0.09	0.18	24.80	0.43	26	89.44	3,159	20,80
08:39	16/5/2024	PM163	1580	a 5 m de CH al piso	0.36	0.06	0.46	0.43	0.49	0.35	0.31	0.13	0.44	30.00	0.34	20	78.22	2,762	20,80
08:51	16/5/2024	PM164	1580	a 5 m antes de CH 070 al techo	0.5	0.44	0.62	0.45	0.12	0.54	0.64	0.16	0.64	25.60	0.46	27	76.43	2,699	20,80
08:55	16/5/2024	PM165	1580	a 10 m pasando CH 070	0.42	0.12	0.19	0.65	0.56	0.24	0.56	0.45	0.21	26.80	0.38	23	57.69	2,037	20,80
09:11	16/5/2024	PM167	1580	a 15 m delante de CH 020	0.12	0.54	0.41	0.35	0.48	0.17	0.15	0.49	0.52	25.60	0.36	22	72.94	2,576	20,80
09:17	16/5/2024	PM168	1580	a 10 m de CH al piso	0.64	0.25	0.67	0.59	0.61	0.59	0.44	0.47	0.43	25.90	0.52	31	91.71	3,239	20,80
09:25	16/5/2024	PM169	1580	a 10 m delante de CH al piso	0.61	0.12	0.16	0.59	0.43	0.24	0.58	0.38	0.27	25.60	0.37	22	61.20	2,161	20,80
09:33	16/5/2024	PM170	1580	a 10 m de CH al piso	0.21	0.62	0.18	0.58	0.26	0.3	0.62	0.1	0.08	27.60	0.33	20	56.41	1,992	20,80
09:39	17/5/2024	PM171	1580	a 10 m antes de CH 080	0.59	0.25	0.62	0.26	0.2	0.24	0.55	0.14	0.56	25.70	0.38	23	59.28	2,094	20,80
09:47	17/5/2024	PM172	1580	a 15 m delante de CH 140	0.59	0.1	0.35	0.26	0.06	0.57	0.36	0.58	0.42	25.70	0.36	22	52.14	1,841	20,80
10:04	17/5/2024	PM173	1580	a 15 m de CH que sube y cambia de	0.62	0.11	0.65	0.25	0.09	0.46	0.45	0.43	0.4	26.30	0.39	23	99.48	3,513	20,80
10:11	17/5/2024	PM174	1580	a 5 m antes de BZ 310 taponeado	0.34	0.54	0.19	0.44	0.53	0.13	0.38	0.36	0.39	26.00	0.37	22	67.23	2,374	20,80
10:18	17/5/2024	PM175	1580	a 5 m antes de CH 330 al suelo	0.62	0.54	0.47	0.5	0.14	0.59	0.31	0.07	0.34	29.00	0.40	24	73.63	2,600	20,80
10:39	17/5/2024	PM177	1580	a 5 m delante de echadero 340 B	0.45	0.39	0.03	0.53	0.06	0.49	0.34	0.32	0.31	29.40	0.33	20	52.46	1,853	20,80
10:45	17/5/2024	PM178	1580	a 5 m pasando cruce	0.61	0.43	0.2	0.38	0.26	0.65	0.64	0.44	0.61	26.20	0.47	28	64.64	2,283	20,80
10:50	17/5/2024	PM179	1580	a 10 m antes de CH 380	0.55	0.06	0.4	0.13	0.59	0.33	0.25	0.6	0.43	26.40	0.37	22	57.14	2,018	20,80
11:01	17/5/2024	PM180	1580	a 5 m de CH al psio que sube	0.35	0.53	0.33	0.08	0.1	0.19	0.65	0.26	0.59	26.30	0.34	21	45.83	1,618	20,80
11:11	17/5/2024	PM181	1580	a 20 m de CH que sube	0.59	0.52	0.56	0.5	0.29	0.25	0.06	0.55	0.01	26.40	0.37	22	53.12	1,876	20,80
14:23	17/5/2024	PM182	1580	Delante de CH 540 (20 m)	0.56	0.08	0.59	0.49	0.32	0.68	0.35	0.16	0.17	28.50	0.38	23	59.86	2,114	20,80
14:30	17/5/2024	PM183	1580	a 20 m de CH al piso que entra	0.5	0.6	0.56	0.15	0.32	0.15	0.54	0.38	0.19	25.70	0.38	23	80.83	2,855	20,80

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

En el Nivel 1580 se ha registrado temperaturas promedio de 26.20 °C y velocidades de flujo de aire promedio 23 m/min; Tal como se muestra en las Tablas N° 35.

Tabla N° 36: Velocidad de Aire y Temperaturas Ambientales Nv 1520

Hora	Fecha	Est.	Ubicación		Velocidad (m/s)									Condiciones ambientales	Velocidad		Caudal		Gases
			Nivel	Observaciones / Detalles	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	T. Amb. (°C)	m/s	m/min	m3/min	cfm	O2 (%)
10:48	16/5/2024	PM 52	1520	A 8 m antes de CH 730	0.72	0.17	0.77	0.11	0.14	0.47	0.45	0.80	0.73	31.80	0.48	29	140.41	4,959	20.80
11:09	16/5/2024	PM 53	1520	A 40 m de CH 35	0.05	0.75	0.06	0.12	0.68	0.31	0.12	0.48	0.70	29.68	0.36	22	108.16	3,820	20.80
11:19	16/5/2024	PM 54	1520	A 10 m de CH pasando	0.51	0.66	0.51	0.44	0.81	0.27	0.76	0.47	0.29	30.74	0.52	31	142.06	5,017	20.80
02:56	16/5/2024	PM 55	1520	A 10 m pasando CH	0.35	0.80	0.71	0.03	0.81	0.02	0.42	0.80	0.68	27.56	0.51	31	112.19	3,962	20.80
03:01	16/5/2024	PM 56	1520	A 10 m pasando CH 200	0.76	0.29	0.25	0.15	0.66	0.20	0.54	0.28	0.16	31.80	0.37	22	111.30	3,931	20.80
03:16	16/5/2024	PM 57	1520	A 10 m de CH 150	0.18	0.14	0.80	0.74	0.54	0.63	0.75	0.85	0.47	31.80	0.57	34	153.10	5,407	20.80
03:27	16/5/2024	PM 58	1520	A 10 m de CH 110	0.38	0.31	0.05	0.64	0.59	0.35	0.66	0.81	0.77	31.80	0.51	30	153.47	5,420	20.80
03:42	16/5/2024	PM 59	1520	A 10 m antes de CH 010	0.67	0.14	0.35	0.26	0.27	0.29	0.14	0.39	0.17	28.62	0.30	18	76.39	2,698	20.80
03:50	16/5/2024	PM 60	1520	A 10 m de cruce	0.48	0.84	0.31	0.72	0.18	0.21	0.59	0.27	0.15	29.68	0.41	25	129.43	4,571	20.80
03:57	16/5/2024	PM 61	1520	A 5 m pasando CH	0.35	0.80	0.50	0.01	0.69	0.54	0.04	0.60	0.69	30.74	0.47	28	122.18	4,315	20.80
04:06	16/5/2024	PM 62	1520	A 10 m de BZ 040	0.14	0.21	0.38	0.68	0.69	0.74	0.40	0.44	0.81	27.56	0.50	30	151.63	5,355	20.80
04:17	16/5/2024	PM 63	1520	A 5 m antes de CH 100	0.69	0.25	0.63	0.02	0.50	0.85	0.04	0.82	0.03	27.04	0.43	26	109.00	3,849	20.80
09:00	16/5/2024	PM96	1520	10 m antes de CH 170	0.47	0.27	0.16	0.78	0.42	0.55	0.84	0.76	0.36	31.20	0.51	31	170.99	6,038	20.80
09:09	16/5/2024	PM97	1520	10 m antes de CH al piso	0.32	0.80	0.07	0.51	0.03	0.46	0.20	0.77	0.33	31.20	0.39	23	96.59	3,411	20.80
09:16	16/5/2024	PM98	1520	10 m despues de CH 230 al techo	0.57	0.52	0.84	0.18	0.80	0.30	0.17	0.81	0.86	29.12	0.56	34	168.00	5,933	20.80
09:31	16/5/2024	PM99	1520	a 5m de CH 300	0.34	0.23	0.22	0.11	0.54	0.27	0.80	0.01	0.28	30.16	0.31	19	116.55	4,116	20.80
09:48	16/5/2024	PM100	1520	a 10 m de CX850	0.83	0.47	0.41	0.03	0.84	0.17	0.05	0.57	0.47	28.08	0.43	26	98.64	3,483	20.80
09:56	16/5/2024	PM101	1520	5 m antes de CH 360	0.73	0.33	0.08	0.39	0.05	0.09	0.50	0.70	0.73	31.20	0.40	24	108.74	3,840	20.80
10:01	17/5/2024	PM102	1520	a 3m de refugio	0.40	0.77	0.28	0.51	0.35	0.58	0.28	0.06	0.37	31.20	0.40	24	120.57	4,258	20.80
10:07	17/5/2024	PM103	1520	a 10 m de CH al piso, pasandolo	0.64	0.65	0.01	0.65	0.17	0.48	0.53	0.54	0.77	31.20	0.49	30	129.75	4,582	20.80
10:21	17/5/2024	PM104	1520	15 m antes de CH 480	0.71	0.36	0.45	0.29	0.25	0.51	0.74	0.70	0.18	28.08	0.47	28	142.09	5,018	20.80
10:27	17/5/2024	PM105	1520	10 m despues de CH 480	0.78	0.57	0.78	0.11	0.77	0.56	0.60	0.10	0.55	31.20	0.54	32	182.93	6,460	20.80
10:35	17/5/2024	PM106	1520	a 15 m de refugio	0.06	0.81	0.39	0.34	0.50	0.42	0.19	0.41	0.38	31.20	0.39	23	97.87	3,456	20.80
10:41	17/5/2024	PM107	1520	a 10 m de CH al piso, pasandolo	0.58	0.47	0.46	0.25	0.60	0.14	0.05	0.29	0.29	28.08	0.35	21	94.18	3,326	20.80
10:54	17/5/2024	PM108	1520	a 15 m del refugio moirero, por	0.40	0.35	0.05	0.74	0.43	0.69	0.41	0.44	0.83	28.08	0.48	29	165.77	5,854	20.80
10:58	17/5/2024	PM109	1520	1a 10 m de bifurcación y	0.67	0.22	0.05	0.66	0.02	0.23	0.11	0.34	0.15	31.20	0.27	16	107.24	3,787	20.80
11:04	17/5/2024	PM110	1520	a 20 m de refugio minero	0.71	0.32	0.42	0.45	0.66	0.45	0.36	0.49	0.15	28.08	0.45	27	151.09	5,336	20.80
11:15	17/5/2024	PM111	1520	a 15 m de cambio de via	0.50	0.61	0.62	0.43	0.79	0.63	0.28	0.19	0.80	30.16	0.54	32	160.75	5,677	20.80
02:32	17/5/2024	PM112	1520	a 15 m de refugio	0.73	0.16	0.17	0.67	0.15	0.42	0.70	0.66	0.72	27.04	0.49	29	128.49	4,538	20.80
02:39	17/5/2024	PM113	1520	a 5 m antes de botadro	0.75	0.22	0.77	0.03	0.50	0.64	0.17	0.25	0.13	29.12	0.39	23	98.79	3,489	20.80

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

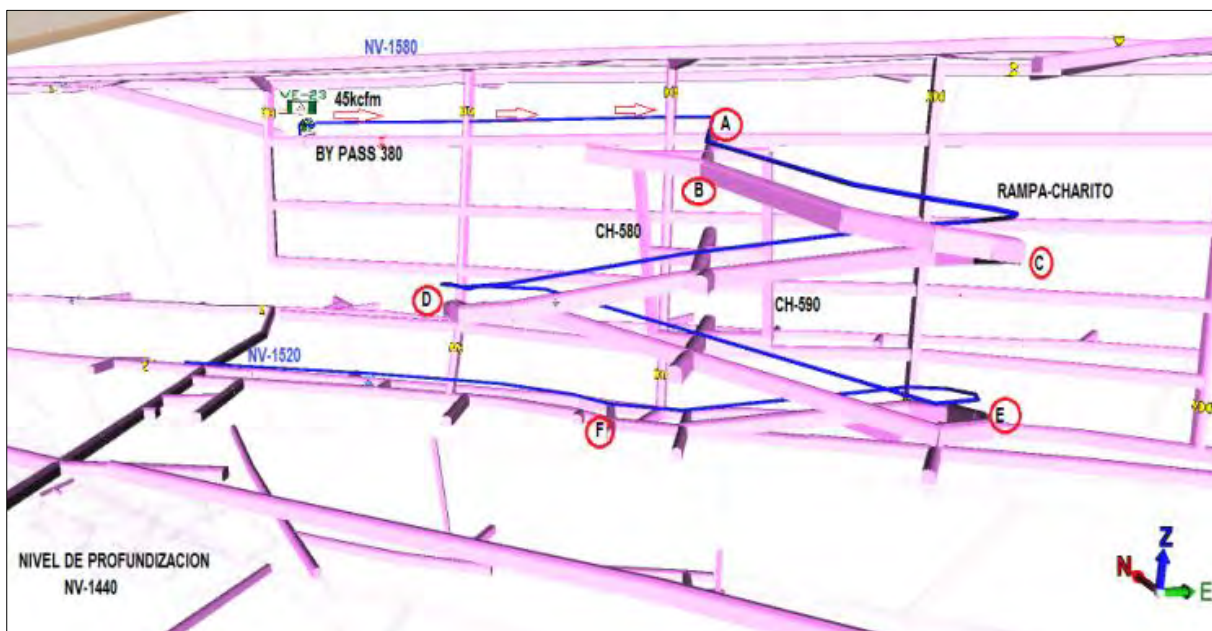
La toma de datos de velocidad del flujo de aire y temperaturas ambientales se han realizado en los diferentes puntos de monitoreo. En el nivel 1520 se ha registrado temperatura promedio 29.81 °C y velocidades promedio de 27 m/min. Tal como se muestran en las Tablas N° 36.



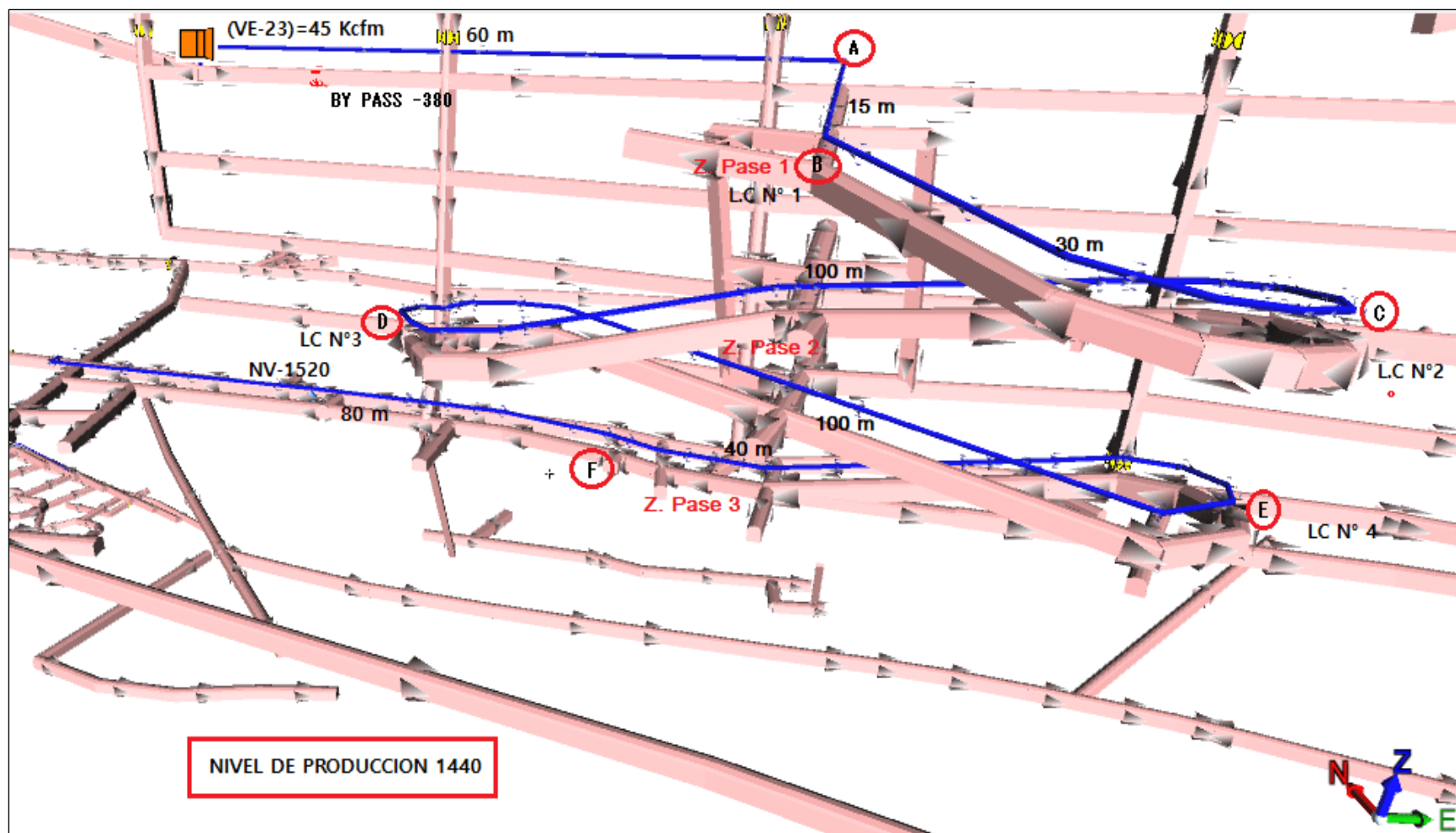
#### 4.6. Plan de Implementación de Ventilación en la Rampa Charito.

Se ha desarrollado la ejecución de la rampa Charito con la finalidad de incorporar la instalación de un kitt de ventilación (ventilador, mangas de ventilación etc.); cuyo propósito será suministrar flujo de aire hacia el nivel 1520 esto debido a las altas temperaturas existentes que oscilan entre los  $27.04^{\circ}\text{C}$  y  $31.80^{\circ}\text{C}$  y con una velocidad promedio  $27\text{ m/min}$  según muestra la tabla N° 35. puntos de monitoreo de temperatura y velocidades. La implementación constará de un ventilador auxiliar de 45 KCFM y mangas de ventilación de diámetro de 16" con una longitud aproximada de 506.68 metros el ventilador auxiliar codificado VE-23 será ubicado en una zona estratégica del By pass 380 a una distancia de 60 metros del punto A donde inicia la rampa Charito la rampa tiene una longitud por tramos A-B-C-D-E-F de 366.68 metros y tendrá una salida de admisión de flujo de aire en el nivel 1520 a una distancia aproximada de 80 m desde el punto F donde culmina la rampa, tal como se muestra el siguiente modelo Ventsin.

Figura N° 27: Modelamiento Mangas de Ventilación en la Rampa

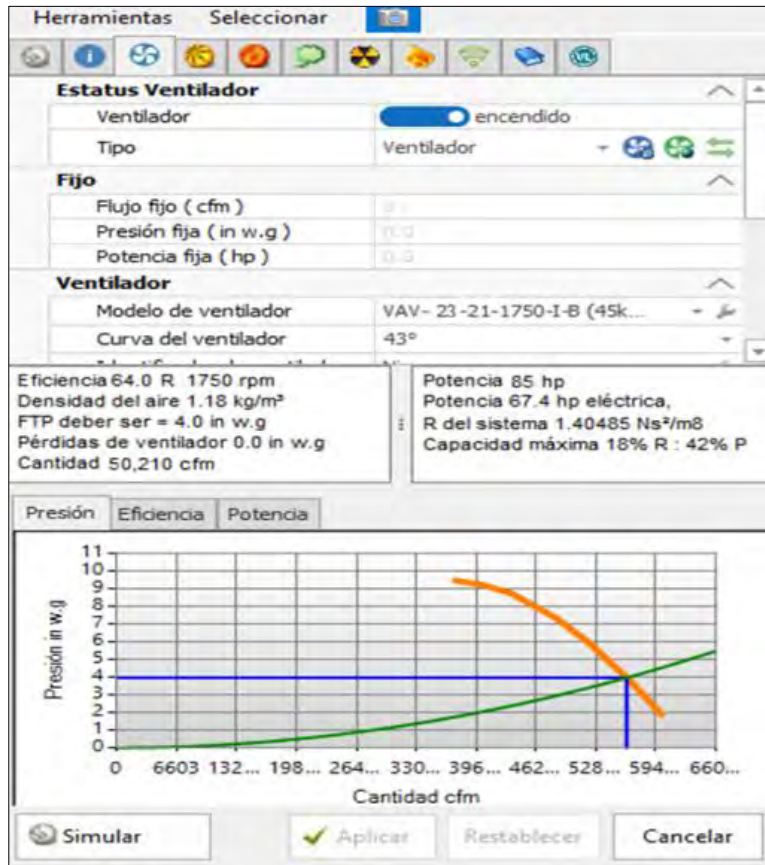


\*Fuente: Modelado Ventsin -UEA Tambojasa



\*Fuente: Modelado Ventsin -UEA Tambojasa.

Figura N° 28: Curva Estado del Ventilador



\*Fuente: Modelado Ventsin -UEA Tambojasa.

La instalación del ventilador VE-23 de una capacidad de 45 Kcfm de marca Airtec será en el By pass 380 el cual se encargará de ventilar el Nivel 1520, la instalación del ventilador ha implicado la selección del lugar estratégico considerando las condiciones de los trabajos y áreas de interacción de ventiladores. Así mismo de los parámetros de simulación el ventilador (VE-23), muestra condiciones de funcionalidad favorable, sin inconvenientes con una eficiencia de operación de 64 % con una cantidad de suministro de aire de 50,210 cfm (Figura N°28: Curva Estado del Ventilador) cubriendo la cobertura de aire requerida de 44,472.17 cfm. Según muestra la tabla 32.

#### ***4.6.1. Aspectos que influyen en la Selección de Ventilador***

La selección de los componentes de ventilación se basó en los siguientes criterios técnicos: diseño de sección de la Rp, Caudal de aire requerido además de la optimización de costos, referente a las mangas el departamento de ventilación propone utilizar rafia plastificada de polipropileno de mayor densidad ya que este tipo de manga es recomendado por su ligero peso, lo cual hace posible su transporte por parte del personal, además de ser de fácil instalación. También se destaca su alta resistencia a factores ambientales y partículas en suspensión. Para la implementación del circuito se ha seleccionado la ventiladora Airtec de 45 Kcfm.

#### ***4.6.2. Costo de Implementación del Circuito de Ventilación entre el Nv 1580-1520.***

##### ***4.6.2.1. Costo de Ventilador***

El ventilador eléctrico elegido y propuesto para la incorporación en el By Pass 380 será la Ventiladora Airtec de 45kcfm.

Tabla N° 37: Ventilador Eléctrico Airtec 45 KCFM

<b>VENTILADOR ELECTRICO AIRTEC DE 45,000CFM</b>		
Descripción	Cantidad	Unidad
<i>Costo de Adquisición e Incluye Tablero Eléctrico e Instalación</i>	25,000.00	\$USD
<i>Costo de Mantenimiento</i>	45%	%
<i>Costo de (Adquisición + Mantenimiento)</i>	36,250.00	\$
<i>Vida Útil (6 años ficha técnica)</i>	17,280.00	Hr
<b>Costo Unitario</b>	<b>2.10</b>	<b>\$/Hr</b>

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

- Costo de Adquisición =  $25000 + (0.45 \times 25000) = \mathbf{36,250 \$}$
- Vida Útil = 6 años x 12 meses/ año x 30 días/mes x 8 hr /día = **17,280 hr**
- Costo por Hora (\$/Hr) =  $36250.00 \$ / 17280 \text{ Hr} = \mathbf{2.10 \$/Hr}$

#### 4.6.2.2. Costo de Mangas de Ventilación

Tendrán un gramaje de 300 gr/cm2 de diámetro de 16", longitud total de la manga será de 507 metros y 5 codos de 1.50 m, las uniones será del tipo velcro y aros.

Tabla N° 38: Costo de Manga de Ventilación

DESCRIPCIÓN	Rampa Charito			
	Longitud(m)	\$/m	unidad	US\$
		US\$	%	
<i>Manga de 16" Ø - Gramaje de 300 gr/m2</i>	<i>507</i>	<i>25.00</i>	<i>m</i>	<i>12,675</i>
<i>Manga Codo Anillo 16" Gramaje de 300 gr/m2</i>	<i>8</i>	<i>23.50</i>	<i>m</i>	<i>188</i>
<b><i>COSTO PARCIAL PARA MANGAS DE VENTILACION</i></b>				<b><i>12,863</i></b>

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

#### 4.6.2.3. Resumen de Costos de Implementación de Circuito de Ventilación

Cuadro N° 7: Resumen de costos total de implementación de la red de ventilación

DESCRIPCIÓN	Rampa Charito	
	Costo	Balance
	US\$	%
<i>Costo de Construcción de la rampa Charito</i>	162,065.11	75%
<i>Costo Ventilador Airtec 45kcfm (incluye instalación y costos de accesorios)</i>	49,113	23%
<i>Costos de energia anual \$/año</i>	6,048	3%
<b>Costo total de construccion de la rampa charito</b>	<b>217,226.11</b>	<b>100%</b>

\*Fuente: Propia

Del resumen del cuadro se muestra el total del costo de ejecución de la rampa y su implementación del circuito de ventilación el monto estimado es de \$ 217,226.11

#### 4.6.2.4. Análisis de Temperatura en el Nivel 1520.

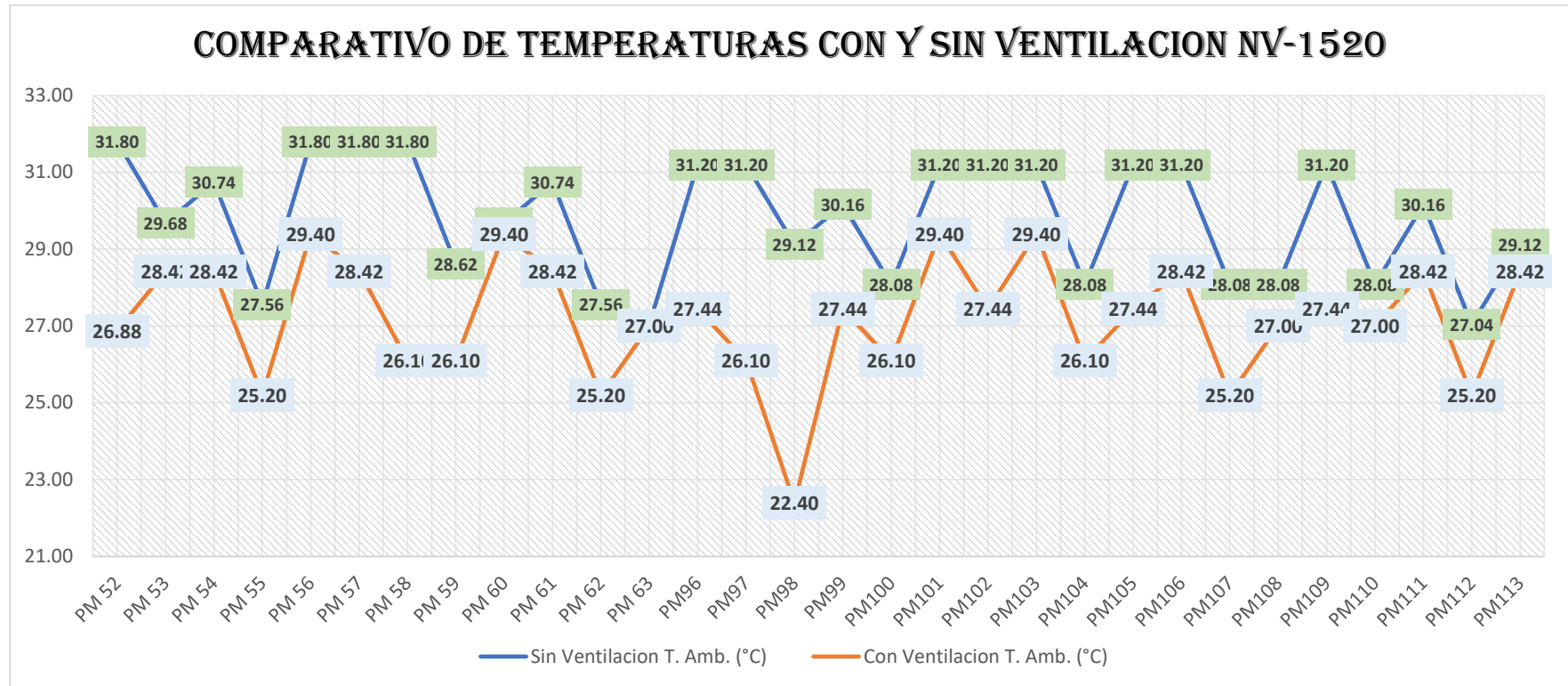
La implementación de la red de ventilación mejorara las condiciones de trabajo en el Nivel de profundización 1520 y mejorara las condiciones de trabajo de los equipos y personal operativo, se muestra el cuadro comparativo.

Cuadro N° 8: Temperaturas Nivel 1520

Zona	Est.	Ubicación		Condiciones ambientales	Condiciones ambientales
		Nivel	Observaciones / Detalles	Sin Ventilacion T. Amb. (°C)	Con Ventilacion T. Amb. (°C)
Zona II	PM 52	1520	A 8 m antes de CH 730	31.80	26.88
Zona II	PM 53	1520	A 40 m de CH 35	29.68	28.42
Zona II	PM 54	1520	A 10 m de CH pasando	30.74	28.42
Zona II	PM 55	1520	A 10 m pasando CH	27.56	25.20
Zona II	PM 56	1520	A 10 m pasando CH 200	31.80	29.40
Zona II	PM 57	1520	A 10 m de CH 150	31.80	28.42
Zona II	PM 58	1520	A 10 m de CH 110	31.80	26.10
Zona II	PM 59	1520	A 10 m antes de CH 010	28.62	26.10
Zona II	PM 60	1520	A 10 m de cruce	29.68	29.40
Zona II	PM 61	1520	A 5 m pasando CH	30.74	28.42
Zona II	PM 62	1520	A 10 m de BZ 040	27.56	25.20
Zona II	PM 63	1520	A 5 m antes de CH 100	27.04	27.00
Zona II	PM96	1520	10 m antes de CH 170	31.20	27.44
Zona II	PM97	1520	10 m antes de CH al piso	31.20	26.10
Zona II	PM98	1520	10 m despues de CH 230 al techo	29.12	22.40
Zona II	PM99	1520	a 5m de CH 300	30.16	27.44
Zona II	PM100	1520	a 10 m de CX850	28.08	26.10
Zona II	PM101	1520	5 m antes de CH 360	31.20	29.40
Zona II	PM102	1520	a 3m de refugio	31.20	27.44
Zona II	PM103	1520	a 10 m de CH al piso, pasandolo	31.20	29.40
Zona II	PM104	1520	15 m antes de CH 480	28.08	26.10
Zona II	PM105	1520	10 m despues de CH 480	31.20	27.44
Zona II	PM106	1520	a 15 m de refugio	31.20	28.42
Zona II	PM107	1520	a 10 m de CH al piso, pasandolo	28.08	25.20
Zona II	PM108	1520	a 15 m del refugio moinero, por	28.08	27.00
Zona II	PM109	1520	1a 10 m de bifurcación y	31.20	27.44
Zona II	PM110	1520	a 20 m de refugio minero	28.08	27.00
Zona II	PM111	1520	a 15 m de cambio de via	30.16	28.42
Zona II	PM112	1520	a 15 m de refugio	27.04	25.20
Zona II	PM113	1520	a 5 m antes de botadro	29.12	28.42

\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

Figura N° 29: Comparativo de temperaturas ambientales



\*Fuente: Mina Caraveli SAC UEA Tambojasa

La representación gráfica mostrada en la Figura N°29 muestra la variación de temperatura con una red de ventilación y sin un sistema de ventilación en efecto las condiciones termo ambientales se verán mejorado con la implementación del circuito de ventilación. La temperatura promedio según los puntos de monitoreo será de 27.18 ° C el cual se encuentra dentro de los estándares solicitados por el reglamento de seguridad (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017).



#### **4.7. Discusiones**

(Guzman, 2016), en “Desarrollo de una rampa de comunicación en la mina Candelaria y Estrella; Unidad la Colorada, Panamerican Silver México, Chalchihuites, Zacatecas, México” concluyó que al comunicar ambas minas mediante una rampa los circuitos ventilación de ambas minas mejoraron significativamente, el flujo de aire incorporado en el sistema de la mina Estrella aumentó en un 350%, lo que generó múltiples beneficios. Además, se adicionaron 45 000 ft<sup>3</sup>/min al circuito de la mina Candelaria en zonas con problemas de ventilación insuficiente, ayudando así a resolver oportunamente estas deficiencias. En la presente investigación se encontró que al construir una rampa el circuito de ventilación se incrementó su eficiencia en un 64% el cual cubrirá la demanda de cobertura de aire en la zona II del NV 1520. Así mismo, se requirió la instalación de un ventilador con una capacidad de 45 KCFM.

Como vemos en ambos estudios se demuestra la eficacia de la construcción de una rampa para solucionar problemas que son generados por la ventilación.

Por otro lado, (Tenezaca, 2021) “Mejoramiento del sistema de Ventilación de la galería NV R, Canton Atahualpa, provincia de El Oro” menciona que Los parámetros necesarios para optimizar el sistema de ventilación incluyen el establecimiento de puntos de monitoreo en un mapa planimétrico y la determinación del área útil de la sección de la galería. Asimismo, se consideran parámetros atmosféricos mineros, la temperatura, acumulación de gases, el requerimiento total de aire. Con estos datos se procede a la selección del ventilador adecuado para su uso. Para esta investigación se tuvo en cuenta diferentes aspectos técnicos con la cuales se logró obtener el diseño de la rampa, el requerimiento de aire necesario para la continuidad de las operaciones se realizó según lo establecido en el Decreto Supremo N° 024-2016 EM y su

Modificatoria en el Decreto Supremo N° 023-2017-EM estos valores fueron necesarios para la elección del tipo y la capacidad del ventilador.

Por lo tanto, vemos que el diseño de la rampa y la selección del ventilador no son decisiones arbitrarias. Por el contrario, son el resultado de un proceso riguroso que incluye la recopilación de datos de campo, el análisis de las condiciones ambientales de la mina y la adhesión a normativas de seguridad y salud ocupacional.

(Coaquira, 2020), ‘‘Diseño y Construcción de la Rampa 8600 y Análisis Técnico Económico para la Continuidad de las Operaciones de Explotación en la Mina San Vicente - Cia Simsa’’, concluyó que Los indicadores de la evaluación económica indican que el proyecto de profundización mediante rampa 8600 garantiza la continuidad de la explotación de la mina, de esta manera se mejorarán los niveles de producción y productividad. En este proyecto se realizó la evaluación económica de la construcción e implementación de un ventilador los cuales fueron necesarios para la construcción de la rampa y en vista que el nivel 520 es una labor de profundización la circulación de aire fresco es esencial para la continuidad de la producción.

## CONCLUSIONES

El diseño y construcción de la Rampa Charito ha permitido implementar un nuevo y eficiente circuito de ventilación, mediante la conexión estratégica de los niveles operativos By Pass 380 del NV-1580 y NV-1520 se ha logrado incrementar significativamente el caudal de aire fresco que ingresa y circula por los frentes de trabajo, en un 64% respecto a las condiciones previas. El efecto directo de la mejora en la ventilación es la garantía de condiciones termo-ambientales confortables, tal como se demuestra en las mediciones post implementación, se logró mantener la Temperatura dentro del rango reglamentario (27.18 °C).

El costo total para la ejecución e implementación del circuito de ventilación en la rampa Charito fue de (\$) 217,226.11 dólares tal como se muestra en el cuadro N° 7 (resumen de costo total), los cuales se dividieron en dos; primero los costos de ejecución de la Rp el cual fue (\$) 162,065.11 dólares, ello se muestra en el cuadro N° 6 (Resumen de costo total de construcción) y el segundo los costos de adquisición del ventilador con sus componentes más la implementación del circuito de ventilación fue de (\$) 55,161.00 dólares.

El diseño del nuevo circuito de ventilación garantiza el suministro de aire limpio a los trabajadores y a los equipos diésel en todo momento, maximizando el rendimiento de la flota y reduciendo el desgaste inducido por la operación en condiciones de aire deficiente, conjuntamente con la reducción en los tiempos de ventilación en los frentes de avance y asegurar una recuperación del ambiente post voladura, el diseño propuesto permite incrementar las operaciones de explotación.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda al equipo ventilación minera de la compañía minera Caraveli cumplir con las normativas establecidas en el Reglamento (D.S N° 024-2016 EM y su Modificatoria en el D.S N° 023-2017-EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", 2017), el cual será de vital importancia en el proceso productivo durante sus operaciones mineras. Así mismo, se recomienda realizar el monitoreo de temperaturas ambientales y velocidades del flujo de aire a medida que se va profundizando para replantear posibles soluciones en bien de la continua producción, estas soluciones se plantearan a partir de la simulación en un corto mediano y largo plazo.

Se recomienda al área de geomecánica de la compañía minera monitorear los esfuerzos tensionales en la rampa, dado que esta al ser una zona altamente transitable que conecta dos niveles y además de llevar una red de ventilación se prevea inconvenientes de estallido de rocas el cual supondría paralizar operaciones en el Nivel 1520.

Por último, se recomienda al área de ventilación de la compañía minera Caraveli realizar los mantenimientos preventivos de los componentes de ventilación con la finalidad de garantizar su funcionalidad frente a la admisión de aire hacía el nivel de profundización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agencia Nacional de Minería, Sena, Ministerio de Trabajo y Ministerio de Minas y Energía.

(2017). Guía de Seguridad para Ventilación de Minas Subterráneas. Bogotá: Positiva  
Compañía de Seguros.

Bardales, C. (2007). *Orientaciones básicas de metodología de la investigación científica*. Lima:  
Libros y Publicaciones.

Bellido, E., & Guevara, C. (1963). *Geología de los cuadrángulos de Punta de Bombón y  
Clemesí (Hojas 35-s y 35-t)*. Lima: Servicio de Geología y Minería.

Caldas, J. (1978). *Geología de los cuadrángulos de San Juan, Acarí y Yauca*. Instituto de  
Geología y Minería, Boletín 30 .

Calderón, C. (2014). *Estudio litogeoquímico comparativo entre la Súper Unida Linga Y Súper  
Unidad Tiabaya*. Lima: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.

Coaquira, R. (2020). *Diseño y Construcción de la Rampa 8600 y Análisis Técnico Económico  
para la Continuidad de las Operaciones de Explotación en la Mina San Vicente- Cia  
Simsa*. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa.

Guzman, C. (2016). *"Desarrollo de una Rampa de Comunicación entre la Mina Candelaria y  
la Mina Estrella; Unidad la Colorada, Panamerican Silver Mexico, Chalchihuites,  
Zacatecas, Mexico"*. Universidad Nacional Autónoma de México. México: Universidad  
Nacional Autónoma de México.

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. Mc Graw Hill Education.

Jenks, W. F. (1948). *Geología de la hoja de Arequipa al 200,000*. Arequipa: Instituto Geológico del Perú.

Jorge, A., Italo, R., & Dina, H. (2011). *Memoria sobre la geología económica de la región Arequipa*. Lima: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.

Ministerio de Energia y Minas. (2016). *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería D.S N° 024-2016 EM*. Lima.

Ministerio de Energia y Minas. (2017). *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería D.S N° 023-2017 EM*. Lima.

Pecho, V. (1983). *Geología de los cuadrángulos de Pausa y Caravelí*. Lima: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.

Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: McGraw Hill Education.

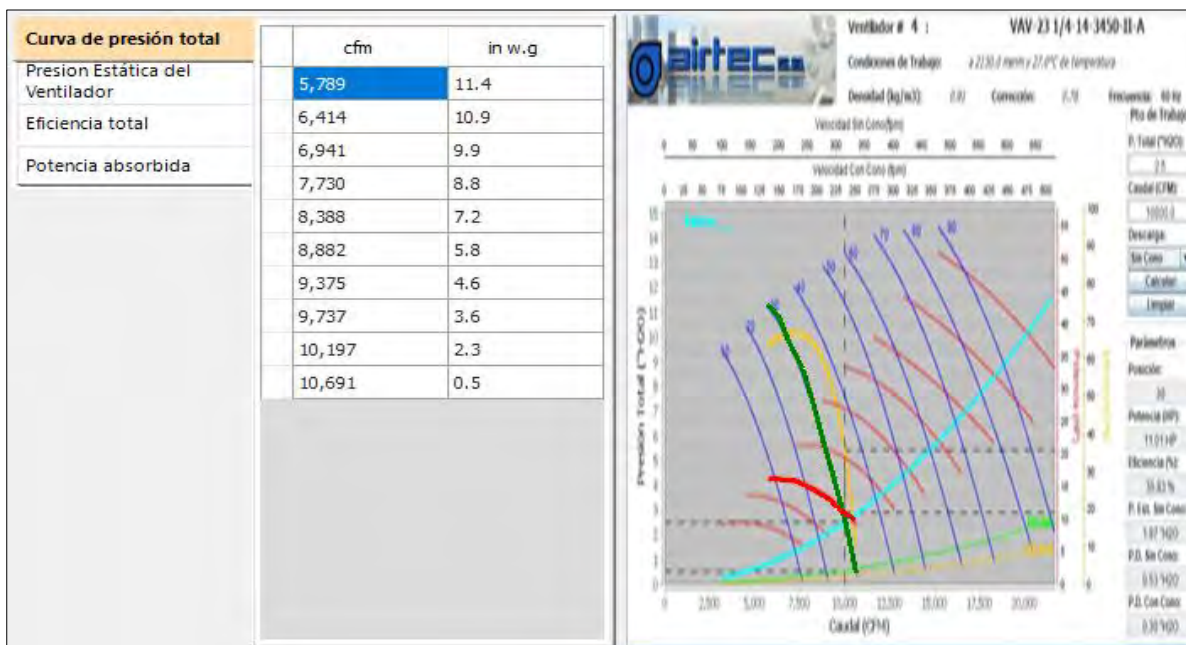
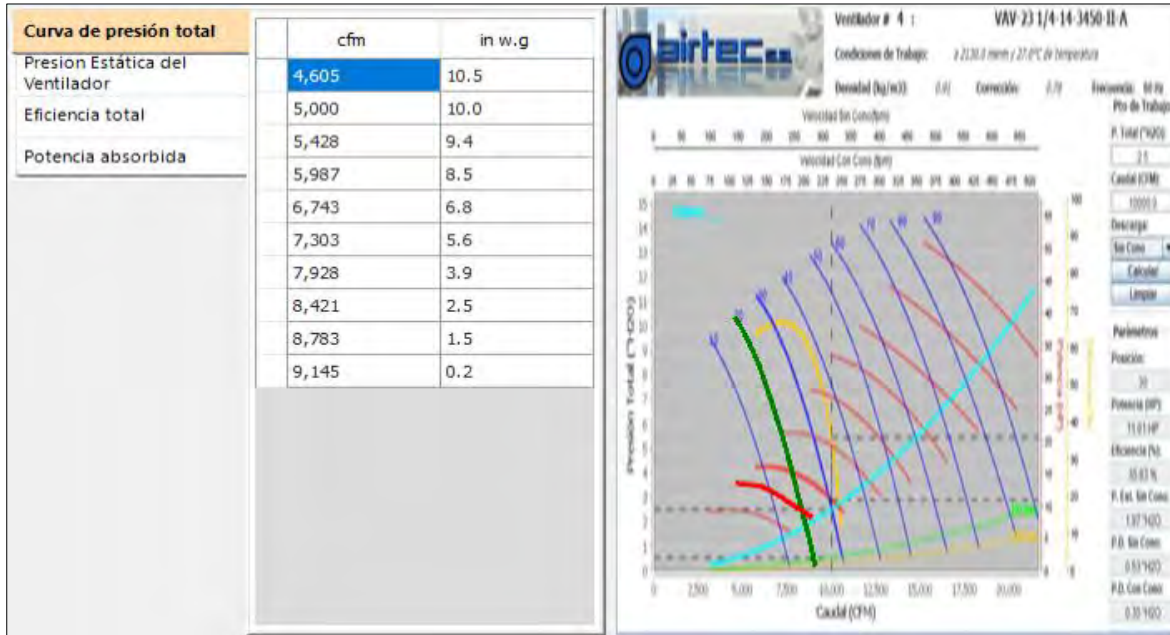
Tenezaca, T. (2021). *Optimización y Mejoramiento del Sistema de Ventilación de la Galeria Nivel R; Canton Atahualpa, Provincia de el Oro*. Universidad Tecnica Particular de Loja. Loja, Ecuador: Universidad Tecnica Particular de Loja.

Vargas, L. (1970). *Geología del Cuadrángulo de Arequipa*. Lima: Servicio de Geología y Minería.

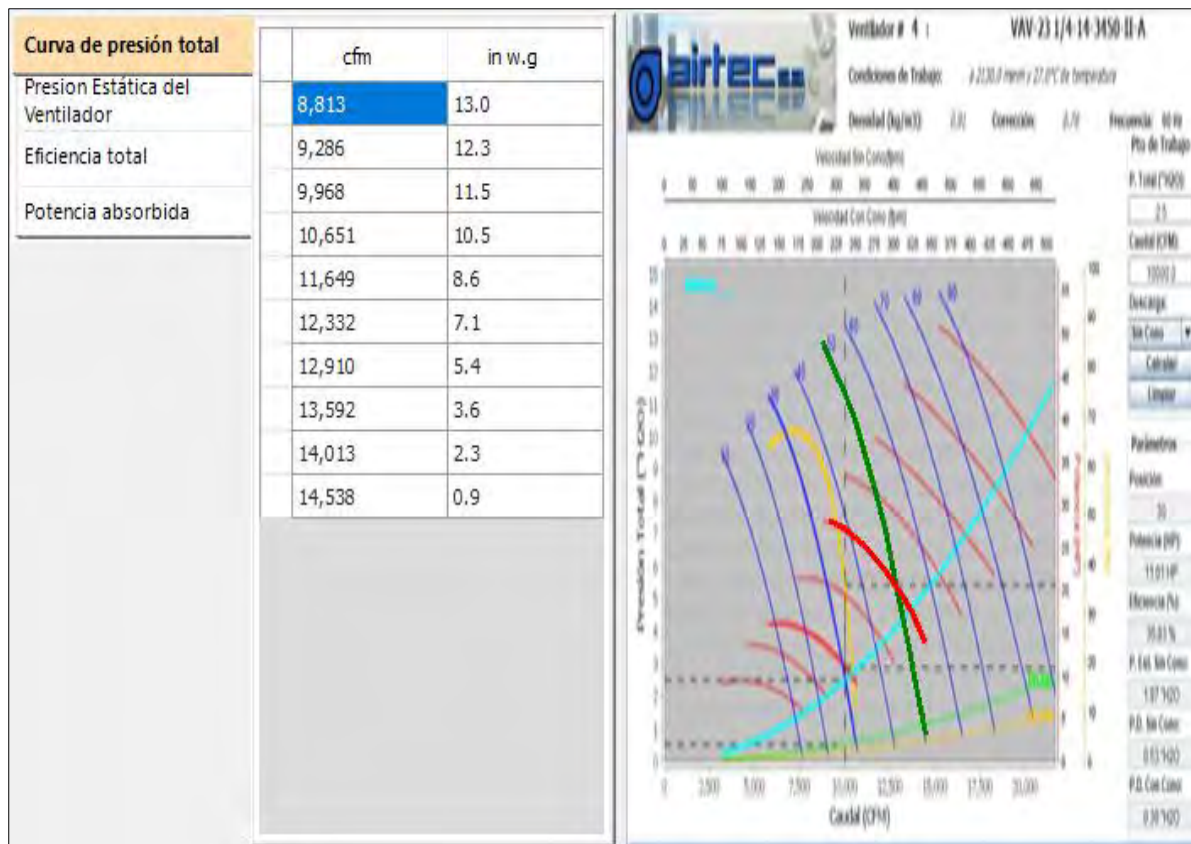
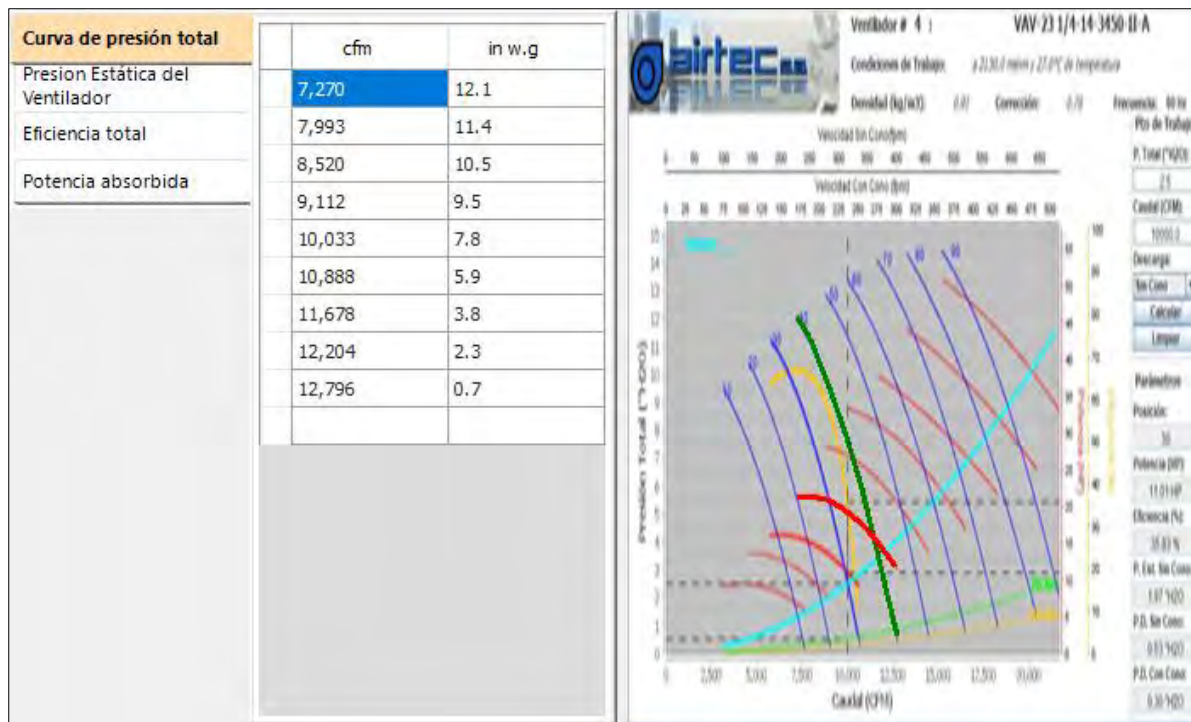
Vasquez Vasquez, J. R. (2021). *Evaluacion del Sistema de ventilacion en una mina subterranea en la Provincia de Cajabamba-Cajamarca 2021*". Universidad Privada del Norte, Cajamarca.

## ANEXOS

### Anexo N° 01: Curvas Características de Ventiladores 20°, 30°, 40° y 50°







**Anexo N° 02: Panel Fotográfico**

	<p>Instalación de componentes de ventilación en la rampa Charito.</p>
	<p>Distribución de mangas de ventilación entre la rampa Charito y el Bypass 380 del Nivel 1580</p>
	<p>Perforación con jumbo Frontonero Muki modelo FF en la Rampa Charito.</p>



Codo manga de ventilación  
anillada de 16" tipo de unión  
velcro y aros.



Medición de velocidades de  
aire en las sub estaciones  
eléctricas del Nivel 1580.



Medición de velocidades de  
aire en las estaciones  
Subestaciones eléctricas del  
Nivel 1580.

**Anexo N° 03:** Matriz de Consistencia

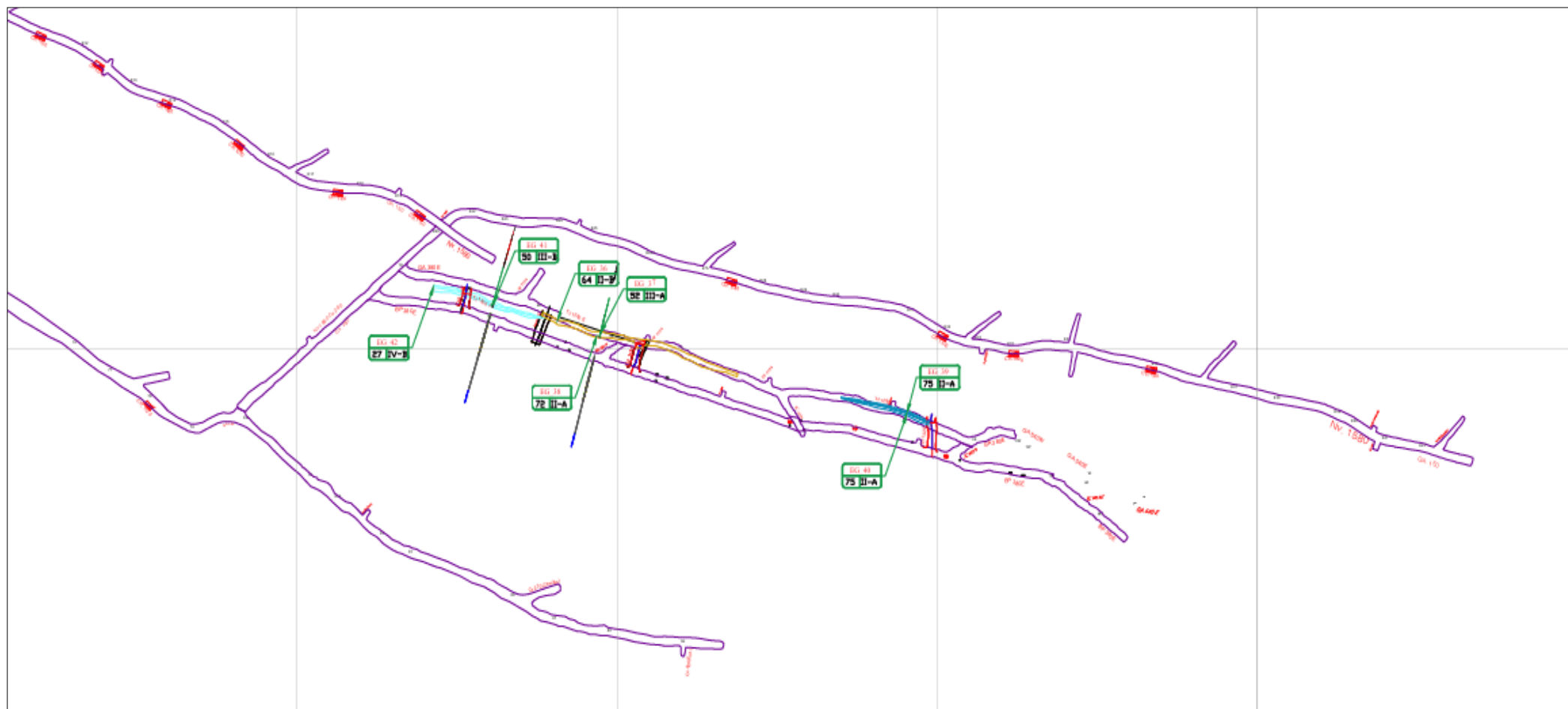
<b>“CONSTRUCCION DE LA RAMPA CHARITO DE LA ZONA II EN LA MEJORA DEL CIRCUITO DE VENTILACION EN LA UEA TAMBOJASA DE LA MINA CARAVELI SAC-AREQUIPA”</b>						
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>	<b>Variable dependiente</b>	<b>Dimension</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidades</b>
¿Cómo diseñar y construir la Rampa Charito para mejorar el circuito de ventilación y garantizar condiciones termo ambientales confortables en la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa	Diseñar y construir la Rampa Charito para mejorar el circuito de ventilación y garantizar condiciones termo ambientales confortables en la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa.	El diseño y construcción de rampa Charito logran una mejora significativa en el circuito de ventilación lo que garantiza condiciones termo ambientales confortables en la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa .	<b>Calidad de aire</b>	Calidad del Aire  Condiciones Termo ambientales	Modelo Ventsin  Flujo de Aire  Temperatura  Velocidad de Aire	–  CFM  °C  m/seg
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICOS</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimension</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidades</b>
¿Cuál es el costo de la construcción de la rampa Charito en la mejora del circuito de ventilación de la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa?	Determinar los costos de construcción de la Rampa Charito en la mejora del circuito de ventilación de la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa.	El costo para la construcción de la Rampa Charito es económicamente factible para su ejecución en la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa.	<b>Construcción de la Rampa Charito</b>	Aspectos técnicos de la Rampa Charito  -Sección Rampa.  -Pendiente  -Radio de Curvatura.	Costo de Construcción	\$
¿Cuál es el diseño del circuito de ventilación en la mejora de las operaciones de explotación de la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa?	Diseñar un circuito de ventilación para mejorar las operaciones de explotación en la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa.	El diseño propuesto del circuito de ventilación mejora significativamente las operaciones de explotación en la UEA Tambojasa de la Mina Caraveli SAC-Arequipa.			Seguridad y Bienestar  Tipo de Sosténimiento  Parámetros Geomecánicos (RMR, RQD)  Tiempo de Construcción  Costo de Operaciones	-  -  -  Meses  \$/TM

## **Anexo N° 04: Plano de la Rampa Charito**





**Anexo N° 05:** Plano Geomecánico Nivel 1580 Y 1520 UEA Tambojasa



**GEOMECHANICA LATINA S.A.**  
LIMA - PERU

BASE TOPOGRAFICA	CMCSAC	MARZO
TOPOGRAFIA	CMCSAC	MARZO
DIBUJO	J.S.	MARZO
DISEÑO	M.T.	MARZO
REVISIÓN	N.C.	MARZO
APROBACIÓN	GDLSP	MARZO
AUTORIZACIÓN	GDLSP	MARZO



**COMPAÑIA MINERA CARAVELI S.A.C.**

PROYECTO: ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO GEOMECÁNICO U.E.A.  
COMPAÑIA MINERA CARAVELI S.A.C.

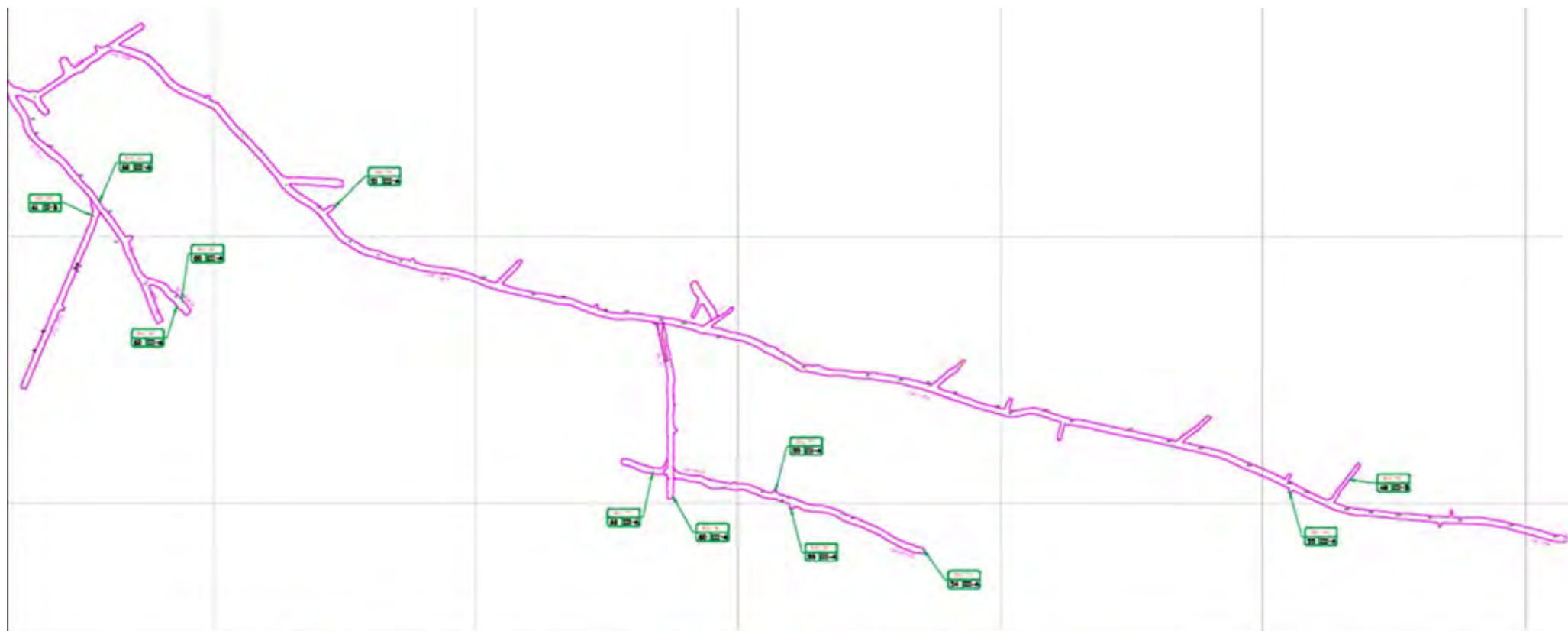
DESCRIPCIÓN DEL PLANO:  
**PLANO GEOMECÁNICO Y SECCIONES  
TRANSVERSALES NIVEL 1580**

-----

U.E.A.

COD.PROYECTO	CMC
SUB-CÓDIGO	AEG
PLANO	CMC_AEG-12
VERSIÓN	01
FECHA	ABRIL
ESCALA	1/4000





**GEOMEC**  
**GEOMECANICA LATINA S.A.**  
AREA - PROY.

BASE TOPOGRAFICA	CMCSAC	MARZO
TOPOGRAFIA	CMCSAC	MARZO
DIBUJO	J.S.	MARZO
DISEÑO	M.T.	MARZO
REVISIÓN	N.C.	MARZO
APROBACIÓN	GDLSP	MARZO
AUTORIZACIÓN	GDLSP	MARZO



**COMPANIA MINERA CARAVELI S.A.C.**

PROYECTO:

ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO GEOMECANICO U.E.A.  
 COMPANIA MINERA CARAVELI S.A.C.

DESCRIPCIÓN DEL PLANO:

**PLANO GEOMECÁNICO Y SECCIONES  
 TRANSVERSALES NIVEL 1520**

U.E.A.

CÓD.PROYECTO	CMC
SUB-CÓDIGO	AEG
PLANO	CMC_AEG-12
VERS-ÓN	01
FECHA	ABRIL
ESCALA	1/4000