

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



**T E S I S**

**Indicadores de evaluación del sistema de ventilación en la Compañía  
Minera Sierra Sun Group - Unidad Antapite 2021**

**Para optar el Título Profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Niler Yuri TOCTO OCAÑA**

**Asesor:**

**Mg. Nieves Oswaldo GORA TUFINO**

**Cerro de Pasco – Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Indicadores de evaluación del sistema de ventilación en la Compañía  
Minera Sierra Sun Group - Unidad Antapite 2021**

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

---

Mg. Floro Pagel ZENTENO GÓMEZ

PRESIDENTE

---

Mg. Edgar ALCANTARA TRUJILLO

MIEMBRO

---

Mg. Wenceslao Julio LEDESMA VELITA

MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

A mis padres Grower y Yolanda; por su apoyo incondicional y ser forjadores de mi superación. Mis hermanos Niels, Yanina y Mireya; quienes día a día con su presencia, respaldo y cariño me impulsan a salir adelante.

A mi esposa Mayra y mi hijita Miriel; amores quienes son el motivo y guía para cumplir mis objetivos personales y profesionales.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer al Mg. Nieves Oswaldo Gora Tufino, quién me apoyó como asesor y guía en la estructura y el contenido para el desarrollo de la presente investigación.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, quiénes me impartieron su conocimiento y experiencia de la ciencia de la Ingeniería de Minas. También a los colaboradores y en especial a la Superintendencia de operaciones mina de la Compañía Minera Sierra Sun Group - Unidad Antapite, quienes participaron con entusiasmo en el desarrollo de la presente tesis.

## RESUMEN

La compañía minera Sierra Sun Group - Unidad Antapite, está ubicada en el distrito de Ocoyo, provincia de Huaytará de la Región Huancavelica, donde se tiene demoras y pérdidas improductivas en las labores por el proceso de ventilación. Por ello como objetivo se planteó: determinar que indicadores evalúan del sistema de ventilación, para ello es necesario la revisión de los parámetros de ventilación como la demanda de aire de la mina (DA.), el balance de ingresos y salidas de aire de la mina (BO.), las mediciones de gases (MG) y temperatura (T) ambiental en labores y el rendimiento de las ventiladoras.

Utilizando una metodología descriptiva, con corte transversal, en una muestra de 13 tajos de producción y 15 labores de avances, determinaremos y explicaremos la DA., BO, MG y T con los instrumentos de medición: Anemómetro, Psicrómetro, Tubo de Pitot, Medidor de gases, se concluye que los indicadores de evaluación de la ventilación y el sistema de ventilación tienen una correlación del  $r=0.873$ ; las dimensiones de DA  $r=0.815$ , BO  $r=0.912$ , MG  $r=0.881$  y el rendimiento de las ventiladoras  $r=0.791$ . Se detalla que el requerimiento Total: = 172,111 CFM con un ingreso de aire = 67,052 CFM, da como cobertura del sistema = 39%, la evacuación de aire viciado para la minera tiene un tiempo de ventilación es de 150 minutos. Y la eficiencia de los ventiladores en la unidad minera es de 67 % en promedio.

**Palabras Clave:** Indicadores, sistema de ventilación, monitoreo, seguridad.

## ABSTRACT

The mining company Sierra Sun Group - Antapite Unit, is located in the district of Ocoyo, province of Huaytará in the Huancavelica Region, where there are delays and unproductive losses in the work due to the ventilation process. Therefore, the objective was: to determine which indicators evaluate the ventilation system, for this it is necessary to review the ventilation parameters such as the air demand of the mine (DA.), the balance of income and air outlets of the mine (BO.), the measurements of gases (MG) and ambient temperature (T) in work, the performance of the fans.

Using a descriptive methodology, with a cross section, in a sample of 13 production pits and 14 progress tasks, we will determine and explain the DA, BO, MG and T with the measuring instruments: Anemometer, Psychrometer, Pitot Tube, Meter of gases, it is concluded that the evaluation indicators of ventilation and the ventilation system have a consequence of  $r=0.873$ ; the dimensions of DA  $r=0.815$ , BO  $r=0.912$ , MG  $r=0.881$  and the performance of the fans  $r=0.791$ . It is detailed that the Total requirement: = 172,111 CFM with an air intake = 67,052 CFM, gives system coverage = 39%, the evacuation of stale air for the mine has a ventilation time of 150 minutes. And the efficiency of the fans in the mining unit is 67% on average.

**Key Words:** Indicators, ventilation system, monitoring, security.

## INTRODUCCIÓN

La producción minera es importante, para el cumplimiento de las metas de dicha organización en la producción de oro, con la metodología de corte y relleno ascendente y el sub level con taladros largos, para ello es necesario el apoyo de las áreas de soporte, como el área de ventilación. En el proceso de ventilación, la demanda de aire de la mina Antapite para el año 2020 era de 54,533 pies<sup>3</sup>/min, que era cubierta con el ingreso de aire fresco de 57,000 pies<sup>3</sup>/minuto, pero el requerimiento se incrementó por temas operativos a 172,111 CFM razón por la cual este déficit causaba demoras en el proceso de ventilación de labores.

Con respecto a las ventiladoras son de tipo axial, algunas con una etapa y otras con doble etapa, estas últimas están referidas a la mejor presión con respecto a la ventilación de los frentes. También podemos mencionar que la mayoría de dichas ventiladoras no cuentan con un cono ducto de salida, esta empeora la situación ya que, al no tener el caudal apropiado en los frentes y la instalación no apropiada de mangas de ventilación, causa muchas pérdidas durante su proceso. También podemos detallar, que la mayoría de las labores tiene mangas de ventilación de reducido diámetro, ya que sus secciones de las labores generalmente son de 2.7 m. x 2.7 m. y 2.40 m. x 2.40 m. de sección transversal. Todo ello conlleva a plantearnos y determinar cuáles son los indicadores en la evaluación del sistema de ventilación de la unidad minera. Cabe señalar también, que los circuitos de ventilación no están bien definidos y no cuentan con reguladores o puertas de ventilación que eviten la recirculación del aire viciado o en su defecto eviten la pérdida del flujo de aire fresco.

Con respecto a la organización según capítulos detallaremos los siguiente: en la parte del capítulo 1 se describirá el problema general y específico, así como los objetivos de cada uno de ellos, su justificación y alcance respectivos de dicha investigación.

En el capítulo 2 una descripción del marco teórico de los antecedentes existentes en este trabajo de investigación, y pasaremos a la descripción de las bases teóricas de los indicadores que evalúan el sistema de ventilación de la unidad minera, y el detalle de las dimensiones de cada una de las variables. Concluiremos esta parte con la definición de los términos derecho investigación.

El capítulo 3, detallaremos el tipo nivel y metodología usada para el desarrollo de este proyecto de investigación, detallaremos también las técnicas y el tratamiento de los datos.

En el capítulo 4 realizaremos un análisis de los resultados obtenidos con los instrumentos del área de ventilación, también haremos una discusión de los resultados obtenidos con dicha toma de datos. Luego pasaremos a las conclusiones y detallaremos las sugerencias de las recomendaciones en la última parte.



## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRAC

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación .....	2
1.2.1.	Ubicación y accesibilidad .....	3
1.2.2.	Geología .....	4
1.2.2.1.	Geología local .....	4
1.2.2.2.	Geología estructural local .....	13
1.2.2.3.	Geología regional.....	16
1.2.2.4.	Geología estructural regional.....	20
1.2.2.5.	Descripción geológica de vetas.....	23
1.2.3.	Diseño de Mina .....	31
1.2.3.1.	Método de explotación corte y relleno ascendente convencional. ....	31
1.2.3.2.	Método de explotación sub level stoping con taladros largos para la recuperación de relleno. ....	36
1.2.4.	Plan de minado.....	42
1.3.	Formulación del problema.....	48
1.3.1.	Problema principal .....	48
1.3.2.	Problemas específicos .....	48
1.4.	Formulación de Objetivos .....	48
1.4.1.	Objetivo General .....	48
1.4.2.	Objetivos específicos .....	48
1.5.	Justificación de la investigación.....	49

1.5.1.	Alcances de la Investigación.....	50
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	50

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes de estudio .....	51
2.1.1.	A nivel nacional .....	51
2.1.2.	A nivel internacional.....	53
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	54
2.2.1.	Bases teóricas de los indicadores de evaluación de la ventilación .. .....	54
2.2.2.	Dimensiones de los indicadores de evaluación de la ventilación mina.....	57
2.2.2.1.	Demanda de aire de la mina.....	57
2.2.2.2.	Balance de ingresos y salidas de aire de la mina. ....	59
2.2.2.3.	Mediciones de Gases y temperatura en labores mineras .. .....	60
2.2.2.4.	Rendimiento de los ventiladores.....	62
2.2.3.	Bases teóricas del sistema de ventilación .....	66
2.2.4.	Dimensiones del sistema de ventilación de la Unidad Minera Antapite.....	68
2.2.4.1.	Cantidad y calidad de aire necesario.....	68
2.2.4.2.	Estandarización del proceso de ventilación .....	71
2.3.	Definición de términos básicos .....	74
2.4.	Formulación de Hipótesis general y específicas .....	76
2.4.1.	Hipótesis general.....	76
2.4.2.	Hipótesis específica.....	76
2.5.	Identificación de las Variables .....	77
2.5.1.	Variables Independientes .....	77
2.5.2.	Variables Dependientes.....	77
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	77
2.6.1.	Indicadores de evaluación ventilación mina .....	77
2.6.2.	Sistema de ventilación de la Unidad Minera Sierra Antapite .....	77

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de investigación .....	80
3.2.	Nivel de investigación .....	80
3.3.	Métodos de investigación .....	81
3.4.	Diseño de investigación.....	81
3.5.	Población y muestra .....	82
3.5.1.	Población.....	82
3.5.2.	Muestra.....	84
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	84
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	87
3.8.	Tratamiento Estadístico .....	87

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción del trabajo de campo .....	90
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	91
4.2.1.	Análisis de datos .....	91
4.3.	Prueba de Hipótesis .....	94
4.4.	Discusión de resultados de la investigación .....	97
4.4.1.	Balance de aire en el nivel 3470 .....	99
4.4.2.	Balance de aire en el nivel 3415 .....	100
4.4.3.	Balance de aire en el nivel 3360 .....	101
4.4.4.	Balance de aire en el nivel 3240 .....	102
4.4.5.	Balance de aire en el nivel 3190 .....	104
4.4.6.	Balance de aire en el nivel 3130 .....	105

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N° 1.</b> Distribución de carga de explosivos - corte y relleno ascendente. ....	35
<b>Cuadro N° 2.</b> Distribución de carga de explosivos – sublevel stoping. ....	41
<b>Cuadro N° 3.</b> Programa de Producción – Resumen. ....	43
<b>Cuadro N° 4.</b> Programa de Producción – Método Corte y Relleno Ascendente. ....	44
<b>Cuadro N° 5.</b> Programa de Producción – Método Taladros Largos. ....	45
<b>Cuadro N° 6.</b> Programa de Avance – Resumen. ....	45
<b>Cuadro N° 7.</b> Programa de Avance – Corte y Relleno Ascendente. ....	46
<b>Cuadro N° 8.</b> Programa de Avance – Taladros Largos. ....	46
<b>Cuadro N° 9.</b> Programa de Exploraciones. ....	47
<b>Cuadro N° 10.</b> Límites máximos permisibles de gases y polvo para interior mina. ....	55
<b>Cuadro N° 11.</b> Máxima exposición por niveles de ruido en actividades mineras. ....	55
<b>Cuadro N° 12.</b> Temperatura máxima de exposición según el ciclo trabajo descanso. .	56
<b>Cuadro N° 13.</b> Requerimiento para el proceso de ventilación. ....	57
<b>Cuadro N° 14.</b> Demanda de aire de la mina Antapite en el nivel 3465. ....	59
<b>Cuadro N° 15.</b> Balance de Ingresos y Salidas de aire de la mina para el nivel. 3465. .	59
<b>Cuadro N° 16.</b> Cobertura de Requerimiento de aire de la mina Antapite. ....	60
<b>Cuadro N° 17.</b> Mediciones de gases y velocidades en labores mineras. ....	61
<b>Cuadro N° 18.</b> Ejemplo de una tabla mediciones de temperatura y humedad relativa de las bocaminas. ....	62
<b>Cuadro N° 19.</b> Inventario de ventiladores auxiliares. ....	64
<b>Cuadro N° 20.</b> Curva de rendimiento de la ventiladora de 10 000CFM. ....	65
<b>Cuadro N° 21.</b> Curva de rendimiento de la ventiladora de 20 000 CFM. ....	65
<b>Cuadro N° 22.</b> Curva de rendimiento de la ventiladora de 20 000 CFM. ....	66
<b>Cuadro N° 23.</b> Caudales de ingreso y salida de aire por bocaminas. ....	69

<b>Cuadro N° 24.</b> Operacionalización de las variables de investigación.....	79
<b>Cuadro N° 25.</b> Población de investigación en la mina sierra Antapite. ....	82
<b>Cuadro N° 26.</b> Detalle de los metrajes de avances por método de explotación.....	83
<b>Cuadro N° 27.</b> Detalle de toneladas en tajos por método de explotación. ....	83
<b>Cuadro N° 28.</b> Numero de tajos y labores de avance de la muestra de investigación. .	84
<b>Cuadro N° 29.</b> Resumen equipos de medición utilizados en la Unidad Minera Antapite. .....	86
<b>Cuadro N° 30.</b> Medición de caudales de aire en la Unidad Minera Antapite. ....	92
<b>Cuadro N° 31.</b> Medición de temperatura humedad y presiones en la Unidad Minera Antapite. ....	92
<b>Cuadro N° 32.</b> Balance general de ventilación en la mina Sierra Antapite. ....	93
<b>Cuadro N° 33.</b> Tabla de correlación entre ambas variables de investigación. ....	95
<b>Cuadro N° 34.</b> Tabla de correlación entre las dimensiones de la investigación y el sistema de ventilación.....	95
<b>Cuadro N° 35.</b> Balance de aire nivel 3470 Unidad Minera Antapite.....	99
<b>Cuadro N° 36.</b> Balance de aire nivel 3415 Unidad Minera Antapite.....	100
<b>Cuadro N° 37.</b> Balance de aire nivel 3360 Unidad Minera Antapite.....	101
<b>Cuadro N° 38.</b> Balance de aire nivel 3240 Unidad Minera Antapite.....	102
<b>Cuadro N° 39.</b> Balance de aire nivel 3190 Unidad Minera Antapite.....	104
<b>Cuadro N° 40.</b> Balance de aire nivel 3130 Unidad Minera Antapite.....	105
<b>Cuadro N° 41.</b> Propuesta de ventiladoras Auxiliares para adquisición. ....	106
<b>Cuadro N° 42.</b> Propuesta de ventiladoras principales para adquisición. ....	107
<b>Cuadro N° 43.</b> Detalle de cantidad de explosivo por Tajo y frente de avance. ....	107
<b>Cuadro N° 44.</b> Detalle de tiempo de ventilación por niveles.....	112

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 1.</b> Ubicación y accesos de la Mina Antapite. ....	4
<b>Gráfico N° 2.</b> Testigos de la formación Castrovirreyna – Unidad Ocobamba. ....	7
<b>Gráfico N° 3.</b> Muestra de la formación Castrovirreyna – Unidad Machucancho. ....	8
<b>Gráfico N° 4.</b> Muestra de la formación Castrovirreyna – Unidad Mamahuanga. ....	10
<b>Gráfico N° 5.</b> Testigo del grupo Yura. ....	11
<b>Gráfico N° 6.</b> Columna estratigráfica – unidad minera Antapite. ....	15
<b>Gráfico N° 7.</b> Plano estructural – unidad minera Antapite. ....	22
<b>Gráfico N° 8.</b> Método de explotación corte y relleno ascendente. ....	32
<b>Gráfico N° 9.</b> Secuencia explotación corte y relleno ascendente. ....	33
<b>Gráfico N° 10.</b> Malla de perforación - corte y relleno ascendente. ....	34
<b>Gráfico N° 11.</b> Recuperación de relleno con taladros largos. ....	38
<b>Gráfico N° 12.</b> Secuencia de minado sublevel stoping. ....	39
<b>Gráfico N° 13.</b> Malla de perforación – sublevel stoping. ....	40
<b>Gráfico N° 14.</b> Ventilador Axial de 15HP y 20.000cfm. ....	63
<b>Gráfico N° 15.</b> Circuitos de ventilación de la unidad minera Sierra Antapite. ....	67
<b>Gráfico N° 16.</b> Esquema de circuito de ventilación mina el roble. ....	68
<b>Gráfico N° 17.</b> Ejemplo de una curva característica de minera el Roble. ....	71
<b>Gráfico N° 18.</b> Taponeo de labores mineras para direccionar el flujo de ventilación, Unida Minera Antapite. ....	72
<b>Gráfico N° 19.</b> Estándar de instalación de ventiladoras, Unidad Minera Antapite. ....	74
<b>Gráfico N° 20.</b> Anemómetro de sensor y alabes de la unidad minera Antapite. ....	85
<b>Gráfico N° 21.</b> Manómetro digital con su tubo de Pitot. ....	85
<b>Gráfico N° 22.</b> Bombilla y tubo de humo. ....	86
<b>Gráfico N° 23.</b> Detector de gases digital para medición en labores mineras. ....	87

<b>Gráfico N° 24.</b> Circuito de ventilación de la zona 3415, Unidad minera Antapite. ....	89
<b>Gráfico N° 25.</b> Tiempo de ventilación del nivel 3415, Unidad Minera Antapite.....	89
<b>Gráfico N° 26.</b> Distribución normal y el valor Z de la prueba de hipótesis. ....	96
<b>Gráfico N° 27.</b> Circuito propuesto para la ventilación de esta zona. ....	100
<b>Gráfico N° 28.</b> Circuito propuesto para el nivel 3360.....	101
<b>Gráfico N° 29.</b> Circuito propuesto para la ventilación de la zona Zorro Rojo.....	102
<b>Gráfico N° 30.</b> Circuito propuesto para la ventilación para la zona Pampeñita.....	103
<b>Gráfico N° 31.</b> Circuito propuesto para la ventilación para la zona Antapite.....	103
<b>Gráfico N° 32.</b> Circuito propuesto para la ventilación para la zona Katy.....	105
<b>Gráfico N° 33.</b> Circuito de ventilación de la zona 3415.....	108
<b>Gráfico N° 34.</b> Ruta de evacuación de aire viciado del nivel 3415.....	108
<b>Gráfico N° 35.</b> Tiempo de ventilación del nivel 3415.....	109
<b>Gráfico N° 36.</b> Tiempo de ventilación del nivel 3360 al 3415.....	109
<b>Gráfico N° 37.</b> Tiempo de ventilación punto de monitoreo en Raicé Climber 07. ....	110
<b>Gráfico N° 38.</b> Tiempo de ventilación punto de monitoreo en Raicé Climber 06. ....	110
<b>Gráfico N° 39.</b> Tiempo de ventilación punto de monitoreo en Raicé Climber 04. ....	111
<b>Gráfico N° 40.</b> Tiempo de ventilación punto de monitoreo en Raicé Climber 02. ....	111
<b>Gráfico N° 41.</b> Tiempo de ventilación punto de monitoreo en Ch 764.....	111
<b>Gráfico N° 42.</b> Rendimiento de las ventiladoras de 10000 cfm.....	113
<b>Gráfico N° 43.</b> Rendimiento de las ventiladoras de 20000 cfm.....	113
<b>Gráfico N° 44.</b> Rendimiento de las ventiladoras de 30 000 cfm.....	114

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

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

La producción minera es importante, para el cumplimiento de las metas de dicha organización en la producción de oro, con la metodología de corte y relleno ascendente y el subnivel con taladros largos, para ello es necesario el apoyo de las áreas de soporte como el área de ventilación. En el proceso de ventilación, la demanda de aire de la mina Antapite para el año 2020 era de 54,533 pies<sup>3</sup>/min, que era cubierta con el ingreso de aire fresco de 57,000 pies<sup>3</sup>/minuto, pero el requerimiento se incrementó por temas operativos a 172,111 CFM razón por la cual este déficit causaba demoras en el proceso de ventilación de labores. Con respecto a las ventiladoras son de tipo axial, algunas con una etapa y otras con doble etapa, estas últimas están referidas a la mejor presión con respecto a la ventilación de los frentes. También podemos mencionar que la mayoría de dichas ventiladoras no cuentan con un cono ducto de salida, esta empeora la situación ya que, al no tener el caudal apropiado en los frentes y la instalación no apropiada



de mangas de ventilación, causa muchas pérdidas durante su proceso. También podemos detallar, que la mayoría de las labores tiene mangas de ventilación de reducido diámetro, ya que sus secciones de las labores generalmente son de 2.7 m. x 2.7 m. y 2.40 m. x 2.40 m. de sección transversal. Todo ello conlleva a plantearnos y determinar cuáles son los indicadores en la evaluación del sistema de ventilación de la unidad minera. Cabe señalar también, que los circuitos de ventilación no están bien definidos y no cuentan con reguladores o puertas de ventilación que eviten la recirculación del aire viciado o en su defecto eviten la pérdida del flujo de aire fresco.

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

La compañía Minera Sierra Sun Group en su unidad Antapite, dentro de su proceso se observa que existen pérdidas por tiempos improductivos debido a la ventilación, estas pérdidas en horas hombre y horas trabajadas por los equipos se debe a las demoras en la ventilación de las labores mineras, debido a esto se tiene como objetivo del presente trabajo de investigación, los indicadores que evalúan el sistema de ventilación de la Unidad Minera Antapite, debido a ello es necesario la revisión de planos topográficos, la revisión del plan de producción, que en principio dicha delimitación es el contexto de una evaluación del sistema de ventilación, después de ello se calculará detallare la demanda de aire de la mina (DA.), el balance de ingresos y salidas de aire de la mina (BO.) , las mediciones de gases (MG) y temperatura (T) ambiental y el y el rendimiento de las ventiladoras existentes en la unidad minera. Todo esto es importante ya que nos dará una evaluación integral o parcial de las condiciones ambientales en el personal respecto a la ventilación. Con ello se contribuirá, a evitar los riesgos en salud debido a la exposición de gases nocivos en las labores de interior mina.

Los cálculos determinados en los indicadores que evalúan el sistema de ventilación son para uso de la Unidad Minera Antapite, cabe señalar que también esta puede ser generalizada cómo formato para las distintas unidades operativas mineras.

Los resultados de la presente investigación, son en el tiempo variable debido a que la dinámica existente en la unidad minera es cambiante de un día para otro, razón por la cual es importante detallar bajo qué contexto se tiene dicha evaluación y en qué tiempo se debe ejecutar los cambios y las recomendaciones adecuadas.

A continuación, también haremos mención la ubicación, accesibilidad, geología, diseño de mina, métodos de explotación con sus procesos productivos y plan de minado con sus respectivos programas de avance, producción y exploración.

### **1.2.1. Ubicación y accesibilidad**

El asiento minero de Antapite se ubica en el flanco Oeste de la Cordillera Occidental, en la parte meridional de la provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica, en las cabeceras de los ríos Ica y Grande, sobre las coordenadas centrales UTM 8'454,733 N y 492,836 E (WGS84 18S), entre las cotas 3,000 msnm y 4,100 msnm., con altitudes que van de 3000 msnm hasta 4000 msnm.

Es accesible desde la ciudad de Ica (km 307 de la Panamericana Sur), poblado de los Aquijes, de donde parte la vía afirmada hacia Tingue – Córdova – Antapite de 130 km. En la Figura 1 – Ubicación y Accesos de la Mina Antapite se muestra la ubicación política y las distancias aproximadas de los accesos.



*Gráfico N° 1. Ubicación y accesos de la Mina Antapite.*  
 Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.2).

## 1.2.2. Geología

### 1.2.2.1. Geología local

El área de trabajo esta íntegramente cubierta por volcánicos terciarios de la Formación Castrovirreyna, sobre esta unidad el Dr Ángeles define varias unidades distritalmente cada uno con características locales.

#### a) Estratigrafía (columna estratigráfica).

- ❖ **Formación Antapite:** Unidad informal establecido por Dr. Carlos Ángeles (2000), correlacionando y/o como parte de unidad Castrovirreyna constituyendo una brecha piroclástica, conformada de tobas blanquecinas con algunos cristales de plagioclasas y

biotita, y abundante líticos (C.Vidal), observó algunos muy escasos y pequeños cristales de cuarzo en la facies alteradas del grupo Antapite. Los fragmentos líticos riolíticos son característicos, constituida por brecha piroclástica. Los más abundantes son pórfidos muy finos (secciones delgadas), hasta vitrófiros con texturas de desvitrificación y trazas de bandeamiento de flujo. Estos líticos contienen menos de 5% de fenocristales de plagioclasas sódicas, aún menos biotita, y raramente algunos cuarzos redondeados. (Dr Noble 2002) da una edad  $40\text{Ar}/39\text{Ar}$  de  $20.94 \pm 0.1$  Ma a partir de sanidina de la toba Antapite.

- ❖ **Formación Yaurilla:** Conformado por tobas blancas riolíticas algo soldadas, tiene un espesor que alcanza los 50 m en el flanco NW del C. Yaurilla, pero se adelgaza hacia NE cerca de Lihua. La toba posee cristales de sanidina, plagioclasa, cuarzo, biotita y trazas de hornablenda. (Dr Noble 2001) da una edad  $40\text{Ar}/39\text{Ar}$  de  $19.98 \pm 0.05$  Ma obtenida de sanidina de estas tobas.
- ❖ **Formación Condoray:** Correspondiente a la Formación Pocoto (según Ingemmet-Palacios 1994), entre otras cosas, las tobas blanquecinas intemperizado a gris verdoso muy claro, con

presencia de fiammes verde y fragmentos líticos, más blanquecinos, de tobas riolíticas y riodacíticas conteniendo plagioclasas con abundante biotita y cuarzo.

❖ **Diques:** Los diques andesíticos están emplazados en las rocas volcánicas del terciario los diques que se presentan son andesíticas Porfíricas, grises medio a oscuros, que se encuentran toda la secuencia de las rocas del terciario.

❖ **Formación Castrovirreyna:** Secuencia volcánica inferior, han establecido localmente algunas subunidades informales (Dr. Ángeles) los cuales se describen:

✓ **Unidad Callanca (Ttc):** En esta unidad afloran las tobas blanquecinas con matriz argilizada débilmente con presencia de fiammes, con puntos de cloritas con una alteración débil. Estas se pueden observar en la veta Amatista, su base no se observa, pero su espesor máximo puede sobre pasar los 150m al Sur de la localidad de San Isidro de Taracachi (C. Ángeles 2000), y se encuentra infra yaciendo a las secuencias Machucancha y a las tobas Ocobamba. Es una toba aparentemente andesítica, con biotita y muy escaso cuarzo; contiene pómez compacto y

abundante fragmentos líticos de hasta solo unos pocos centímetros de diámetro.

- ✓ **Unidad Ocobamba (Tto):** Aflora en la comunidad Ocobamba, La unidad de Ocobamba esta constituidos por unas pocas decenas de m de tobas rojizas pocas soldadas grises; así como depósitos de tobas, con una variedad de líticos, que podrían ser producto de re depósitos sedimentarios.

Las tobas son de textura eutaxiticas con fiammes alargados, moderada propilitización, por tramos matriz hematitica, con clastos subredondeados.



**Gráfico N° 2.** Testigos de la formación Castrovirreyna – Unidad Ocobamba.

*Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.7).*

- ✓ **Unidad Machucancho (Tmc):** Esta unidad es de amplia distribución, es también la más espesa; su potencia es de 500m aprox. Sus afloramientos

son frecuentemente cubiertos por una costra gruesa de intemperismo; solo los contornos de sus gruesos bancos dan indicios de leves inclinaciones o de sub horizontalidad. Esta unidad reposa tanto sobre la toba Ocobamba, el Batolito o sobre la toba Callanca.

En los primeros 100m a 130m son comunes los pórfidos grises oscuros, algo densos, y con fenocristales de plagioclasa y de máfico. Las tobas Machucancha nos muestra roca volcánica piroclásticas, con horizontes brechados, polimicticos seguido de flujos lávicos y tufos andesíticos.



**Gráfico N° 3.** *Muestra de la formación Castrovirreyna – Unidad Machucancha.*

*Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.8).*

Lavas, Domos y Brechas Inferiores: Aflora al NE del área de Antapite aparece infra yaciendo

a las lavas intermedias en la zona del C° Antapite en donde su base no aflora, pero si podemos observar en las labores de explotación, como es en veta Reyna y la zona de Furiosa, está compuesta por facies netamente fragmentales polimicticos que van desde centímetros pudiendo llegar a 30cm, la matriz es andesítica grisácea de tono oscuro, la cual presenta un intemperismo moderado, dando topografías suaves subredondeados.

- ✓ **Unidad Mamahuanga (Tmh):** Su litología ésta conformado por tobas andesíticas de tonalidad verde amarillento, propilitizados con bastante contenido de epidotas, calcitas y cloritas, con presencia de pirita (Py) finas diseminadas, al  $\pm 1\%$ , esta pertenece a la unidad intermedia de lavas, brechas, y tobas, etc.

También se caracteriza por presentar rocas volcano-sedimentarios y piroclásticos de la edad terciario superior, esta unidad aflora las partes altas del C° Huacuymarca en la Mina Antapite y en las faldas del C° Antapite y en la quebrada Utcaya dentro del Proyecto Ayamarca.





**Gráfico N° 4.** *Muestra de la formación Castrovirreyna – Unidad Mamahuanga.*

*Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.8).*

Tobas y Lahares Mamahuanga: Afloran 600m al E del cerro Antapite, relleno una depresión conformada por la secuencia Machucancho al N (unidad interior) y las secuencias de lavas intermedias y las tobas Antapite hacia el W.

La naturaleza de las tobas es andesíticas de color verdoso a gris verdoso, con cristales de plagioclasa y raramente biotitas, con presencia de epidota. Los fragmentos líticos se presentan alterados con tamaños variables, pudiendo llegar a ser bloque de más de 1.00m de tamaño.

En los flancos S y SE del cerro Huacuymarca hay además intercalaciones de sedimentos finos de arenitas (tobas re trabajadas) seguida por delgadas laminaciones de limonitas rojizas a

manera de lentes de hasta 6.00m de espesor y más de 150m de corrida aproximadamente.

- ❖ **Grupo Yura:** Con litología de cuarcitas y areniscas silisificadas de grano fino a medio, fracturado con relleno ferruginoso de tonalidad pardo violáceo. En Antaco y en Mina Antapite a cota 3010m.s.n.m. presenta a modo de techos colgantes sobre los intrusivos plutónicos del Batolito de la Costa.



*Gráfico N° 5. Testigo del grupo Yura.*

*Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.9).*

- ❖ **Depósitos cuaternarios:** (Depósitos Coluvial) Estos se encuentran como suelos con desarrollo de suelos producto de la meteorización de las rocas, y depósitos de piedemonte en las laderas escarpadas en las áreas que dan hacia las quebradas profundas como es el caso de las áreas Antaco y Ayamarca.

**b) Intrusivos sub volcánicos.**

Estas ocurren como stock andesíticos y dioríticos de color gris a gris verdoso, así como diques andesitas cuyo emplazamiento fueron controlados por las fallas mayores del distrito.

**c) Rocas Intrusivas Mesozoicas.**

❖ **Batolito de la costa:** Está expuesta únicamente en las partes profundas de las Qdas que bajan hacia el Río Grande, Moore (1984) se atribuye estas intrusiones a la superunidad Incahuasi, del segmento de Arequipa. Moore (1984), obtuvo edades radiométricas k/Ar de muestras tomadas de la Qda Lampani, en el cuadrángulo de Santiago de Chocorvos (28-m, según INGEMMET), a unos 30 km. de Ayamarca, las edades calculadas fueron de  $82.7 \pm 2.9$  Ma en Hornblenda, y  $84.4 \pm 2.8$  Ma en biotita para una muestra; y de  $82.3 \pm 3.1$  Ma en Hornblenda, y  $83.6 \pm 3.1$  Ma en hornblenda,  $83.6 \pm 2.8$  Ma para la otra muestra.

❖ **Rocas ígneas terciarias y post terciarias:**

✓ **Andesitas y Dioritas Porfiríticas:** Estas rocas intrusivas sub. Volcánicos que afloran en algunas partes rompiendo toda la secuencia del terciario generando alteraciones como los que se

muestran en el extremo NW del sistema de vetas Antapite y veta Zorro Rojo.

- ✓ **Plutónicas cretáceo:** Corresponden en estas y se agrupan las rocas plutónicas granodioríticas, que afloran exclusivamente en el área de Antaco Qda río grande.

#### 1.2.2.2. Geología estructural local

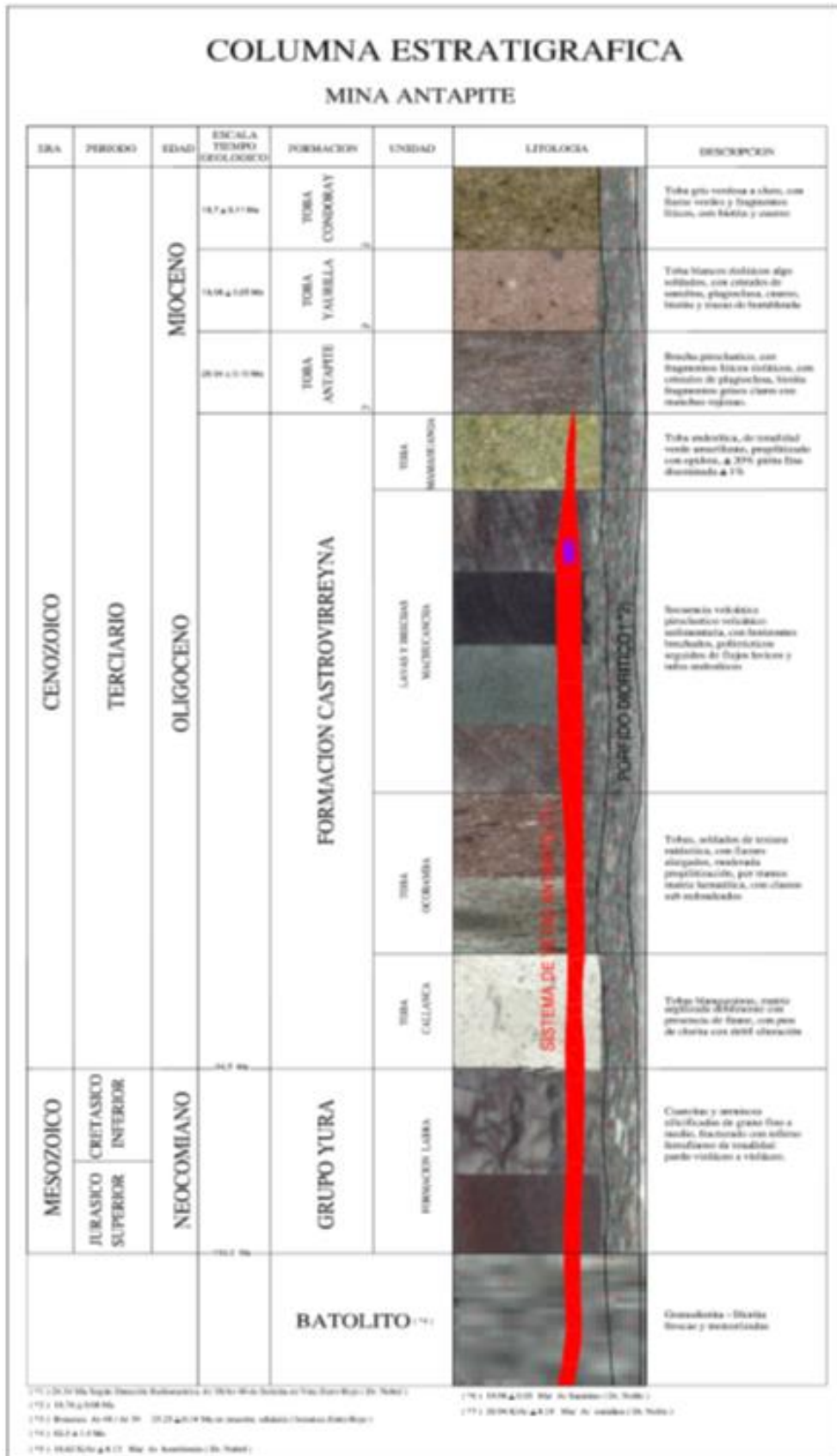
Una visión del distrito de Antapite permite diferenciar en 02 estilos estructurales a las vetas lo cual encierra muchas interrogantes, de edad de mineralización, procedencia de la profundidad de fuente mineralizadora y por tanto su potencial en cuanto a dimensión de yacimiento. Estos 02 sistemas podemos distinguir en:

a) **Sistema Antapite – Zorro Rojo:** De rumbo más uniforme (N 60°W) donde los clavos mineralizados están distanciados entre 200 y 250 m producidos por pequeños cambios de rumbo.

b) **Sistema Reyna – Roció:** Ubicados en el Proyecto Ayamarca entre 2 y 5 Km al SW del sistema Antapite – Zorro Rojo, este es un conjunto de vetas de rumbos variables agrupados en rumbo N 50° - 60° W y otros de rumbo E – W a S 70° W, conformando un estilo estructural característico, que podemos resumir en:

- ❖ Rumbo N 50° - 60° W que muestran mejor relleno y leyes de interés en nuestras exploraciones (Vetas: Roció, Laura, Juliana, Noelia, Angela).

- ❖ Rumbo E – W Son Vetas–Falla similares y concordantes y/o coincidentes con Vetas: Isabel, Rosario, lucero, Graciela, Lilian. Estas estructuras corresponden a zonas de cizalla con desplazamientos de rumbo sinestrales, tienen relleno de cuarzo, no se ha probado aun un contenido sostenido de mineral, pero si tienen estructuras y leyes que parecen ser de arrastre de la intersección de las estructuras del anterior sistema descrito. Tienen gran desarrollo de milonita, y foliación en anchos bastante considerables mayores a 1 m.
- ❖ Rumbo N – S Son los que generan desplazamientos verticales y de Rumbo no muestran relación con la mineralización (son Post – mineral).



**Gráfico N° 6.** Columna estratigráfica – unidad minera Antapite.  
 Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.11).

### **1.2.2.3. Geología regional**

El área de estudio se ubica sobre una franja de rocas volcánicas terciarias, representados por las formaciones Pocoto y Castrovirreyna ubicados en una franja paralelos a la línea de costa con presencia de intrusivos plutónicos granodioríticos en el basamento y rocas mesozoicas a modo de techos colgantes representadas por depósitos sedimentarios clásticos y calcáreos del grupo Yura cuya presencia aumenta hacia el NW de Antapite. Sobre esta superficie de discordancia yacen las rocas volcánicas terciarias, cuyo contacto irregular se orienta en rumbo andino, representados por las formaciones Castrovirreyna y Caudalosa hacia el SE y formación Tantara hacia el NW de la franja. Estructuralmente destacan lineamientos de rumbo andino, con presencia de anomalías de color, asimismo importantes fallas transversales al lineamiento andino. Al extremo Oeste de la franja destaca el sistema de fallas Chonta.

Dentro de estos volcánicos terciarios, se reconocen una serie yacimientos fundamentalmente auríferos, vetiformes y diseminados con presencia de algunos polimetálicos cercanos al sistema de fallas Chonta.

Las fallas transversales al lineamiento Chocllanca – Ocoyo pueden ser importantes para la mineralización (Falla Runahuañusca), las dataciones (Antapite 26.34 MA (D. Noble 2,002), Jatun Orcco 17.26 MA (D. Noble 2,002) y Pampanino 18 Ma nos indican la variedad y complejidad de la actividad hidrotermal en esta región.

**a) Formación Pocoto.**

Esta formación aflora como remanentes sobre el intrusivo plutónico hacia la zona de San Juan de Huirpacancha y hacia el N del área de trabajo, sobre el grupo Yura sobre la superficie de una discordancia más o menos angular en cotas encima de 3600 m.s.n.m.

Esta secuencia es tobácea constituida por aglomerados de pasta fina color blanco amarillento a grueso, englobando volcánicos porfiríticos de color gris grisáceo, con vetillas de ágata azulina, en la base de esta secuencia se puede notar sedimentos lutaceos en disposición lenticular. Por su posición estratigráfica se puede ubicar en el mioceno superior equivalente lateral de los volcánicos Caudalosa con edades de 14 a 17 Ma.

**b) Formación Caudalosa.**

La formación Caudalosa ha sido estudiada en el año 1972 por H. Salazar, en el cuadrángulo de Santiago de Chocorvos, se caracteriza por presentar una secuencia volcánica de tobas y lavas andesíticas a riodacíticas, descansando en discordancia angular sobre los sedimentos del grupo Yura, subrayase a las rocas volcánicas de la formación Castrovirreyna. La edad que es atribuida a esta formación es de 13.9 Ma. (Mioceno Superior).



**c) Formación Castrovirreyna.**

Aflora fundamentalmente al E del área de trabajo (mina Antapite), estas son compuestas de tobas y lavas andesíticas con algunos horizontes intermedios desarrollándose en una facie volcánica sedimentaria compuesta por finas capas de lutitas ubicadas en el cerro Huacuymarca. Las dataciones radiométricas realizadas en otras áreas que se correlacionan atribuyen a una edad miocénica para esta formación en 21.9 Ma.

**d) Formación Chulec – Pariatambo.**

Aflora al NW de la mina Antapite (Valle Huaytara y San Miguel de Curis), consiste de calizas gris azulinas de textura porfiríticas de 1 a 1.50m de grosor que presentan un sistema de juntas verticales e interperizado a un color gris a claro con manchas amarillentas ferruginosas, se intercalan con algunos horizontes de areniscas de matriz calcárea. Hacia la parte superior los bancos de calizas son masivos, presentando recristalización y formando mármoles por un metamorfismo térmico, cerca de los contactos con las tonalitas que las intruyen. Asimismo, en partes se presentan evidencias de una mineralización de cobre en la forma de carbonatos y óxidos. Se asigna una edad de Albiano inferior a medio.

**e) Formación María Elena.**

Esta unidad constituida netamente por rocas volcánicas principalmente de lávicas se extiende desde la mina María Elena en el valle de Huaytara como una faja de dirección NO – SE, extendiéndose por la parte alta en la pampa de allganca.

Al NW de la mina Antapite, en la quebrada Ucrucancha, sobre unas areniscas violáceas a grises de composición cuarcítica que parece todavía corresponder al grupo Yura, se encuentran los derrames andesíticos de color marrón violáceo y gris verdoso con textura microporfídica y pasta afanítica con plagioclasas macladas y ferromagnesianos epidotizados de color marrón oscuro, así como horizontes brechoides, tomando en conjunto un color morado. En estas brechas se puede distinguir fragmentos de otros volcánicos porfídicos. Su edad se le atribuye al Cretáceo Inferior.

**f) Grupo Yura.**

Afloran al NW de la mina Antapite y en la zona de Antaco, compuestos por bancos conspicuos de cuarcitas de grano fino a medio, en bancos de 0.60 a 1.20 m. mostrando buena estratificación cruzada. El color de la roca es claro, en superficie fresca, exteriormente intemperizado a pardo rojizo. Entre estos paquetes de cuarcitas se intercalan lutitas arenosas y arcillo

ferruginosas en estratificación fina con huellas de plantas que evocan formas de jurásico superior.

Entre la quebrada Ucrucancha y San Miguel de Curis se recogieron en los niveles superiores plantas y fósiles clasificados por Cesar Rangel del Departamento de Paleontología como de edad Jurásico Superior.

#### **1.2.2.4. Geología estructural regional**

Lo relevante dentro del aspecto estructural regional es que muestra grandes lineamientos de dimensión regional estos se muestran en el lineamiento Chonta, esta es una estructura regional muy importante que define al NW al bloque donde afloran sedimentos mesozoicos plegados cuyas charnelas están orientadas en dirección N-S, asimismo se ubican intrusiones Plutónicas y yacimientos importantes en un alineamiento sub paralelo al lineamiento Chonta.

El Bloque SW donde se ubica nuestra área de trabajo es cubierto por volcánicos terciarios, hacia las partes bajas y hacia el extremo SE donde el nivel de erosión es pronunciado vuelven a aparecer los sedimentos Mesozoicos e intrusivos Plutónicos correspondientes al Batolito de la Costa (hacia el río Grande) los afloramientos de estas rocas mesozoicas obedecen a los niveles de erosión alcanzados.

Luego de este esquema geológico y tectónico expuesto, las Minas Antapite, Hatún Orcco, Pampa Andino, y muchos otros se ubican en un bloque tectónico regional y dentro de un corredor aurífero (Franja de baja sulfuración Huaytara-Tantara) (características estructurales e

isotopos de plomo- Jorge Quispe 2006), donde las exploraciones son especialmente importantes.

En los alrededores de la mina Antapite estructuralmente se puede delinear:

**a) Sistema N50° a 70°W.**

De dimensión regional, la que alberga las vetas de mayor longitud del distrito, los que cortan la secuencia volcánica Machucancho y Mamahuanga, dentro de la cual destaca la veta zorro rojo entre otras con movimientos sinestrales y caídas gravitacionales normales formando inflexiones y tensionales que favorecen la formación de vetas, las del área Antaco, los Molinos están también en este sistema (Ver figura N° 7).

**b) Sistema N30° a 50°E.**

Se denomina así al sistema de las vetas que se agrupan dentro del rumbo N50° a 80°E Geológicamente corresponden a un sistema de fallas profundas (falla Yaurilla – Runahuañusca) que pone en contacto las rocas mesozoicas del grupo Yura (formación Labra) con los volcánicos terciarios y se extiende hacia el NW en los volcánicos del oligoceno tardío (lahares tayaorcco) donde se emplazan un conjunto de vetas de baja sulfuración, cuyo desarrollo más importante se observa en el área Accocancho que encierra un conjunto de 25 vetas con 18.300m de afloramiento, controlados por 02 fallas de



### **1.2.2.5. Descripción geológica de vetas**

#### **a) Veta Zorro Rojo.**

Estructura cuyo rumbo promedio es N 58° W, 75° SW de buzamiento, en superficie fue reconocida con trincheras y tiene una longitud de afloramiento discontinuo aproximado de 2650 m.

Fue explorada mediante canales sobre afloramiento, espaciados cada 50 m reportando valores de 0.50 a 18.00 g/t Au, con algunos valores puntuales de 58.32 y 67.276 g/t Au, con anchos promedios de 0.50 m a 1.00 m. fue explorada con labores y sondajes diamantinos por los años 2000 y 2006, en los niveles 3465; 3415; 3360; 3347; 3340; 3325; 3285; 3240; 3190; 3130; 3070 y 3010, lográndose identificar los clavos mineralizados 1 y 2 al extremo SE, y los clavos 3 y 4 en la zona central.

En el año 2012 se realizaron tres sondajes diamantinos los cuales cortaron la continuación de la veta al extremo SE, con anchos mayores de 2 m, con valores entre 1 y 2 g/t Au, esto abre una zona potencial para futuras exploraciones.

La mineralización está compuesta principalmente por cuarzo lechoso, venillas de cuarzo hialino, venillas delgadas de cuarzo amatista y gris, con anchos que varían de 0.40 a 7.00 m, con limonitas y arcillas relleno de cavidades o impregnado en fracturas, el ensamble mineralógico es de tipo relleno de fracturas, con cuarzo

adularia, sericita y pirita, con contenido de Au y plata subordinada.

**b) Veta Pampeñita.**

Estructura cuyo rumbo promedio es N 60°-70° W, 64° NE de buzamiento, en superficie se tiene reconocido con canales y tiene una longitud de afloramiento discontinuo aproximado de 350 a 400 m, de cuarzo blanco lechoso. La mineralización está compuesta principalmente por bandas de cuarzo de tres generaciones (lechoso, blanco y gris) de textura crustificada, y disseminación de pirita., con anchos que varían de 0.50 a 2.00 m, con relleno de limonitas y arcillas en la matriz, el ensamble mineralógico es de tipo relleno de fracturas, con cuarzo adularia, sericita y pirita, con contenido de Au. Esta veta presenta fallas al piso y techo que en zonas de ensanchamiento y ocasionalmente presencia de filtración de agua en tramos. La veta se presenta en potencias registradas en el rango de 0.50 metros a 2 metros.

**c) Veta Antapite.**

Estructura cuyo rumbo promedio es N 58° W, 71° SW de buzamiento. En superficie se tiene reconocido con canales y trincheras, en una longitud de afloramiento discontinuo aproximado de 1,000 m, compuesto por crestones de cuarzo blanco lechoso, con anchos que van desde 0.40 m a 1.90 m, con bandas intermedias de roca volcánica

argilizada que en conjunto dan un ancho total de 10 m. El muestreo reporto en superficie, con valores que varían entre 0.133 y 0.323 g/t Au y con valores de plata de 42.6 g/t Au y 61.4 g/t Ag. Ha sido explorada con labores y sondajes diamantinos por los años 2000 y 2009, en los niveles 3580; 3525; 3470; 3415; 3340; 3285; 3240; 3190; 3130 y 3070, lográndose identificar los clavos mineralizados importantes hacia el NW del pique 420.

La mineralización está compuesta principalmente por cuarzo blanco lechoso, cortados por venillas de cuarzo hialino y gris de hasta 5 cm de ancho, con presencia de limonitas relleno de cavidades y fracturas, con diseminación de pirita y concentraciones esporádicas de esfalerita y galena, con contenido de Au.

**d) Veta Katy.**

Estructura cuyo rumbo promedio es de N 60°W y buzamiento de 70°NE con una potencia promedio de 0.30 m. Se considera estructuralmente como un ramal de la veta Antapite. Esta estructura se desarrolla por debajo del nivel 3240, se reconoció con sondajes cortos realizados desde interior mina, actualmente se está explotando en dos niveles; nivel 3190 y en el nivel 3130. Presenta un ensamble mineralógico de cuarzo-clorita-pirita, la textura que predomina es de brecha acompañada de venillas de



óxido de fe, esta veta se encuentra dentro de tobas y lavas de la formación Machucancha.

**e) Veta Verónica.**

Estructura cuyo rumbo promedio es N 48° W, 72°SW de buzamiento, con una potencia promedio de 0.40 m se encuentra ubicada al techo de la veta Antapite, esta veta se reconoció con sondajes cortos realizados desde interior mina y el año 2012 se exploró con la galería 009 NW en el nivel 3285 una longitud de 100 m, con la galería 018 NW-SE una longitud de 320 m, y en el nivel 3190 actualmente se está explotando.

La mineralización es de origen hidrotermal de baja sulfuración con ensamble formado por cuarzo, pirita, clorita y óxidos de fe. El oro ocurre en paragénesis con cuarzo gris con intercalación de cuarzo blanco en estado nativo o como electrum, asociados con sulfuros principalmente pirita. La litología se encuentra conformada de tobas y lavas de la formación Machucancha. La alteración hidrotermal es principalmente propilitica y está restringida a la veta con un halo de menos de un metro de cuarzo, clorita, sericita y calcita. Esta veta presenta una falla persistente al piso que en zonas de ensanchamiento inestabiliza la labor, ocasionalmente presencia de filtración de agua. La veta se

presenta en potencias registradas en el rango de 0.20 metros a 2.50 metros.

**f) Veta Nidia.**

Estructura cuyo rumbo promedio es de N 50°W y buzamiento de 70°SW con una potencia que varía de 0.30 m a 1.80 m Su continuidad al NW aún no se ha definido. Se le ha identificado con sondajes diamantinos y se ubica aproximadamente por debajo de la cota 3240, al techo de la veta Antapite dentro de tobas y lavas de la formación Machucancha, durante el 2012 se ha explorado con galerías en dos niveles; nivel 3190 con la Gal. 889 SE, por una longitud de 50 m, y en el nivel 3130 con la Gal. 065 NW-SE por una longitud de 160 m. en este nivel se cubico mineral económico y de baja ley. La veta está compuesta principalmente por brecha de cuarzo blanco, venillas y puntos de cuarzo gris, arcillas, panizo con cloritas y oxfe. La textura predominante es de brecha con fragmentos de roca argilizada, la alteración predominante es la propilítica hacia la roca caja.

**g) Veta Escondida.**

Estructura cuyo rumbo promedio es N 70°-75° W, 68° SW de buzamiento, con una potencia promedio de 0.90 – 1.00m hacia al NW se junta hacia la veta Liliana y hacia SE se junta hacia la veta Zorro Rojo el cual es una veta tensional, de cuarzo blanco lechoso. La mineralización

está compuesta principalmente por bandas de cuarzo de tres generaciones (lechoso, blanco y gris) de textura crustificada, y disseminación de pirita., con anchos que varían de 0.50 a 1.00 m, con relleno de limonitas y arcillas en la matriz, el ensamble mineralógico es de tipo relleno de fracturas, con cuarzo adularia, sericita y pirita, con contenido de Au.

**h) Veta Flavia.**

Estructura cuyo rumbo promedio es N 10°S, 72° W de buzamiento. En el nivel 3400 se está desarrollando con laboreo horizontal una longitud de 20 m, hacia el norte posiblemente se une con la Veta Zorro Rojo Norte y hacia el sur se une con la Veta Zorro Rojo por lo que se asume estructuralmente como una veta tensional de Zorro Rojo y Zorro Rojo Norte. con una potencia promedio de 0.20 – 0.50m. Está compuesta de cuarzo blanco, cuarzo gris a hialino, y puntos de cloritas, textura bandeada y crustiforme; presencia de venillas de pirita fina, la alteración hidrotermal predominante es la argilización con óxidos en fracturas, la roca caja es principalmente tobas y lavas de composición andesítica; ligeramente argilizadas y propilitizadas.

**i) Veta Tita.**

Estructura cuyo rumbo promedio es N 49°W, 76° NE de buzamiento, reconocida en el nivel 3340 una longitud de

65 m y en el nivel 3285 una longitud de 91 m con laboreo horizontal. Presenta una estructura de brecha con cuarzo blanco, cuarzo gris, craquelado, con presencia de geodas y puntos de clorita, con un ancho promedio de 1.00 m. La alteración hidrotermal predominante es argílica y leve propilitización hacia las cajas compuestas de tobas brechas y tobas.

**j) Veta Zorro Rojo Norte.**

Estructura cuyo rumbo promedio es N 55° W, 75° SW de buzamiento, en superficie se tiene reconocido con trincheras y tiene una longitud de afloramiento discontinuo aproximado de 500 m. Algunos canales reportan valores económicos de Au. Fue explorada mediante canales sobre afloramiento, espaciadas cada 50 m con valores de 0.014 a 7.15 g/t Au, con anchos promedios de 0.40 m a 2.00 m. En interior mina también fue explorada con labores y sondajes diamantinos por los años 2000 y 2010, en los niveles 3465, 3415, 3360, 3340 y 3240. La mineralización está compuesta principalmente de cuarzo blanco de textura bandeada y crustiforme, puntos y venillas de cuarzo gris, arcillas con limonitas rellenando cavidades o impregnado en fracturas, el ensamble mineralógico es de tipo relleno de fracturas, con cuarzo adularia, sericita y pirita, con contenido de Au.

**k) Veta Gabriela.**

Estructura cuyo rumbo promedio es N -S, 78° W de buzamiento. En el nivel 3340 se desarrolló con laboreo horizontal una longitud de 70 m, hacia el norte se une con la Veta Zorro Rojo Norte y hacia el sur se une con la Veta Zorro Rojo por lo que se asume estructuralmente como una veta tensional de Zorro Rojo y Zorro Rojo Norte. Está compuesta de cuarzo blanco, cuarzo gris, con presencia de geodas y puntos de cloritas, textura bandeada y crustiforme; la alteración hidrotermal predominante es la argilización con óxidos en fracturas, la roca caja es principalmente tobas y lavas de composición andesítica; ligeramente argilizadas y propilitizadas.

**l) Veta Reyna.**

Estructura cuyo rumbo promedio de N 30°W, 85°W de buzamiento, en superficie se tiene reconocido con trincheras, algunas con valores económicos, tiene una longitud de afloramiento discontinuo aproximado de 1,500 m, compuesto por crestones de cuarzo blanco lechoso, con cavidades rellenas por limonita y pirita, con anchos que van desde 0.75m a 3.00 m, con leyes que varían desde 4.61 a 2.07 g/t Au. Esta veta ha sido explorada con labores y sondajes diamantinos por los años 2000 y 2008, en los niveles 3315; 3260; 3200; 3140 y 3080, hacia los niveles inferiores se ha reconocido la

estructura con mayor presencia de calcita, que en algunos casos alcanza un (60%), los cambios de rumbo importantes asociados a lazos cimoides, han originado ensanchamiento y concentraciones de mejor mineralización económica, los que han permitido ubicar importantes clavos mineralizados en la parte central. El ensamble mineralógico está compuesto principalmente por cuarzo-calcita-sericita-pirita, con óxidos limoníticos rellenando cavidades y fracturas, con contenido de Au.

### **1.2.3. Diseño de Mina**

#### **1.2.3.1. Método de explotación corte y relleno ascendente convencional.**

Es un método ascendente (realce). El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril (relleno), que sirve de piso de trabajo a los mineros y al mismo tiempo permite sostener las paredes, y en algunos casos especiales el techo.

La explotación de corte y relleno puede utilizarse en yacimientos que presenten las siguientes características:

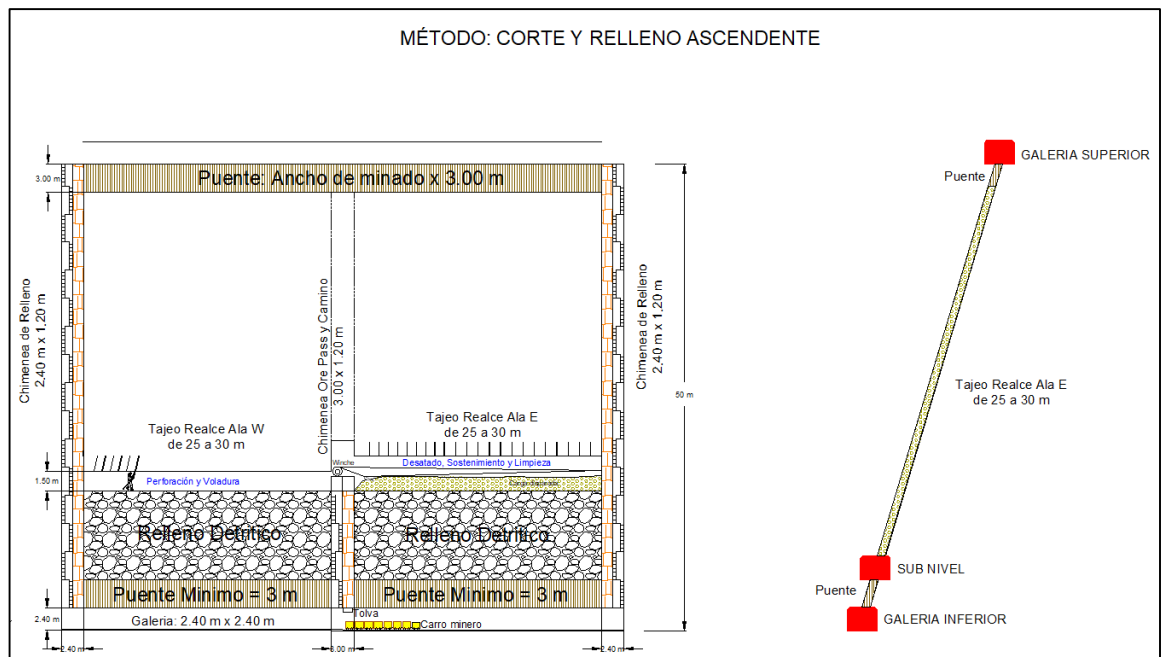
- ❖ Fuerte buzamiento, superior a los 50° de inclinación.
- ❖ Características físico-mecánicas del mineral y roca de caja relativamente mala (roca incompetente).
- ❖ Potencia moderada.
- ❖ Límites regulares del yacimiento.

Las principales ventajas del método son:

- ❖ La recuperación es cercana al 100%.
- ❖ Es altamente selectivo, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar.
- ❖ Es un método seguro.
- ❖ Puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- ❖ Se adecua a yacimientos con propiedades físico-mecánicas incompetentes.

Las principales desventajas del método son:

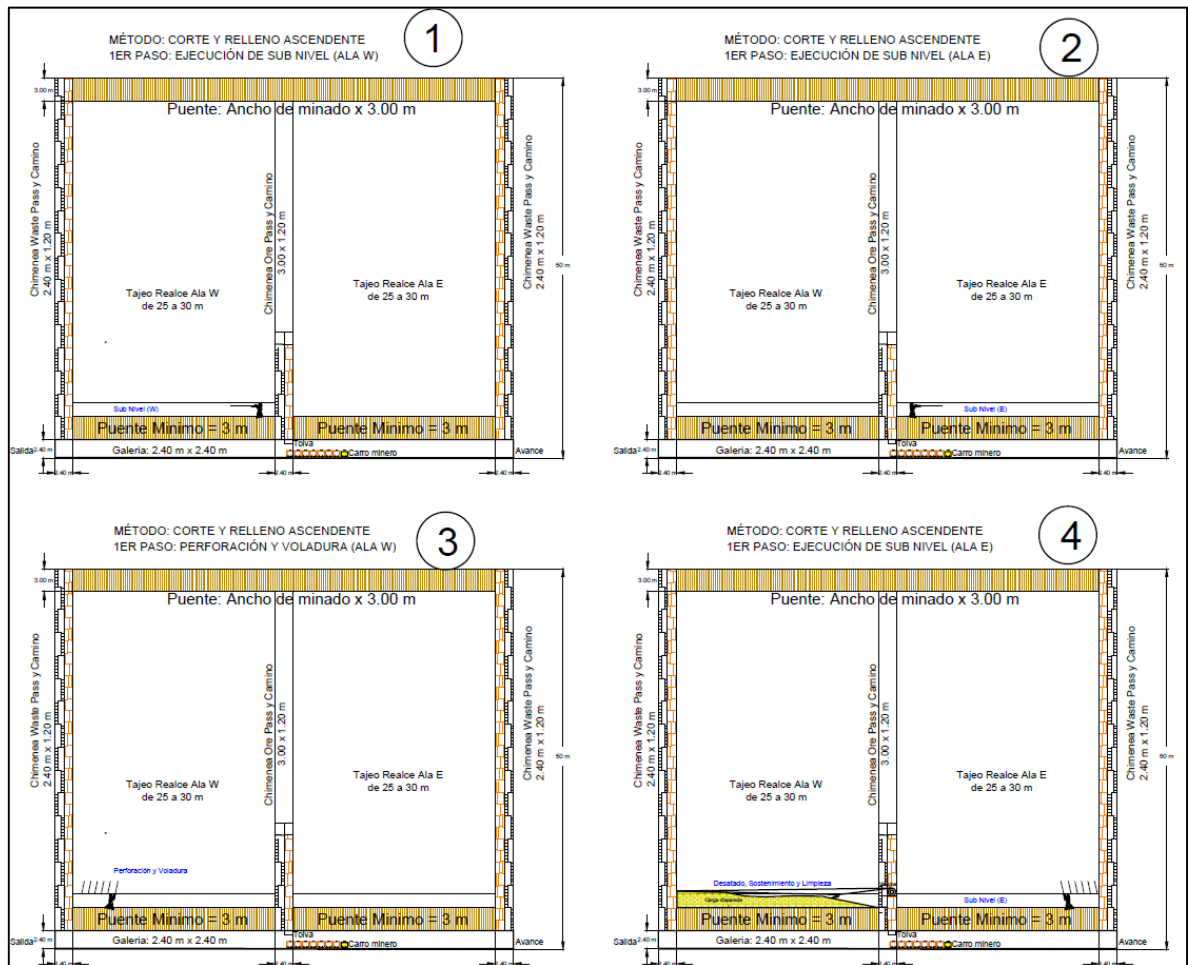
- ❖ Costo de explotación elevado.
- ❖ Bajo rendimiento por la paralización de la producción como consecuencia del relleno.
- ❖ Consumo elevado de materiales de fortificación.



**Gráfico N° 8.** Método de explotación corte y relleno ascendente.

Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.32).

La secuencia de explotación, es el siguiente:



**Gráfico N° 9.** *Secuencia explotación corte y relleno ascendente.*

*Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.33).*

El ciclo de Minado, comienza con la perforación en retirada en unas de las alas del tajo, mientras que en la otra ala se hace el sostenimiento en avanzada y a su término se comienza limpiar la carga con winche. El ala mencionada inicialmente se dispara y sobre la carga rota se sostiene, en forma simultánea la otra ala es rellena. Posteriormente se limpia el ala con carga, se comienza la perforación del buzón camino y en la otra ala con el piso relleno se inicia la perforación en retirada.



### ❖ Perforación y voladura.

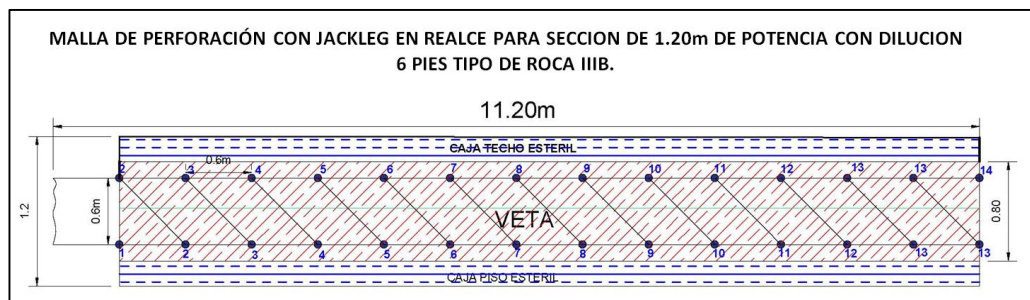
Para este método de explotación, la perforación se realizará con equipos tipo Jackleg, la distribución de la malla de perforación se hará dependiendo de la potencia de la estructura mineralizada.

Características de la Perforación:

- ✓ Máquina perforadora tipo Jack Leg.
- ✓ Juego de barretillas de 4', 6', 8' y 10'.
- ✓ Juego de barrenos de 2', 4' y 6'.
- ✓ Broca de 38mm.
- ✓ Altura de perforación: 2.40 m y 2.60 m.
- ✓ Inclinación de taladros: 70° a 80°.
- ✓ Malla de perforación según el ancho de labor y veta.

Para la voladura o disparo, se usarán explosivos convencionales como emulnor, detonadores no eléctricos, unidos por cordón detonante. Así también se tiene autorización de uso de ANFO.

El corte en realce será aplicado en terrenos desde tipo de roca IIIB hasta IVA con secciones menores a 1.2m.



**Gráfico N° 10.** Malla de perforación - corte y relleno ascendente.

Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.34).

DISTRIBUCION DE CARGA POR TALADRO							
SECUENCIA	NUMEROS DE TALADROS	CARTUCHOS POR TALADROS 6 Pies	DIMENSION DEL CARTUCHO	TOTAL CARTUCHO EMULEX 65%	KILOS DE EMULEX 65	TOTAL ANFO Kg	TOTAL DE KG EXPLOSIVO
PRIMERA SALIDA	1	7	1" X 8"	7	0.79		0.79
SEGUNDA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
TERCERA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
CUARTA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
QUINTA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
SEXTA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
SEPTIMA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
OCTAVA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
NOVENA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
DECIMA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
DECIMO PRIMERA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
DECIMO SEGUNDA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
DECIMO TERCERA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
DECIMO CUARTA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
DECIMO QUINTA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
DECIMO SEXTA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
DECIMO SETIMA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
DECIMO OCTAVA SALIDA	2	7	1" X 8"	14	1.58		1.58
DECIMO NOVENA SALIDA	1	7	1" X 8"	7	0.79		0.79
TOTAL CARGADOS	36			252 UND.	28.44		28.44





  

DATOS	UNIDADES
CORTE EFECTIVO	1.45m
ANCHO PROMEDIO	1.20 m
LONGITUD A DISPARAR	11.20m
TONELADA TOTAL	47.85 Tn.
FACTOR POTENSIA	0.59Kg/Ton.

EXSANEL	36 UND
CARMEX	2 UND
MECHA RAPIDA	0.2 m
CORDON DETONANTE	16 m
DIAMETRO BROCA	38 mm
TONELADA TOTAL	47.85 Tn.
FACTOR POTENSIA	0.59Kg/Ton.

LEYENDA	
VETA-MINERAL	
MACIZO ROCOSO ESTERIL	
PENTACOR	
RETARDOS	<b>1</b>
TALADRO	

**Cuadro N° 1.** Distribución de carga de explosivos - corte y relleno ascendente.

Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.34).

### ❖ Sostenimiento.

El sostenimiento a emplear en los tajeos y subniveles estará sujeto a las características geomecánicas del yacimiento y de las dimensiones de la labor, la cual hace que el sostenimiento a emplear sea variable.

El sostenimiento que usualmente se aplica es cuadros cojos, completos, puntales de avance, malla y Split set de 5 pies y en zonas puntuales 7 pies, la aplicabilidad de éstos depende de la evaluación geomecánica.

❖ **Limpieza.**

La limpieza de mineral se realiza con rastrillo y winche; para mejorar la velocidad en la limpieza, el mineral es depositado en las tolvas para luego ser recepcionado por las locomotoras.

❖ **Relleno.**

Culminada la limpieza y el sostenimiento, se procede a echar desmonte (sedimentario), que es preparado desde un nivel superior, por las chimeneas el material detrítico cae hasta el tajeo por gravedad, luego el personal procede a rellenar el tajeo con el mismo winche que se usó para vaciar los tajeos de mineral; se rellena el tajeo siempre dejando una altura de perforación de 2.4 m.

❖ **Carguío y transporte.**

Para el método de Corte y Relleno Ascendente, el carguío se hace de forma directa desde la tolva de mineral de cada tajo hacia los carros mineros, posterior a ello el mineral es transportado a través de la locomotora hacia el bolsillo del Pique 420, donde finalmente será izado y transportados por volquetes a Planta.

**1.2.3.2. Método de explotación sub level stoping con taladros largos para la recuperación de relleno.**

El método de explotación de taladros largos nos permite disparar tajeos de grandes volúmenes, para ello se elaboran planos de

perforación de acuerdo a las características geomecánicas, indicando el número de taladros correspondientes, inclinación y longitud de taladros.

La explotación con el método de taladros largos puede utilizarse en yacimientos que presenten las siguientes características:

- ❖ Aplicable a cuerpos largos, muy inclinados (idealmente verticales).
- ❖ Características físico-mecánicas del mineral y roca de caja mineral competente.
- ❖ Potencia moderada

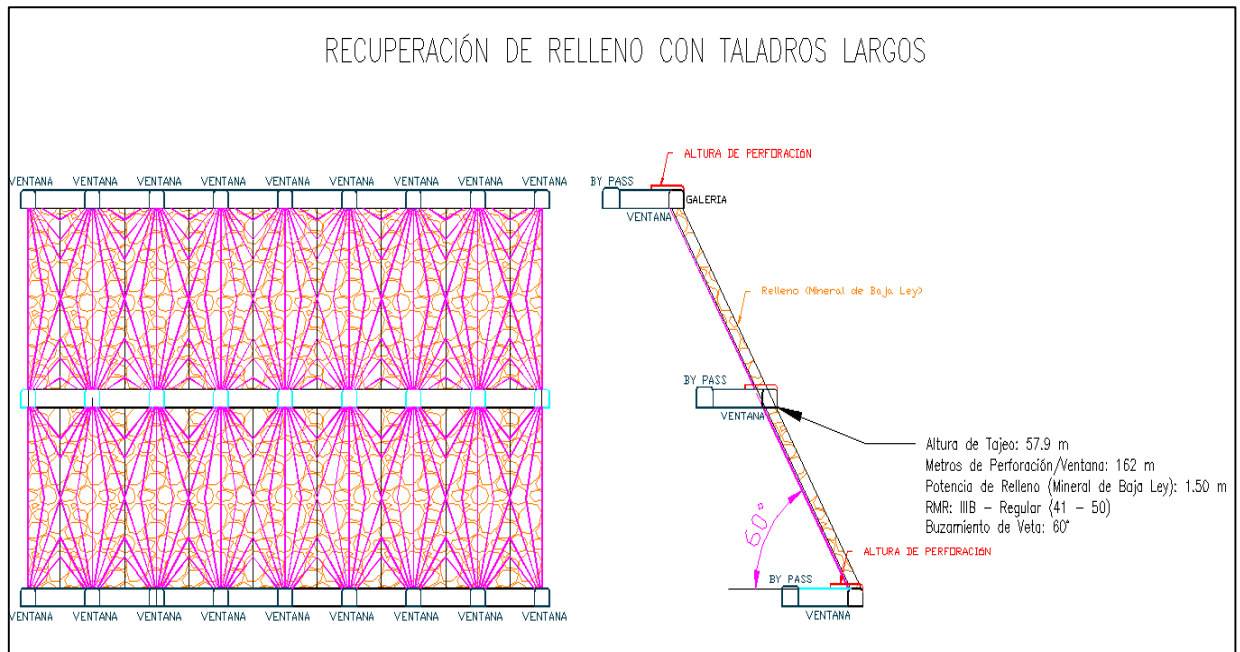
Para el caso de recuperación de relleno, se aplica las mismas características propias al método.

Las principales ventajas del método son:

- ❖ Alta producción.
- ❖ Uno de los métodos subterráneos de más bajo costo.
- ❖ El sublevel stoping es un método sumamente seguro, ya que el personal se encuentra expuesto al área durante mucho menos tiempo, en comparación con otras alternativas de extracción.

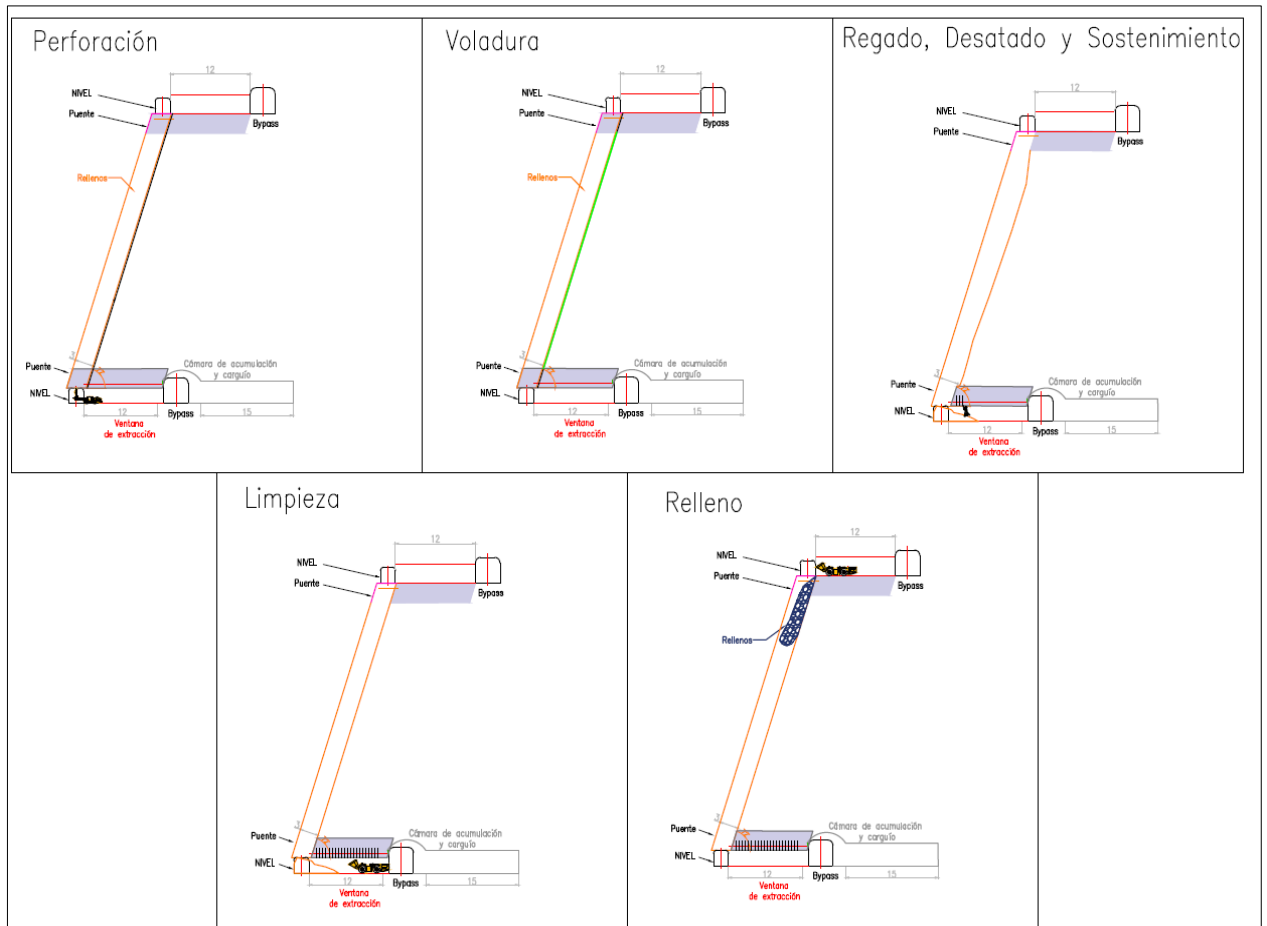
Las principales desventajas del método son:

- ❖ Método no es selectivo.
- ❖ Presenta regular dilución.



**Gráfico N° 11.** *Recuperación de relleno con taladros largos.*  
 Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.36).

La secuencia de explotación, es el siguiente:



**Gráfico N° 12.** *Secuencia de minado sublevel stopping.*

*Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.36).*

### ❖ **Perforación y voladura.**

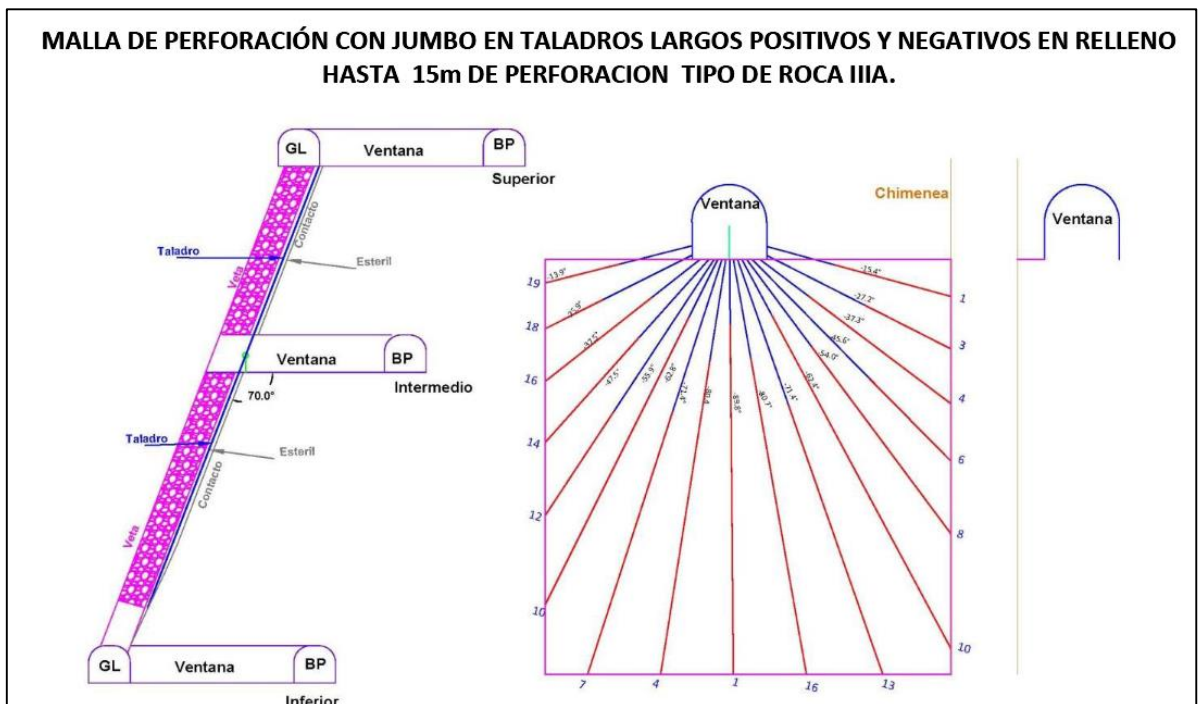
La perforación para taladros largos se realizará con jumbo electrohidráulico y será radial (Positivo y negativo) en la recuperación de rellenos.

Características de la Perforación:

- ✓ El corte en realce y taladros largos será aplicado en terrenos desde tipo de roca IIIB hasta IVA con secciones mayores a 2.7m.
- ✓ Máquina perforadora Muki.
- ✓ Juego de barretillas de 6', 8', 10' y 12'.

- ✓ Juego de barrenos de 4' (juego de 13 barras).
- ✓ Diámetro del taladro 64mm.
- ✓ Altura de perforación: 2.20 m y 13.4m.
- ✓ Inclinación de taladros: 70° a 80°.
- ✓ Malla de perforación según el ancho de labor y veta.

Para la voladura o disparo, se usarán explosivos convencionales como emulnor, detonadores no eléctricos, unidos por cordón detonante. Así también se tiene autorización de uso de ANFO.



**Gráfico N° 13.** Malla de perforación – sublevel stoping.

Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.37).

DISTRIBUCION DE CARGA POR TALADRO							
SECUENCIA	NUMERO DE TALADROS	CARTUCHOS POR TALADRO	DIMENSION CARTUCHO	TOTAL EMULEX 65%	KG EMULEX 65%	TOTAL ANFO	TOTAL EXPLOSIVOS
Primera salida	1	2	1 X 1 1/12"	2	0.81	8.6	9.41
Segunda Salida	1	1	1 X 1 1/12"	1	0.40	6.8	7.20
Tercera Salida	1	2	1 X 1 1/12"	2	0.81	12.8	13.61
Cuarta Salida	1	2	1 X 1 1/12"	2	0.81	8.4	9.21
Quinta Salida	1	2	1 X 1 1/12"	2	0.81	16.8	17.61
Sexta Salida	1	3	1 X 1 1/12"	3	1.21	27.2	28.41
Septima Salida	1	3	1 X 1 1/12"	3	1.21	10.3	11.51
Octava Salida	1	3	1 X 1 1/12"	3	1.21	23.2	24.41
Novena Salida	1	3	1 X 1 1/12"	3	1.21	25.2	26.41
Decima Salida	1	3	1 X 1 1/12"	3	1.21	22.8	24.01
Decimo Primera Salida	1	3	1 X 1 1/12"	3	1.21	19.8	21.01
Decimo Seguna Salida	1	3	1 X 1 1/12"	3	1.21	23.2	24.41
Decimo Tercera Salida	1	2	1 X 1 1/12"	2	0.81	9	9.81
Decimo Cuarta Salida	1	2	1 X 1 1/12"	2	0.81	10.2	11.01
Decimo Quinta Salida	1	2	1 X 1 1/12"	2	0.81	9.8	10.61
Decimo Sexta Salida	1	1	1 X 1 1/12"	1	0.40	4.6	5.00
Decimo Septima Salida	1	1	1 X 1 1/12"	1	0.40	5.6	6.00
TOTAL CARGA	17			38	15.32	244.30	259.62





  

DATOS	UNIDADES
BROCA	63mm
CORTE EFECTIVO	0.95
POTENCIA PROMEDIO	2 m
AREA DE MALLA	240 m2
TONELADA TOTAL	1200 Tn
FACTOR DE POTENCIA	0.22 Kg/Tn

DATOS	UNIDADES
EXSANEL	38
CARMEX	4
MECHA RAPIDA	0.4
CORDON DETONANTE	20
DIAMETRO BROCA	63

LEYENDA	
VETA	
CHIMENEA	
PENTACOR	
RETARDOS	1
TALADROS	

**Cuadro N° 2.** Distribución de carga de explosivos – sublevel stoping.

Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.37).

### ❖ Sostenimiento.

El sostenimiento a emplear en los tajos y subniveles estará sujeto a las características geomecánicas del yacimiento y de las dimensiones de la labor, la cual hace que el sostenimiento a emplear sea variable.

El sostenimiento que usualmente se aplica es cuadros cojos, completos, puntales de avance, malla y Split set de 5 pies y en zonas puntuales 7 pies, la aplicabilidad de éstos depende de la evaluación geomecánica.



❖ **Limpieza.**

Para el método de Taladros Largos, el carguío se hará desde los frentes disparados hacia la cámara de carguío mediante scoop de 2.5 yd<sup>3</sup>, y posteriormente cargarlo con scoop hacia carros mineros. Este mineral es transportado hacia el bolsillo del Pique, para finalmente ser izado y transportado por volquetes a planta.

❖ **Relleno.**

El relleno es aplicado directamente desde cada ventana, el material de relleno proviene de las labores de avance cercano.

❖ **Transporte.**

El carguío se hace de forma directa desde las ventanas hacia los carros mineros con scoop de 2.5 yd<sup>3</sup>, posterior a ello el mineral es transportado a través de la locomotora hacia el bolsillo del Pique 420, donde finalmente será izado y transportado por volquetes a Planta.

#### **1.2.4. Plan de minado**

Generalmente el planeamiento a corto plazo contempla aspecto de detalle de ingeniería, donde se desarrolla diarios, semanales y mensuales, para las diferentes áreas, tales como: desarrollo primario, exploraciones, preparaciones, minado y diseño generales. Dentro de la mina Antapite, el planeamiento a corto plazo se elabora en forma mensual y todos los programas de trabajo están enmarcados dentro del planeamiento a mediano plazo establecido con anterioridad. Para cumplir con los objetivos y metas trazados en el planeamiento

a corto plazo, es necesario darles seguimiento a todos los trabajos programados, tal que los problemas se asistan con una solución óptima y oportuna para dar continuidad al proyecto. (Cuenta C., 2002).

Clase	Valores	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Total
Convencional	Tonelaje	4,613	4,193	4,613	5,988	6,510	5,853	7,742	7,749	7,650	9,402	9,000	9,300	82,614
	Ley***	4.29	4.44	4.44	4.32	4.29	4.31	4.27	4.23	4.24	4.57	4.67	4.75	4.42
	Onzas	605	568	626	790	853	771	1,010	1,002	990	1,313	1,284	1,350	11,161
Mecanizado	Tonelaje	12,388	11,301	12,552	15,193	15,563	15,117	18,889	18,752	18,268	22,063	21,058	22,026	203,170
	Ley***	2.42	2.50	2.49	2.48	2.58	2.63	2.58	2.54	2.57	2.59	2.64	2.66	2.57
	Onzas	917	862	955	1,150	1,228	1,213	1,488	1,455	1,431	1,748	1,697	1,790	15,935
<b>Total Tonelaje</b>		<b>17,001</b>	<b>15,494</b>	<b>17,165</b>	<b>21,181</b>	<b>22,073</b>	<b>20,970</b>	<b>26,631</b>	<b>26,501</b>	<b>25,918</b>	<b>31,465</b>	<b>30,058</b>	<b>31,326</b>	<b>285,784</b>
<b>Total Ley***</b>		<b>2.93</b>	<b>3.02</b>	<b>3.02</b>	<b>3.00</b>	<b>3.09</b>	<b>3.10</b>	<b>3.07</b>	<b>3.03</b>	<b>3.06</b>	<b>3.19</b>	<b>3.25</b>	<b>3.28</b>	<b>3.10</b>
<b>Total Onzas</b>		<b>1,522</b>	<b>1,430</b>	<b>1,581</b>	<b>1,940</b>	<b>2,081</b>	<b>1,984</b>	<b>2,498</b>	<b>2,456</b>	<b>2,422</b>	<b>3,061</b>	<b>2,981</b>	<b>3,140</b>	<b>27,096</b>

***Cuadro N° 3. Programa de Producción – Resumen.***

*Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.74).*

Veta	Nivel	Valores	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Total
Antapite	NV 3070	Tonelaje	-	-	-	-	-	-	309	774	900	2,148	2,700	2,790	9,620
		Ley***	-	-	-	-	-	-	4.35	4.44	4.47	5.53	5.74	5.74	5.43
	Nv 3190	Tonelaje	-	-	-	689	930	960	930	930	900	930	450	465	7,184
		Ley***	-	-	-	4.34	4.34	4.34	4.34	4.34	4.34	4.34	4.51	4.51	4.36
	Nv 3240	Tonelaje	738	1,533	2,133	2,250	2,325	1,440	930	-	-	-	-	-	11,350
		Ley***	4.49	4.35	4.39	4.43	4.43	4.52	4.49	-	-	-	-	-	4.43
Nv 3285	Tonelaje	-	-	-	558	930	1,203	1,395	1,395	1,350	1,395	1,350	1,395	10,972	
	Ley***	-	-	-	3.86	3.87	4.06	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	
Tonelaje Antapite			738	1,533	2,133	3,497	4,185	3,603	3,564	3,099	3,150	4,473	4,500	4,650	39,126
Ley*** Antapite			4.49	4.35	4.39	4.32	4.28	4.32	4.31	4.28	4.30	4.86	5.14	5.14	4.57
Katy	NV 3070	Tonelaje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	279	-	465	744
		Ley***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.27	-	6.27	6.27
	Nv 3130	Tonelaje	2,325	2,100	2,170	1,350	465	450	465	-	-	-	-	-	9,325
		Ley***	4.38	4.38	4.40	4.39	4.57	4.57	4.57	-	-	-	-	-	4.41
Tonelaje Katy			2,325	2,100	2,170	1,350	465	450	465	-	-	279	-	465	10,069
Ley*** Katy			4.38	4.38	4.40	4.39	4.57	4.57	4.57	-	-	6.27	-	6.27	4.55
Liliana	Nv 3285	Tonelaje	155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	155
		Ley***	3.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.50
Tonelaje Liliana			155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	155
Ley*** Liliana			3.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.50
Pampeñita	Nv 3240	Tonelaje	-	-	-	-	-	-	546	930	900	930	900	465	4,671
		Ley***	-	-	-	-	-	-	3.98	4.06	4.06	4.06	4.06	3.48	3.99
	Nv 3340	Tonelaje	465	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	605
		Ley***	4.34	4.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.34
Tonelaje Pampeñita			465	140	-	-	-	-	546	930	900	930	900	465	5,276
Ley*** Pampeñita			4.34	4.34	-	-	-	-	3.98	4.06	4.06	4.06	4.06	3.48	4.03
Verónica	Nv 3190	Tonelaje	465	420	310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,195
		Ley***	5.09	5.09	5.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.09
Tonelaje Verónica			465	420	310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,195
Ley*** Verónica			5.09	5.09	5.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.09
Zorro Rojo	Nv 3130	Tonelaje	-	-	-	-	-	-	1,307	1,860	1,800	1,860	1,800	1,860	10,487
		Ley***	-	-	-	-	-	-	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23
	Nv 3190	Tonelaje	-	-	-	1,140	1,860	1,800	1,860	1,860	1,800	1,860	1,800	1,860	15,840
		Ley***	-	-	-	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23
	Nv 3360	Tonelaje	465	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	465
		Ley***	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00
Tonelaje Zorro Rojo			465	-	-	1,140	1,860	1,800	3,167	3,720	3,600	3,720	3,600	3,720	26,792
Ley*** Zorro Rojo			3.00	-	-	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	4.21
Total Tonelaje			4,613	4,193	4,613	5,988	6,510	5,853	7,742	7,749	7,650	9,402	9,000	9,300	82,614
Total Ley***			4.29	4.44	4.44	4.32	4.29	4.31	4.27	4.23	4.24	4.57	4.67	4.75	4.42

**Cuadro N° 4. Programa de Producción – Método Corte y Relleno Ascendente.**

Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.74).

Vela	Nivel	Valores	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Total
Antapite	Nv 3285	Tonelaje	4,590	2,754	1,377	1,377	-	-	-	-	-	-	-	-	10,098
		Ley***	2.40	2.40	2.40	2.40	-	-	-	-	-	-	-	-	2.40
	Nv 3340	Tonelaje	-	-	-	1,491	1,491	1,491	1,491	1,491	-	-	994	994	9,443
		Ley***	-	-	-	1.60	2.40	2.40	2.40	1.71	-	-	2.40	2.40	2.16
<b>Tonelaje Antapite</b>			<b>4,590</b>	<b>2,754</b>	<b>1,377</b>	<b>2,868</b>	<b>1,491</b>	<b>1,491</b>	<b>1,491</b>	<b>1,491</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>994</b>	<b>994</b>	<b>19,541</b>
<b>Ley*** Antapite</b>			<b>2.40</b>	<b>2.40</b>	<b>2.40</b>	<b>1.98</b>	<b>2.40</b>	<b>2.40</b>	<b>2.40</b>	<b>1.71</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2.40</b>	<b>2.40</b>	<b>2.29</b>
Pampeñita	Nv 3285	Tonelaje	2,982	-	-	-	-	1,042	1,684	1,263	1,684	1,684	2,039	-	12,378
		Ley***	2.38	-	-	-	-	2.28	2.40	2.40	2.40	2.40	2.48	-	2.40
	Nv 3340	Tonelaje	-	-	1,394	1,800	1,442	-	-	-	-	1,491	994	-	7,121
		Ley***	-	-	2.40	2.41	2.42	-	-	-	-	2.40	2.40	-	2.41
<b>Tonelaje Antapite</b>			<b>2,982</b>	<b>-</b>	<b>1,394</b>	<b>1,800</b>	<b>1,442</b>	<b>1,042</b>	<b>1,684</b>	<b>1,263</b>	<b>1,684</b>	<b>3,175</b>	<b>3,033</b>	<b>-</b>	<b>19,499</b>
<b>Ley*** Antapite</b>			<b>2.38</b>	<b>-</b>	<b>2.40</b>	<b>2.41</b>	<b>2.42</b>	<b>2.28</b>	<b>2.40</b>	<b>2.40</b>	<b>2.40</b>	<b>2.40</b>	<b>2.46</b>	<b>-</b>	<b>2.40</b>
Zorro Rojo	Nv 3240	Tonelaje	3,974	5,600	5,150	5,052	4,631	4,210	3,368	2,947	2,526	-	-	-	37,458
		Ley***	2.45	2.47	2.42	2.63	2.64	2.62	2.63	2.66	2.75	-	-	-	2.57
	Nv 3285	Tonelaje	842	1,684	3,368	3,368	5,052	5,427	6,736	7,578	8,585	9,205	7,348	13,394	72,587
		Ley***	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.75	2.61	2.62	2.50	2.61	2.73	2.71	2.64
	Nv 3325	Tonelaje	-	-	-	842	1,684	1,684	4,347	4,210	4,210	5,894	4,631	3,368	30,870
	Ley***	-	-	-	2.60	2.60	2.60	2.59	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.51	2.59
<b>Tonelaje Zorro Rojo</b>		<b>Tonelaje</b>	<b>4,816</b>	<b>7,284</b>	<b>8,518</b>	<b>9,262</b>	<b>11,321</b>	<b>11,321</b>	<b>14,451</b>	<b>14,735</b>	<b>15,321</b>	<b>15,099</b>	<b>11,979</b>	<b>16,762</b>	<b>140,915</b>
<b>Ley*** Zorro Rojo</b>		<b>Ley***</b>	<b>2.48</b>	<b>2.50</b>	<b>2.49</b>	<b>2.62</b>	<b>2.62</b>	<b>2.68</b>	<b>2.61</b>	<b>2.62</b>	<b>2.57</b>	<b>2.61</b>	<b>2.68</b>	<b>2.67</b>	<b>2.61</b>
Reyna	NV3200	Tonelaje	-	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	3,789	5,052	4,270	23,215
		Ley***	-	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
<b>Tonelaje Reyna</b>			<b>465</b>	<b>420</b>	<b>310</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,195</b>
<b>Ley*** Reyna</b>			<b>5.09</b>	<b>5.09</b>	<b>5.09</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>5.09</b>
<b>Total Tonelaje</b>			<b>12,388</b>	<b>11,301</b>	<b>12,552</b>	<b>15,193</b>	<b>15,563</b>	<b>15,117</b>	<b>18,889</b>	<b>18,752</b>	<b>18,268</b>	<b>22,063</b>	<b>21,058</b>	<b>22,026</b>	<b>203,170</b>
<b>Total Ley***</b>			<b>2.42</b>	<b>2.50</b>	<b>2.49</b>	<b>2.48</b>	<b>2.58</b>	<b>2.63</b>	<b>2.58</b>	<b>2.54</b>	<b>2.57</b>	<b>2.59</b>	<b>2.64</b>	<b>2.66</b>	<b>2.57</b>

**Cuadro N° 5. Programa de Producción – Método Taladros Largos.**

Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.75).

Clase	Tipo	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Total
Convencional	Desarrollo	93	87	93	-	-	-	-	43	93	93	90	93	685
	Exploración	-	-	-	100	105	100	90	50	-	-	-	-	445
	Preparación	206	179	195	334	365	341	366	356	339	334	320	325	3,657
<b>Total Convencional</b>		<b>299</b>	<b>266</b>	<b>288</b>	<b>434</b>	<b>470</b>	<b>441</b>	<b>456</b>	<b>449</b>	<b>432</b>	<b>427</b>	<b>410</b>	<b>418</b>	<b>4,787</b>
Mecanizado	Desarrollo	182	200	164	214	262	262	230	292	260	230	316	262	2,874
	Preparación	410	340	427	454	415	403	569	510	520	589	497	564	5,698
<b>Total Mecanizado</b>		<b>592</b>	<b>540</b>	<b>591</b>	<b>668</b>	<b>677</b>	<b>665</b>	<b>799</b>	<b>802</b>	<b>780</b>	<b>819</b>	<b>813</b>	<b>826</b>	<b>8,572</b>
<b>Total general</b>		<b>891</b>	<b>806</b>	<b>879</b>	<b>1,102</b>	<b>1,147</b>	<b>1,106</b>	<b>1,255</b>	<b>1,251</b>	<b>1,212</b>	<b>1,246</b>	<b>1,223</b>	<b>1,244</b>	<b>13,359</b>

**Cuadro N° 6. Programa de Avance – Resumen.**

Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.76).

Veta	Nivel	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Total
Antapite	Nv 3070	-	-	-	-	-	6.0	52.0	110.5	184.5	205.0	91.5	36.0	685.5
	Nv 3190	93.0	87.0	140.0	65.0	59.0	9.0	7.5	10.5	12.0	10.5	4.5	6.0	504.0
	Nv 3240	158.5	153.0	90.0	19.5	30.0	15.0	10.5	-	-	-	-	-	476.5
	Nv 3285	-	-	12.0	76.0	90.0	179.5	9.0	15.0	18.0	9.0	13.5	18.0	440.0
<b>Total Antapite</b>		<b>251.5</b>	<b>240.0</b>	<b>242.0</b>	<b>160.5</b>	<b>179.0</b>	<b>209.5</b>	<b>79.0</b>	<b>136.0</b>	<b>214.5</b>	<b>224.5</b>	<b>109.5</b>	<b>60.0</b>	<b>2,106.0</b>
Katy	Nv 3070	-	-	-	-	-	-	90.0	93.0	105.0	127.0	156.0	136.0	707.0
	Nv 3130	15.0	16.5	10.5	3.0	6.0	6.0	1.5	-	-	-	-	-	58.5
<b>Total Katy</b>		<b>15.0</b>	<b>16.5</b>	<b>10.5</b>	<b>3.0</b>	<b>6.0</b>	<b>6.0</b>	<b>91.5</b>	<b>93.0</b>	<b>105.0</b>	<b>127.0</b>	<b>156.0</b>	<b>136.0</b>	<b>765.5</b>
Pampeñita	Nv 3190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.0	90.0	165.0	278.0
	Nv 3240	-	-	-	-	-	37.0	65.0	65.5	33.5	9.0	9.0	4.5	223.5
	Nv 3340	24.5	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.0
<b>Total Pampeñita</b>		<b>24.5</b>	<b>4.5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>37.0</b>	<b>65.0</b>	<b>65.5</b>	<b>33.5</b>	<b>32.0</b>	<b>99.0</b>	<b>169.5</b>	<b>530.5</b>
Verónica	Nv 3190	3.0	4.5	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.0
<b>Total Verónica</b>		<b>3.0</b>	<b>4.5</b>	<b>1.5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>9.0</b>
Zorro Rojo	Nv 3130	-	-	-	100.0	105.0	124.0	208.0	136.0	55.0	28.5	28.5	28.5	813.5
	Nv 3190	-	-	34.0	170.0	180.0	64.5	12.0	18.0	24.0	15.0	16.5	24.0	558.0
	Nv 3360	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5
<b>Total Zorro Rojo</b>		<b>4.5</b>	<b>-</b>	<b>34.0</b>	<b>270.0</b>	<b>285.0</b>	<b>188.5</b>	<b>220.0</b>	<b>154.0</b>	<b>79.0</b>	<b>43.5</b>	<b>45.0</b>	<b>52.5</b>	<b>1,376.0</b>
<b>Total general</b>		<b>298.5</b>	<b>265.5</b>	<b>288.0</b>	<b>433.5</b>	<b>470.0</b>	<b>441.0</b>	<b>455.5</b>	<b>448.5</b>	<b>432.0</b>	<b>427.0</b>	<b>409.5</b>	<b>418.0</b>	<b>4,787.0</b>

**Cuadro N° 7. Programa de Avance – Corte y Relleno Ascendente.**

*Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.76).*

Veta	Nivel	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Total
Antapite	Nv 3190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90.0	90.0	150.0	330.0
	Nv 3285	148.0	82.0	67.0	47.0	-	-	-	-	-	-	-	-	344.0
	Nv 3340	-	-	-	87.0	77.0	101.0	87.0	67.0	-	-	92.0	58.0	569.0
	NV3340	-	-	-	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	243.0	242.0	240.0	240.0	2,180.0
<b>Total Antapite</b>		<b>148.0</b>	<b>82.0</b>	<b>67.0</b>	<b>377.0</b>	<b>320.0</b>	<b>344.0</b>	<b>330.0</b>	<b>310.0</b>	<b>243.0</b>	<b>332.0</b>	<b>422.0</b>	<b>448.0</b>	<b>3,423.0</b>
Pampeñita	Nv 3285	90.0	-	-	-	-	77.0	86.0	77.0	110.0	96.0	18.0	-	554.0
	Nv 3340	132.0	152.0	140.0	20.0	20.0	-	-	-	-	30.0	20.0	-	514.0
<b>Total Pampeñita</b>		<b>222.0</b>	<b>152.0</b>	<b>140.0</b>	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>	<b>77.0</b>	<b>86.0</b>	<b>77.0</b>	<b>110.0</b>	<b>126.0</b>	<b>38.0</b>	<b>-</b>	<b>1,068.0</b>
Reyna	NV3200	60.0	70.0	104.0	80.0	80.0	104.0	140.0	140.0	181.0	180.0	170.0	228.0	1,537.0
<b>Total Reyna</b>		<b>60.0</b>	<b>70.0</b>	<b>104.0</b>	<b>80.0</b>	<b>80.0</b>	<b>104.0</b>	<b>140.0</b>	<b>140.0</b>	<b>181.0</b>	<b>180.0</b>	<b>170.0</b>	<b>228.0</b>	<b>1,537.0</b>
Zorro Rojo	Nv 3190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.0	60.0
	Nv 3240	90.0	110.0	48.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	248.0
	Nv 3285	55.0	146.0	166.0	181.0	200.0	156.0	176.0	224.0	136.0	100.0	114.0	75.0	1,729.0
	Nv 3325	70.0	10.0	50.0	77.0	110.0	116.0	181.0	177.0	177.0	197.0	133.0	110.0	1,408.0
	NV3240	67.0	90.0	136.0	176.0	190.0	111.0	100.0	60.0	44.0	-	-	-	974.0
NV3285	-	-	-	-	-	-	-	29.0	57.0	132.0	126.0	176.0	145.0	665.0
<b>Total Zorro Rojo</b>		<b>282.0</b>	<b>356.0</b>	<b>400.0</b>	<b>434.0</b>	<b>500.0</b>	<b>383.0</b>	<b>486.0</b>	<b>518.0</b>	<b>489.0</b>	<b>423.0</b>	<b>423.0</b>	<b>390.0</b>	<b>5,084.0</b>
<b>Total general</b>		<b>712.0</b>	<b>660.0</b>	<b>711.0</b>	<b>911.0</b>	<b>920.0</b>	<b>908.0</b>	<b>1,042.0</b>	<b>1,045.0</b>	<b>1,023.0</b>	<b>1,061.0</b>	<b>1,053.0</b>	<b>1,066.0</b>	<b>11,112.0</b>

**Cuadro N° 8. Programa de Avance – Taladros Largos.**

*Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.76).*

VETA	NIVEL	LABOR	METROS	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Agg-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Total	
PAMPEÑITA	3285	Gal. 448SE	20.0	20.0												20.0	
		CH 04	47.0	47.0													47.0
		Gal 435 NW	108.0	90.0	18.0												108.0
	3240	CH 083	47.0	47.0													47.0
		CH 533	35.0	35.0													35.0
PAMPEÑITA	3240	Gal. 035SE	30.0	30.0												30.0	
PAMPEÑITA	3240	Gal. 123NW	174.0	50.0	90.0	34.0										174.0	
		Gal. 230 NW	51.0	51.0												51.0	
Tita	3340	Gal. 185 NW	41.0	41.0												41.0	
Ramal 1 pampeñita		Gal. 222 NW	50.0	50.0												50.0	
Zorro Rojo	3360	Gal 504 NW	145.0	60.0	85.0											145.0	
		CH 500	30.0	30.0												30.0	
Zorro Rojo	3240	CH 03	37.0		37.0											37.0	
		CH 04	35.0		35.0										35.0		
		CH 10	36.0		36.0										36.0		
Zorro Rojo	3325	Gal. 406 SE	120.0		40.0	80.0									120.0		
ANTAPITE	3240	Gal. 428NW	81.0			81.0									81.0		
Pampeñita	3340	Gal. 049 NW	100.0			90.0	10.0									100.0	
ANTAPITE	3470	CH 01	33.0					33.0								33.0	
		CH 02	30.0					30.0								30.0	
		CH 03	42.0					42.0								42.0	
		CH 04	52.0			52.0										52.0	
PAMPEÑITA	3340	CH 01	69.0				69.0								69.0		
Ramal pampeñita		Gal.169 NW	50.0				50.0								50.0		
ANTAPITE	3415	Gal.980 NW	200.0				75.0	90.0	35.0							200.0	
		CH 05	35.0					35.0								35.0	
PAMPEÑITA	3340	CH 02	70.0					70.0								70.0	
Zorro Rojo	3285	Gal. 483NW	67.0						67.0							67.0	
		CH 01	49.0						49.0							49.0	
		CH 02	49.0						49.0							49.0	
ANTAPITE	3190	Gal. 421 NW	75.0						75.0							75.0	
		CH 10	38.0						38.0							38.0	
ANTAPITE	3190	CH 12	41.0						41.0							41.0	
		Gal. 798NW	213.0						70.0	90.0	53.0					213.0	
Zorro Rojo	3190	Gal. 444NW	150.0						90.0	60.0						150.0	
		Gal. 930 NW	134.0						90.0	44.0						134.0	
ANTAPITE	3340	CH 07	70.0						40.0	30.0						70.0	
		CH 08	48.0							48.0						48.0	
		CH 19	71.0							71.0						71.0	
ANTAPITE	3340	CH 09	20.0							10.0	10.0					20.0	
		CH 11	58.0									58.0				58.0	
		CH 13	57.0									57.0				57.0	
PAMPEÑITA	3340	CH 03	70.0									70.0				70.0	
		CH 02	70.0									70.0				70.0	
PAMPEÑITA	3190	CH 15	56.0										56.0			56.0	
		CH 681	57.0											57.0		57.0	
		CH 715	22.0											22.0		22.0	
		CH 088	52.0											52.0		52.0	
ANTAPITE	3130	CH 14	58.0										58.0		58.0		
Juana Solitaria	3340	Gal. 033 NW	100.0										90.0	10.0	100.0		
Zorro Rojo	3190	CH 05	57.0											30.0	27.0	57.0	
		CH 10	58.0													58.0	
Zorro Rojo	3190	CH 11	57.0													57.0	
		CH 06	57.0													57.0	
		CH 122	58.0													58.0	
		CH 464	50.0												50.0		
			<b>3,730.0</b>	<b>319.0</b>	<b>310.0</b>	<b>297.0</b>	<b>303.0</b>	<b>309.0</b>	<b>311.0</b>	<b>308.0</b>	<b>310.0</b>	<b>316.0</b>	<b>321.0</b>	<b>309.0</b>	<b>317.0</b>	<b>3,730.0</b>	

**Cuadro N° 9. Programa de Exploraciones.**

*Fuente: Plan de Minado 2021, Unidad Minera Antapite (2021, p.77).*

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema principal**

¿Cuáles son los indicadores requeridos para la evaluación del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿De qué manera contribuye la demanda de aire en la evaluación del sistema de ventilación de la Unidad Minera Antapite 2021?
- ¿Como optimizar el balance de ingresos y salidas de aire de la mina a través de la evaluación del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021?
- ¿En qué medida las mediciones de oxígeno, dióxido de carbono, gases tóxicos y temperatura ambiental en las vías principales de la mina y labores en operación influyen en el control del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021?
- ¿De qué manera el rendimiento de los ventiladores contribuye en la mejora del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021?

### **1.4. Formulación de Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar los indicadores para la evaluación del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Calcular la correcta demanda de aire, que nos permita evaluar el sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021.

- Optimizar los ingresos y salidas de aire en la mina, a través de la evaluación y control del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021.
- Monitorear las mediciones de Oxígeno, dióxido de carbono, gases tóxicos y temperatura ambiental en las vías y labores principales de la mina, con el fin de determinar su influencia en la evaluación y control del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021.
- Determinar si el rendimiento de los ventiladores contribuye a la mejora del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021.

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

El proyecto de investigación se justifica en el cumplimiento de las normas de seguridad como son el reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería mencionada en el decreto supremo N° 024-2016-EM y su modificatoria la N° 023-2017-EM. En la cual se limitan los parámetros mínimos y máximos de los gases, así como de las velocidades de aire en interior mina. El cumplimiento de los parámetros de los gases y velocidades es importante para minimizar los riesgos y accidentes en cualquier unidad minera y en específico de la Unidad Minera Antapite.

La investigación se justifica en detallar y calcular Los indicadores más importantes que evalúa el sistema de ventilación en la minera, esto es importante en la toma de decisiones de los administradores de dicha mina, ya que están alineados con la normatividad y la seguridad de los colaboradores de las empresas especializadas y de misma compañía.



### **1.5.1. Alcances de la Investigación**

Los cálculos determinados en los indicadores que evalúan el sistema de ventilación son para uso de la Unidad Minera Antapite, cabe señalar que también esta puede ser generalizada cómo formato para las distintas unidades operativas mineras.

Los resultados de la presente investigación, son en el tiempo variable debido a que la dinámica existente en la unidad minera es cambiante de un día para otro, razón por la cual es importante detallar bajo qué contexto se tiene dicha evaluación y en qué tiempo se debe ejecutar los cambios y las recomendaciones adecuadas.

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

Una de las limitaciones, está en qué la toma de datos referidos a los gases, caudales y velocidades están dentro de labores operativas, para laboreos antiguos que en su defecto dicha unidad minera tiene, el monitoreo de estas es de más cuidado y con el involucramiento de las demás áreas. Debido a la presencia de gases en principal el metano, y para la cual no se tiene equipos de monitoreo al respecto.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. A nivel nacional**

(Lanazca De la Cruz, 2015). En su tesis implementación del sistema de ventilación para controlar la polución en túneles de la planta de cal en el proyecto de Pachachaca en el área 220, nos menciona que la implementación del sistema de ventilación reduce y evita las lesiones ocasionadas por el tema de la polución, además de mejorar la visibilidad y reducir las enfermedades ocupacionales que está incluye.(p. 9)

(Sutty Vilca, 2016). Tesis sobre la influencia de la ventilación mecánica en el diseño del sistema de ventilación de lámina Urano SAC en el nivel 49 55, nos detalla que la ventilación mecánica influye dentro de la operación minera, esta influencia es debido a que la parte operativa necesita incrementar la capacidad de los ventiladores de esta manera incrementar el ingreso de aire y para ello recomienda la construcción de cámaras de acumulación.

(Duran Janampa, 2018), En la tesis sobre el mejoramiento de la ventilación en la mina subterránea de Colquijirca de la empresa Buenaventura, menciona que la ventilación en los tajos tiene problemas debido a que los circuitos principales de ventilación no están definidos ocasionando acumulación de gases en ciertas zonas donde sobrepasan los límites máximos permisibles que el reglamento recomienda. Se detalla también que los circuitos de ventilación no tienen comunicación con labores verticales hacia superficie lo cual empeora la situación de la ventilación en dicha unidad minera acumulando gases nocivos de altas concentraciones en ciertas zonas donde labora el personal.

(I. Mallma Perez, 2020) En el informe de ventilación de la Unidad Minera Antapite, menciona que para diseñar el sistema de ventilación es necesario tener circuitos definidos que incluyan todas las etapas de laboreo minero programados en el área de planeamiento es decir que incluyen las labores de desarrollo preparación y explotación, una vez definidos es necesario calcular la demanda de aire según los parámetros mencionados en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, aprobados por el D.S. N° 024-2016-EM y D.S. N° 023-2017-EM.

(Montoya Castillo, 2018) en su tesis Diseño de una Red de ventilación para extracción de los Recursos Minerales en la Concesión Santa Clotilde-nivel II Chongoyape 2018, En dicho estudio propone una red de ventilación que transporte el aire fresco en grandes cantidades hacia las labores, utilizando la metodología descriptiva, menciona también que dicha unidad minera no cuenta con una red Clara y definida del circuito de ventilación, y por consecuente afecta a la operación minera en términos ambientales laborales de salud y económicos.

### **2.1.2. A nivel internacional**

(Fuentes & Ramirez, 2019) en su tesis de Modelamiento del sistema de ventilación y control de metano con el simulador VentSim en la mina subterránea de carbón Fezmine, Polonia, En dichos resultados muestra que el comportamiento del metano, y en dicha simulación detalla las zonas de dilución de este gas, además de ello se pudo observar en las zonas donde no es posible alcanzar las diluciones adecuadas para laboreo minero, de todo ello propone una técnica de desgasificación para reducir las concentraciones máximas permisibles en las actividades mineras subterráneas.

(Carabajo Naula, 2012) Diseño del circuito de ventilación de la zona norte de la mina Cabo de Hornos, ubicada en el distrito de Aurífero-Polimetálico Portovelo-Zaruma, En dicha investigación concluye que el circuito de ventilación en lámina presenta un déficit del 75% de aire, por ello recomienda que a mayor profundidad Se debe construir chimeneas de inyección y extracción de aire fresco que reduciría la cantidad de concentración de gases producto de la combustión de equipos. Estas recomendaciones mejorarían, las condiciones de trabajo y reduciría riesgos en la salud por la presencia de estos gases en los trabajadores aumentando así su desempeño.

(Maleki et al., 2018) Aplicación de VENTSIM 3D y programación matemática para optimizar la red de ventilación de minas subterráneas: un caso de estudio. En la cual se diseñó un sistema de ventilación para la mina de carbón Western-Razmja por un método manual, y se propuso un ventilador axial. Los resultados de dicho Trabajo de investigación concluyen con la reducción de reguladores, y la reducción de la resistencia total de lámina en un 14%, logrando así una mayor eficiencia de los ventiladores propuestos, al final de ello se utilizó

el software GAMS, la cual se utilizó para realizar un modelo matemático programado que minimice los costos de dicha ventilación mediante la ubicación óptima del ventilador y los reguladores propuestos.

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. Bases teóricas de los indicadores de evaluación de la ventilación**

(Castillo Aranguren, 2017), El autor considera varios indicadores que evalúan un proceso de ventilación cómo son los caudales o aforos de una mina, la temperatura, la medición de los gases presentes en la mina, el requerimiento del caudal, y las pérdidas de presión del sistema de ventilación y el costo de consumo eléctrico.

En el artículo 246 derechos reglamento de seguridad en minería menciona que el titular de la actividad minera de velar por brindar aire fresco y limpio las labores de acuerdo al requerimiento los trabajadores, de acuerdo también al requerimiento de los equipos, a las condiciones de temperatura las cuales deben ser confortables y adecuadas al trabajador minero.

También nos menciona los límites máximos permisibles en el Anexo 15 (DS. 023-2017, 2017) En esta parte nos detalla los límites máximos permisibles para el dióxido de carbono monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ciudad de nitrógeno, mínimo porcentaje de oxígeno, polvo inhalables y respirables. Esto como parámetros que minimizan los riesgos a la seguridad y salud del trabajador de la unidad minera.

Líneas abajo detallamos los cuadros de límites máximos para gases y polvo, así como también la máxima exposición de niveles de ruido y el estrés térmico respectivo.

<b>Agentes Químicos (en el aire)</b>	<b>Limite TWA</b>	<b>Limite STEL</b>
Dióxido de Carbono	50 000 ppm	30 000 ppm
Dióxido de Nitrógeno	3 ppm	5 ppm
Monóxido de Carbono (CO)	25 ppm	
Monóxido de Nitrógeno	25 ppm	
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	19.5 %	
Polvo inhalable (1)	10 mg/m <sup>3</sup>	
Polvo respirable	3 mg/m <sup>3</sup>	

**Cuadro N° 10. Límites máximos permisibles de gases y polvo para interior mina.**

*Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (DS.023-2017).*

También nos habla de (DS. 023-2017, 2017) en el anexo 12, En este anexo nos detalla la máxima exposición que deben tener los trabajadores por niveles de ruido en sus diferentes actividades la unidad del ruido está dada en decibeles.

<b>Escala de ponderación "A"</b>	<b>Tiempo de Exposición Máximo en una jornada laboral</b>
82 decibeles	16 horas/día
83 decibeles	12 horas/día
85 decibeles	8 horas/día
88 decibeles	4 horas/día
91 decibeles	1 1/2 horas/día
94 decibeles	1 hora/día
97 decibeles	1/2 hora/día
100 decibeles	1/4 hora / día

**Cuadro N° 11. Máxima exposición por niveles de ruido en actividades mineras.**

*Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (DS.023-2017).*

Respecto al Anexo 13 del (DS. 023-2017, 2017; DS. N° 024-2016-EM, 2016) En dicho decreto supremo también hace referencia al estrés térmico, la cual considera que el ciclo de trabajo tiene ciertos descansos a las cuales se le asigna temperaturas límites en cuatro Campos en una escala de ligero a muy pesado tal como se muestran líneas abajo.

Ubicación del trabajo dentro de un ciclo de trabajo-descanso	Valor Límite (TGBH en °C)				Nivel de Acción (TGBH en °C)			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy Pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy Pesado
75% a 100%	31	28	---	---	28	25	---	---
50% a 75%	31	29	27.5	---	28.5	26	24	---
25% a 50%	32	30	29	28	29.5	27	25.5	24.5
0% a 25%	32.5	31.5	30.5	30	30	29	28	27

*Cuadro N° 12. Temperatura máxima de exposición según el ciclo trabajo descanso.*

*Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (DS.023-2017).*

(DS. 023-2017, 2017) en el Art. 246 en el inciso f menciona: Dicho artículo menciona que las labores que sólo tengan una vía de acceso y un avance mayor a 60 m, innecesario el empleo de ventiladores auxiliares, para avances menores a 60 m y lo requieran según la evaluación también es necesario emplear ventiladores auxiliares.

(DS. 023-2017, 2017) En el Artículo 248.- Respeto a los límites máximos de velocidades de aire en las labores subterráneas más parámetro de, 20 m/min a 250 m/min, ésta incluye a las labores de explotación desarrollo y preparación, el uso de ambos tres agentes de voladura el límite menor 25 metros por minuto.

(DS. 023-2017, 2017) Artículo 252.- Nos recomienda que deben realizarse evaluaciones integrales del sistema de ventilación cada semestre, y las evaluaciones parciales en caso de que haya comunicaciones de labores o cambios en el circuito de ventilación, los controles respecto a la ventilación se efectuarán en las labores de desarrollo preparación exploración y explotación. En donde menciona que es necesario:

Requerimientos en el proceso de ventilación mina	
1	Ubicación de estaciones de control de ventilación.
2	Circuitos de aire de la mina.
3	Balace de ingresos y salidas de aire de la mina. La diferencia de caudales de aire entre los ingresos y salidas de aire no deberá exceder el diez por ciento (10%).
4	Demanda de aire de la mina,
5	Los requerimientos de aire para los equipos diésel
6	Cobertura de la demanda de aire
7	Cobertura de las demandas de aire en las labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación de la mina.
8	Mediciones de Oxígeno, Dióxido de Carbono, gases tóxicos y temperatura ambiental en las vías principales de la mina y labores en operación.
9	Ubicación de ventiladores, indicando capacidad de diseño y operación.
10	Disponibilidad de las curvas de rendimiento de los ventiladores.
11	Planos de ventilación de la mina, indicando los circuitos de aire y estaciones de control, ubicación de ventiladores, puertas de ventilación, tapones y otros.

***Cuadro N° 13. Requerimiento para el proceso de ventilación.***

*Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (DS.023-2017).*

## **2.2.2. Dimensiones de los indicadores de evaluación de la ventilación mina**

### **2.2.2.1. Demanda de aire de la mina**

Demanda de aire de la mina Antapite, para el nivel 3465 la mina Antapite, realizará sus operaciones en la veta Zorro Rojo NW Nivel 3465, con 6 trabajadores, utilizando equipos con motor petrolero y como agente para fragmentar la roca el ANFO. La demanda de aire de la mina se determinó en función de los parámetros establecidos en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, aprobados por el D.S. N° 024-2016-EM y D.S. N° 023-2017-EM.

#### **Caudal requerido por el número de trabajadores.**

Considerando que la mina se encuentra a una altura promedio de 3300 m.s.n.m, el requerimiento de aire para el personal es 5 m<sup>3</sup>/ (minuto x persona); para trabajadores resulta un caudal de 30.00 m<sup>3</sup>/minuto (1,059.44 pies<sup>3</sup>/minuto).



**Caudal requerido por el consumo de madera.** Durante la operación, la mina no empleará madera; por tanto, no es necesario considerar aire para este fin.

**Caudal requerido por temperatura en las labores de trabajo.** La temperatura máxima en los Niveles 3285 y 3240, donde se centrarán las operaciones es 12.8°C; resultado que se encuentra debajo del nivel máximo permisible establecido por la norma peruana; por ende, no es necesario un caudal adicional por este parámetro.

**Caudal requerido por equipo con motor petrolero.** Según el parámetro de 3 m<sup>3</sup>/minuto x HP, establecido por la norma; el caudal de aire para equipos petroleros, resulta en 100.58 m<sup>3</sup>/minuto equivalente a 3,551.94 pies<sup>3</sup>/minuto.

**Caudal requerido por fugas.** A la suma de caudal requerido por el número de trabajadores y el caudal requerido por equipo con motor petrolero, se le aplicó el 15%, cuyo resultado es 52.29 m<sup>3</sup>/minuto equivalente a 1,846.49 pies<sup>3</sup>/minuto.

**Caudal requerido por Polvorín.** La mina no cuenta con Polvorín de accesorios, y tampoco Polvorín de explosivos en interior mina.

En la tabla 5, un caso del nivel 3465, en la cual se detalla el caudal requerido por equipos personal madera y propio de la voladura producto del uso de Anfo.

Descripción de equipo	Cantidad	Potencia Efectiva (HP)	U.E	Caudal de aire	
				m <sup>3</sup> /min	pies <sup>3</sup> /min
Scoop 2.2 Yd <sup>3</sup>	1	95	0.64	60.80	2,147.13
Jumbo	1	78	0.51	39.78	1,404.82
<b>Total de equipos</b>				<b>100.58</b>	<b>3,551.94</b>
Personal	6			30.00	1,059.44
Madera				0.00	0.00
Voladura ANFO	150 kg/gd			218	7,723.31
<b>Total</b>				<b>348.58</b>	<b>12,309.98</b>
Fugas (15%)				52.29	1,846.49
Polvorín de accesorios				0.00	0.00
Polvorín de explosivos				0.00	0.00
TOTAL GENERAL				400.87	14,156.47

**Cuadro N° 14.** Demanda de aire de la mina Antapite en el nivel 3465.

Fuente: Informe semanal y mensual de Ventilación, Unidad Minera Antapite.

#### 2.2.2.2. Balance de ingresos y salidas de aire de la mina.

Balance de Ingresos y Salidas de aire del nivel 3465 de la mina Antapite. Líneas abajo podemos detallar el balance de ingreso de aire, así como también las salidas del nivel 34 65 en la mina Antapite.

Ubicación	Caudal (m <sup>3</sup> /min)	Caudal (pies <sup>3</sup> /min)
Bocamina Nivel 3465	566.34	20,000
<b>Total, de ingresos</b>	<b>566.34</b>	<b>20,000</b>
<b>Balance de salida de aire de la mina</b>		
Chimenea de Ventilación CH-170	566.34	20,000
<b>Total, de salidas</b>	<b>566.34</b>	<b>20,000</b>

**Cuadro N° 15.** Balance de Ingresos y Salidas de aire de la mina para el nivel. 3465.

Fuente: Informe semanal y mensual de Ventilación, Unidad Minera Antapite.

La cobertura de requerimiento de aire del nivel 3465 de la mina Antapite, es 141.28% tal como se muestra en la tabla mostrada líneas abajo.

<b>Descripción</b>	<b>Caudal (pie<sup>3</sup>/min)</b>
Requerimiento de aire	14,156.47
Ingreso de aire	20,000
Salida de aire	20,000
Superávit/déficit	5,843.53
<b>Cobertura (%)</b>	<b>141.28%</b>

**Cuadro N° 16.** Cobertura de Requerimiento de aire de la mina Antapite.

*Fuente: Informe semanal y mensual de Ventilación, Unidad Minera Antapite.*

### **2.2.2.3. Mediciones de Gases y temperatura en labores mineras**

En la tabla, detallamos los parámetros de presencia de gases en las labores mineras según la reglamentación peruana (DS. 023-2017, 2017).

Para dicho control es necesario la construcción de una tabla para el monitoreo de gases y temperatura en las labores mineras. Líneas abajo detallamos un esquema en la cual la minera Sierra Antapite, detalla en primera instancia la ubicación de la labor por niveles, también se detalla el tipo de aire si es aire viciado o el refresco, la ubicación donde se toma las mediciones, también se toma En consideración la velocidad y la sección adecuada para el cálculo del caudal requerido. Dentro de los parámetros también a medir están la temperatura y los pases cabe señalar que se detalla también la fecha de medición y la hora en la que se toma mediciones del monitoreo respectivo. Adicionalmente a ello pudiera haber un sector de comentarios en la cual si pudieras detallar cualquier inconveniencia durante el proceso de monitoreo del flujo de ventilación.



### MEDICIÓN DE VELOCIDADES DE AIRE - GASES - TEMPERATURA

UNIDAD : ANTAPITE  
 MINA: SIERRA ANTAPITE S.A.C  
 VETAS: ZORRO ROJO, PAMPEÑITA, ANTAPITE, KATY, VERONICA  
 FECHA: 05/08/2020  
 TURNO:

#### EVALUACION DE FLUJO DEL PIQUE

NIVEL	LABOR	TIPO DE AIRE	VELOCIDAD (m/seg.)		SECCIÓN		ÁREA AJUSTADA (m <sup>2</sup> )	CAUDAL		GASES**			FECHA DE MEDICIÓN	HORA DE MEDICIÓN	
			V. Prom.	V (m/min)	Ancho (m)	Alto (m)		m <sup>3</sup> /min	CFM	RA (T° C)	O <sub>2</sub> (%)	CO (ppm)			NOx (ppm)
3415	BOCAMINA DEL NIVEL 3415	AIRE VICIADO	1,02	61,2	1,8	2,1	3,402	208,2	#####	25	20,8	8	0,2	20-ago	11:30 a.m.

\* Rango de velocidad establecido por Artículo 248 del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (RSSO) aprobado por D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM

Uso de dinamita: Mayor o igual a 20 m/min

Uso de anfo: Mayor o igual a 25 m/min

\*\* Límite de exposición ocupacional establecido en el anexo 15 del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (RSSO) aprobado por D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria D.S. N° 023-2017-EM

Monóxido de carbono (CO): 25 ppm

Oxígeno (O<sub>2</sub>): 19.5 % - 22.5 %

Gases Nitrosos (NOx): 3 ppm

Cuadro N° 17. Mediciones de gases y velocidades en labores mineras.  
 Fuente: Informe semanal y mensual de Ventilación, Unidad Minera Antapite.

Es importante también mencionar los controles de respecto a la humedad relativa y la temperatura, esto se realiza mediante el instrumento psicrómetro, la cual es importante para posteriores análisis y son tomadas en las labores principales de monitoreo.

AFORO	Nivel	Ubicación	T efectiva °C	HR%
V1	2100	Bocamina NV 2100	28,0	82,3
V4	2000	Bocamina NV 2000	24,1	99,3
V6	1880	Bocamina NV 1880	20,8	70,8
V7	1880	Sub estación eléctrica	19,3	70,8

*Cuadro N° 18. Ejemplo de una tabla mediciones de temperatura y humedad relativa de las bocaminas.*

*Fuente: (Castillo Aranguren, 2017).*

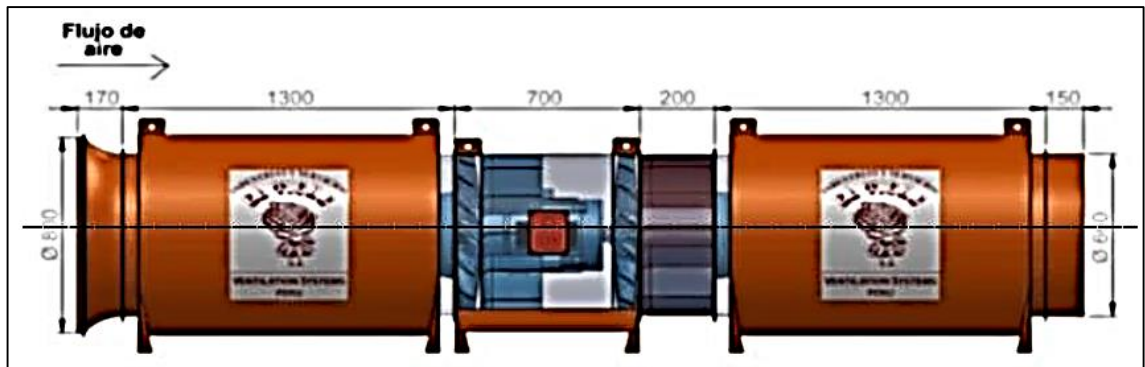
#### **2.2.2.4. Rendimiento de los ventiladores.**

Cuando hablamos de ventilador nos referimos a un equipo eléctrico mecánico utilizado para la recirculación, también para la difusión, o en su defecto para la extracción de aire dentro de las labores del proceso mina. Según la operación estos ventiladores se clasifican en dos tipos que son ventiladores centrífugos y ventiladores axiales.

**Ventiladores centrífugos,** Los ventiladores centrífugos cuentan con un rotor encerrado en forma espiral, en este tipo de ventilador el aire entra a través del eje del rotor, está a su vez en la succión y la arroja contra la envolvente, se descarga por la salida de dicha estructura en un ángulo recto, a su vez puede tener una entrada sencilla o doble entrada. Estos ventiladores son de flujo radial.(Sutty Vilca, 2016)

**Ventiladores axiales** (de tipo propulsor o mural, de tipo tubo-axial y tipo vane-axial). Los ventiladores axiales son de diseño

aerodinámico, consiste en un rodete alojado en una envolvente cilíndrica, la adición de alabes detrás del rotor convierte al ventilador en Turbo axial las cuales son diadas con aletas. Este tipo de ventilador es común dentro de las labores subterráneas. (Sutty Vilca, 2016).



**Gráfico N° 14.** Ventilador Axial de 15HP y 20.000cfm.

*Fuente: Estándar de Ubicación de Ventiladoras, Unidad Minera Antapite.*

Antes de pasar al detalle de las curvas de los ventiladores para la unidad minera de Sierra Antapite es necesario, conocer la ubicación de cada uno de los ventiladores, así como sus capacidades tal Como se muestra en la tabla adjunta líneas abajo.

El detalle del inventario de los ventiladores principales y auxiliares dentro de una unidad minera, es importante Ya que nos determina la cantidad de recursos que poseemos para mantener un circuito de ventilación dentro de una mina. Ello es importante ya que delimitará la forma de trabajo y las instalaciones respectivas según el requerimiento de la operación mina.

Líneas abajo detallamos el inventario de ventiladoras de la unidad minera Sierra Antapite. En la que podemos observar 14 ventiladoras que están distribuidas de la siguiente manera, cabe mencionar que existe una ventiladora destinada a la infraestructura de los polvorines, y una ventiladora estar en reparación.

### INVENTARIO DE VENTILADORES AUXILIARES

CONSOLA DE OPERACIÓN	NIVE	zona	MARC	SILENCIADO	UBICACIÓN	COMENTARIOS
VENTILADOR Nº 1 - 15 HP / 3525 RPM / 30 000 CFM		POLVORIN	AIRTEC	NO	Nv. 3240. Cauceo 421 NE	Polvorin auxiliar de explosivos
VENTILADOR Nº 2 - 20 HP / 3400RPM / 10 000 CFM		REPARACION	AIRTEC	NO	Taller Zona Industrial - Motor reparacion taller externo	Motor enviado a reparación Taller Externo. Pendiente la llegada del motor
VENTILADOR Nº 3 - 15 HP / 3515 RPM / 20 000 CFM	3415		AIRTEC	NO	CONGEMIN - Nv. 3415	
VENTILADOR Nº 4 - 15 HP / 3515 RPM / 10 000 CFM	3360		AIRTEC	NO	Nv. 3360 - CONGEMIN altura rampa 464	
VENTILADOR Nº 5 - 10 HP / 3530 RPM / 10 000 CFM	3240	INTERMEDIO ANTAPITE	AIRTEC	NO	Nv. 3240 - Rampa 423 / ByPass 423 - Altura Ventana 9	
VENTILADOR Nº 6 - 40 HP / 3530 RPM / 20 000 CFM	3240	INTERMEDIO PAMPEÑITA	AIRTEC	NO	Nv. 3240 /3260 - Rampa 423 / modo extractor	
VENTILADOR Nº 7 - 30 HP / 3560 RPM / 24 000 CFM	3240	INTERMEDIO PAMPEÑITA	AIRTEC	NO	Nv. 3240 - Rampa 423 - ByPass 423	
VENTILADOR Nº 8 - 40 HP / 3400 RPM / 20 000 CFM		CAUTIVO FALTA RECUPERAR	AIRTEC	NO	Nv. 3285 - Zona Sur	Pendiente su retiro, ventilador cautivo
VENTILADOR Nº 9 - 50 HP / 3500 RPM / 30 000 CFM	3240	ZORRO ROJO	AIRTEC	NO	Nv. 3240 Zorro Rojo	
VENTILADOR Nº 10 - 40 HP / 3530RPM / 20 000 CFM	3240	PAMPEÑITA	AIRTEC	NO	Nv. 3240 Pampeñita,	
VENTILADOR Nº 12 - 30 HP / 3400 RPM / 20 000 CFM	3240	ANTAPITE	AIRTEC	NO	Nv. 3240 hacia el RC 7	
VENTILADOR Nº 14 - 60 HP / 3425 RPM / 30 000 CFM - ALQUILADO	3240	ZORRO ROJO	AIRTEC	SI	Zorro Rojo - Nv. 3240 Ingreso de galería	
VENTILADOR Nº 1 - 60 HP / 3425 RPM / 30 000 CFM - ALQUILADO	3240	ANTAPITE	AIRTEC	NO	Nv. 3240. Extractor de zona 3190	
VENTILADOR Nº 16 - 25 HP / 3425 RPM / 15 000 CFM	3240	ANTAPITE	AIRTEC	NO	Nv. 3240 - Gal 094	

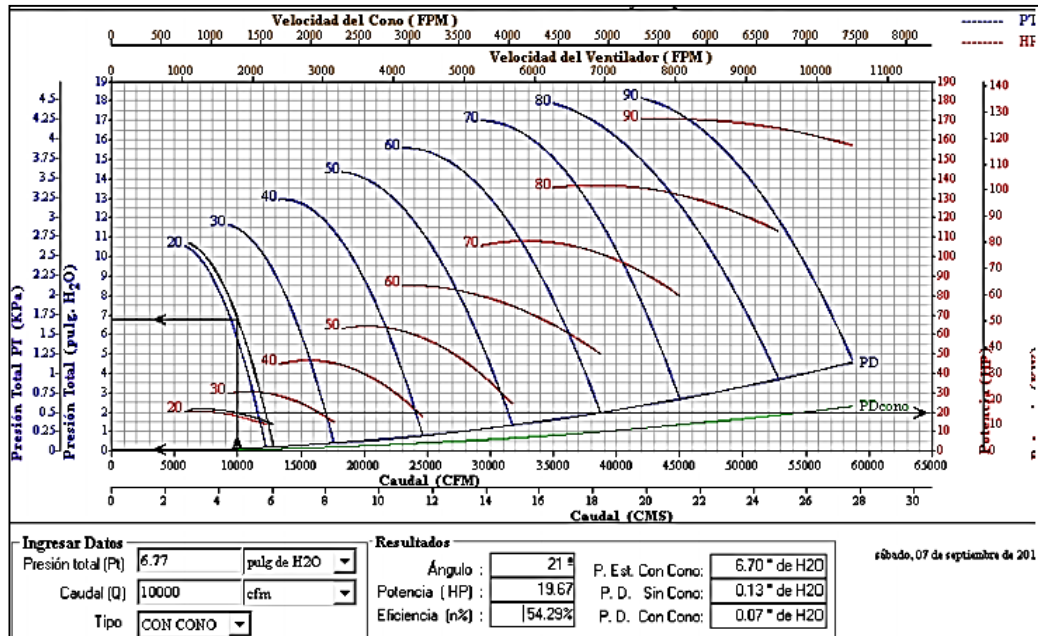
#### Cuadro N° 19. Inventario de ventiladores auxiliares.

Fuente: Área de Ventilación de Minas, Unidad Minera Antapite.

Para determinar la curva de rendimiento de una ventiladora, la altitud o metros sobre el nivel del mar, que en la minera Sierra Antapite está en promedio de 3200 m.s.n.m. También consideraremos la temperatura que en promedio es de 20°C y la densidad de aire 0.81 Kg/m<sup>3</sup>. Los caudales de la ventiladora presentes en la unidad minera son de 10 000 CFM, 20 000 CFM, 30 000 CFM.

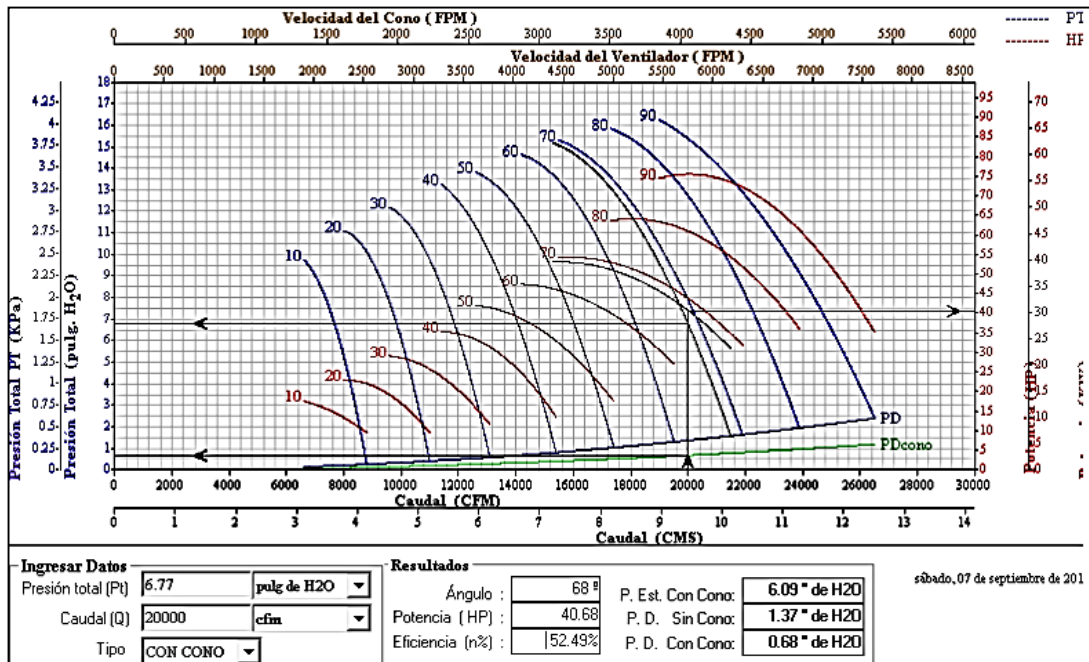
Cómo podemos observar líneas abajo, ciencia de los ventiladores de 10,000 está en 54 y 52 por ciento para el ventilador de 30,000 de 66%. Cabe Resaltar también que las presiones estáticas y

dinámicas, para los ventiladores de 10 000 CFM y 20.000 CFM están en el rango de 6 a 7 pulg de H<sub>2</sub>O en el tema de presiones estáticas y depresiones dinámicas de 0.1 a 1.4 pulg de H<sub>2</sub>O.



**Cuadro N° 20.** Curva de rendimiento de la ventiladora de 10 000CFM.

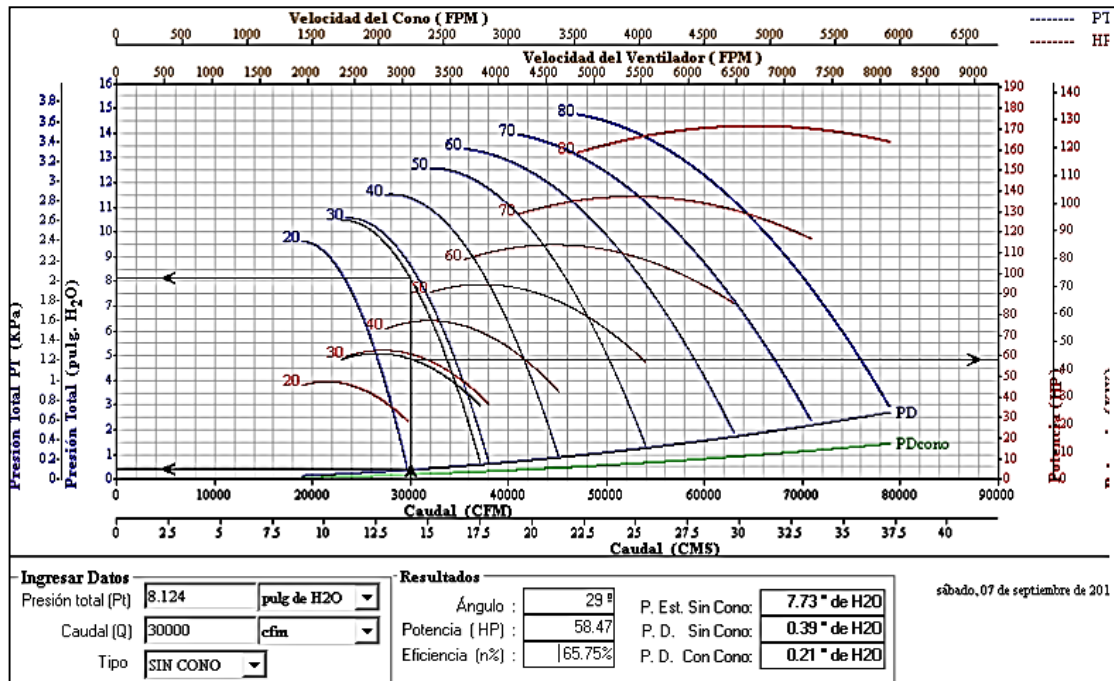
Fuente: Software VentSim v5.0.



**Cuadro N° 21.** Curva de rendimiento de la ventiladora de 20 000 CFM.

Fuente: Software VentSim v5.0.





**Cuadro N° 22.** Curva de rendimiento de la ventiladora de 20 000 CFM.

Fuente: Software VentSim v5.0.

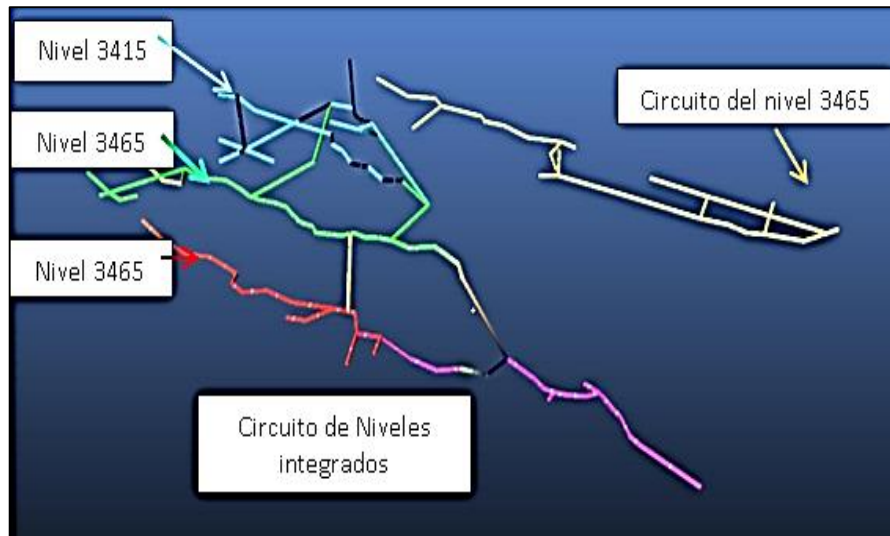
### 2.2.3. Bases teóricas del sistema de ventilación

El sistema de ventilación estará conformado por circuitos de ingresos y salidas de aire, ventiladores, reguladores de caudal y controles de ventilación.

Al hablar del sistema de ventilación, considerar circuito en la cual se debe mantener comunicación entre distintas labores y distintos niveles. Es decir, debe haber también un ingreso y salida de aire respectivamente un claro ejemplo lo podemos detallar en la minera Sierra Antapite, en la cual se puede observar que los niveles 3465 y los niveles de 3415 están interconectados por chimeneas o raicé climber, esto es importante ya que delimitará un circuito de entradas y salidas para la evacuación de aire viciado.

Estos circuitos están representados en esquemas unifilares en donde se detallan los niveles y los ingresos del circuito de aire de una mina.

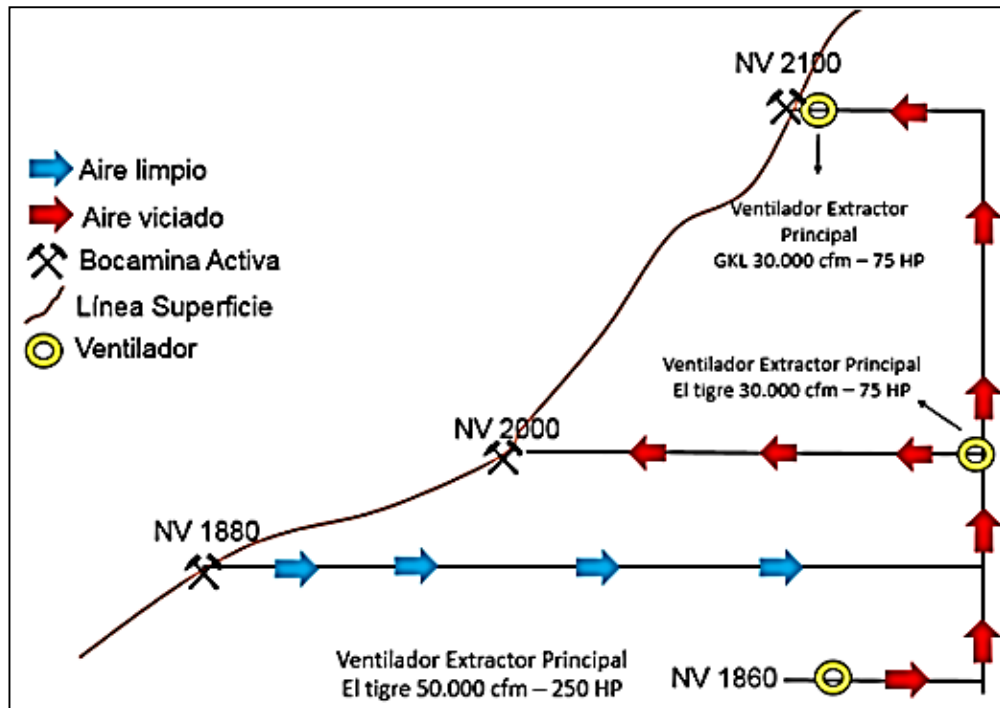
Líneas abajo se detalla mediante figuras los circuitos en la unidad minera Sierra Antapite y el esquema unifilar del circuito de la mina el Roble.



**Gráfico N° 15.** Circuitos de ventilación de la unidad minera Sierra Antapite.

*Fuente: Software VentSim v5.0.*

**Circuitos de aire de la mina,** El circuito de ventilación nos muestra la dirección de los flujos de entrada y la salida de los gases contaminados éstos pueden estar representadas con una vista isométrica en la cual, las flechas de color azul representan la entrada de aire y las flechas de color rojo la salida del aire viciado que contenga la mina subterránea, niñas abajo podemos detallar a la minera El Roble en Colombia la cual se representada por un diagrama unifilar de manera sencilla y comprensible el circuito de ventilación.



*Gráfico N° 16. Esquema de circuito de ventilación mina el roble.*

*Fuente: (Castillo Aranguren, 2017).*

## 2.2.4. Dimensiones del sistema de ventilación de la Unidad Minera Antapite

### 2.2.4.1. Cantidad y calidad de aire necesario

Siempre en un estudio de ventilación Es necesario determinar la calidad y la cantidad de aire que debe circular dentro de las labores mineras. Cabe señalar que los factores que influyen para determinar un caudal dependen de las condiciones que tiene la operación mina y del método de explotación que utiliza.

El volumen de aire (Q) caudal, que pasa por cualquier punto de una labor minera durante un tiempo determinado (que generalmente es minutos o segundos). Es calculado como el producto de la velocidad media del aire, y la sección transversal de la labor minera.

$$Q = v * A$$

Donde:

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/ s) o pies cúbicos por minuto (cfm)-(ft/min)

V = Velocidad de aire (m/s)

A = Área o sección

AFORO	Nivel	Ubicación	Vel. Prom. m/s	Area (m2)	m3/s	m3/min	cfm	DIRECCIÓN
V1	2100	Bocamina NV 2100	1,533	7,50	11,497	689,83	24.361	Sale
V4	2000	Bocamina NV 2000	1,501	6,00	9,0067	540,4	19.084	Sale
V6	1880	Bocamina NV 1880	0,896	26,73	23,948	1436,9	50.743	Entra

*Cuadro N° 23. Caudales de ingreso y salida de aire por bocaminas.*

*Fuente: (Castillo Aranguren, 2017).*

**Caída de presión o pérdidas.** La ventilación de Minas, varado con la hidráulica y otros Campos donde también se aplica los principios de la mecánica de fluidos, tiene objetivos de las cuales una de ellas es la diferencia de presión que actúa en dos puntos dentro de un sistema. Teoría sabemos que la existencia de un flujo es originada por la diferencia de presiones entre dos puntos. Por ello Es necesario agregar energía al sistema para obtener determinadas condiciones ambientales. Las pérdidas de presión dentro de una mina están en función de la expresión denotada líneas abajo.

$$H = RQ^2$$

Donde:

H= caída o pérdida de presión en la mina

R= Resistencia equivalente de la mina

Q= Caudal

La resistencia es otro de los parámetros dentro del circuito de ventilación más importantes y calculadas, dentro del marco teórico es definido como la oposición debido a ciertas características de la labor que impiden el desplazamiento del aire dentro del circuito.

$$R = \frac{\lambda \gamma PL}{8gA^3}$$

Donde,

R= Resistencia equivalente de la mina (kμ) (KiloMurgues)

λ=Coeficiente de fricción.

γ= peso específico del aire (kg/m<sup>3</sup>).

P= Perímetro de la labor (m).

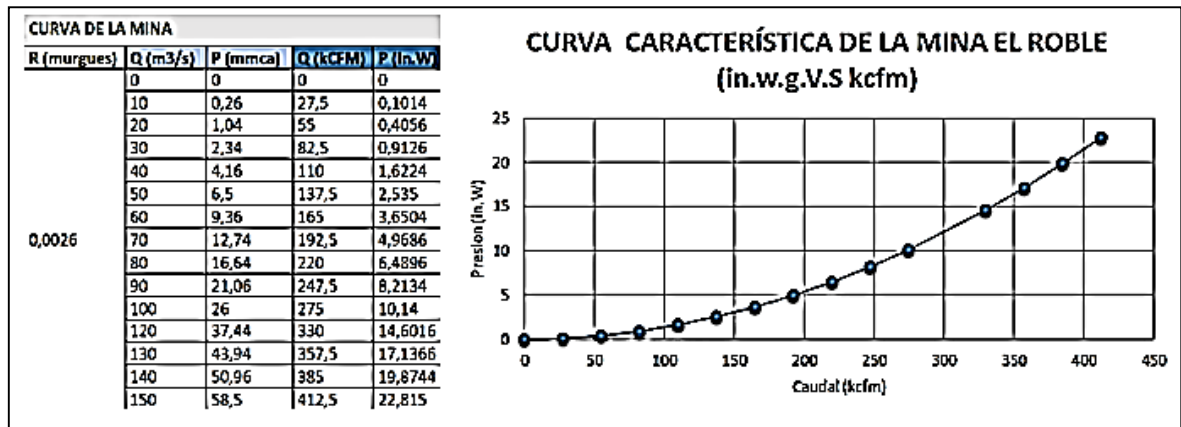
L= Longitud de la labor (m).

g= aceleración de la gravedad, 9.8m/s<sup>2</sup>.

A= Sección de la galería (m).

Tras obtener la resistencia equivalente de la mina, se procederá a realizar la curva característica de la mina.

Dicha curva graficará caída de presión (ΔH) vs Caudal.



*Gráfico N° 17. Ejemplo de una curva característica de minera el Roble.*

*Fuente: Área de Ventilación de Minas, Unidad Minera El Roble.*

#### 2.2.4.2. Estandarización del proceso de ventilación

##### **Instalación de tapones / Barreras temporal o definitiva,**

Son infraestructura, qué sirve como Barrera temporal o definitiva dentro de una labor mina. La cual restringe el acceso y previene los accidentes, además de ello se cumple la reglamentación, y los estándares internos que una minera tiene. Son hechos de materiales como puntales y tablas, también pueden ser construidos con concreto armado, o en su defecto son cortinas que evitan ciertos ingresos de flujo de aire si es el tema de ventilación.



- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): 5000 ppm
- Monóxido de Carbono (CO): 25 ppm
- Ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S): 10 ppm
- Gases nitrosos (NO<sub>x</sub>): 3 ppm
- En todas las labores la velocidad del aire no debe ser menor de 20.00 m./min y cuando se utilice el ANFO debe de ser mínimo 25 m/min.

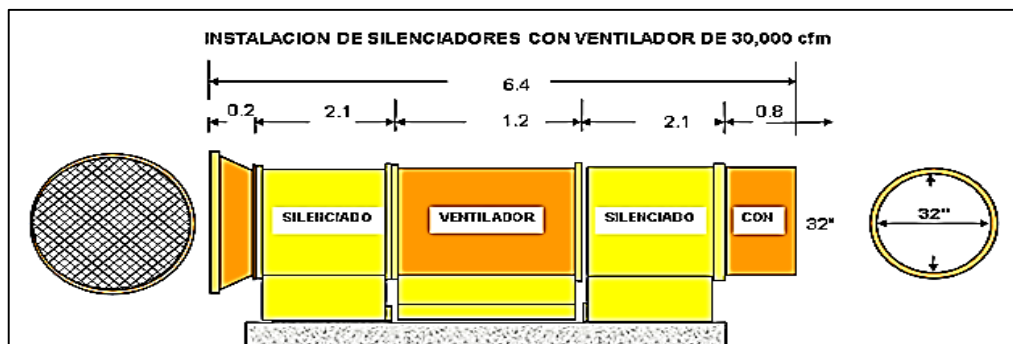
### **Instalación de ventiladoras y accesorios**

Para la instalación de ventiladores y sus accesorios respectivos es necesario considerar los siguiente:

- Respecto a la preparación de la base o colocado de alcayatas, Si va en el piso preparar base de madera y si va a estar colgado perforar 2 taladros de 4" y colocar alcayatas con resina.
- En el Traslado del ventilador: llevar con camión o camioneta según el tamaño del ventilador hasta el lugar más cercano a la instalación. Luego con apoyo de scooptram llevar hasta la base de madera y clavar; si va ir colgado se iza con apoyo de scooptram, el personal debe de estar asegurado con arnés y línea de vida. Luego se realiza el amarre del ventilador a las alcayatas con el cable de acero y asegurando con las grapas Crosby.
- Probar el ventilador: Terminado la instalación eléctrica y asegurado contra la vibración y/o movimiento del lugar o caída se probará el funcionamiento y el sentido de giro de



- las paletas del ventilador, energizando la ventiladora para ello.
- La manga de ventilación, se da tendido por medio del cable mensajero, para ello se colocarán los tarugos en los taladros junto con el alambre N°8 tendido desde la ventiladora hasta 15 m del frente.
  - El Colocado de mangas: se empalma primero al disparador de salida asegurando con alambre y adecuando a la sección del disparador del ventilador, luego se va colgando las mangas con las escaleras de tijera, con los alambres de amarre N° 16, sujetando de las hojuelas de las mangas al alambre mensajero.



**Gráfico N° 19.** Estándar de instalación de ventiladoras, Unidad Minera Antapite.

*Fuente: EST-MIN-04 Ventilación de labores (2020, p.7)*

### 2.3. Definición de términos básicos

**Aire:** (Fuentes & Ramirez, 2019, p. 3), es una mezcla homogénea de gases que constituyen la atmósfera terrestre, este permanece debido a la atracción de la gravedad y es esencial para la vida del planeta, una característica muy importante resaltante es que es transparente.

**Asfixiantes:** (Duran Janampa, 2018, p. 29), se aplica generalmente a una variedad de condiciones en las cuales existe una interferencia en el intercambio respiratorio, es decir existe una carencia o ahogamiento en el proceso de respiración.

**Circuito:** (Fuentes & Ramirez, 2019, p. 14) ,está representada por una red de aire fresco y viciado de las labores mineros, señalar que estos circuitos tienen una trayectoria debido a las presiones existentes. Para tener una mayor directriz de dichos circuitos es necesario el uso de ventiladores auxiliares.

**Implementación del sistema de ventilación.** (Castillo Aranguren, 2017, p. 89), sistema de ventilación c A auxiliar lo principal proporciona la cantidad de aire necesario para diluir y transportar el aire contaminado Asia superficie. El objetivo de la implementación de un sistema de ventilación es proporcionar el aire fresco al personal y evitar los riesgos en el tema de la salud que está puede incluir.

**Labores Mineras:** (Castillo Aranguren, 2017, p. 32) ,la labor minera es definida, como la excavación preparatoria o de desarrollo para explotar un yacimiento de mineral.

**Sistema homogéneo:** (Duran Janampa, 2018, p. 25), el sistema homogéneo tiene una característica que es donde las propiedades son similares en cualquier parte de un sistema. Generalmente es comprobado mediante la visualización en donde no se pueden distinguir las partes que lo forman.

**Temperatura:** (Carabajo Naula, 2012, p. 91; Duran Janampa, 2018, p. 30), la temperatura es definida como una magnitud de calor medible, instrumento de medición para esta magnitud es el termómetro.

**Tóxicos:**(Carabajo Naula, 2012, p. 100; Duran Janampa, 2018, p. 29) sustancia tóxica produce efectos perjudiciales o nocivos dentro del organismo de un colaborador.

**Ventilación en una mina subterránea.** (Duran Janampa, 2018, pp. 28–31), es un proceso en el cual se hace circular con una dirección al aire, para obtener condiciones favorables en las actividades que realiza el trabajador minero.

**Ventiladores:** (Duran Janampa, 2018, p. 28; Fuentes & Ramirez, 2019, p. 27), los ventiladores son equipos mecánicos que generan movimiento de aire y Crean un circuito de ventilación primaria o también de secundaria, los ventiladores principales generalmente se instalan en la superficie de una mina que es comunicada mediante labores a una red subterránea existente.

#### **2.4. Formulación de Hipótesis general y específicas**

Según (Sampieri et al., 2014), las hipótesis son las guías de una investigación o estudio, las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado.

El presente trabajo de investigación a modo de descripción correlacional, planteamos las siguientes hipótesis.

##### **2.4.1. Hipótesis general**

Al emplear indicadores apropiados evaluaremos y tomaremos decisiones optimas en el sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite.

##### **2.4.2. Hipótesis específica**

- ❖ Con la determinación de la demanda de aire se podrá tomar decisiones que mejoren el sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite.
- ❖ El control de los ingresos y salidas de aire, nos permitirá evaluar y controlar el sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite 2021.

- ❖ El monitoreo constante de las concentraciones de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, y gases tóxicos y temperatura ambiental en las vías y labores principales de la mina, permitirá evaluar y controlar el sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite.
- ❖ Mejorar los rendimientos de los ventiladores, nos permitirá tener una operación continua del sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite.

## **2.5. Identificación de las Variables**

### **2.5.1. Variables Independientes**

Indicadores para la evaluación de la ventilación.

### **2.5.2. Variables Dependientes**

Sistema de Ventilación de la Unidad Minera Antapite.

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

### **2.6.1. Indicadores de evaluación ventilación mina**

La evaluación integral de ventilación deberá considerar los siguientes indicadores: Balance de ingresos y salidas de aire de la mina, Demanda de aire de la mina, Mediciones de Oxígeno, Dióxido de Carbono, gases tóxicos y temperatura ambiental en las vías principales de la mina y labores en operación, disponibilidad de las curvas de rendimiento de los ventiladores. (Decreto Supremo Nro. 024 2016 EM, pp.29)

### **2.6.2. Sistema de ventilación de la Unidad Minera Sierra Antapite**

Sistema de ventilación de tipo impelente. Tiene como objetivo proporcionar la cantidad de aire necesario para diluir y transportar el aire contaminado hacia superficie, proporcionar aire fresco para el personal que labora dentro de una mina o túneles. (Lanazca L. 2015, pp.25)

El sistema de ventilación debe de minimizar los riesgos, aplicando estándares en sus procesos (Duran J. 2018, pp.33).

**CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE INVESTIGACIÓN**  
**“Indicadores de Evaluación del Sistema de Ventilación en la Compañía Minera Sierra Sun Group - Unidad Antapite 2021”**

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
<p align="center"><b><u>VARIABLE INDEPENDIENTE</u></b></p> <p align="center">Indicadores para la evaluación de la ventilación</p>	<p align="center">La evaluación integral de ventilación deberá considerar: Balance de ingresos y salidas de aire de la mina, Demanda de aire de la mina, Mediciones de Oxígeno, Dióxido de Carbono, gases tóxicos y temperatura ambiental en las vías principales de la mina y labores en operación, disponibilidad de las curvas de rendimiento de los ventiladores. (Decreto Supremo Nro. 024 2016 EM, pp.29)</p>	<p align="center">Demanda de aire</p>	Caudal requerido por el número de trabajadores.
			Caudal requerido por el consumo de madera
			Caudal requerido por temperatura en las labores de trabajo
			Caudal requerido por equipo con motor petrolero.
			Caudal requerido por fugas.
		<p align="center">Balance de ingresos y salidas de aire</p>	Balance de Ingresos de aire del circuito integrado
			Balance de Salidas de aire del circuito integrado
			Cobertura de Requerimiento de aire de la mina
		<p align="center">Monitoreo de gases: O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, otros.</p>	Mediciones de Oxígeno
			Mediciones de Dióxido de Carbono
			Mediciones de Monóxido de Nitrógeno
			Temperatura de la labor
			Humedad relativa
		<p align="center">Rendimiento de ventiladores</p>	Presión absoluta
			Rendimiento de las ventiladoras de 10 000CFM
			Rendimiento de las ventiladoras de 15 000CFM
			Rendimiento de las ventiladoras de 20 000CFM
Rendimiento de las ventiladoras de 30 000CFM			
Rendimiento de las ventiladoras de 60 000CFM			
<p align="center"><b><u>VARIABLE DEPENDIENTE</u></b></p> <p align="center">Sistema de ventilación de la Unidad Minera Antapite</p>	<p align="center">Sistema de ventilación de tipo impelente. Tiene como objetivo proporcionar la cantidad de aire necesario para diluir y transportar el aire contaminado hacia superficie, proporcionar aire fresco para el personal que labora dentro de una mina o túneles. (Lanazca L. 2015, pp25)</p>	<p align="center">Cantidad y calidad del aire de mina</p>	Límites en velocidades, temperatura en los circuitos de ventilación
			Límites de calidad de aire
		<p align="center">Estandarización de proceso de ventilación</p>	Instalación de ventiladoras y accesorios
			Monitoreo y control de gases en las labores
			Instalación de Tapones, barreras temporal o definitiva

*Cuadro N° 24. Operacionalización de las variables de investigación.*

*Fuente: Elaboración propia.*

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de investigación

Según (Camirra & Cartaya, 2009) Considera que el tipo de investigación según su propósito son dos, básica que permite una mayor comprensión de los fenómenos y el tipo aplicada, que está generalmente referida a la solución de problemas que en este caso, es el proceso de ventilación mina por lo que la investigación está en marcado dentro de este propósito.

El tipo de estudio de la presente Investigación es **APLICADA** porque persigue la evaluación del sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite con los indicadores planteados. Busca explicar, la realidad del proceso de ventilación, en la Unidad Minera Sierra Antapite S.A.C.

#### 3.2. Nivel de investigación

El presente Trabajo de investigación desarrolla una metodología de investigación **descriptiva**.

Los estudios descriptivos especifican las características de los grupos sociales, de las personas, de las comunidades o cualquier otro fenómeno que se estudie, el estudio descriptivo se mide o recolecta información sobre cada una de las variables, para así descubrir lo que se investiga. (Sampieri et al., 2014)

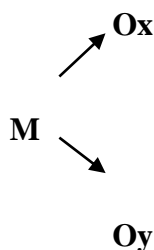
### 3.3. Métodos de investigación

La presente investigación aplica el **método científico**. El método científico propone contacto con los objetos o fenómenos reales, nos da pistas para formular hipótesis y construir en base a ellos conocimientos en un inicio fueron hipótesis formuladas.(Jiménez et al., 2017, p. 6; Mallma-Perez, 2022, p. 91)

### 3.4. Diseño de investigación

(Sampieri et al., 2014) Según el autor el diseño de investigación descriptivo no experimental con corte transversal, grupo de investigaciones descriptivas en la cual la característica fundamental es la recolección de datos en un tiempo determinado y la descripción de sus variables respectivas.

En resumen, el diseño de investigación que se empleo es **Diseño descriptivo con corte transversal** en la que se analizó las variables independientes y se evaluara los efectos o consecuencias o influencias de estas en un tiempo determinado.



Donde:

M: Muestra obtenida.

O: Se recoge la información (Observación)



↓: Descripción

Y: Variable dependiente

X: Variable Independiente

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

Según (Mallma Perez & Salazar Vazquez, 2019), La población es cualquier conjunto de elementos que tenga una o más propiedades comunes definidas por el investigador, pudiendo abarcar toda la realidad, hasta un grupo muy reducido de fenómenos.

**La población en la presente investigación** está dada por los tajos y avances de la Unidad Minera Antapite, en total son: **13 tajos de producción y 15 labores de avances**, en desarrollo (4) exploración (3) y preparación (8) según el plan de minado de la unidad minera Sierra Antapite.

Detalle de la población de los Tajos		
Veta	Tajo	Nro. de Tajos
Antapite	3240	1
Katy	3130	2
	3190	
Nidia	3130	1
Veronica	3190	1
Zorro Rojo	3190	4
	3240	
	3325	
	3360	
Ramal Zorro Rojo	3360	1
Pampeñita	3240	2
	3285	
Zorro Rojo Nor	3415	1
<b>Total de tajos</b>		<b>13</b>

Detalle de la población de los Avances		
Etapa	Veta	Labores
Preparacion	Katy	1
	Zorro Rojo	1
	Antapite	2
	Zorro Rojo	2
	Pampeñita	2
Desarrollo	Antapite	1
	Pampeñita	1
	Zorro Rojo	2
Exploraciones	Katy	1
	Tita	2
<b>Total de avances</b>		<b>15</b>

*Cuadro N° 25. Población de investigación en la mina sierra Antapite.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Avances - método corte y relleno			
Etapa	Veta	Nivel	Abril. 2021
Preparacion	Katy	3070	45
	Zorro Rojo	3190	90
<b>Total</b>			<b>135</b>

Avances - método de Taladros largos			
Etapa	Veta	Nivel	Abril. 2021
Desarrollo	Antapite	3240	65
	Pampeñita	3285	55
	Zorro Rojo	3240	45
		3225	30
Preparacion	Antapite	3240	81
		3285	75
	Zorro Rojo	3240	110
		3360	95
	Pampeñita	3240	50
		3285	30
<b>Total</b>			<b>636</b>

Avances en Exploraciones			
Etapa	Veta	Nivel	Abril. 2021
Exploraciones	Katy	3240	55
	Tita	3240	30
		3285	15
<b>Total</b>			<b>100</b>

*Cuadro N° 26. Detalle de los metrajes de avances por método de explotación.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Produccion - método corte y relleno				Produccion - método Taladros largos				
Veta	Nivel	Valores	Abril. 2021	Veta	Nivel	Valores	Abril. 2021	
Antapite	3240	Producción (t)	500	1915	3240	Producción (t)	3043	
		Ley (g Au/ t)	3,8			Ley (g Au/ t)	2,7	
	<b>Total Producción (t)</b>		<b>500</b>			<b>Total Producción (t)</b>		<b>500</b>
	<b>Ley media (g Au/ t)</b>		<b>4</b>			<b>Ley media (g Au/ t)</b>		<b>3,83</b>
Katy	3130	Producción (t)	3780	23016,84	3240	Producción (t)	1618	
		Ley (g Au/ t)	5,6			Ley (g Au/ t)	2,6	
	3190	Producción (t)	301			3285	Producción (t)	1863
		Ley (g Au/ t)	5,9				Ley (g Au/ t)	4
	<b>Total Producción (t)</b>		<b>4081</b>			<b>Total Producción (t)</b>		<b>3481</b>
<b>Ley media (g Au/ t)</b>		<b>5,6</b>		<b>Ley media (g Au/ t)</b>		<b>3,2</b>		
Nidia	3130	Producción (t)	340	1564	3360	Producción (t)	1188	
		Ley (g Au/ t)	4,6			Ley (g Au/ t)	2,3	
	<b>Total Producción (t)</b>		<b>340</b>			<b>Total Producción (t)</b>		<b>1188</b>
<b>Ley media (g Au/ t)</b>		<b>4,6</b>		<b>Ley media (g Au/ t)</b>		<b>2,3</b>		
Veronica	3190	Producción (t)	1145	5805,15	3415	Producción (t)	2468	
		Ley (g Au/ t)	5,1			Ley (g Au/ t)	2,4	
	<b>Total Producción (t)</b>		<b>1145</b>			<b>Total Producción (t)</b>		<b>2468</b>
<b>Ley media (g Au/ t)</b>		<b>5</b>		<b>Ley media (g Au/ t)</b>		<b>2,4</b>		
Zorro Rojo	3190	Producción (t)	402	1648,2	3240	Producción (t)	3979	
		Ley (g Au/ t)	4,1			Ley (g Au/ t)	2,6	
	<b>Total Producción (t)</b>		<b>402</b>			3325	Producción (t)	347
	<b>Ley media (g Au/ t)</b>		<b>4,1</b>				Ley (g Au/ t)	3,3
	<b>Total Producción (t)</b>		<b>6128</b>			3360	Producción (t)	3771
<b>Ley media (g Au/ t)</b>		<b>5,5</b>			Ley (g Au/ t)	2,4		
				<b>Total Producción (t)</b>		<b>8097</b>		
				<b>Ley media (g Au/ t)</b>		<b>2,6</b>		
				<b>Total Producción (t)</b>		<b>17590</b>		
				<b>Ley media (g Au/ t)</b>		<b>2,7</b>		

*Cuadro N° 27. Detalle de toneladas en tajos por método de explotación.*

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.5.2. Muestra

La muestra será censal que incluye a toda la población de la unidad minera Antapite. Según (Hayes, 2009) se conoce como muestreo censal, al que básicamente muestra todos los casos posibles en nuestra población. Según (Mallma-Perez, 2022, p. 92), la muestra es un grupo pequeño de la población, que supuestamente representa en una mayor o menor medida, las características de una población a la que se pretende estudiar.

**En este caso de investigación,** será una muestra **censal** que involucrará a todos los laboreos existentes en avances y producción, tal como se muestra en las tablas, que son **13 tajos de operación mina y 15 labores de avance.**

Detalle de la muestra de los Tajos		
Veta	Tajo	Nro. de Tajos
Antapite	3240	1
Katy	3130	2
	3190	
Nidia	3130	1
Veronica	3190	1
Zorro Rojo	3190	4
	3240	
	3325	
	3360	
Ramal Zorro R	3360	1
Pampeñita	3240	2
	3285	
Zorro Rojo Noi	3415	1
<b>Total de tajos</b>		<b>13</b>

Detalle de la muestra de los Avances		
Etapa	Veta	Labores
Preparacion	Katy	1
	Zorro Rojo	1
	Antapite	2
	Zorro Rojo	2
Desarrollo	Pampeñita	2
	Antapite	1
	Pampeñita	1
Exploraciones	Zorro Rojo	2
	Katy	1
	Tita	2
<b>Total de avances</b>		<b>15</b>

*Cuadro N° 28. Numero de tajos y labores de avance de la muestra de investigación.*

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se utilizaron en la presente investigación son los detallados a continuación:

**Anemómetro Dwyer:** Mide temperatura y velocidad del aire.



*Gráfico N° 20. Anemómetro de sensor y alabes de la unidad minera Antapite.*

*Fuente: Fotografía en el gabinete de Ventilación de Minas.*

**Manómetro Dwyer:** Este instrumento mide presiones positivas, negativas y diferenciales de aire.



*Gráfico N° 21. Manómetro digital con su tubo de Pitot.*

*Fuente: Fotografía en el gabinete de Ventilación de Minas, Unida Minera Antapite.*

**Bombilla y Tubo de Humo:** Se usa para visualizar la dirección del aire.



**Gráfico N° 22.** Bombilla y tubo de humo.

*Fuente: Fotografía en el gabinete de Ventilación de Minas, Unida Minera Antapite.*

Estas a su vez deben de tener el certificado de calibración.

N°	Equipo	Modelo	Marca	N° Interno	N° de Serie	Año de Compra	Función	Estado	Fecha de calibración
1	Termo Anemómetro Digital	VT - 200	DWYER	14095	11470070	Dic - 2021	Medidor de velocidad de aire y temperatura	Operativo	21/12/2021
2	Termo Anemómetro Digital	472 - 2	DWYER		471-2 M29X	Dic - 2021	Medidor de alta velocidad de aire y temperatura	Operativo	10/11/2021
3	Manómetro Digital	475 - 3 FM	DWYER	14094	475-3-FM N20X	Dic - 2021	Medidor de presiones de aire	Operativo	21/12/2021
4	Psicrométo Digital	RH 390	EXTECH	14096	11095881	2021	Medidor de Temperatura, H.R.	Operativo	21/12/2021
5	Multidetector de Gases	ALTAIR 5IR	MSA	3351	17692 - F10	2021	Gases del Ambiente (O <sub>2</sub> , CO, NO y NO <sub>2</sub> )	Operativo	05/12/2021
6	Analizador de Vibración	407736	VMI AB	14097	6618	2021	Medidor de niveles de Vibración	Operativo	10/11/2021

**Cuadro N° 29.** Resumen equipos de medición utilizados en la Unidad Minera Antapite.

*Fuente: Área de Ventilación de Minas.*

**Detector Multigas Altair 5X:** Este equipo es capaz de medir hasta 6 gases simultáneamente. El Detector durable mide niveles de gases combustibles LEL y/o rango de porcentaje por volumen, oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, dióxido de azufre, amoníaco y cloro entre otros.

Estos detectores son usados por el área de seguridad y salud, así como el área de ventilación, para realizar las mediciones en los frentes de explotación, asimismo según se evaluación se dan las recomendaciones con el objetivo de proporcionar y mantener Una atmósfera segura dentro de las labores.



*Gráfico N° 23. Detector de gases digital para medición en labores mineras.  
Fuente: Fotografía en el gabinete de Ventilación de Minas, Unida Minera Antapite.*

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

Dentro de las técnicas de investigación que se utiliza para el desarrollo de la presente investigación, tanto para la recolección de datos como para mecanismos específicos de control y validez de la información será la **Observación** de forma indirecta y los instrumentos serán el Termo Anemómetro Digital, psicrómetro, tubo de Pitot, vibrometro y el Multidetector de Gases, equipos con las cuales se tomara mediciones o notas en campo.

Según (Cori, 2008, pág. 127) la encuesta “es una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan al investigador”.

### **3.8. Tratamiento Estadístico**

Para procesar e interpretar la información; se realizará una investigación con las siguientes técnicas de procesamiento que son: la recolección de datos de

calidad referido al monitoreo de gases y la cantidad de aire que son los caudales, la revisión de manuales, uso de copias, planos de ubicación, localización de la zona, planos topográficos, planes anuales, control en ciclo de operaciones unitarias. Para el procedimiento de recolección de datos se realizó la siguiente secuencia, la cual se detalla líneas abajo:

- Revisión de informes y estudios de ventilación de la unidad minera.
- Capacitación del uso de los instrumentos de ventilación.
- Verificación del certificado de calibración de los instrumentos.
- Coordinación con las áreas operativas para la toma de datos.
- Monitoreos de gases y caudales del instrumento.
- Análisis y procesamiento de datos en el software VentSim 5.0

Para el detalle análisis de la información se recurrió a el análisis y procesamiento de los datos en Hojas de cálculo, para el cálculo de los indicadores de ventilación como demanda de aire en la mina y balances, para el cálculo de los rendimientos de las ventiladoras nos apoyaremos con el software de simulación de ventiladoras el tratamiento de caudales y gases será simulado en el software de ventilación Ventsim Design 5.

En el esquema mostrado líneas abajo, detallamos por ejemplo el circuito de ventilación en el **nivel 3415**, en la cual se realizará la simulación respectiva y el tiempo calculado en la ventilación de dichas labores.





## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

En la presente investigación nos enfocaremos en detallar 4 indicadores de respeto a la evaluación de la ventilación en la unidad minera.

En principio comenzaremos con la demanda de aire en interior mina, para ello tendremos en consideración el anexo 38 del DS 024-2016 y su modificatoria la 023-2017 Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, en la cual nos detalla los caudales requeridos por trabajadores, por consumo de madera, por la temperatura en las labores, por equipos con motor diésel, por explosivos y por fugas.

Con respecto a la dimensión de balance de ingresos y salidas, nos apoyaremos con el uso del instrumento anemómetro, la cual me dirá los ingresos de aire en la unidad minera, así como también las salidas de aire viciado, una comparación de los caudales de ingresos y requerimientos realizados en la

demanda de aire nos mostraran la cobertura que se tiene en la unidad minera con respecto al aire de mina.

Respecto a las mediciones y monitoreo de gases y temperaturas en las labores mineras, se realizará con el equipo de detector de gases MSA, la cual permitirá su control y monitoreo en 5 gases representativos, la cuál es el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, el dióxido de nitrógeno, el oxígeno y el ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S; también realizaremos mediciones de temperatura humedad y presión en las condiciones ambientales de los trabajadores en interior mina.

Con respecto a los ventiladores se detallará el rendimiento de éstos, para ello utilizaremos el software de Airtec, en la cual se ingresará a los parámetros de altitud temperatura, y detalles de la misma ventiladora, para luego ser evaluados en el sistema del circuito de ventilación la cual detallar a una eficiencia, con respecto a los ventiladores de 10,000 CFM, 15 000 CFM, 20 000 CFM, 30 000CFM, y 60 000 CFM.

Cabe señalar que todas estas dimensiones serán comparadas y respecto a los límites máximos permisibles, así como a los parámetros operativos en la instalación de las ventiladoras.

## **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

### **4.2.1. Análisis de datos**

La medición de caudales de aire, nos muestra que los caudales de salida en lámina según las mediciones en la raicé climber y chimeneas, nos da una lectura de: 66742.97 cfm y las mediciones con respecto a las entradas por las bocaminas y raicé climber, nos da una lectura de: 67 051.83 cfm. Tal como se muestra en el cuadro líneas abajo.

INGRESO Y SALIDA DE AIRE				
Ingreso de aire	Nivel	Labor		
	SUPERFICIE	RC 9	7,160	cfm
	SUPERFICIE	RC 3 (medicion por interior mina)	1,811	cfm
	3240	Cx. 523 SW (Bocamina )	25,335	cfm
	3360	Cx. 495 NE (Bocamina )	12,803	cfm
	3415	Gl. 390 (Bocamina)	13,459	cfm
	3285	Bocamina 3285	6,484	cfm
	3580	Bocamina 3580	0	cfm
		<b>Total de Ingreso de aire</b>	<b>67,052</b>	<b>cfm</b>
Salidas de aire	Nivel	Labor		
	SUPERFICIE	RC 04	13,450	cfm
	SUPERFICIE	CH 034	3,007	cfm
	SUPERFICIE	RC 06	23,700	cfm
	SUPERFICIE	RC 07	26,586	cfm
	SUPERFICIE	CH 764	191	cfm
		<b>Total Salida aire</b>	<b>66,934</b>	<b>cfm</b>

**Cuadro N° 30. Medición de caudales de aire en la Unidad Minera Antapite.**

*Fuente: Elaboración propia.*

NIVEL	LABOR	CAUDAL CFM	TEMPERATURA (T° C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	PRESION ABSOLUTA hPa	FECHA DE MEDICIÓN	HORA DE MEDICIÓN
SUPERFICIE	RC 04	13,449.63	22	56	681.3	03-ago	07:04 a.m.
SUPERFICIE	CH 034	3,007.50	22	58	685.1	03-ago	07:20 a.m.
SUPERFICIE	RC 06	23,699.87	24	61	685.4	03-ago	08:00 a.m.
SUPERFICIE	RC 07	26,585.97	21.4	70	683.2	03-ago	02:24 p.m.
SUPERFICIE	CH 764	190.70	20.2	68	684.2	04-ago	10:00 a.m.
		<b>66,933.67</b>					
SUPERFICIE	RC 9	7,159.61	23	35	685.4	03-ago	11:30 a.m.
SUPERFICIE	RC 3 (medicion por interior mina)	1,811.13	18.3	37	687.1	03-ago	11:57 a.m.
	Cx. 523 SW (Bocamina )	25,335.02	14.9	32	689.1	03-ago	12:28 p.m.
	Cx. 495 NE (Bocamina )	12,803.03	15.6	35	684.2	03-ago	12:03:00
	Gl. 390 (Bocamina)	13,458.58	16.5	39	683.4	03-ago	01:10 p.m.
	Bocamina 3285	6,484.45	20	42	685.7	03-ago	01:30 a.m.
	Bocamina 3580	-	21	37	687.1	04-ago	01:50 a.m.

**Cuadro N° 31. Medición de temperatura humedad y presiones en la Unidad Minera Antapite.**

*Fuente: Elaboración propia.*

Con respecto al balance general de aire requerido en las operaciones mina según los equipos, número de personal, consumo de madera, fugas en la instalación del sistema de ventilación tanto por accesorios y los equipos, así como también la dilución debido a los contaminantes. Con respecto, el requerimiento total de aire en estos cinco aspectos podemos detallar qué se requiere un caudal de:

Requerimiento Total: QTr + Qeq + Qtm + Qfu + Dil = 172,111 cfm.

REQUERIMIENTO DE AIRE PARA VENTILACION						
Para Personal	QTr					
	Descripción	N° Personas	D.S 023 - EM 2017 (m3/min)		Caudal (m3/min)	Caudal (CFM)
	TOTAL	80	5		400	14,126
	Sub Total	80			400	14,126
REQUERIMIENTO DE AIRE PARA VENTILACION						
PARA EQUIPOS	QEq					
	Equipos	Cant.	Potencia Efectiva (HP)	DM (%)	Utilizacion(%)	Caudal (m3/min)
	SCOOPE (2.5yd3)					
	SCOOPE	2	95	93%	80%	424
	SCOOPE	2	95	89%	82%	416
	SCOOPE	2	95	87%	71%	352
CONTRATISTAS	SCOOPE	1	107	80%	79%	203
	SCOOPE	1	132	85%	70%	236
	<b>SUBTOTALES</b>	7				1,631
	JUMBO	3	59	90%	50%	80
	JUMBO	2	59	90%	50%	80
	<b>SUBTOTALES</b>	5				160
	DUMPER	1	124	85%	60%	190
	<b>SUBTOTALES</b>	1				190
	<b>SUB TOTAL</b>	13	766			1,980
						69,931
REQUERIMIENTO DE AIRE PARA VENTILACION						
Por Consumo Madera	QTe					
	Requerimiento por consumo madera	Tonelada de producción TMH/Guardia		Factor de producción de acuerdo a escala		Caudal m3/min
		300		0.6		180
	Sub Total					6,357
REQUERIMIENTO DE AIRE PARA VENTILACION						
Para Fugas	QFu					
	QTr (cfm)	QTe	QEq (cfm)	QFu (QTr+Qtm+QEq, cfm)		
	14,126	6,357	69,931	13,562		
	Sub Total	69,931		13,562		
REQUERIMIENTO DE AIRE PARA VENTILACION						
Para dilucion de contaminantes	QDil					
	Vel. Aire	Nro. Niveles	Seccion promedio		Caudal m3/min	Caudal cfm
	25	7	11		1,929	68,136
	Sub Total	11		68,136		

**Cuadro N° 32. Balance general de ventilación en la mina Sierra Antapite.**

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la cobertura total del sistema podemos detallar como el cociente de requerimiento entre el total de ingreso de aire en el sistema de ventilación de la unidad minera, esto en suba representa el 39% de cobertura del sistema con respecto al requerimiento de aire. Línea trabajo se detalla lo descrito para una mayor explicación.

Diferencia entre ingreso y salida = 118 CFM

A modo de resumen podemos mencionar:

- Requerimiento Total:  $Q_{Tr} + Q_{eq} + Q_{tm} + Q_{fu} = 172,111$  CFM
- Total, de Ingreso de aire = 67,052 CFM
- Total, de salida aire = 66,934 CFM
- Cobertura del sistema = 39%

#### **4.3. Prueba de Hipótesis**

Tomándolo como una tesis descriptiva correlacional. Para la validez de la investigación utilizaremos el estadígrafo  $r$  (Correlación de Pearson) y mencionaremos lo siguiente:

Ambas variables como los indicadores de evaluación de la ventilación y el sistema de ventilación de la minera, tienen una correlación del  $r=0.873$ , además de ello se detalla que las dimensiones de demanda de aire de la mina  $r=0.815$ , balance de ingresos y salidas  $r=0.912$ , mediciones de gases y temperatura  $r=0.881$  y el rendimiento de las ventiladoras  $r=0.791$ , como podemos observar después de la evaluación nos marca que las correlaciones son significativas para el análisis de la presente investigación.

Correlaciones

		X. Indicadores de evaluación ventilación mina	Y. Sistema de ventilación de la Unidad Minera Sierra Antapite
X. Indicadores de evaluación ventilación mina	Correlación de Pearson	1	,873**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	28	28
Y. Sistema de ventilación de la Unidad Minera Sierra Antapite	Correlación de Pearson	,873**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	28	28

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Cuadro N° 33.** Tabla de correlación entre ambas variables de investigación.

Fuente: Software SPSS, Elaboración propia.

Correlaciones

		Y. Sistema de ventilación de la Unidad Minera Sierra Antapite
X1. Demanda de aire de la mina	Correlación de Pearson	,815
	Sig. (bilateral)	,000
	N	28
X2. Balance de ingresos y salidas de aire	Correlación de Pearson	,912
	Sig. (bilateral)	,000
	N	28
X3. Mediciones de gases y temperatura ambiental	Correlación de Pearson	,881
	Sig. (bilateral)	,000
	N	28
X4. Rendimiento de los ventiladores.	Correlación de Pearson	,791
	Sig. (bilateral)	,000
	N	28
Y. Sistema de ventilación de la Unidad Minera Sierra Antapite	Correlación de Pearson	1
	N	28

**Cuadro N° 34.** Tabla de correlación entre las dimensiones de la investigación y el sistema de ventilación.

Fuente: Software SPSS, Elaboración propia.

Al llevarlo el análisis de la hipótesis dentro de la distribución normal, podemos detallar que:

$$Z_E = \frac{1.15131 * \log_{10} \frac{1+r}{1-r}}{\frac{1}{\sqrt{n-3}}}$$

r: coeficiente de correlación = 0.873

n: cantidad muestral =28

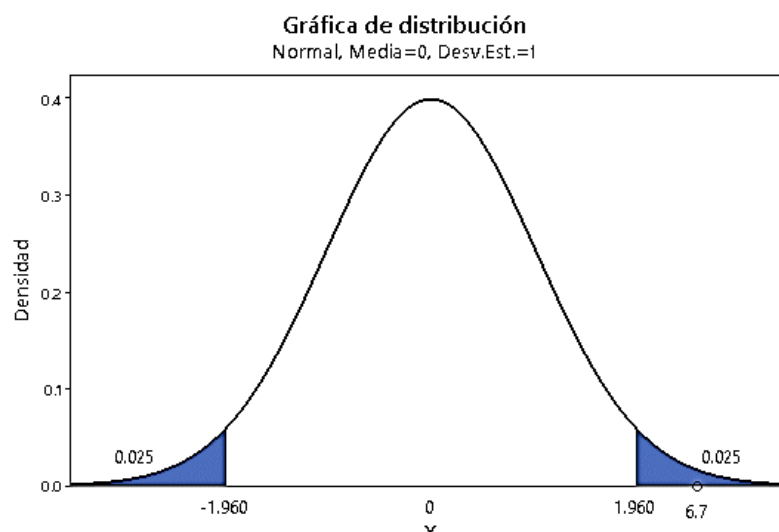
donde, la H0 (hipótesis nula) y la H1 (hipótesis alterna)

z calculado es 6.7

**H0** : Al determinar los indicadores evaluaremos no tomaremos decisiones optimas en el sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite.

**H1** : Al determinar los indicadores evaluaremos tomaremos decisiones optimas en el sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite.

**Decisión:** Obtenemos que el valor calculado es: 6.7 razón por la cual se acepta la hipótesis alterna, que menciona que: Al determinar los indicadores evaluaremos tomaremos decisiones optimas en el sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite.



**Gráfico N° 26.** Distribución normal y el valor Z de la prueba de hipótesis.

Fuente: Software SPSS, Elaboración propia.

#### **4.4. Discusión de resultados de la investigación**

Con respecto a la discusión de resultados, por niveles las cuales detallaremos los balances, en la que se detallará la cobertura y la propuesta respectiva para el mejoramiento del sistema de ventilación en este nivel.

Según el autor (Duran Janampa, 2018, p. 82) nos detalla que el estudio de ventilación nos detalla los balances general de aire en mina la cual es representada por la cobertura, menciona que la mina Colquijirca CIA. de minas Buenaventura es del 66%, debido a que no se cuenta con un circuito definido para evacuar el aire contaminado, lo cual ocasiona acumulación de humo y concentraciones de gases que en algunos casos sobrepasan los LMP. En nuestro caso se hizo un análisis por niveles la cual es detallada líneas abajo y se recomienda sus correctivos para lograr una cobertura mayor o al menos que cubra el 100% del aire requerido. Para ser más específicos el requerimiento de aire por personal equipos consumo de madera, fugaz y dilución de gases, es de 172,111 cfm el ingreso de aire Es de 67,052 cfm, lo que conlleva una cobertura del sistema de ventilación del 39% en la unidad minera Sierra Antapite

El autor (Duran Janampa, 2018, p. 106), detalla también que es necesario comunicar chimeneas principales hacia superficie que lleguen cerca a los tajos en explotación para evitar usar muchos ventiladores secundarios, en la presente detallamos que, en la mina Sierra Antapite el sistema tendrá una ventilación de dos horas y media con los recursos disponibles en el contexto actual.

(Fuentes & Ramirez, 2019, pp. 42–55), detalla que las mediciones y monitoreos son importantes validar el modelo de simulación en el software, describe de mediciones mayores a 150 puntos en la mina Majiagou Coal Mine, 220 en la Donghai Mine. En nuestro caso las mediciones de los ingresos fueron:



Rc 09 (caudal de ingreso de 7 159.6 cfm), Rc 03 (caudal de ingreso de 1 811.1 cfm), Bocamina del Nv 3240 - Cx 523W (caudal de ingreso de 7 159.6 cfm), bocamina del 3360 – Cx 495 (caudal de ingreso de 12 803 cfm), Bocamina 3415Gal 390(caudal de ingreso de 123 458.6 cfm), Bocamina 3285 (caudal de ingreso de 6.484 cfm). Totos ellos haen un caudal de ingreso de 67 051.8 cfm. En cada una de ellas se realizaron 9 puntos e monitoreos haciendo un total de 54 puntos para lo monitoreos solo del ingreso de las labores.

(Castillo Aranguren, 2017, p. 55), menciona le uso de detectores de gases en interior mina, si como tambien el registro de los tableros de concentración de gases en las labores, en la unidad minera Sierra Antapite se usa el detector Multigas Altair 5X MSA, la cual es importante para el monitoreo de los parámetros de LMP de gases en interior mina.

(DS. N° 024-2016-EM, 2016, p. 99), detalla de la disponibilidad de las curvas de rendimiento de los ventiladores, (Lanazca De la Cruz, 2015, p. 47) en la mina del proyecto Pachachaca, detalla que el rendimiento del ventilador para el túnel N° 1 es 56.18% y para el túnel N° 2 es 56.19%. Haciendo referencia a la minera sierra Antapite, la eficiencia de los ventiladores se detalla que los ventiladores de 10000 cfm tiene una eficiencia del 56%, la ventiladora de 20000 cfm tiene una eficiencia del 70%, y la eficiencia de la ventiladora de 30000 cfm es de 68%.

A continuación, detallaremos los balances por niveles de la unidad minera.

#### 4.4.1. Balance de aire en el nivel 3470

En dicho nivel no existe una ventiladora para los trabajos de ampliacion de seccion, dicha evaluacion nos muestra que para cubrir los requerimientos del balance de aire se necesita una ventiladora de 20 000 CFM.

BALANCE DE AIRE						
Nv. 3470 (AVANCES)						
Seccion	3.5	ancho	area	11.025		
	3.5	alto	velocidad aire Anfo (m/min)	25		
factor de correccion	0.9					
<b>VENTILADORAS DE INGRESO DE AIRE</b>		0	CFM			
<b>Necesidades de Aire</b>				<b>m³/seg</b>	<b>m³/min</b>	<b>pie³/min</b>
<b>a) Para Personal:</b>						
2 Trabajadores/gdia x 5 m³/min x trabajador				0.17	10.0	353
<b>b) Para Dilución de Contaminantes:</b>						
Vel. Aire 25 m/min x 1 Niv. Operativos x ..m² Sección				4.59	275.6	9,732
<b>c) Para Equipos Diesel:</b>						
	Potencia Efectiva (HP)	DM (%)	Utilizacion(%)			
Dumper	124	0.85	0.4	2.11	126	4,466
Scoop de 3.5 yd³	107	0.8	0.4	1.71	103	3,627
<b>d) REQUERIMIENTO DE CAUDAL DE AIRE POR FUGAS (QFu)</b>						
	QTr (cfm)	QTm (cfm)	QEq (cfm) = u (QTr+QTm+QEq)			
	353	0	8,093	0.60	35.9	1,267
<b>Total Necesidad de Aire</b>				<b>9.18</b>	<b>550.7</b>	<b>19,445</b>
<b>Cobertura de Aire (Actual):</b>					0.00	
<b>Diferencia</b>					19,445	CFM
<b>Ventiladora (Propuesto):</b>					20,000	CFM

#### *Cuadro N° 35. Balance de aire nivel 3470 Unidad Minera Antapite.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Para el nivel 3470, cómo podemos observar, no tiene ninguna ventiladora pero tiene un requerimiento de 19 445 cfm, las cuales sugieren la instalación de un ventilador de 20.000 cfm para los avances de dicho nivel. En el contexto actual sólo la ventilación natural.

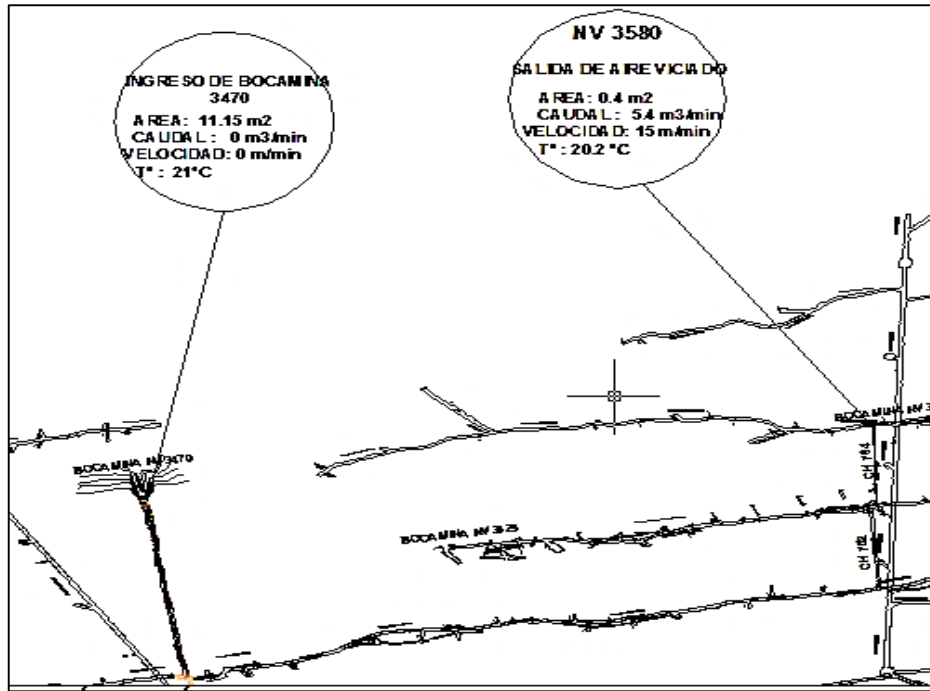


Gráfico N° 27. Circuito propuesto para la ventilación de esta zona.

Fuente: Software AutoCad, Elaboración propia.

#### 4.4.2. Balance de aire en el nivel 3415

BALANCE DE AIRE						
Nv. 3415 (AVANCES)						
Seccion	3	ancho		area	8.1	
	3	alto		velocidad aire Anfo (m/min)	25	
factor de correccion	0.9					
<b>VENTILADORAS DE INGRES</b>		20000	CFM			
<b>Necesidades de Aire</b>				m³/seg	m³/min	pie³/min
<b>a) Para Personal:</b>						
4 Trabajadores/gdia x 5 m³/min x trabajador				0.33	20.0	706
<b>b) CAUDAL REQUERIDO POR CONSUMO DE EXPLOSIVOS</b>						
Vel. Aire 25 m³/min x 2 Niv. Operativos x ... m² Sección				6.75	405.0	14,301
<b>c) Para Equipos Diesel:</b>						
	Potencia Efectiva (HP)	DM (%)	Utilizacion(%)			
Dumper	124	0.85	0.4	2.11	126	4,466
Scoop de 3.5 yd³	107	0.8	0.4	1.71	103	3,627
<b>c) REQUERIMIENTO DE CAUDAL DE AIRE POR FUGAS (QFu)</b>						
QTr (cfm)	QTr (cfm)	QEq (cfm)	QFu (QTr+QTr+QEq)			
706	0	8,093	8,799	0.62	37.4	1,320
<b>Total Necesidad de Aire</b>				<b>11.53</b>	<b>691.6</b>	<b>24,420</b>
<b>Cobertura de Aire (Actual):</b>					82%	
<b>Diferencia</b>					4,420	CFM
<b>Ventiladora (Propuesto):</b>					30,000	CFM

Cuadro N° 36. Balance de aire nivel 3415 Unidad Minera Antapite.

Fuente: Elaboración propia.

La ventilación del nivel 3415 podemos detallar que existe una deficiencia de 4 420 cfm, para las cuales se sugiere la instalación de un ventilador de 30000

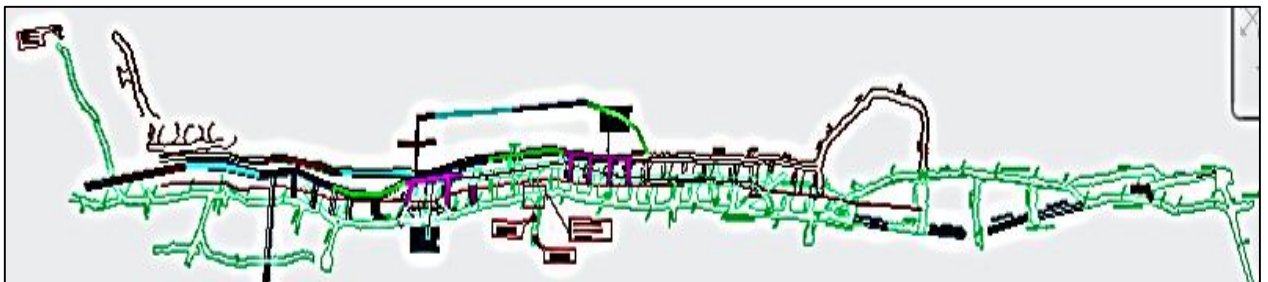
cfm, las cuales deben reemplazar a los 20000 cfm, para darle mayor caudal en los avances y limpieza de los Tajos, cabe señalar que también la comunicación al RC 04, es importante para mantener el flujo de evacuación del flujo de los gases.

#### 4.4.3. Balance de aire en el nivel 3360

BALANCE DE AIRE						
Nv. 3360 (AVANCES)						
Seccion	2.7	ancho		area		6.561
	2.7	alto		velocidad aire Anfo (m/min)		25
factor de correcion	0.9					
<b>VENTILADORAS DE INGRESO</b>		10000	CFM			
<b>Necesidades de Aire</b>						<b>m³/seg    m³/min    pie³/min</b>
<b>a) Para Personal:</b>						
4 Trabajadores/gdia x 5 m³/min x trabajador						0.33    20.0    706
<b>b) CAUDAL REQUERIDO POR CONSUMO DE EXPLOSIVOS</b>						
Vel. Aire 25 m/min x 1 Niv. Operativos x ...m² Sección						5.47    328.1    11,583
<b>c) Para Equipos Diesel:</b>						
	Potencia Efectiva (HP)	DM (%)		Utilizacion(%)		
Dumper	124		0.85	0.4	2.11	126    4,466
Scoop de 3.5 yd³	107		0.8	0.4	1.71	103    3,627
<b>d) REQUERIMIENTO DE CAUDAL DE AIRE POR FUGAS (QFu)</b>						
	QTr (cfm)	QTm (cfm)	QEq (cfm)	QFu (QTr+QTm+QEq)		
	706	0	8,093	8,799	0.62	37.4    1,320
<b>Total Necesidad de Aire</b>						<b>10.24    614.6    21,703</b>
<b>Cobertura de Aire (Actual):</b>						<b>46%</b>
<b>Diferencia</b>						<b>11,703    CFM</b>
<b>Ventiladora (Propuesto):</b>						<b>30,000    CFM</b>

*Cuadro N° 37. Balance de aire nivel 3360 Unidad Minera Antapite.*

*Fuente: Elaboración propia.*



*Gráfico N° 28. Circuito propuesto para el nivel 3360.*

*Fuente: Software AutoCad, Elaboración propia.*

Se detalla que tenemos un ventilador de 10 000 CFM y se requiere un caudal de 11 703 CFM, se requiere la instalacion de un ventilador de 30 000 CFM, para los avances de la Rampa positiva se considera un ventilador de 20 000 CFM.

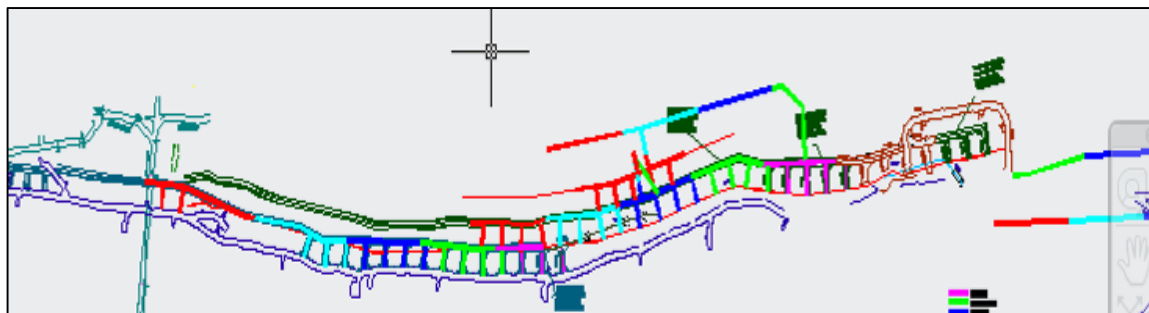
#### 4.4.4. Balance de aire en el nivel 3240

Con respecto a este nivel tenemos un requerimiento de 53 711 CFM y un ingreso en caudales de 27 328 CFM.

BALANCE DE AIRE					
Nv. 3240 (AVANCES Y TAJOS)					
Seccion	2.6	ancho	area	6.318	
	2.7	alto	velocidad aire Anfo (m/min)	25	
factor de correccion	0.9				
<b>PROPUESTO</b>					
Ingresos de Aire		Velocidad (m/s)	Area (m2)	m <sup>3</sup> /seg	m <sup>3</sup> /min pie <sup>3</sup> /min
Nv.3240 Avances Y Tajo		1.17	11.03	12.90	774.0 27,328
<b>Total Ingreso de Aire</b>				<b>12.90</b>	<b>774.0 27,328</b>
<b>VENTILADORAS</b>					
Zorro rojo (30000)	2 UNID			30000	CFM
Zona Intermedia Pampefita y antapite	1 UNID			10000	CFM
zona Pampefita	1 UNID			20000	CFM
zona Pampefita Extractor	1 UNID			24000	CFM
zona Antapite	1 UNID			30000	CFM
zona Antapite	1 UNID			20000	CFM
RP 423 (extractor)	1 UNID			15000	CFM
<b>Necesidades de Aire</b>					
				m <sup>3</sup> /seg	m <sup>3</sup> /min pie <sup>3</sup> /min
<b>a) Para Personal:</b>					
2 Trabajadores/gdia x 5 m <sup>3</sup> /min x trabajador (Zorro Rojo)				0.83	50.0 1,766
4 Trabajadores/gdia x 5 m <sup>3</sup> /min x trabajador (Intermedio Pampefita y Antapite)					
2 Trabajadores/gdia x 5 m <sup>3</sup> /min x trabajador (Antapite)					
4 Trabajadores/gdia x para extraccion y supervision					
<b>b) CAUDAL REQUERIDO POR CONSUMO DE EXPLOSIVOS</b>					
Vel. Aire 25 m/min x 1 Niv. Operativos x ...m <sup>2</sup> Sección Zona Zorro rojo				5.27	315.9 <sup>3</sup> 11,154
Vel. Aire 25 m/min x 1 Niv. Operativos x ...m <sup>2</sup> Sección Zona Antapite y Pampefita Intermedio				5.27	315.9 <sup>3</sup> 11,154
Vel. Aire 25 m/min x 1 Niv. Operativos x ...m <sup>2</sup> Sección Zona Pampefita				5.27	315.9 <sup>3</sup> 11,154
<b>c) Para Equipos Diesel:</b>					
	Potencia Efectiva (HP)	DM (%)	Utilizacion(%)		
Dumper	124		0.85	0.00	0 0
Scoop de 3.5 yd <sup>3</sup> SANDVIK = (1)	113		0.8	2.26	136 4,788
Scoop de 3.5 yd <sup>3</sup> SANDVIK = (1)	113		0.8	2.26	136 4,788
Scoop de 3.5 yd <sup>3</sup> CATERPILLAR	113		0.8	2.26	136 4,788
JUMBO	74		0.8	1.48	89 3,136
<b>d) REQUERIMIENTO DE CAUDAL DE AIRE POR FUGAS (QFu)</b>					
QTr (cfm)	QTm (cfm)	QEq (cfm)	QFu (QTr+QTm+QEq)		
1,766	0	4,788	6,554	0.46	27.8 983
<b>Total Necesidad de Aire</b>				<b>25.35</b>	<b>1,521.1 53,711</b>
<b>Cobertura de Aire (Actual):</b>					51%
<b>Diferencia</b>					26,383 CFM
<b>Ventiladora (Propuesto):</b>					60,000 CFM

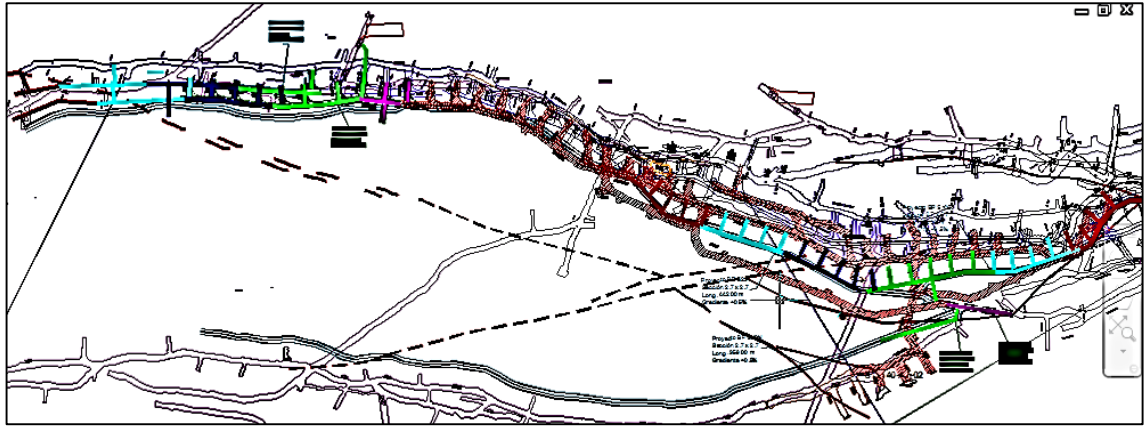
**Cuadro N° 38. Balance de aire nivel 3240 Unidad Minera Antapite.**

Fuente: Elaboración propia.



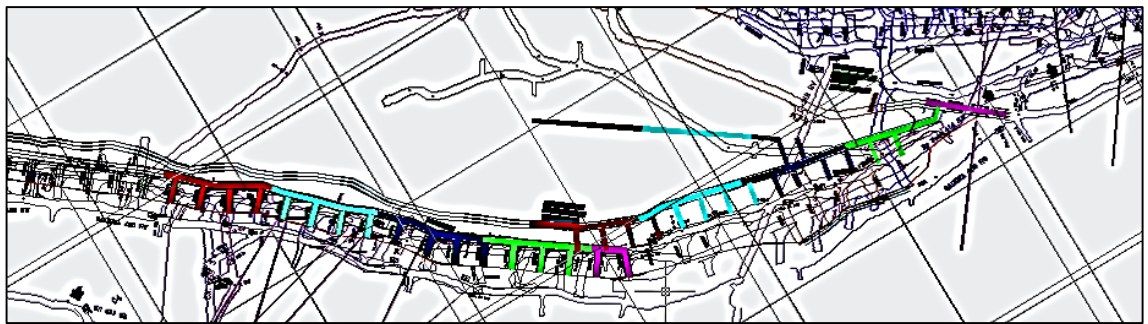
**Gráfico N° 29. Circuito propuesto para la ventilación de la zona Zorro Rojo.**

Fuente: Software AutoCad, Elaboración propia.



**Gráfico N° 30.** Circuito propuesto para la ventilación para la zona Pampeñita.

*Fuente: Software AutoCad, Elaboración propia.*



**Gráfico N° 31.** Circuito propuesto para la ventilación para la zona Antapite.

*Fuente: Software AutoCad, Elaboración propia.*

Se requiere hacer trabajos de cambio de ventiladoras y del extractor respectivo en esta zona (cambiar el ventilador de 10 000 CFM a 20 000 CFM en la RP 310 SW para la mejora en el ingreso del caudal hacia el By Pass 310). Es importante los trabajos de mejora en el sistema de extracción de aire viciado, trabajos de mejora en los taponos y puertas en la veta Antapite.

Para los avances proyectados se considera un ventilador de 30 000 CFM para la rampa negativa de 30 000 CFM y un ventilador de 20 000 CFM para la rampa positiva en la zona de Antapite.

#### 4.4.5. Balance de aire en el nivel 3190

En el nivel 3190, su requerimiento es de 21 292 CFM y su ingreso es por medio de una ventiladora de 20 000 CFM su deficiencia es de 1 292 CFM. Se menciona que la diferencia es minima tiene cobertura con un caudal de 20 000 CFM pero Considerar un ventilador para los Tajos (930,950,988) de 10 000 CFM y un ventilador para los Tajos (050,094,163 y 183) de 10 000 CFM.

BALANCE DE AIRE							
Nv. 3190(AVANCES Y TAJOS)							
Seccion	3,5	ancho		area		11,03	
	3,5	alto		velocidad aire Anfo (m/min)		25	
factor de correccion	0,9						
VENTILADORAS DE INGRES		20000	CFM				
Necesidades de Aire					m <sup>3</sup> /seg	m <sup>3</sup> /min	pie <sup>3</sup> /min
<b>a) Para Personal:</b>							
2 Trabajadores/gdia x 5 m <sup>3</sup> /min x trabajador (Tajo 050)					0,75	45,0	1.589
2 Trabajadores/gdia x 5 m <sup>3</sup> /min x trabajador (Tajo 094)							
2 Trabajadores/gdia x 5 m <sup>3</sup> /min x trabajador (Tajo 163)							
2 Trabajadores/gdia x 5 m <sup>3</sup> /min x trabajador (Tajo 930)							
<b>b) CAUDAL REQUERIDO POR CONSUMO DE EXPLOSIVOS</b>							
Vel. Aire 25 m/min x 1 Niv. Operativos x ... m <sup>2</sup> Sección					9,19	551,3 <sup>3</sup>	19.465
<b>c) Para Equipos Diesel:</b>							
	Potencia Efectiva (HP)	DM (%)	Utilizacion(%)				
Dumper	124		0,85	0	0,00	0	0
Scoop de 3.5 yd <sup>3</sup>	107		0,8	0	0,00	0	0
<b>d) REQUERIMIENTO DE CAUDAL DE AIRE POR FUGAS (QFu)</b>							
	QTr (cfm)	QTm (cfm)	QEq (cfm)	QFu (QTr+QTm+QEq)			
	1.589	0	0	1.589	0,11	6,8	238
<b>Total Necesidad de Aire</b>					<b>10,05</b>	<b>603,0</b>	<b>21.292</b>
<b>Cobertura de Aire (Actual):</b>						<b>94%</b>	
<b>Diferencia</b>						<b>1.292</b>	<b>CFM</b>
<b>Ventiladora (Propuesto):</b>						<b>20.000</b>	<b>CFM</b>

**Cuadro N° 39. Balance de aire nivel 3190 Unidad Minera Antapite.**

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.6. Balance de aire en el nivel 3130

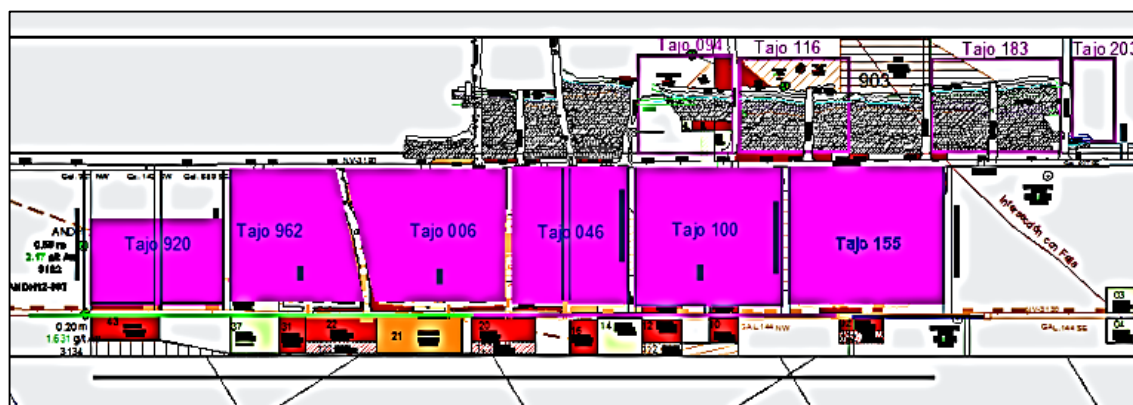


Gráfico N° 32. Circuito propuesto para la ventilación para la zona Katy.

Fuente: Software AutoCad, Elaboración propia.

BALANCE DE AIRE						
Nv. 3130 (AVANCES)						
Seccion	2.5	ancho		area		5.625
	2.5	alto		velocidad aire Anfo (m/min)		25
factor de correcion	0.9					
<b>VENTILADORAS DE INGRESO DE AIRE</b>		0	CFM			
<b>Necesidades de Aire</b>				<b>m³/seg</b>	<b>m³/min</b>	<b>pie³/min</b>
<b>a) Para Personal:</b>						
2 Trabajadores/gdia x 5 m³/min x trabajador (ANTAPITE)				0.33	20.0	706
2 Trabajadores/gdia x 5 m³/min x trabajador (FABIOLA)						
<b>b) CAUDAL REQUERIDO POR CONSUMO DE EXPLOSIVOS</b>						
Vel. Aire 25 m/min x 1 Niv. Operativos x -- m² Sección (FABIOLA)				2.34	140.6	4,965
Vel. Aire 25 m/min x 1 Niv. Operativos x -- m² Sección (ATAPITE)				2.34	140.6	4,965
<b>c) Para Equipos Diesel:</b>						
	Potencia Efectiva (HP)	DM (%)	Utilizacion(%)			
Dumper	124		0.85	0	0.00	0
Scoop de 3.5 yd³	107		0.8	0	0.00	0
<b>d) REQUERIMIENTO DE CAUDAL DE AIRE POR FUGAS (QFu)</b>						
QTr (cfm)	QTm (cfm)	QEq (cfm)	QFu (QTr+QTm+QEq)			
706	0	0	706	0.05	3.0	106
<b>Total Necesidad de Aire</b>				<b>5.07</b>	<b>304.3</b>	<b>10,743</b>
<b>Cobertura de Aire (Actual):</b>					0%	
<b>Diferencia</b>					10,743	CFM
<b>Ventiladora (Propuesto):</b>					10,000	CFM

Cuadro N° 40. Balance de aire nivel 3130 Unidad Minera Antapite.

Fuente: Elaboración propia.

En el nivel 3130, Su requerimiento es de 10 743 CFM para la cubrir la ventilacion en esta zona, no cuenta con ventiladoras. Como sugerencia esta el considerar un ventilador de 10 000 CFM para los Tajos de la veta Katy. Para los



programas de la explotación 2019 de los tajos del Nv 3130, se considera la instalación de dos ventiladoras de 20 000 CFM.

En suma, podemos detallar que las ventiladoras auxiliares, requeridas para mantener un buen flujo de ventilación, son 7 ventiladores de 20000 y 30000 cfm. Esto es importante para mantener con los caudales y requeridos que la reglamentación, y para el buen desarrollo de los trabajadores.

RESUMEN DE VENTILADORAS AUXILIARES A ADQUIRIR			
NIVEL	CANTIDAD	CAUDAL	OBSERVACION
Nv. 3470 (AVANCES)	1	20000 CFM	Para los avances de dicho nivel (no se cuenta con ninguna ventiladora)
Nv. 3415 (AVANCES)		20000 CFM	Para la rampa negativa del Nv. 3415
Nv. 3360 (AVANCES)	2	20000 CFM	Para la rampa positiva del 3360
Nv. 3240 (AVANCES Y TAJOS)	1	20000 CFM	Para rampa positiva del Nv 3240 (Antapite Rp positiva)
	1	30000 CFM	Para rampa negativa del Nv 3240 (Profundización Zorro Rojo)
Nv. 3190(AVANCES Y TAJOS)			
Nv. 3130 (AVANCES)	2	20000 CFM	Para 6 tajos convencionales en el Nv 3130
<b>TOTAL</b>		17000 CFM	

**Cuadro N° 41. Propuesta de ventiladoras Auxiliares para adquisición.**

*Fuente: Elaboración propia.*

En cuanto los ventiladores principales, se recomienda tres estatores principales, en los puntos mencionados, en la tabla líneas abajo, las cuales se extraerán el aire viciado producto de la explotación por voladura y los equipos presentes en la operación de la mina.

RESUMEN DE VENTILADORAS PRINCIPALES A ADQUIRIR			
NIVEL	CANTIDAD	CAUDAL	OBSERVACION
SUPERFICIE RC 6	1	50000	CFM Extraccion principal de aire viciado
SUPERFICIE RC 7	1	50000	CFM Extraccion principal de aire viciado
SUPERFICIE RC 4 O BOCAMINA 346	1	40000	CFM Extraccion principal de aire viciado
<b>TOTAL</b>		140 000	CFM

**Cuadro N° 42. Propuesta de ventiladoras principales para adquisición.**

*Fuente: Elaboración propia.*

### Simulacion de Gases

Con respecto a la cantidad de explosivo para los tajos y para las labores ya avancé líneas abajo detallamos la cantidad de explosivos utilizado, en cada uno de los frentes y tajos respectivos según los niveles en la que están trabajando en operaciones mina.

Tajos en explotacion	Equipo	Cantidad de Tajos	Cantidad de explosivo	Niveles de labores de avance	Equipo	Nro. labores de avance	Cantidad de explosivo
3130	Jack leg. / stoper	2	54.4 Kg./frente	3070	Jack leg.	1	58.08 Kg./frente
3190	Jack leg. / stoper	3	54.4 Kg./frente	3190	Jack leg.	1	58.08 Kg./frente
3240	Jumbo	3	23.71 Kg./Tal. Larg	3225	Jack leg.	1	58.08 Kg./frente
3285	Jumbo	1	23.71 Kg./Tal. Larg	3240	Jumbo	7	101.4 Kg./frente
3325	Jumbo	1	23.71 Kg./Tal. Larg	3285	Jumbo	4	101.4 Kg./frente
3360	Jumbo	2	23.71 Kg./Tal. Larg	3360	Jumbo	1	101.4 Kg./frente
3415	Jumbo	1	23.71 Kg./Tal. Larg				

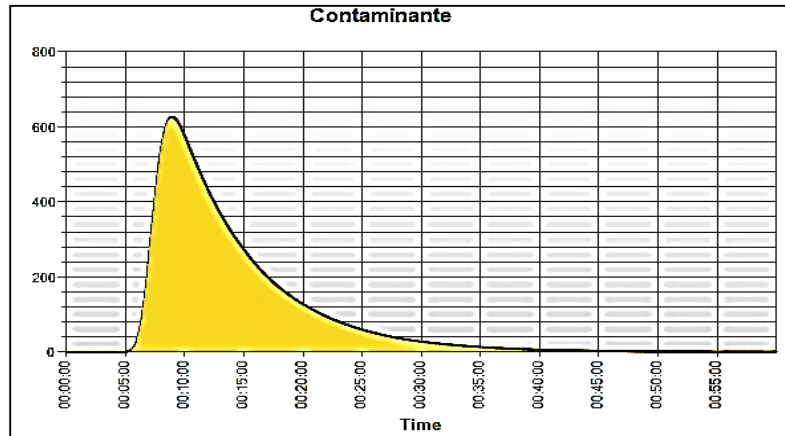
**Cuadro N° 43. Detalle de cantidad de explosivo por Tajo y frente de avance.**

*Fuente: Elaboración propia.*

Para el cálculo de la cantidad de explosivo utilizado en tajos y labores de avance, el promedio según el equipo y según la metodología usada en cada nivel. En suma, podemos detallar de la siguiente manera para los atajos de explotación del nivel 31 30 se utilizó 54 kg de explosivo, están referidas a una metodología de corte y relleno, y los taladros perforados es por realce, y para los tacos del nivel 33 60 que están enfocados en la recuperación de mineral y que la metodología es por



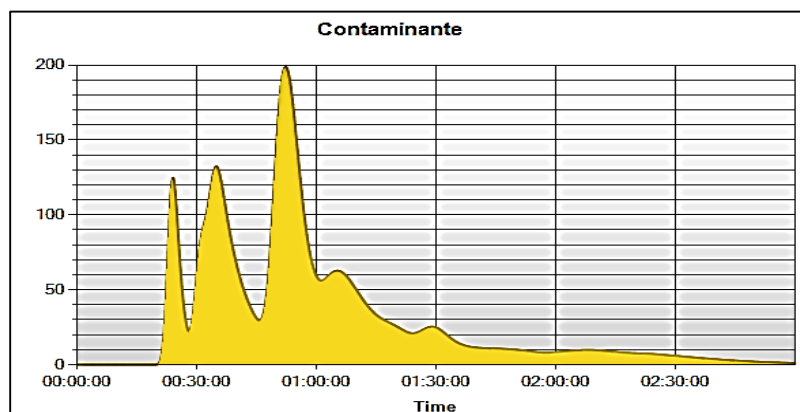
Cómo podemos observar, el tiempo de ventilación en el nivel 3415, es de 35 minutos solamente considerando la explotación en dicho nivel. La cual es evacuado a superficie según el esquema mostrado.



**Gráfico N° 35.** *Tiempo de ventilación del nivel 3415.*

*Fuente: Software VentSim v5.0. Elaboración Propia.*

Tiempo de ventilación para los gases producto de la voladura es de 35 minutos. Para los **niveles del 3360 al 3415**, En resumen, se hizo un análisis tanto para los niveles superiores que tienen un circuito de ventilación independiente, en la cual podemos detallar que el tiempo de ventilación para estos niveles es de 1 hora con 40 minutos.

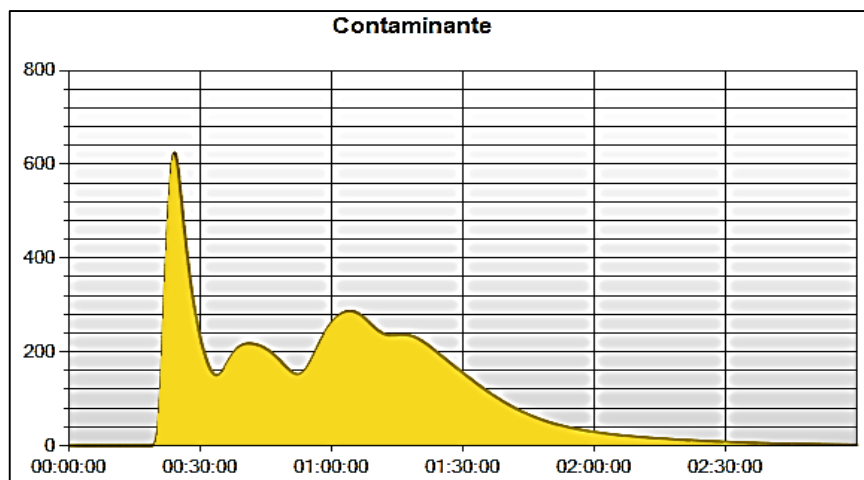


**Gráfico N° 36.** *Tiempo de ventilación del nivel 3360 al 3415.*

*Fuente: Software VentSim v5.0. Elaboración Propia.*

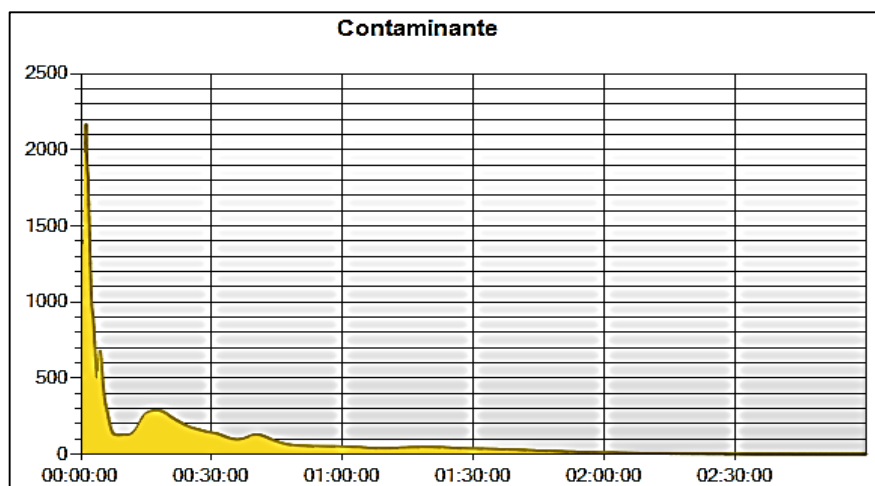
Para explicar con mayor detalle, tipos de ventilación respecto a la evacuación del aire viciado en la unidad minera, en suma, son dos horas y media, el tiempo que se demora en evacuar todo el aire viciado producto de las voladuras en la mina, Sierra Antapite.

Líneas abajo detallaremos las mediciones en concentraciones de los gases con respecto al tiempo. En cada una de las labores de extracción de aire viciado.



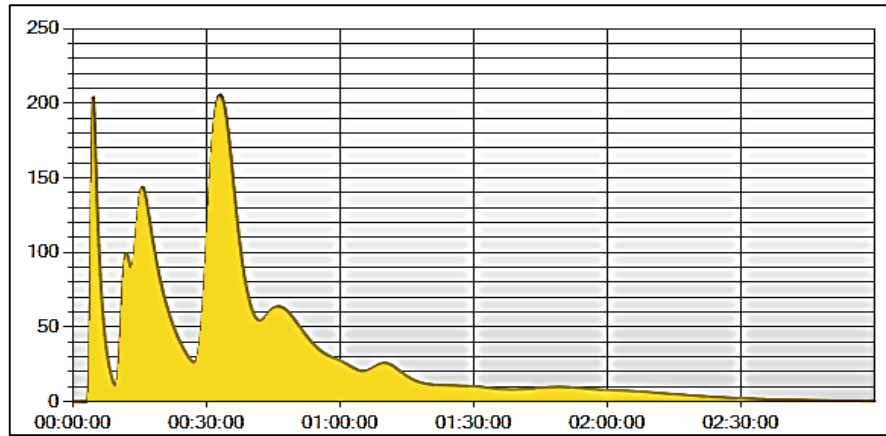
**Gráfico N° 37.** Tiempo de ventilación punto de monitoreo en Raicé Climber 07.

Fuente: Software VentSim v5.0. Elaboración Propia.

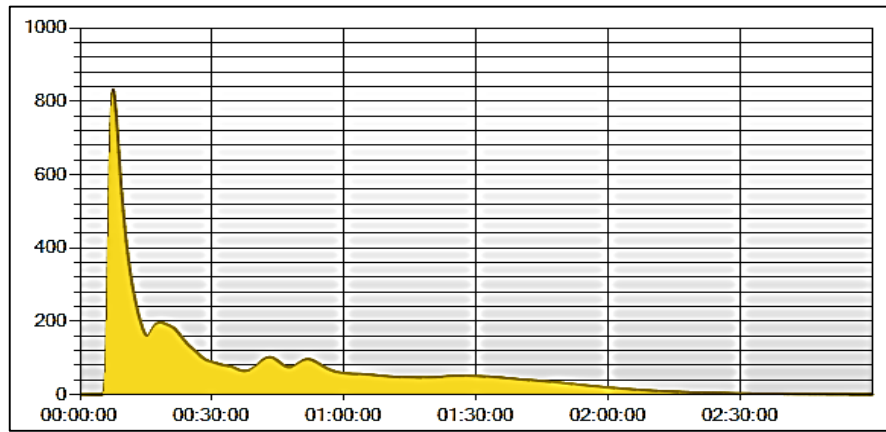


**Gráfico N° 38.** Tiempo de ventilación punto de monitoreo en Raicé Climber 06.

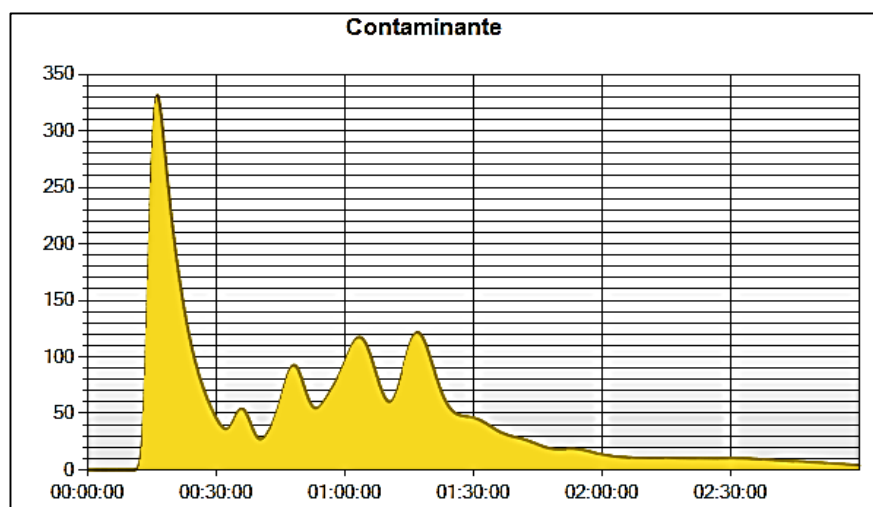
Fuente: Software VentSim v5.0. Elaboración Propia.



**Gráfico N° 39.** *Tiempo de ventilación punto de monitoreo en Raicé Climber 04.*  
*Fuente: Software VentSim v5.0. Elaboración Propia.*



**Gráfico N° 40.** *Tiempo de ventilación punto de monitoreo en Raicé Climber 02.*  
*Fuente: Software VentSim v5.0. Elaboración Propia.*



**Gráfico N° 41.** *Tiempo de ventilación punto de monitoreo en Ch 764.*  
*Fuente: Software VentSim v5.0. Elaboración Propia.*

En resumen, podemos detallar que los tiempos de ventilación para cada nivel están dadas de la siguiente manera, es necesario mencionar que todo el sistema tendrá una ventilación de dos horas y media con los recursos disponibles en el contexto actual.

Nivel	Tiempo de ventilacion	
3130	70	minutos
3190	110	minutos
3240	60	minutos
3285	60	minutos
3325	60	minutos
3360	105	minutos
3415	35	minutos
Todos los niveles	150	minutos

**Cuadro N° 44.** *Detalle de tiempo de ventilación por niveles.*

*Fuente: Software VentSim v5.0. Elaboración Propia.*

Con respecto a los rendimientos de las ventiladoras podemos detallar lo siguiente, las ventiladoras de 10,000 cfm tiene una eficiencia del 56% cuyo costo anual representa \$ 20773 anuales, con respecto a los ventiladores de 20,000 cfm los rendimientos mencionan que la ventiladora trabaja con una eficiencia del 70%, para los ventiladores de 30,000 de eficiencia nos indica que está en 67.6%.

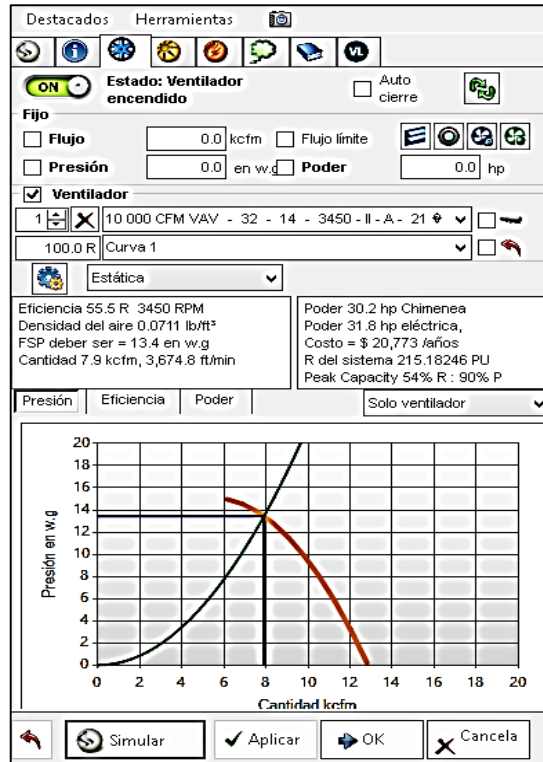


Gráfico N° 42. Rendimiento de las ventiladoras de 10000 cfm.

Fuente: Software VentSim v5.0. Elaboración Propia.

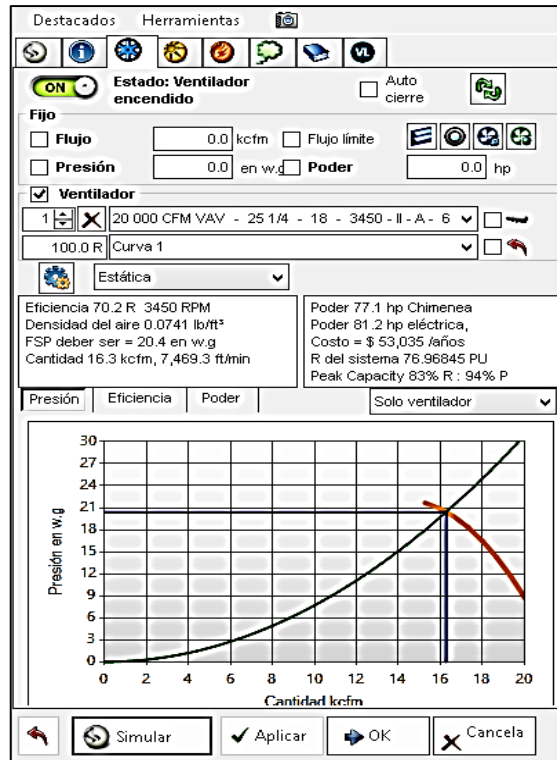
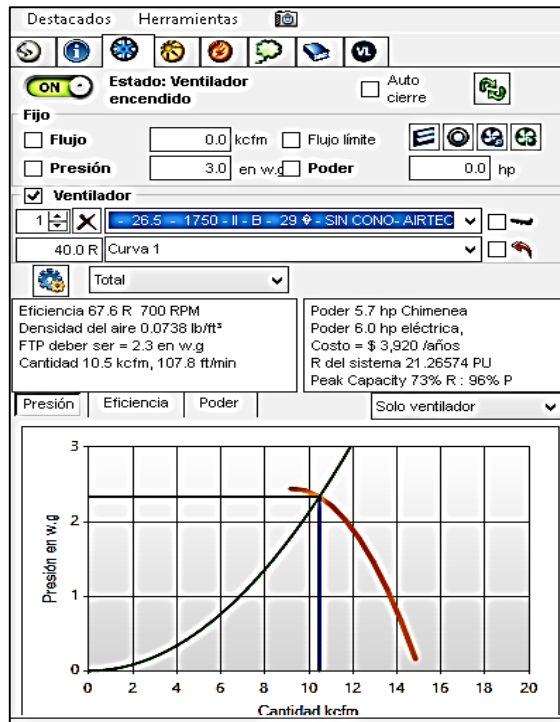


Gráfico N° 43. Rendimiento de las ventiladoras de 20000 cfm.

Fuente: Software VentSim v5.0. Elaboración Propia.





**Gráfico N° 44.** Rendimiento de las ventiladoras de 30 000 cfm.

Fuente: Software VentSim v5.0. Elaboración Propia.

## CONCLUSIONES

- Las variables como los indicadores de evaluación de la ventilación y el sistema de ventilación de la minera, tienen una correlación del  $r=0.975$ . Con respecto los indicadores de la ventilacion, se detalla que el requerimiento Total: = 172,111 CFM y el ingreso de aire = 67,052 CFM, con la cual la cobertura es de cobertura del sistema = 39%, la evacuacion de aire viciado para la minera tiene un tiempo de ventilacion es de 150 minutos. Y la eficiencia de los ventiladores en la unidad minera es de 67 % en promedio.
- La correcta demanda de aire, el cálculo nos detalla los caudales por personal  $Q_{Tr}=14,126$  cfm, por el uso de equipos es de  $Q_{eq}=69,931$  cfm, por el consumo de madera  $Q_m=6,357$  cfm en el caso de la temperatura  $Q_{te}=68,136$   $Q_{fu}=13,562$ .
- Referente al balance de ingresos y salidas de aire de la mina, el requerimiento de aire por personal equipos consumo de madera, fugaz y dilución de gases, es de 172,111 cfm el ingreso de aire es de 67,052 cfm y la salida de aire es de 66,934 cfm, lo que conlleva una cobertura del sistema de ventilación del 39% en la unidad minera Sierra Antapite. Respecto, a la temperatura son 7 niveles que sobrepasan los 24 °C. Los ingresos de aire deben de mejorarse en 105,059 cfm la cual debe de ser con ayuda de ventiladores secundarios o principales, según la evaluación de la empresa.
- En mención a las **mediciones de Gases** en labores mineras, Al respecto el monitoreo de los gases se puede detallar qué tiempo de ventilación en los diferentes niveles, para los gases producto de la voladura y de los equipos Mineros, entre otros. Para el nivel 3130 el tiempo de ventilación es de 70 minutos, el nivel 3190 el tiempo de ventilación es de 110 minutos, en el nivel 32 40 el tiempo de ventilaciones de una hora, así como en el 3285 y 3325, para el nivel 3360 la ventilación es de 105 minutos,

el 3415 es de 35 minutos. Si hablamos de todo el sistema de ventilación que incluye el tiempo en todos los niveles es de 150 minutos. La cual repercute en algunos temas en las operaciones y en el ingreso del personal.

- El **rendimiento de los ventiladores**, Respecto a la eficiencia de los ventiladores se detalla que los ventiladores de 10000 cfm tiene una eficiencia del 56%, la ventiladora de 20000 cfm tiene una eficiencia del 70%, y la eficiencia de la ventiladora de 30000 cfm es de 68%.

## RECOMENDACIONES

- ❖ Respecto a la demanda de aire de la mina, se sugiere: en la ventilación auxiliar, tener un caudal proyectado de 80 000 CFM (según el Balance y al análisis por Tajos) para cubrir con la velocidad de 25 m/ min (según norma) y caudales, las cuales se detallaron de la siguiente manera:
  - 1 de 20 000 cfm para el Nivel 3470
  - 1 de 20 000 cfm para el nivel 3415
  - 2 ventiladora de 20 000 cfm para cubrir la zona del Nv 3360
  - 1 ventiladora de 20 000 cfm y 1 de 30 000 cfm para el nivel 3240
  - 2 de 20 000 cfm para el Nivel 3130
- ❖ En cuanto al circuito principal, se recomienda según los recursos la instalación de extractoras principales en superficie de 50 000 CFM tanto en el raicé climber N° 06 – N° 07 y de 40 000 cfm en el raise climber 04.
- ❖ Referente al balance de ingresos y salidas de aire de la mina, En la actual operación los ingresos de aire se dan por los siguientes accesos: las cuales no deberán de ser tapadas o que causen bloqueo del flujo a dichas zonas. El balance y el requerimiento de aire van de la mano, por lo que para cubrir el desfase de la cobertura del 39% es necesario la adquisición de nuevas ventiladoras secundarias mencionadas en la parte inicial.
- ❖ En mención a las mediciones de Gases y temperatura en labores mineras, Para disminuir el tiempo de ventilación en las labores mineras es necesario cumplir con

las recomendaciones de la ventilación principal y ventilación auxiliar. Ya que el balance nos menciona que solamente estamos coberturando un 39 %.

- ❖ El rendimiento de los ventiladores, Están dentro de los parámetros permitidos, cabe indicar que las ventiladoras deben cumplir con el programa de mantenimiento y de esta manera evitar posibles paralizaciones por inoperatividad de una de ellas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Camirra, H., & Cartaya, S. (2009). *Guía para la Investigación Académica - Una orientación metodológica diseñada para el posgrado* (Iupma).
- Carabajo Naula, C. S. (2012). Diseño del circuito de ventilación de la zona norte de la mina Cabo de Hornos, ubicada en el distrito de Aurífero-Polimetálico Portovelo-Zaruma. *Universidad Central Del Ecuador, Figura 1, 2-3*.
- Castillo Aranguren, D. (2017). Evaluación del sistema de ventilación de la mina el roble. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 53(4), 130*.
- DS. 023-2017. (2017). Decreto Supremo N° 023-2017-EM Modificatoria del D.S. 024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. *Diario Oficial El Peruano*, 22. <http://www.minercodex.org/normaslegales/ds0232017em.pdf>
- DS. N° 024-2016-EM. (2016). Aprueban Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería DECRETO SUPREMO N° 024-2016-EM. *El peruano*, 595392-595447. [www.minedu.gob.pe](http://www.minedu.gob.pe)
- Duran Janampa, J. R. (2018). Mejoramiento De La Ventilación En La Mina Subterránea - Mina Colquijirca Cia. De Minas Buenaventura S.A.A. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*, 136.
- Fuentes, C., & Ramirez, N. (2019). Modelamiento del sistema de ventilación y control de metano con el simulador VentSim en la mina subterránea de carbón Fezmine, Polonia. *Universidad de Concepción*.
- Hayes, B. E. (2009). Measuring customer satisfaction and loyalty: survey design, use, and statistical analysis methods. In *Choice Reviews Online* (Vol. 46, Issue 06).

<https://doi.org/10.5860/choice.46-3340>

Lanazca De la Cruz, L. (2015). Implementación del sistema de ventilación para controlar la polución en túneles del área 220 de la planta de Cal – CDC, proyecto Pachachaca. *Universidad Nacional Del Centro Del Perú*, 1–93.

Maleki, S., Sotoudeh, F., & Sereshki, F. (2018). Application of VENTSIM 3D and mathematical programming to optimize underground mine ventilation network: A case study. *Journal of Mining and Environment*, 9(3), 741–752.  
<https://doi.org/10.22044/jme.2018.6793.1503>

Mallma Perez, I. (2020). Informe de ventilación de la mina Sierra Antapite. *Sierra Antapite*.

Montoya Castillo, G. (2018). Diseño de una Red de Ventilación para extracción de los Recursos Minerales en la Concesión Santa Clotilde-nivel II Chongoyape 2018. *Universidad César Vallejo*, 151(2), 10–17.

Sampieri, R. H., Paulina, C., & Torres, M. (2014). Metodología de la investigación Sexta edición. *Mc Graw Hill Educación*.

Sutty Vilca, J. A. (2016). Influencia de la ventilación mecánica, en el diseño del sistema de ventilación del nivel 4955 Mina Urano SAC – Puno. *Universidad Nacional Del Altiplano*, 1–111.

## ANEXOS

- Relación de los instrumentos de recolección de datos.


N°	Equipo	Modelo	Marca	N° Interno	N° de Serie	Año de Compra	Función	Estado	Fecha de calibración
1	Termo Anemómetro Digital	VT - 200	DWYER	14095	11470070	Dic - 2021	Medidor de velocidad de aire y temperatura	Operativo	21/12/2021
2	Termo Anemómetro Digital	472 - 2	DWYER		471-2 M29X	Dic - 2021	Medidor de alta velocidad de aire y temperatura	Operativo	10/11/2021
3	Manómetro Digital	475 - 3 FM	DWYER	14094	475-3-FM N20X	Dic - 2021	Medidor de presiones de aire	Operativo	21/12/2021
4	Psicroméetro Digital	RH 390	EXTECH	14096	11095881	2021	Medidor de Temperatura, H.R.	Operativo	21/12/2021
5	Multidetector de Gases	ALTAIR 5IR	MSA	3351	17692 - F10	2021	Gases del Ambiente (O <sub>2</sub> , CO, NO y NO <sub>x</sub> )	Operativo	05/12/2021
6	Analizador de Vibración	407736	VMI AB	14097	6618	2021	Medidor de niveles de Vibración	Operativo	10/11/2021



- Detalle de los instrumentos de recolección de datos.

**ITEM N°1 : DIGITAL THERMO – ANEMOMETER DWYER – U.S.A.**


**SPECIFICATIONS**  
**Air Velocity Ranges:** 0.3 to 45 m/s; 0.7 to 100 mph; 0.6 to 88.0 knots; 1 to 140.0 km/hr; 60 to 8,800 ft/min.  
**Temperature Range:** 32 to 122°F (0 to 50°C).  
**Air Volume Ranges:** CFM (ft<sup>3</sup>/min) or CMM (m<sup>3</sup>/min).  
**Accuracy:** Air Velocity: ±3% of reading ± 0.1, whichever is greater, Temperature: ±1.5 °F (±0.8°C).  
**Resolution:** 0.1 knots, m/s, km/hr, and mph; 0.1/1 ft/min; 0.1°C.  
**Temperature Sensor:** Type K thermocouple.  
**Temperature Limits:** 32 to 140°F (0 to 60°C).  
**Display:** Dual line, 4-digit, 1.1" (27.9 mm) height.  
**Power:** 9V alkaline battery (included). Battery Life: Approx. 50 hours.  
**Output:** RS232 serial interface via DB9 female connector.  
**Housing:** ABS plastic, 1" (25 mm) diameter.  
**Weight:** 12.3 oz (350 g).  
**Agency Approval:** CE.



**MARCA : DWYER – U.S.A**  
**MODELO : VT– 200**

**ELLIPSOIDAL TIP PITOT TUBE**

- Diseño elipsoidal de la extremidad para mejorar la exactitud.
- Construcción fuerte, resiste la corrosión.
- Las ayudas del indicador de la alineación mantienen extremidad paralela al flujo



**ITEM N°1 : ELLIPSOIDAL TIP PITOT TUBE**

**(Insertion 0.48 metros)**

**MARCA : DWYER – U.S.A**  
**MODELO : 160E - 02**

Model Number	Insertion in Meters
160E-00	0.2
160E-01	0.3
160E-02	0.48
160E-03	0.8
160E-04	1.0
160E-05	1.22
160E-06	1.52
160E-U	

**ITEM N° 01 : ANALIZADOR DE VIBRACIÓN VMI AB / VIBER-A**

**MARCA** : VMI AB  
**MODELO** : VIBER - A

- Tamaño de bolsillo.
- Lecturas de valores RMS.
- Gama de frecuencia ancha.
- Permite chequear el estado de rodamientos.
- Lectura fácil.
- Apagado Automático.
- Sensibilidad de entrada: 100 mV/g a 156,15 Hz
- **Vibración:**
  - Rango de medición: 0 -200 mm/s en RMS o 0 – 20in/s en pico a pico
  - Rango de frecuencia: 10 a 32 000 Hz. Opción de 2 a 32 000 Hz.
- **Condición de Cojinete**
  - Rango de medida: 0 a 20g
  - Rango de frecuencia: 3.2 kHz – 20 kHz
  - Capacidad de batería: Aproximadamente 500 medidas con una batería de 9V.
  - Tamaño: 60 x 120 x 125 mm



**ITEM N° 01: Mk III HANDHELD DIGITAL MANOMETER**

**MARCA** : DWYER – U.S.A

**MODELO** : 475 – 3 – FM

**SPECIFICATIONS**

**Service:** Air and compatible gases.  
**Wetted Materials:** Consult factory.  
**Accuracy:** ±0.5% F.S., 60 to 78°F (15.6 to 25.6°C); ±1.5% F.S. from 32 to 60°F and 78 to 104°F (0 to 15.6°C and 25.6 to 40°C).  
**Pressure Hysteresis:** ±0.1% of full scale.  
**Pressure Limits:** See chart.  
**Temperature Limits:** 0 to 140°F (-17.8 to 60°C).  
**Compensated Temperature Limits:** 32 to 104°F (-0 to 40°C).  
**Storage Temperature Limits:** -4 to 176°F (-20 to 80°C).  
**Display:** 0.5" liquid crystal. 3-1/2 digits.  
**Resolution:** See chart.  
**Power Requirements:** 9 volt alkaline battery. Battery not connected.  
**Weight:** 10.8 oz (306 g).  
**Connections:** Two barbed connections for use with 1/8" (3.18 mm) or 3/16" (4.76 mm) I.D. tubing. Two compression fittings for use with 1/8" (3.18 mm) I.D. x 3/16" (4.76 mm) O.D. tubing for 475-7-FM & 475-8-FM only.



**ITEM N° 01** : **PRECISION PSYCHROMETER**

**MARCA** : **EXTECH**

**MODELO** : **RH 390**

Dual backlit display  
 Simultaneous display of:  
 Humidity/Temperature  
 Humidity/Dew Point  
 Humidity/Wet Bulb

Slim design with rubberized sides for better grip and for one hand operation  
 Data Hold and Min/Max functions  
 Auto power off with disable and low battery indicator  
 Complete with carrying case and 9V battery



Specifications:	
Humidity:	0 to 100%RH
Temperature (internal):	-4 to 140°F (-20 to 60°C)
Basic Accuracy:	±2%RH, ±3°F/2°C
Max. Resolution:	0.1%RH, 0.1°F/°C
Dewpoint:	-22 to 212°F (30 to 100°C)
Wet Bulb:	32 to 176 °F (0 to 80°C)
Dimensions:	7.8x1.7x1.3" (200x45x33mm)
Weight:	7oz (200g)



ALTAIR 5X

Detector multigas, 5 gases: CO/H2S/LEL/O2/PID, carbón, audible/vibrante/visual

Artículo	Detector multigas, 5 gases
Detecta	Monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, límite explosivo inferior, oxígeno, detector de fotoionización
Tipo de gas	CO, H2S, LIE, O2, PID
Rango de sensores	CO 0 a 2000 ppm, H2S 0 a 200 ppm, LEL 0 a 100%, O2 0 a 30%
Resolución	CO 1 ppm, H2S 1 ppm, LIE 1 %, O2 1 ppm
Color de la carcasa	Carbón
Nivel de energía de ionización PID	10,6 eV
Temperatura de funcionamiento. Rango	14 grados a 104 grados F (-10 grados a 40 grados C)
Configuración de alarma	LEL Alarma 1 - 10 %, Alarma 2 - 20 %, O2 Alarma 1 - 19,5 %, Alarma 2 - 23 %, CO Alarma 1 - 25 ppm, Alarma 2 - 100 ppm, H2S Alarma 1 - 10 ppm, Alarma 2 - 15 ppm
Tipo de alarma	Audible, vibrante, visual
Duración de la batería	13 horas
Monitor	LCD

- Certificado de calibración de los instrumentos de recolección de datos.



**INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A.**  
 DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN VENTILACIÓN SUBTERRÁNEA  
 SECTOR INDUSTRIAS



Señores:

Lima-

Atención : Sr. Julio Marino // Sr. Carlos Chacaliza

Ref : Entrega de Certificado de Calibración de Instrumentos para Ventilación Subterránea

POR GARANTÍA DE LA O/C 102961

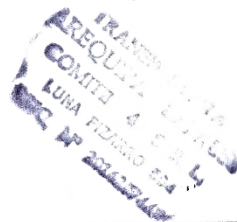
Estimados Señores:

Mediante la presente se hace entrega de los Certificados de Calibración de conformidad del fabricante de los Instrumentos solicitados por la O/C 102961 , el cual adjuntamos según el equipo en garantía:

PRODUCTOS	FABRICANTES
1).- HANDHELD DIGITAL MANOMETER MARCA : DWYER - U MODELO: 475 -3-FM	MARCA : DWYER PROCEDENCIA : USA
2).- DIGITAL THERMO ANEMOMETER MARCA : DWYER - U MODELO: VT - 200	MARCA : DWYER PROCEDENCIA : USA
3).- DIGITAL THERMO ANEMOMETER MARCA : EXTECH MODELO: 471 - 2	MARCA : DWYER PROCEDENCIA : USA
4).- RUBBER TUBING DIAMETRO INTER : 3/16"	MARCA : DWYER PROCEDENCIA : USA

Atentamente.

**ROLANDO AMASIFUEN HUAMAN**  
 Vicepresidente de Directorio



**INDUSTRIAS Y SERVICIOS "EL TIGRE" S.A. - Matriz Peru**  
 Fábrica Principal  
 Av. Gerardo Unger Mza. B Lote 5B Urb. Los Claveros de Peru Zona Industrial  
 Distrito de San Martín de Porres, Ciudad Porosa, LIMA 31, LIMA, PERU  
 (51) (1) 719 56 30 / 719 56 31 / 719 61 00 / 507 31 0  
 (51) (1) 537 35 16  
 ran@iys-el-tigre.com  
 www.iys-el-tigre.com

Nuestra Pasión y Vocación  
 Desarrollar una cultura global consciente en la industria para la Ingeniería en Ventilación Subterránea



Fecha de Calibración : 16/11/2020  
 Fecha de Emisión: 16/11/2020  
 Fecha recomendada de próxima Certificación: 16/11/2021

Centro Autorizado MSA Perú  
 Segurytec e Ingeniería S.A.C  
 Av. Nicolas Ayllon Nro. 4834  
 409-6503  
 efrain.rivas@seguinsa.com

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 51222

<b>Cliente:</b> MINERA SIERRA ANTAPITE S.A.	<b>Equipo en uso:</b> REPARADO Y/O CALIBRADO
<b>Instrumento:</b> ALTAIR 5XIR	<b>Equipo nuevo:</b> NO
<b>S/N:</b> 0046662-E12	<b>Fabricante:</b> MINE SAFETY APPLIANCES Co.

Gas Patrón	Objetivo a Verificar	Incert. del Gas	Número de Lote	Mediciones			Incert. de la Medición	Rango	SN del sensor
				1	2	3			
Dióxido de Carbono (CO2) 2,5 %	2,5 %VOL	5%	1176049	2,5	2,5	2,5	0,1377 %VOL	0 - 10 %VOL	10052209
Dioxido de Nitrógeno (NO2) 10 ppm	10 ppm	5%	1293085	10	10	10	0,5033 ppm	0 - 20 ppm	0134997227-048
Monóxido de Carbono (CO) 60 ppm	60 ppm	2%	1176049	60	60	60	1,2014 ppm	0 - 2000 ppm	04200755453
Oxígeno (O2) 15 %	15 %VOL	2%	1176049	15	15	15	0,3055 %VOL	0 - 30 %VOL	0117025443
Pentano (C5H12) 58 %	58 %LEL	2%	1176049	58	58	58	1,1614 %LEL	0 - 100 %LEL	00200153005
Sulfuro de Hidrógeno (H2S) 20 ppm	20 ppm	10%	1176049	20	20	20	2,0008 ppm	0 - 200 ppm	04200755453

**Calibración:** Contraste con gas patrón trazable a patrones de peso NIST

**Condiciones ambientales de Calibración:** Av. Nicolas Ayllon 4834, Ate-Lima

Temperatura (°C): 22°C  
 Presión atmosférica (hPa): 1013 hPa  
 Humedad (%): 84 %

**Procedimientos de Calibración:** De acuerdo al manual de cada equipo

*"La calibración de los equipos, instrumentos y dispositivos utilizados, los métodos de análisis aplicados, y las acciones u omisiones son realizadas en forma exclusiva por personal de Segurytec e Ingeniería S.A.C sin intervención de MSA DEL PERU S.A.C. quien no responderá por los mismos."*

**Límites en el uso:** Indicados en el manual del equipo

Como se especifica en el Manual del usuario y en concordancia con las recomendaciones de la OSHA, se debe realizar una verificación o revisión de la Calibración con el gas patrón antes de cada uso para comprobar el correcto estado del instrumento. En equipos fijos la verificación debe ser periódica. La garantía para equipos nuevos es de 1 año. Por servicio técnico, la garantía es de 60 días por mantenimiento y/o reparación, y de 6 meses por repuesto cambiado. La garantía no cubre la calibración de los equipos ni el daño producto del mal uso de los mismos.

Efraín Rivas  
 SERVICIO TÉCNICO  
 Segurytec e Ingeniería S.A.C

Cantidad de hojas: 1  
 COD: FOR-SET-03

- Matriz de Consistencia.

ITEM	Problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología	Población y muestra
General	¿Cuáles son los indicadores requeridos para la evaluación del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021?	Determinar los indicadores para la evaluación del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021.	Al emplear indicadores apropiados evaluaremos y tomaremos decisiones optimas en el sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite.	<p><b>Tipo de Investigación</b> El tipo de estudio de la presente Investigación es <b>Aplicada</b> porque persigue la evaluación del sistema de ventilación en la minera Serra Antapite.</p> <p><b>Nivel de Investigación</b> El presente trabajo desarrolla una metodología de investigación <b>Descriptiva.</b></p> <p><b>Método de Investigación</b> La presente investigación aplica el <b>método científico.</b></p> <p><b>Diseño de Investigación</b> El diseño es <b>Descriptivo con corte Transversal</b>, en la que se analizó las variables independientes y se evalúan los efectos, consecuencias o influencias de estas en un tiempo determinado.</p>	<p><b>Población</b> La población en la presente investigación está dada por los tajos y avances de la Unidad Minera Antapite, en total son: 13 tajos de producción y 15 labores de avances, en desarrollo (4) exploración (3) y preparación (8) según el plan de minado de la unidad minera Sierra Antapite.</p> <p><b>Muestra</b> La muestra será censal que incluye a toda la población de la unidad minera Antapite.</p>
	¿De qué manera contribuye la demanda de aire en la evaluación del sistema de ventilación de la Unidad Minera Antapite 2021?	Calcular la correcta demanda de aire, que nos permita evaluar el sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021.	Con la determinación de la demanda de aire se podrá tomar decisiones que mejoren el sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite.		
Específicos	¿Como optimizar el balance de ingresos y salidas de aire de la mina a través de la evaluación del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021?	Optimizar los ingresos y salidas de aire en la mina, a través de la evaluación y control del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021.	El control de los ingresos y salidas de aire, nos permitirá evaluar y controlar el sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite 2021.		
	¿En qué medida las mediciones de oxígeno, dióxido de carbono, gases tóxicos y temperatura ambiental en las vías principales de la mina y labores en operación influyen en el control del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021?	Monitorear las mediciones de Oxígeno, dióxido de carbono, gases tóxicos y temperatura ambiental en las vías y labores principales de la mina, con el fin de determinar su influencia en la evaluación y control del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021.	El monitoreo constante de las concentraciones de O2, CO2, y gases tóxicos y temperatura ambiental en las vías y labores principales de la mina, permitirá evaluar y controlar el sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite.		
	¿De qué manera el rendimiento de los ventiladores contribuye en la mejora del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021?	Determinar si el rendimiento de los ventiladores contribuye a la mejora del sistema de ventilación en la Unidad Minera Antapite 2021.	Mejorar los rendimientos de los ventiladores, nos permitirá tener una operación continua del sistema de ventilación en la minera Sierra Antapite.		

- Operacionalización de Variables de investigación.

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnica e Instrumento
Variables Independiente (X)	Indicadores para la evaluación de la ventilación  La evaluación integral de ventilación deberá considerar: Balance de ingresos y salidas de aire de la mina, Demanda de aire de la mina, Mediciones de Oxígeno, Dióxido de Carbono, gases tóxicos y temperatura ambiental en las vías principales de la mina y labores en operación, disponibilidad de las curvas de rendimiento de los ventiladores. (Decreto Supremo Nro. 024 2016 EM, pp.29).	Demanda de aire	Caudal requerido por el número de trabajadores.	<b>La técnica de investigación:</b>  Revisión de información y reportes de casos. Monitoreo de la calidad y cantidad de aire. Levantamiento topográfico y del sistema de ventilación. Observación y medición del aire de ventilación.  <b>Los Instrumentos</b> que se utilizaron en la presente investigación son:  Anemómetro digital. Psicrómetro digital. Tubos de Pitot para medir la velocidad y presión del aire. Computadoras y programas aplicativos de cálculo. Para medir la cantidad de aire mínimo requerido. Barómetro y Psicrómetro manual. Hojas de reportes y control mediante Excel.
			Caudal requerido por el consumo de madera	
			Caudal requerido por temperatura en las labores de trabajo	
			Caudal requerido por equipo con motor petrolero.	
			Caudal requerido por fugas.	
			Caudal requerido por Polvorín	
Variable Dependiente (Y)	Sistema de ventilación de la Unidad Minera Antapite  Sistema de ventilación de tipo impelente. Tiene como objetivo proporcionar la cantidad de aire necesario para diluir y transportar el aire contaminado hacia superficie, proporcionar aire fresco para el personal que labora dentro de una mina o túneles. (Lanazca L. 2015, pp25)	Balance de ingresos y salidas de aire	Balance de Ingresos de aire del circuito integrado	
			Balance de Salidas de aire del circuito integrado	
			Cobertura de Requerimiento de aire de la mina	
			Monitoreo de gases: O2, CO2, otros.	
			Mediciones de Oxígeno	
			Mediciones de Dióxido de Carbono	
Rendimiento de ventiladores	Mediciones de Monóxido de Nitrógeno			
	Temperatura de la labor			
	Humedad relativa			
	Presión absoluta			
	Rendimiento de las ventiladoras de 10 000CFM			
	Rendimiento de las ventiladoras de 15 000CFM			
Cantidad y calidad del aire de mina	Rendimiento de las ventiladoras de 20 000CFM			
	Rendimiento de las ventiladoras de 30 000CFM			
	Rendimiento de las ventiladoras de 60 000CFM			
	Limites en velocidades, temperatura en los circuitos de ventilación			
	Límites de calidad de aire			
	Instalación de ventiladoras y accesorios			
Estandarización de proceso de ventilación	Monitoreo y control de gases en las labores			
	Instalación de Tapones, barreras temporal o definitiva			

- Data cruda para la formulación de hipótesis desde el programa SPSS.

TAJO AVANCE	LABOR	X	X1	X1.1	X1.2	X1.3	X1.4	X1.5	X2	X2.1	X2.2	X2.3	X3	X3.1	X3.2	X3.3	X3.4	X3.5	X3.6	X4	X4.1	X4.2	X4.3	X4.4	X4.5
1,00	ANTAPITE TAJO 3240	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1,00	KATY TAJO 3130	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1,00	KATY TAJO 3190	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1,00	NIDIA TAJO 3130	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1,00	VERONICA TAJO 3190	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,00	PREPARACION KATY 3370	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,00	PREPARACION ZORRO ROJO 3190	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,00	PREPARACION ANTAPITE 3240	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,00	PREPARACION ANTAPITE 3285	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,00	PREPARACION ZORRO ROJO 3240	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1,00	ZORRO ROJO TAJO 3190	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,00	PREPARACION ZORRO ROJO 3360	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,00	PREPARACION PAMPEÑITA 3240	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1,00	ZORRO ROJO TAJO 3240	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1,00	ZORRO ROJO TAJO 3325	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1,00	ZORRO ROJO TAJO 3360	25,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00	2,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,00	PREPARACION PAMPEÑITA 3285	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,00	DESARROLLO ANTAPITE 3240	24,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,00	DESARROLLO PAMPEÑITA 3285	25,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00	2,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,00	DESARROLLO ZORRO ROJO 3240	25,000	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00	2,00	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1,00	RAMAL ZORRO ROJO TAJO 3360	36,000	7,00	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	12,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	11,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00
0,00	DESARROLLO ZORRO ROJO 3225	36,000	7,00	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	12,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	11,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00
1,00	PAMPEÑITA TAJO 3240	39,000	7,00	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	14,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	12,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00
1,00	PAMPEÑITA TAJO 3285	44,000	8,00	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	7,00	2,00	3,00	2,00	15,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	14,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00
1,00	ZORRO ROJO NORTE TAJO 3415	49,000	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	8,00	2,00	3,00	3,00	16,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	15,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
0,00	EXPLORACIONES KATY 3240	40,000	7,00	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00	7,00	2,00	3,00	2,00	14,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	12,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00
0,00	EXPLORACIONES TITA 3240	44,000	8,00	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	7,00	2,00	3,00	2,00	15,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	14,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00
0,00	EXPLORACIONES TITA 3285	49,000	10,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	8,00	2,00	3,00	3,00	16,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	15,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00



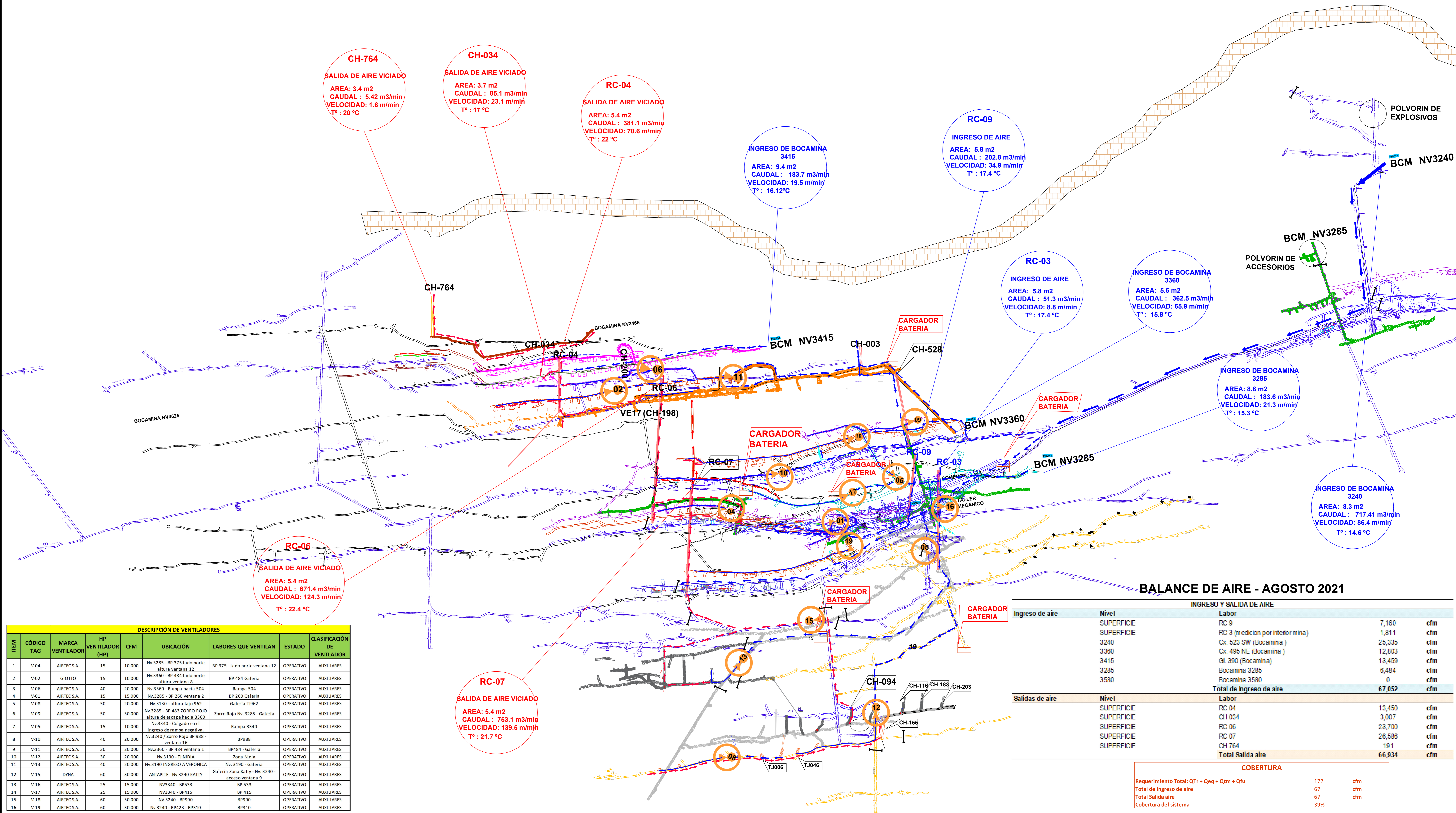
TAJO AVANCE	LABOR	Y	Y1	Y1.1	Y1.2	Y2	Y2.1	Y2.2	Y2.3	X1A	X2A	X3A	X4A	Y1A	Y2A	XA	YA
1,00	ANTAPITE TAJO 3240	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
1,00	KATY TAJO 3130	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
1,00	KATY TAJO 3190	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
1,00	NIDIA TAJO 3130	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
1,00	VERONICA TAJO 3190	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION KATY 3370	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION ZORRO ROJO 3190	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION ANTAPITE 3240	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION ANTAPITE 3285	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION ZORRO ROJO 3240	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
1,00	ZORRO ROJO TAJO 3190	10,00	3,00	2,00	1,00	7,00	2,00	3,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION ZORRO ROJO 3360	10,00	3,00	2,00	1,00	7,00	2,00	3,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION PAMPEÑITA 3240	10,00	3,00	2,00	1,00	7,00	2,00	3,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
1,00	ZORRO ROJO TAJO 3240	11,00	3,00	2,00	1,00	8,00	2,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
1,00	ZORRO ROJO TAJO 3325	11,00	3,00	2,00	1,00	8,00	2,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
1,00	ZORRO ROJO TAJO 3360	11,00	3,00	2,00	1,00	8,00	2,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
0,00	PREPARACION PAMPEÑITA 3285	11,00	3,00	2,00	1,00	8,00	2,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
0,00	DESARROLLO ANTAPITE 3240	11,00	3,00	2,00	1,00	8,00	2,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
0,00	DESARROLLO PAMPEÑITA 3285	12,00	3,00	2,00	1,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
0,00	DESARROLLO ZORRO ROJO 3240	12,00	3,00	2,00	1,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
1,00	RAMAL ZORRO ROJO TAJO 3360	13,00	4,00	2,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1	2	2	2	2	3	2	3
0,00	DESARROLLO ZORRO ROJO 3225	13,00	4,00	2,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1	2	2	2	2	3	2	3
1,00	PAMPEÑITA TAJO 3240	14,00	5,00	3,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1	2	2	2	3	3	2	3
1,00	PAMPEÑITA TAJO 3285	14,00	5,00	3,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	2	2	3	3	3	3	2	3
1,00	ZORRO ROJO NORTE TAJO 3415	14,00	5,00	3,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	2	3	3	3	3	3	3	3
0,00	EXPLORACIONES KATY 3240	14,00	5,00	3,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1	2	2	2	3	3	2	3
0,00	EXPLORACIONES TITA 3240	14,00	5,00	3,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	2	2	3	3	3	3	2	3
0,00	EXPLORACIONES TITA 3285	14,00	5,00	3,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	2	3	3	3	3	3	3	3

- Data ponderada para la formulación de hipótesis desde el programa SPSS.

TAJO AVANCE	LABOR	X	X1	X2	X3	X4	Y	Y1	Y1.1	Y1.2	Y2	Y2.1	Y2.2	Y2.3	X1A	X2A	X3A	X4A	Y1A	Y2A	XA	YA
1,00	ANTAPITE TAJO 3240	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
1,00	KATY TAJO 3130	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
1,00	KATY TAJO 3190	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
1,00	NIDIA TAJO 3130	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
1,00	VERONICA TAJO 3190	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION KATY 3370	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION ZORRO ROJO 3190	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION ANTAPITE 3240	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION ANTAPITE 3285	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION ZORRO ROJO 3240	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	9,00	3,00	2,00	1,00	6,00	2,00	2,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
1,00	ZORRO ROJO TAJO 3190	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	10,00	3,00	2,00	1,00	7,00	2,00	3,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION ZORRO ROJO 3360	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	10,00	3,00	2,00	1,00	7,00	2,00	3,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
0,00	PREPARACION PAMPEÑITA 3240	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	10,00	3,00	2,00	1,00	7,00	2,00	3,00	2,00	1	1	1	2	2	2	1	2
1,00	ZORRO ROJO TAJO 3240	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	11,00	3,00	2,00	1,00	8,00	2,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
1,00	ZORRO ROJO TAJO 3325	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	11,00	3,00	2,00	1,00	8,00	2,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
1,00	ZORRO ROJO TAJO 3360	25,000	5,00	4,00	6,00	10,00	11,00	3,00	2,00	1,00	8,00	2,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
0,00	PREPARACION PAMPEÑITA 3285	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	11,00	3,00	2,00	1,00	8,00	2,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
0,00	DESARROLLO ANTAPITE 3240	24,000	5,00	3,00	6,00	10,00	11,00	3,00	2,00	1,00	8,00	2,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
0,00	DESARROLLO PAMPEÑITA 3285	25,000	5,00	4,00	6,00	10,00	12,00	3,00	2,00	1,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
0,00	DESARROLLO ZORRO ROJO 3240	25,000	5,00	4,00	6,00	10,00	12,00	3,00	2,00	1,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1	1	1	2	2	3	1	2
1,00	RAMAL ZORRO ROJO TAJO 3360	36,000	7,00	6,00	12,00	11,00	13,00	4,00	2,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1	2	2	2	2	3	2	3
0,00	DESARROLLO ZORRO ROJO 3225	36,000	7,00	6,00	12,00	11,00	13,00	4,00	2,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1	2	2	2	2	3	2	3
1,00	PAMPEÑITA TAJO 3240	39,000	7,00	6,00	14,00	12,00	14,00	5,00	3,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1	2	2	2	3	3	2	3
1,00	PAMPEÑITA TAJO 3285	44,000	8,00	7,00	15,00	14,00	14,00	5,00	3,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	2	2	3	3	3	3	2	3
1,00	ZORRO ROJO NORTE TAJO 3415	49,000	10,00	8,00	16,00	15,00	14,00	5,00	3,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	2	3	3	3	3	3	3	3
0,00	EXPLORACIONES KATY 3240	40,000	7,00	7,00	14,00	12,00	14,00	5,00	3,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1	2	2	2	3	3	2	3
0,00	EXPLORACIONES TITA 3240	44,000	8,00	7,00	15,00	14,00	14,00	5,00	3,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	2	2	3	3	3	3	2	3
0,00	EXPLORACIONES TITA 3285	49,000	10,00	8,00	16,00	15,00	14,00	5,00	3,00	2,00	9,00	3,00	3,00	3,00	2	3	3	3	3	3	3	3

- Plano Isométrico de ventilación de la Unidad Minera Antapite.
- Algunos planos de la mina por niveles de explotación de la Unidad Minera Antapite.
- Algunos planos longitudinales de la Unidad Minera Antapite.

# PLANO ISOMÉTRICO DE VENTILACIÓN



## BALANCE DE AIRE - AGOSTO 2021

		INGRESO Y SALIDA DE AIRE	
Ingreso de aire	Nivel	Labor	
	SUPERFICIE	RC 9	7,160 cfm
	SUPERFICIE	RC 3 (medicion por interior mina)	1,811 cfm
	3240	Cx. 523 SW (Bocamina )	25,335 cfm
	3360	Cx. 496 NE (Bocamina )	12,803 cfm
	3415	Gl. 390 (Bocamina)	13,459 cfm
	3285	Bocamina 3285	6,484 cfm
	3580	Bocamina 3580	0 cfm
		<b>Total de Ingreso de aire</b>	<b>67,052 cfm</b>
Salidas de aire	Nivel	Labor	
	SUPERFICIE	RC 04	13,450 cfm
	SUPERFICIE	CH 034	3,007 cfm
	SUPERFICIE	RC 06	23,700 cfm
	SUPERFICIE	RC 07	26,586 cfm
	SUPERFICIE	CH 764	191 cfm
		<b>Total Salida aire</b>	<b>66,934 cfm</b>

COBERTURA	
Requerimiento Total: QTr + Qeq + Qtm + Qfu	172 cfm
Total de Ingreso de aire	67 cfm
Total Salida aire	67 cfm
Coertura del sistema	39%

DESCRIPCIÓN DE VENTILADORES								
ITEM	CÓDIGO TAG	MARCA VENTILADOR	HP VENTILADOR (HP)	CFM	UBICACIÓN	LABORES QUE VENTILAN	ESTADO	CLASIFICACIÓN DE VENTILADOR
1	V-04	AIRTEC S.A.	15	10 000	Nv.3285 - BP 375 lado norte altura ventana 12	BP 375 - Lado norte ventana 12	OPERATIVO	AUXILIARES
2	V-02	GIOTTO	15	10 000	Nv.3360 - BP 484 lado norte altura ventana 8	BP 484 Galeria	OPERATIVO	AUXILIARES
3	V-06	AIRTEC S.A.	40	20 000	Nv.3360 - Rampa hacia 504	Rampa 504	OPERATIVO	AUXILIARES
4	V-01	AIRTEC S.A.	15	15 000	Nv.3285 - BP 260 ventana 2	BP 260 Galeria	OPERATIVO	AUXILIARES
5	V-08	AIRTEC S.A.	50	20 000	Nv.3130 - altura tajo 962	Galeria T962	OPERATIVO	AUXILIARES
6	V-09	AIRTEC S.A.	50	30 000	Nv.3285 - BP 483 ZORRO ROJO altura de escape hacia 3360	Zorro Rojo Nv. 3285 - Galeria	OPERATIVO	AUXILIARES
7	V-05	AIRTEC S.A.	15	10 000	Nv.3340 - Colgado en el ingreso de rampa negativa.	Rampa 3340	OPERATIVO	AUXILIARES
8	V-10	AIRTEC S.A.	40	20 000	Nv.3240 / Zorro Rojo BP 988 - ventana 16	BP988	OPERATIVO	AUXILIARES
9	V-11	AIRTEC S.A.	30	20 000	Nv.3360 - BP 484 ventana 1	BP484 - Galeria	OPERATIVO	AUXILIARES
10	V-12	AIRTEC S.A.	30	20 000	Nv.3130 - T1 NIDIA	Zona Nidia	OPERATIVO	AUXILIARES
11	V-13	AIRTEC S.A.	40	20 000	Nv.3190 INGRESO A VERONICA	Nv. 3190 - Galeria	OPERATIVO	AUXILIARES
12	V-15	DYNA	60	30 000	ANTAPITE - Nv.3240 KATTY	Galeria Zona Katty - Nv. 3240 - acceso ventana 9	OPERATIVO	AUXILIARES
13	V-16	AIRTEC S.A.	25	15 000	NV3340 - BP533	BP 533	OPERATIVO	AUXILIARES
14	V-17	AIRTEC S.A.	25	15 000	NV3340 - BP415	BP 415	OPERATIVO	AUXILIARES
15	V-18	AIRTEC S.A.	60	30 000	Nv.3240 - BP990	BP990	OPERATIVO	AUXILIARES
16	V-19	AIRTEC S.A.	60	30 000	Nv.3240 - RP423 - BP310	BP310	OPERATIVO	AUXILIARES

**NIVELES**

- NV3130
- NV3190
- NV3240
- NV3285
- NV3360
- NV3415

**LEYENDA**

- INGRESO DE AIRE
- EGRESO DE AIRE
- PUNTO DE MONITOREO
- TAPON PERMANENTE/TEMPORAL
- VENTILADOR
- CARGADOR DE BATERIA

POLVORIN

VENTILADOR

CARGADOR DE BATERIA

DEPARTAMENTO: PLANEAMIENTO

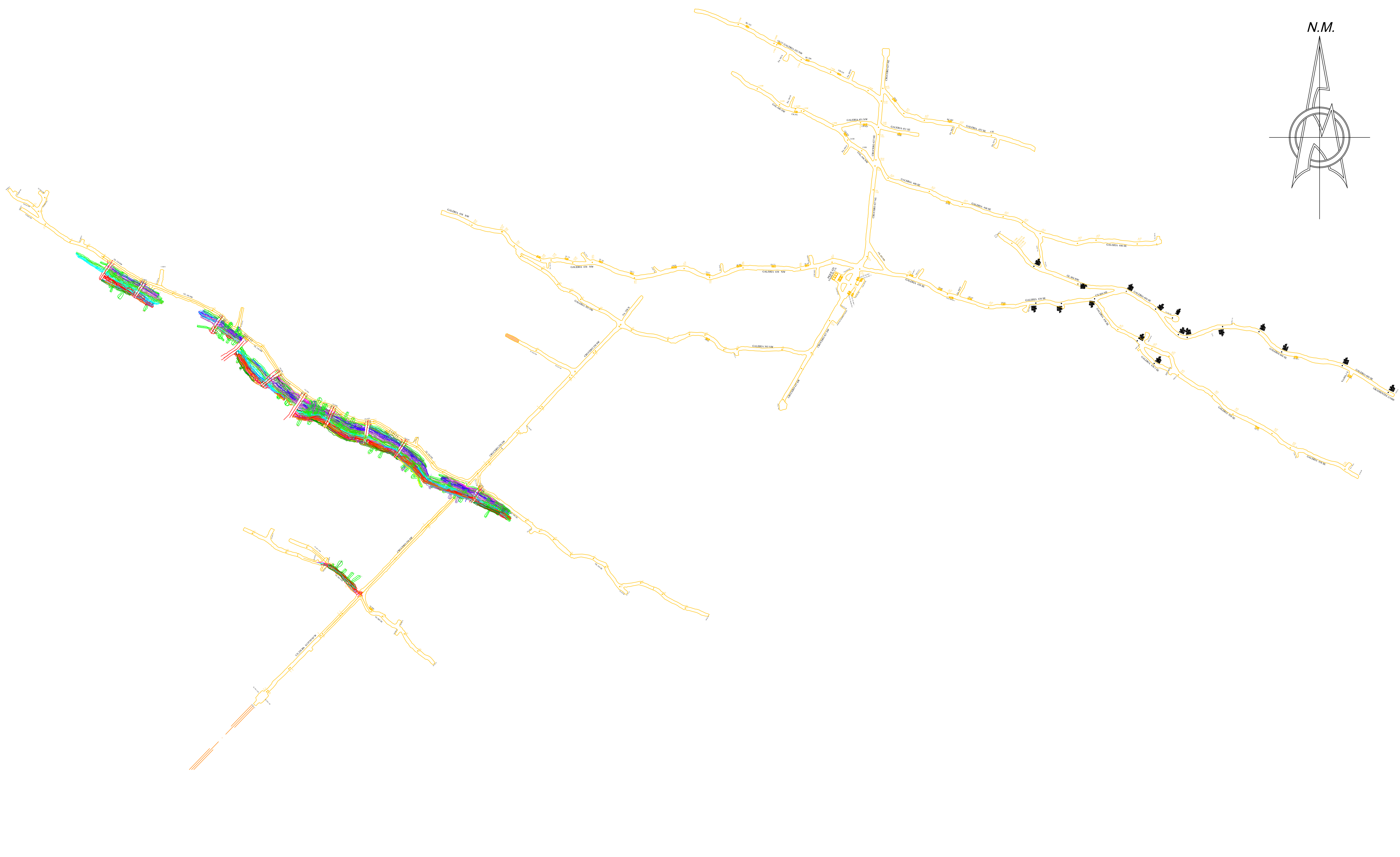
PROYECCIÓN - DATUM: WGS 84

FECHA: 20/08/2021

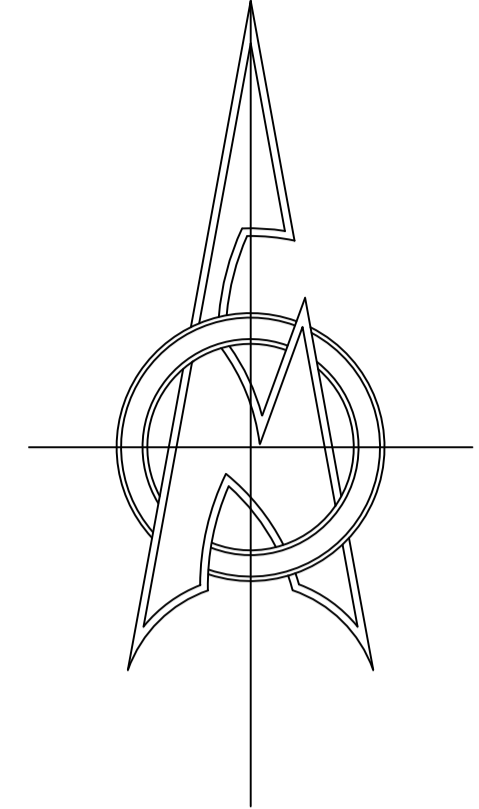
ESCALA: 1/1000

**SIERRA SUN GROUP - UNIDAD ANTAPITE**

**PLANO ISOMÉTRICO DE VENTILACIÓN**



N.M.



**LEYENDA**

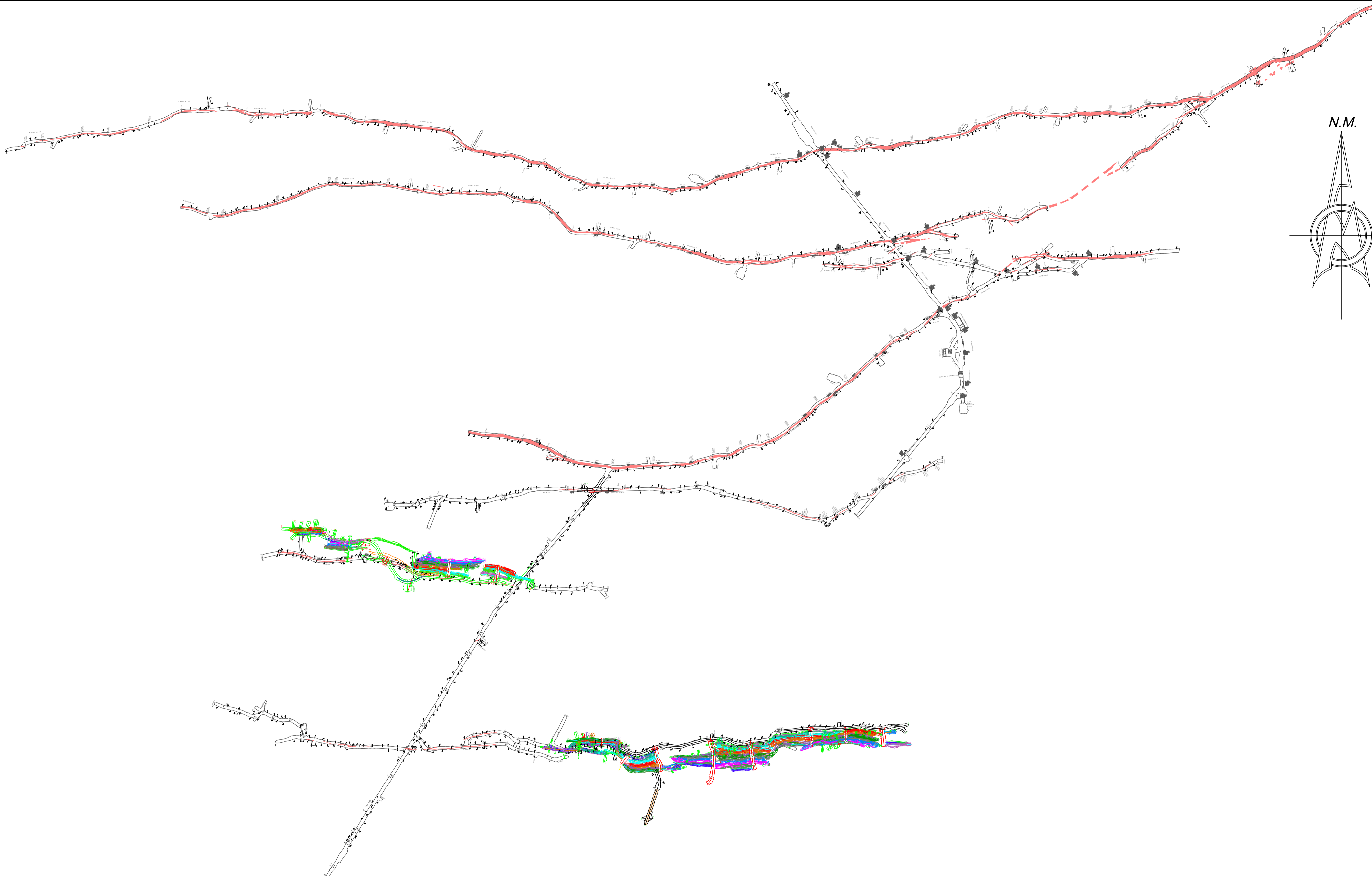
- LABORES\_NV3130
- LABORES DE PREPARACIÓN
- CHIMENEAS
- TAJOS DE PRODUCCIÓN

VB\* GEOLOGÍA      VB\* MINA      VB\* SEGURIDAD      VB\* GEOMECÁNICA      VB\* PLANEAMIENTO



DIBUJO:	NILER TOCTO O.	DEPARTAMENTO:	MINA – VENTILACIÓN
ELABORADO:	NILER TOCTO O.	PROYECCIÓN – DATUM:	UTM – PSAD56
REVISADO:	SUPERINT. DE MINA R. VILLAVERDE	FECHA:	20/06/2021
APROBADO:	GERENTE DE OPERAC. W. MARCELIANO	ESCALA:	1/2000

<b>SIERRA SUN GROUP - UNIDAD ANTAPITE</b>	
<b>PLANO TOPOGRAFICO COMPOSITO</b>	LÁMINA N°:
<b>NV 3130</b>	<b>01</b>



**LEYENDA**

- LABORES\_NV3190
- LABORES DE PREPARACIÓN
- VETAS
- CHIMENEAS
- TAJOS DE PRODUCCIÓN

VB\* GEOLOGÍA

VB\* MINA

VB\* SEGURIDAD

VB\* GEOMECÁNICA

VB\* PLANEAMIENTO



DIBUJO:	NILER TOCTO O.	DEPARTAMENTO:	MINA – VENTILACIÓN
ELABORADO:	NILER TOCTO O.	PROYECCIÓN – DATUM:	UTM – PSAD56
REVISADO:	SUPERINT. DE MINA R. VILLAVERDE	FECHA:	20/06/2021
APROBADO:	GERENTE DE OPERAC. W. MARCELIANO	ESCALA:	1/2000

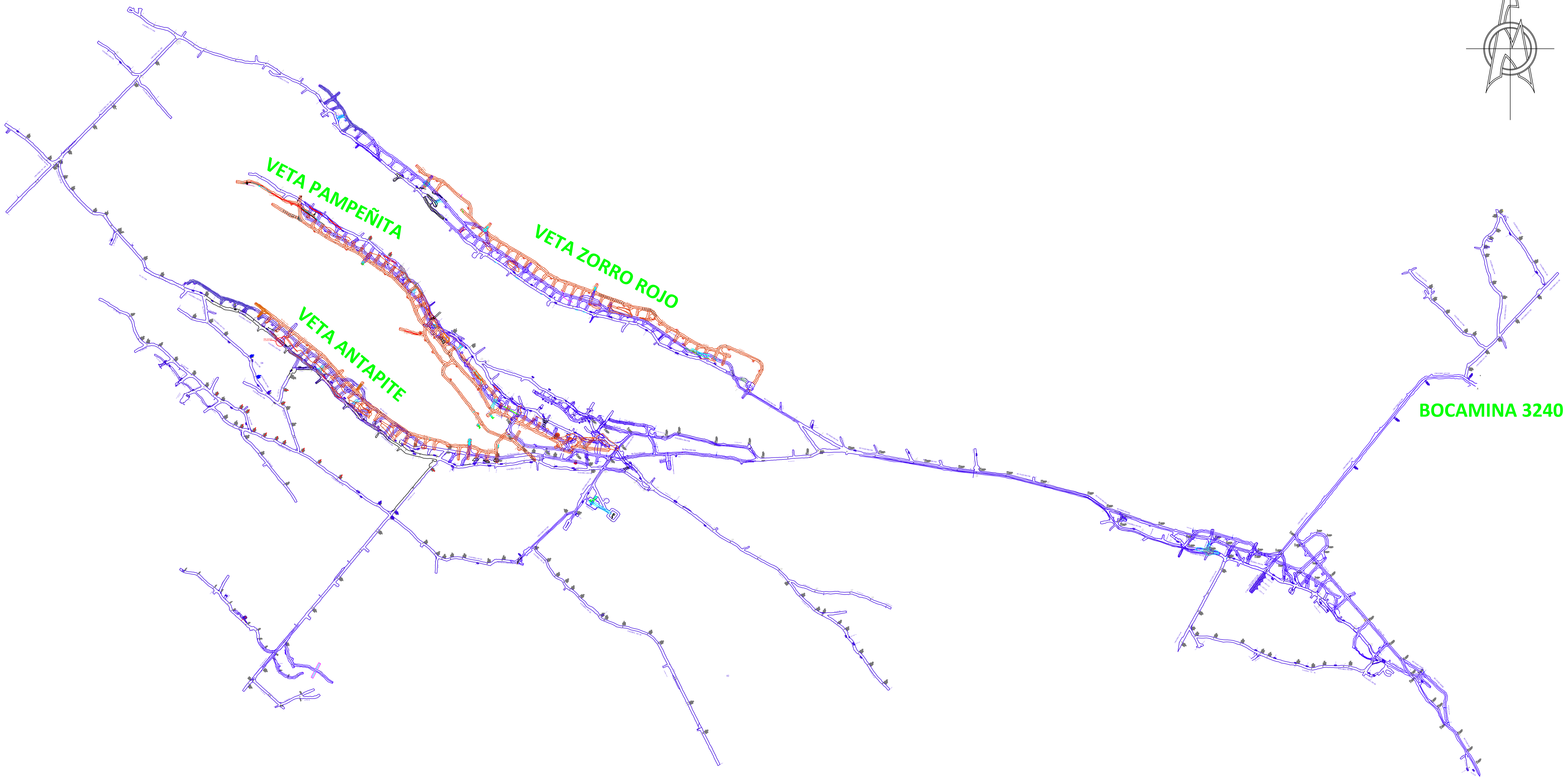
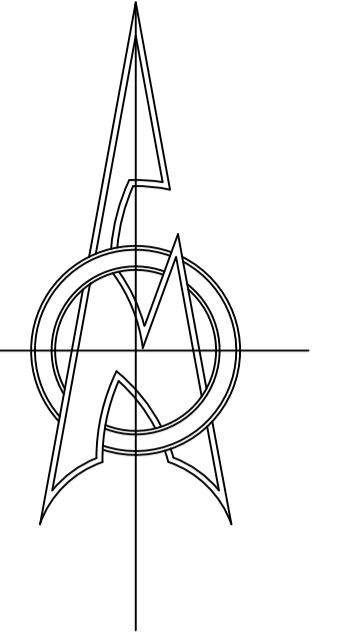
**SIERRA SUN GROUP - UNIDAD ANTAPITE**

**PLANO TOPOGRAFICO COMPOSITO  
NV 3190**

LÁMINA N°:

**02**

N.M.



**LEYENDA**

- LABORES\_NV3240
- LABORES\_NV3260
- LABORES\_NV3285

V'B\* GEOLOGÍA

V'B\* MINA

V'B\* SEGURIDAD

V'B\* GEOMECAÁNICA

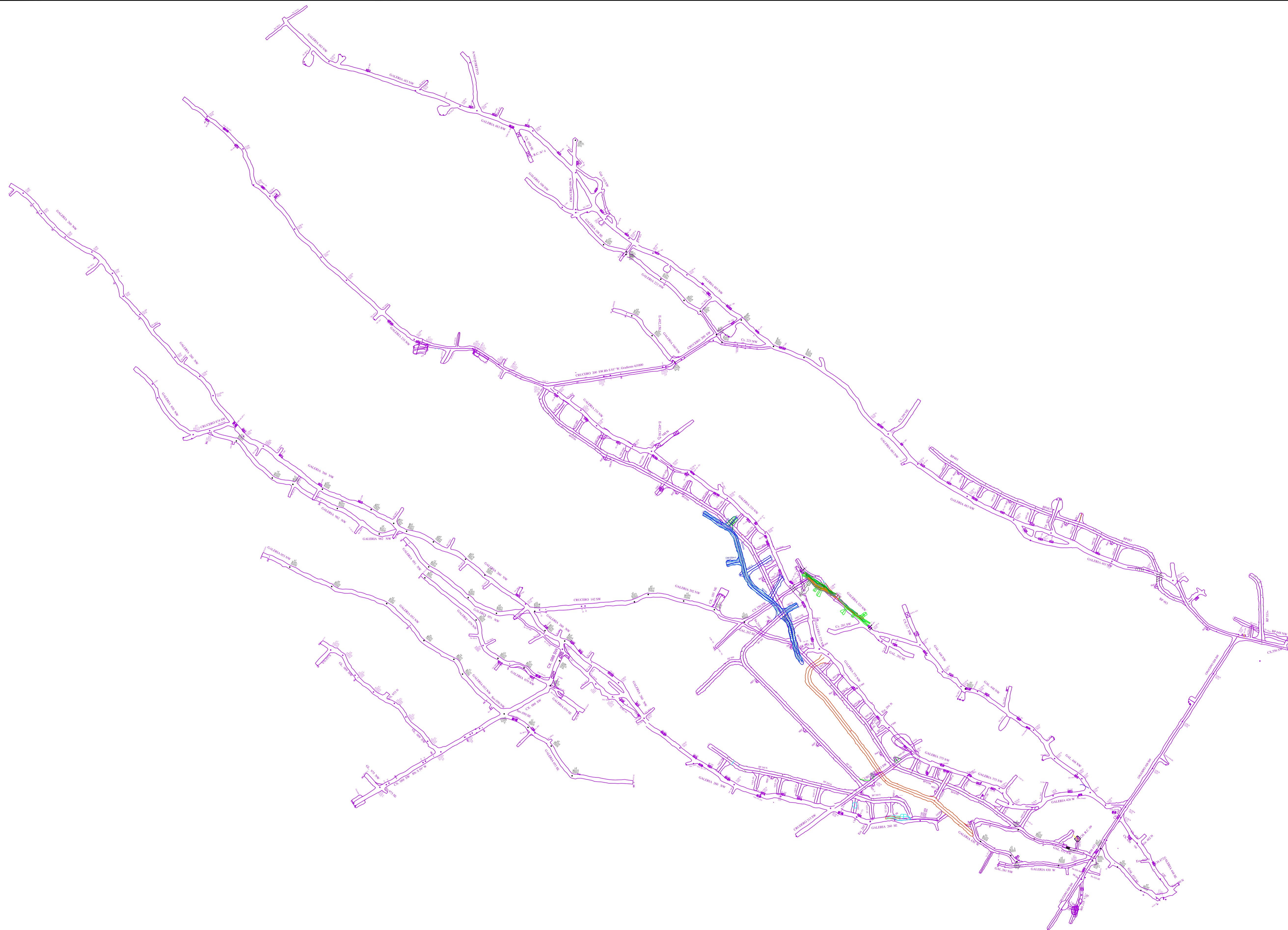
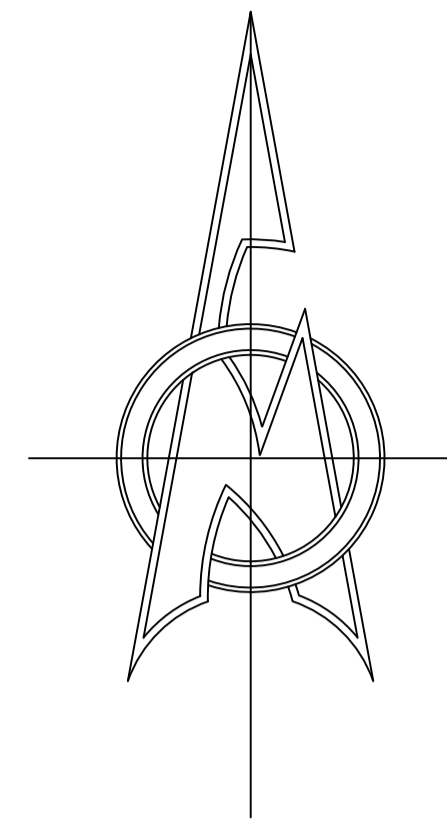
V'B\* PLANEAMIENTO



DIBUJO:	NILER TOCTO O.	DEPARTAMENTO:	MINA – VENTILACIÓN
ELABORADO:	NILER TOCTO O.	PROYECCIÓN – DATUM:	UTM – PSAD56
REVISADO:	SUPERINT. DE MINA R. VILLAVERDE	FECHA:	20/06/2021
APROBADO:	GERENTE DE OPERAC. W. MARCELIANO	ESCALA:	1/2000

<b>SIERRA SUN GROUP - UNIDAD ANTAPITE</b>	
<b>PLANO TOPOGRAFICO COMPOSITO</b>	LÁMINA N°:
<b>NV 3240</b>	<b>03</b>

N.M.



**LEYENDA**

- LABORES\_NV3285
- LABORES\_NV3260
- LABORES\_NV3305
- LABORES DE PREPARACIÓN
- TAJOS CONVENCIONALES

VB\* GEOLOGÍA

VB\* MINA

VB\* SEGURIDAD

VB\* GEOMECÁNICA

VB\* PLANEAMIENTO



DIBUJO:	NILER TOCTO O.	DEPARTAMENTO:	MINA – VENTILACIÓN
ELABORADO:	NILER TOCTO O.	PROYECCIÓN – DATUM:	UTM – PSAD56
REVISADO:	SUPERINT. DE MINA R. VILLAVERDE	FECHA:	20/06/2021
APROBADO:	GERENTE DE OPERAC. W. MARCELIANO	ESCALA:	1/2000

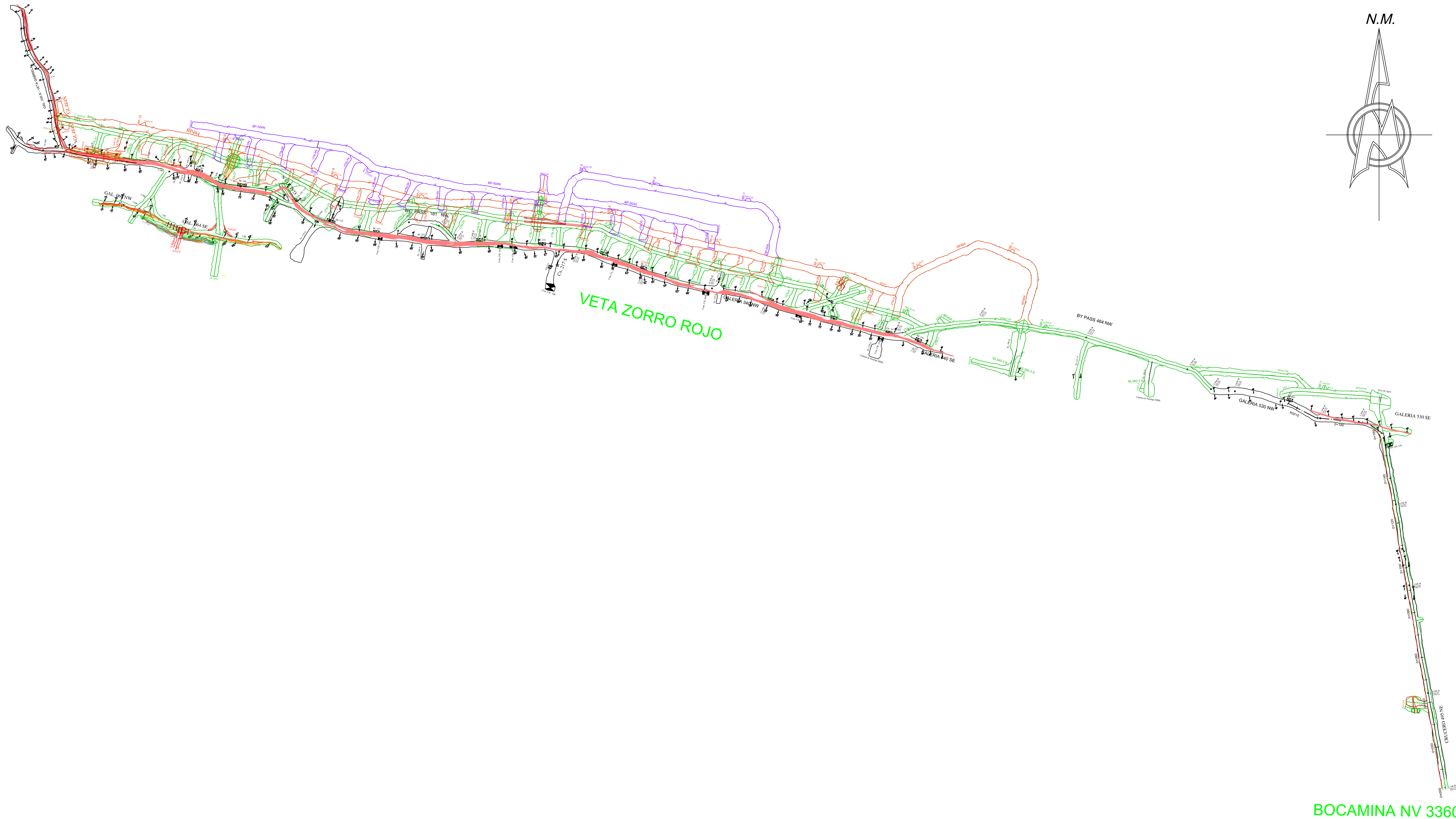
**SIERRA SUN GROUP - UNIDAD ANTAPITE**

**PLANO TOPOGRAFICO COMPOSITO  
NV 3285**

LÁMINA N°:

**04**





BOCAMINA NV 3360

**LEYENDA**

- LABORES\_NV3360 —
- LABORES\_NV3380 —
- LABORES\_NV3400 —
- LABORES ANTIGUAS —
- VETA —
- TAJO 064 —

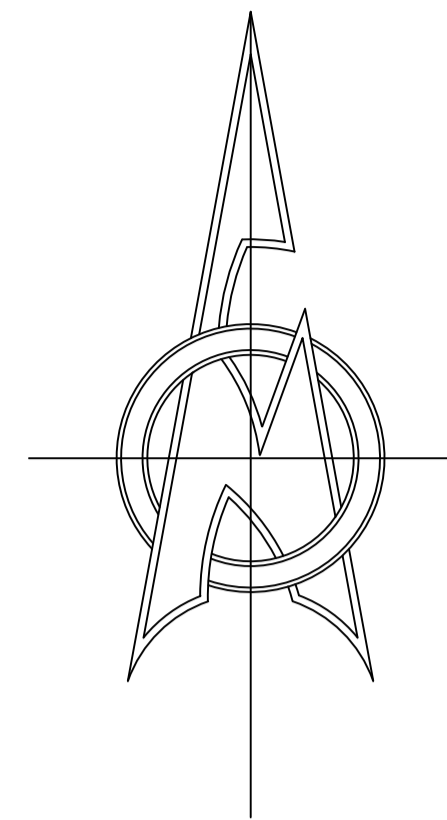
- VB\* GEOLOGÍA
- VB\* MINA
- VB\* SEGURIDAD
- VB\* GEOMECÁNICA
- VB\* PLANEAMIENTO



DIBUJO:	NILER TOCTO O.	DEPARTAMENTO: MINA – VENTILACIÓN
ELABORADO:	NILER TOCTO O.	PROYECCIÓN – DATUM: UTM – PSAD56
REVISADO:	SUPERINT. DE MINA R. VILLAVERDE	FECHA: 20/06/2021
APROBADO:	GERENTE DE OPERAC. W. MARCELIANO	ESCALA: 1/2000

<b>SIERRA SUN GROUP - UNIDAD ANTAPITE</b>	LÁMINA N°:
<b>PLANO TOPOGRAFICO COMPOSITO NV 3360</b>	<b>05</b>

N.M.



BOCAMINA NV 3415

**LEYENDA**

- LABORES\_NV3415
- LABORES ANTIGUAS\_NV3415
- LABORES\_NV3435
- TAJO TAL. LARGOS

- VB\* GEOLOGÍA
- VB\* MINA
- VB\* SEGURIDAD
- VB\* GEOMECÁNICA
- VB\* PLANEAMIENTO



DIBUJO:	NILER TOCTO O.	DEPARTAMENTO: MINA – VENTILACIÓN
ELABORADO:	NILER TOCTO O.	PROYECCIÓN – DATUM: UTM – PSAD56
REVISADO:	SUPERINT. DE MINA R. VILLAVERDE	FECHA: 20/06/2021
APROBADO:	GERENTE DE OPERAC. W. MARCELIANO	ESCALA: 1/2000

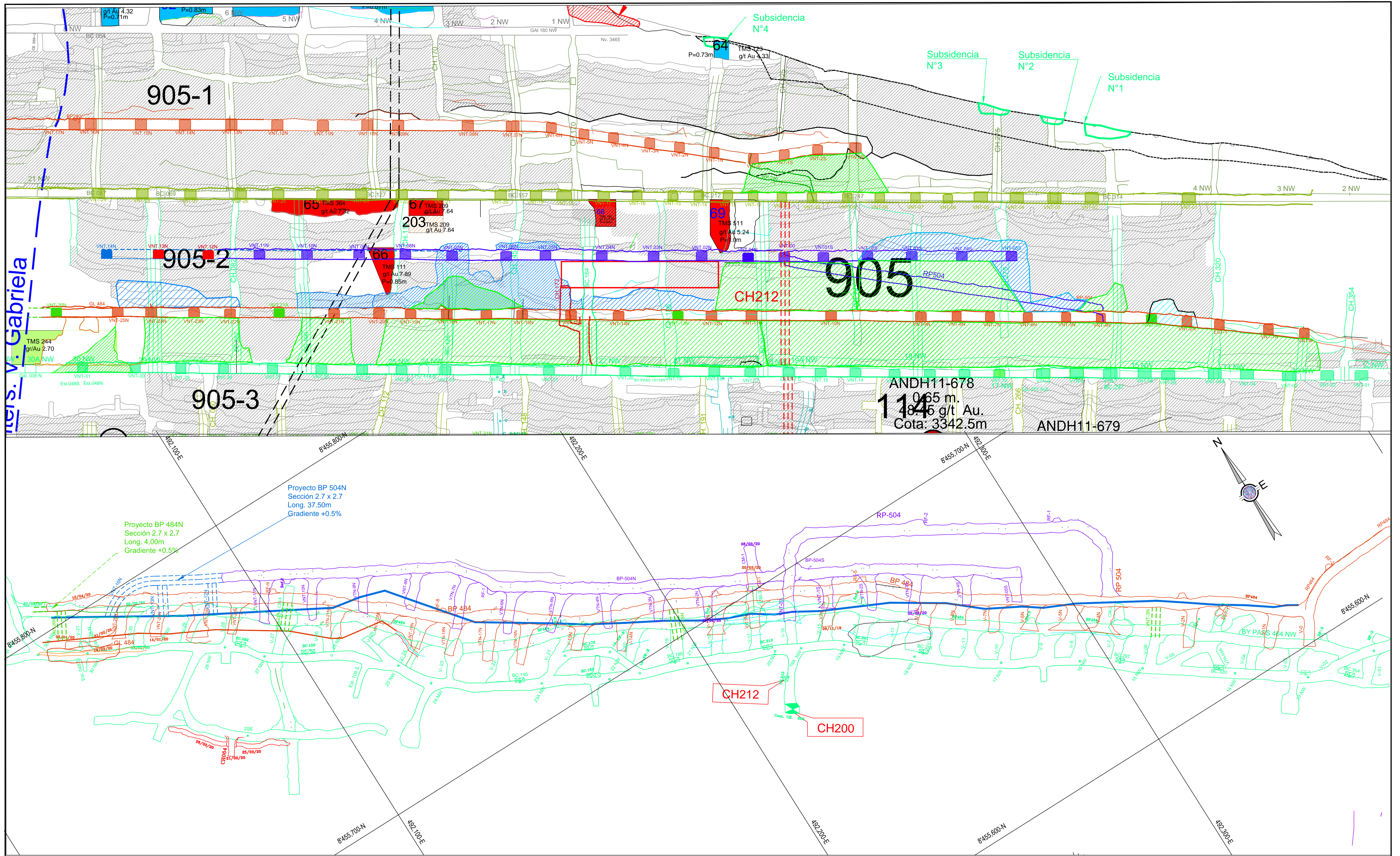
**SIERRA SUN GROUP - UNIDAD ANTAPITE**

**PLANO TOPOGRAFICO COMPOSITO  
NV 3415**

LÁMINA N°:

**06**





Leyenda Labores	
ABORES_NV3070	—
ABORES_NV3130	—
ABORES_NV3190	—
ABORES_NV3240	—
ABORES_NV3260	—
ABORES_NV3285	—
ABORES_NV3340	—
ABORES_NV3360	—
ABORES_NV3415	—
ABORES_NV3470	—
ABORES_NV3525	—
ABORES_NV3580	—

Leyenda Proyectos	
PROYECTO BASE	—
PROYECTO INTERMEDIO 1	—
PROYECTO INTERMEDIO 2	—
PLAN SEMANAL	—
FALLA	—
MINERAL	▨
RELLENO DESMONTE	▨
VACIO	▨

Rangos	
● > 5.01 a g/t Au	Mena Probado
● > 3.35 a 5.00 g/t Au	Marginal Probado
● > 2.50 a 3.34 g/t Au	Sub Marginal
● > 1.50 a 2.49 g/t Au	Baja Ley
○	Indicado por Sondajes

Leyenda Geológica	
■ Mena Probable	▨ Marginal Probable
■ Marginal Probable	▨ Sub marginal Probable
■ Sub marginal Probable	▨ Inferido
■ Inferido	▨ Potencial
■ Potencial	▨ Potencial

VIT GEOLOGIA  
 VIT MINA  
 VIT SEGURIDAD  
 VIT GEOMECANICA  
 VIT PLANEAMIENTO



DIBUJO:	TOPOGRAFIA	DEPARTAMENTO:	PLANEAMIENTO
ELABORADO:	PLANEAMIENTO	PROYECCION - DATUM:	UTM - PSAD56
REVISADO:	C. GONZALES	FECHA:	04/07/2020
APROBADO:	E. ROBLES	ESCALA:	1/500

**SIERRA ANTAPITE S.A.C.**  
**SECCION LONGITUDINAL**  
**VETA ZORRO ROJO**  
**NV3360-NV3380-NV3400**

LAMINA N°:  
**10**

U:\4.-PLANEAMIENTO\SECCIONES\_LONGITUDINALES\_VETAS\SECCIONES ACTUALES\SL\_Zorro Rojo 2020