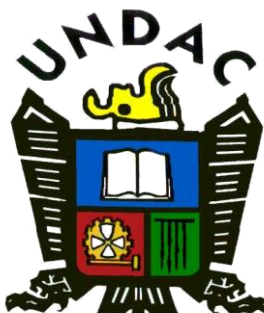


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**T E S I S**

**Evaluación del sistema de ventilación e incidencias en el control de riesgos de operaciones mineras, seguridad y salud ocupacional en la UM. Atacocha**

**S.A.A- Nexa Resources.**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Claudio Laurentino MENDOZA FABIAN**

**Asesor:**

**Mg. Silvestre Fabian BENAVIDES CHAGUA**

**Cerro de Pasco – Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**T E S I S**

**Evaluación del sistema de ventilación e incidencias en el control de riesgos de operaciones mineras, seguridad y salud ocupacional en la UM. Atacocha**

**S.A.A- Nexa Resources.**

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

---

**Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA**

**PRESIDENTE**

---

**Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS**

**MIEMBRO**

---

**Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA**

**MIEMBRO**



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

**INFORME DE ORIGINALIDAD N°042-JUIFIM-2024**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:

**Bachiller:** Claudio Laurentino, MENDOZA FABIAN

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería de Minas**

Tipo de trabajo:

**Tesis**

**Evaluación del sistema de ventilación e incidencias en el control de riesgos de operaciones mineras, seguridad y salud ocupacional en la UM. Atacocha S.A.A- Nexa Resources.**

**Asesor:**

Mg. Silvestre Fabian, BENAVIDES CHAGUA

Índice de Similitud: 17%

Calificativo

**APROBADO**

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 03 de febrero 2024



Firmado digitalmente por AGUIRRE  
ADAUTO Agustín Arturo FAU  
20154605045 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 03.02.2024 10:55:08 -05:00

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

C.c.  
Archivo

## **DEDICATORIA**

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres: Jesús Mendoza y Gloria Fabian quienes me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento. Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

A mi pareja Almendra Figueroa por su apoyo incondicional por darme la fuerza y ser mi soporte para seguir hasta lograr mis objetivos y metas.

## **AGRADECIMIENTO**

### **A Dios**

A Dios, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este camino de dicha y alegría, y concluir en la tesis esperada.

### **A mis Padres**

“Ustedes son el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amado padres, como una meta más conquistada. Orgulloso de haberlos elegido como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante.

### **A mi Novia.**

Gracias a mi pareja por entenderme en todo, gracias a ella porque en todo momento fue un apoyo incondicional en mi vida, fue la felicidad encajada en una sola persona, fue mi todo reflejado en otra persona a la cual yo amo demasiado, y por la cual estoy dispuesto a enfrentar todo y en todo momento.

### **Mi Asesor**

Sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas. Gracias por sus orientaciones”

### **A los Ingenieros Docentes**

“Sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes ingenieros, les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mí transitar profesional.

**Gracias por ser quienes son y por creer en mí”**

## RESUMEN

En la UM. Atacocha preocupado por el bienestar de sus operaciones y velar continuamente por la seguridad, actualmente el Área de Ventilación, se encuentra realizando los estudios para la mejora del sistema de ventilación de Atacocha, por lo cual se prevén realizar pruebas al sistema de ventilación principal, con la finalidad de aumentar la eficiencia del circuito primario de Ventilación de la Mina. Se presentaron inicialmente 03 proyectos:

De los cuales el orden de prioridad de ejecución, se estableció de manera de ejecutar el proyecto 01, por lo cual las cotizaciones por cada uno de estos proyectos fueron entregadas por ECOSEM CAJAMARQUILLA, al dar el visto bueno a la ejecución del Primer proyecto (proyecto 01), se confundió el nombre del proyecto (con el Proyecto 03), por ser de similar costo, por lo cual solicitamos se ejecute la O/C pero dirigidos al proyecto 01 indicado líneas arriba, subrayando que el área de ventilación supervisara el trabajo realizado y la correspondiente acta de conformidad será entregada al dar el trabajo por concluido, para empezar las pruebas del mejoramiento del sistema de ventilación principal.

Dentro de las medidas a realizar por el área de ventilación se comprende la realización de portones de ventilación en interior mina, pero estos deben tener el sustento técnico y no ser realizados de manera innecesaria representando un gasto para la empresa, por lo cual se comprendió en una primera etapa la preparación de 03 proyectos de portones

En cuanto al proyecto 01, se tiene en cuenta que el costo de operación de un ventilador principal de 120,000 CFM con una potencia nominal de 350 HP (como en el caso del ventilador instalado en el Nv. 4020), en lo que respecta a energía consumida es estimado en igual o mayor 100,000, pcm.:

Cualquier monitoreo debe incluir la cantidad de partículas por metro cúbico de aire, su tamaño y el porcentaje de sílice por metro cúbico.

Todas las mediciones de la calidad del aire se realizarán utilizando instrumentos adecuados a cada necesidad.

Está prohibido el uso de sopladores para este fin.

Se colocará dispositivos que eviten recirculación de aire en los ventiladores secundarios.

Todo tajeo debe contar con una chimenea de ventilación. La medición se realizará con el detector de gases.

**Palabra Clave:** Sistema de monitoreo del aire de ventilación en operaciones mineras.

## **ABSTRACT**

At the UM. Atacocha concerned about the well-being of its operations and continually ensure safety, currently the Ventilation Area is carrying out studies to improve Atacocha's ventilation system, for which tests are planned to be carried out on the main ventilation system, with the purpose of increasing the efficiency of the primary Mine Ventilation circuit. 03 projects were initially presented:

Of which the order of execution priority was established in order to execute project 01, for which the quotes for each of these projects were delivered by ECOSEM CAJAMARQUILLA, when giving approval to the execution of the First project (project 01), the name of the project was confused (with Project 03), because it was of similar cost, for which we requested that the O/C be executed but directed to project 01 indicated above, emphasizing that the ventilation area supervise the work carried out and the corresponding certificate of conformity will be delivered upon completion of the work, to begin testing the improvement of the main ventilation system.

Among the measures to be carried out in the ventilation area is the creation of ventilation gates inside the mine, but these must have technical support and not be carried out unnecessarily, representing an expense for the company, which is why it was understood in a first stage the preparation of 03 gate projects

Regarding project 01, it is taken into account that the operating cost of a main fan of 120,000 CFM with a nominal power of 350 HP (as in the case of the fan installed in Lv. 4020), in terms of energy consumed is estimated to be equal to or greater than 100,000 pcm.:

All monitoring must include the number of particles per cubic meter of air, their size and the percentage of silica per cubic meter.



All air quality measurements will be made with instruments appropriate for each need.

In tasks that have only one access road and that have an advance of more than (60) meters, the use of auxiliary fans is mandatory. In advance lengths of less than sixty (60) meters, auxiliary fans will also be used only when environmental conditions so require. The use of blowers for this purpose is prohibited.

Likewise, all documents must meet the objective of the review for their certification or Calibration of the respective monitoring equipment, which must be done annually and each time the current legal regulations related to mineral operations undergo changes and/or modifications.

**Keyword:** Ventilation air monitoring system in mining operations

## INTRODUCCIÓN

En el mundo minero, especialmente en nuestra empresa Minera Atacocha Nexa Resources, S.A.A, se rige las normas de seguridad el cual se establece De acuerdo al D.S.024–2016 E.M. y su modificatoria D.S.023 2017E.M.ART. 251.-indicado especialmente para ventiladores principales con capacidad igual o superior a100,000 pies cúbicos por minuto, se deben instalar paneles de control que permitan su monitoreo de operación, para el caso de extractores de aire usado.

Asimismo, cabe recordar que, en la supervisión de Osinergmin de Ventilación de noviembre del 2019, se observó esta falta de implementación que aún no se ha levantado, por lo cual la importancia debida, a ser atendida de manera inmediata. Atendiendo a la solución del problema, se ha visto conveniente la implementación de los paneles de monitoreo de los ventiladores principales, usando la tecnología de línea flexcom, para realizar el control y monitoreo de los parámetros especificados por el ente supervisor.

Tras la implementación de los paneles y puesta en marcha, se estará dando cumplimiento al RSSO en minería y evitando cualquier observación al respecto.

La Empresa Minera Nexa Resources, UM. Atacocha en cumplimiento del requisito legal asociado se detalla lo siguiente la u.m. Atacocha, ya se encuentra fuera del plazo otorgado, para dar cumplimiento a este artículo del rso, por lo cual atender a este requerimiento es de suma importancia, para evitar sanciones por parte de los entes supervisores.

Por ello la Empresa plantea una alternativa de solución con la utilizará la infraestructura del sistema Leaky Feeder VHF existente en la U.M. Atacocha. Implementara los paneles de control del aire de ventilación.

La propuesta describe los equipos y servicios ofrecidos por PBE para cumplir con los requerimientos e incluye el diseño, suministro de equipos, soporte de proyectos, documentación y puesta en marcha del Proyecto.

El Autor

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la Investigación .....	2
1.2.1.	Delimitación espacial .....	2
1.2.2.	Delimitación temporal .....	2
1.3.	Formulación del problema.....	2
1.3.1.	Problema General .....	2
1.3.2.	Problema específico.....	3
1.4.	Formulación de Objetivos .....	3
1.4.1.	Objetivo General .....	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	3
1.5.	Justificación de la Investigación.....	3
1.6.	Limitaciones de la Investigación .....	4

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de Estudio.....	5
2.1.1.	Antecedentes Nacionales:.....	5
2.1.2.	Antecedentes Internacionales .....	7
2.2.	Bases Teóricas y Científicas.....	10
2.2.1.	Ventilación .....	10
2.2.2.	Leyes Básicas de la ventilación de minas.....	11
2.2.3.	Sistema de Ventilación Minera .....	11
2.2.4.	Tipos de sistema de aire de Ventilación en minería subterránea.....	14
2.3.	Definición de Términos básicos .....	17
2.4.	Formulación de la hipótesis.....	23
2.4.1.	Hipótesis general .....	23
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	23
2.5.	Identificación de Variables.....	23
2.5.1.	Variables para la hipótesis general .....	23
2.5.2.	Variables para la hipótesis específicas .....	23
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	27

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación .....	28
3.2.	Nivel de Investigación.....	28
3.3.	Métodos de Investigación.....	28
3.4.	Diseño de la Investigación.....	29
3.5.	Población y Muestra .....	29

3.5.1.	Población .....	29
3.5.2.	Muestra .....	29
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	29
3.6.1.	Técnica .....	29
3.6.2.	Instrumentos .....	29
3.7.	Técnicas de Procesamiento y análisis de datos .....	31
3.8.	Tratamiento Estadístico .....	31
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica .....	31

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción de Trabajo de Campo .....	32
4.1.1.	Generalidades de la unidad minera Atacocha .....	32
4.1.2.	Sistema de Ventilación .....	34
4.1.3.	Requerimiento del Aire de Ventilación .....	37
4.1.4.	Balance de ingresos y salidas UM Atacocha.....	38
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	38
4.2.1.	Evaluación Programada del Sistema de Ventilación.....	42
4.2.2.	Balance del aire de ventilación en la UM. Atacocha.....	46
4.2.3.	Circuitos de Ventilación .....	46
4.2.4.	Riesgos potenciales en el proceso de ventilación.....	52
4.3.	Prueba de Hipótesis .....	56
4.3.1.	Propuesta de Mejora de la Ventilación.....	56
4.4.	Discusión de Resultados .....	58
4.4.1.	Ubicación de los Principales Ingresos y Salidas de Aire .....	61
4.4.2.	Balance de Ingresos y Salidas .....	62

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Sistema de Ventilación principal y auxiliar por altitud. ....	11
<b>Figura 2</b> Ventilación de Mina.....	15
<b>Figura 3</b> Efectos de la temperatura del aire de ventilación .....	15
<b>Figura 4</b> Tipo de ventilador Centrifugo.....	20
<b>Figura 5</b> Ventiladores axiales .....	20
<b>Figura 6</b> Sistema Mixto de ventilación minera .....	21
<b>Figura 7</b> Ventilador Mixto, axial o centrifugo .....	22
<b>Figura 8</b> Punto de operación de un ventilador.....	22
<b>Figura 9</b> Zona de potencial colapso de la ventilación minera .....	26
<b>Figura 10</b> Anemómetro .....	30
<b>Figura 11</b> Detector multigas .....	30
<b>Figura 12</b> Termo anemómetro Sensor AR 856 .....	31
<b>Figura 13</b> Circuito integral UM Atacocha.....	37
<b>Figura 14</b> Modelo de ventilación UM. Atacocha.....	45
<b>Figura 15</b> Circuito Veta 27.....	47
<b>Figura 16</b> Circuito OB 18, OB ANITA.....	48
<b>Figura 17</b> Circuito RP 910.....	49
<b>Figura 18</b> Circuito Propuesto Cro. 949 .....	50
<b>Figura 19</b> Circuito Rpa. 3570 comunicación.....	51



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Valor limite permisible de gases (VLP) .....	16
<b>Tabla 2</b> Tiempo de permanencia por temperatura .....	17
<b>Tabla 3</b> Requerimiento de Aire (DS-023) UM Atacocha 2021 .....	38
<b>Tabla 4</b> Personal seleccionado para la evaluación de la ventilación .....	42
<b>Tabla 5</b> Inventario de existencia de ventiladores para ser evaluados en la UM Atacocha .....	44
<b>Tabla 6</b> Balance de Ingresos y Salidas de Aire 2021 .....	46
<b>Tabla 7</b> Caudales después de la comunicación Rpa. 3570 .....	51
<b>Tabla 8</b> Riesgos Potenciales en el Proceso de Ventilación .....	55
<b>Tabla 9</b> Estimación de la energía consumida por el proyecto .....	57
<b>Tabla 10</b> Cronograma de RBs - 2019 .....	60
<b>Tabla 11</b> Ingreso y salida de aire .....	61
<b>Tabla 12</b> Balance de ingreso y salida de aire.....	62
<b>Tabla 13</b> Flujo de aire por persona .....	63

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

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

La Industria Minera por sus características de producción de materia prima, y dentro de sus alcances y mantener estándares de producción, controlando los riesgos de las vidas humanas y de los equipos y herramientas de producción para mantener y mejorar la productividad diseñada y planificada en el su proceso productivo.

Para ello, nuestro proyecto, parte fundamentalmente de la preocupación de prevenir y controlar la ventilación de las labores en cada etapa de las etapas unitarias de producción que en forma particular cada unidad minera tiene sus propias características geológicas, geomecánicas, diseño de minas, sistemas de arranque de materiales, transporte y sostenimiento en el cual se sucede aspectos de alto riesgo, en cuanto se refiere a la prevención de los recursos humanos y materiales directos e indirectos y alternativos de la producción minera.

Dentro de la Evaluación de un sistema de ventilación se debe tener en cuenta aspectos legales establecidos de manera que se pueda sistematizar y

estandarizar requerimientos de aire de ventilación que están normados por estándares nacionales e internacionales vigentes que, mediante su exigencia y cumplimiento contribuyen en el tiempo y espacio mejorar el sistema de ventilación de la Minería en el País, que, bajo el principio físico que expresa “aire que entra será equivalente al aire que sale de un sistema, en este caso de las labores mineras.

## **1.2. Delimitación de la Investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

El desarrollo de la Investigación se realizará dentro de la infraestructura de la Unidad Minera Atacocha S.A.A – NEXA RESOURCES. Que se encuentra situado al Norte de la provincia de Cerro de Pasco, Distrito de Yarusyacán, Región Pasco.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

El planteamiento y desarrollo del Proyecto ha tomado un tiempo promedio de seis (6) meses, de agosto 2022 a enero del 2023.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema General**

Es posible necesario realizar una evaluación del sistema de ventilación nos proporcionará la información detallada para mejorar el sistema de ventilación, bajo los estándares exigidos, que nos permitirán establecer los parámetros de mejora de las condiciones de Seguridad y salud ocupacional de los trabajadores y equipos de la unidad Minera Nexa Resources-Atacocha S.A.

### **1.3.2. Problema específico**

#### **a) Problema Especifico**

Suministrar aire fresco por medios naturales y mecánicos a labores confinados o ciegos para la dilución de gases y brindar calidad de aire adecuado para el normal desempeño de los trabajadores en ambiente seguro y saludable.

b) La evaluación se utiliza para diagnosticar el estado actual del circuito de ventilación en función de la demanda de aire una producción que es de 1,500 Tn./día, para el año 2023, considerando el programa de producción, avances y proyectos a ejecutarse.

## **1.4. Formulación de Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

El proyecto propone mejora el sistema de ventilación mediante cambios en el circuito de ventilación en la UP. Nexa Resources Atacocha S.A.A.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

a) Determinar los planes de trabajo a ser implementados, en cumplimiento a lo establecido por el D.S. N.º 024-2016 y su Modificatoria D.S. N.º 023-2017, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, en la UP. Atacocha-Nexa Resources S.A.A

b) La evaluación nos permitirá evidenciar y controlar las mejoras para el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la UP. Atacocha-Nexa Resources S.A.A

## **1.5. Justificación de la Investigación**

La realización de la presente investigación justifica, porque nos permitirá determinar los tipos de ventilación primaria y secundaria en los niveles de producción que mantengan limpios y ventilados de acuerdo a los parámetros

exigibles bajo estándares de seguridad y de acuerdo al plan estratégico de producción de la mina, de acuerdo al ritmo de explotación.

Es importante porque se podrá determinar y mejorar el circuito de ventilación principal y secundaria, para cada nivel de producción de la mina de acuerdo a los requerimientos en cantidad y volumen y calidad de aire, con ello satisfacer las necesidades de mantener en condiciones óptimas de seguridad las áreas de explotación y transporte de la Mina. Asimismo, podremos establecer la confiabilidad para los trabajos seguro y el plan de mejora de la ventilación y evitar los riesgos potenciales de gaseamiento en forma oportuna y puntual, especialmente las labores de explotación que se encuentra en la zona central como son explotación de la veta 27, Cristina NE y Stope 080 (OB Anita) en sus actividades de voladura, asimismo, en las labores de preparación y desarrollo como Cro.949, Cro. 7841, las cuales se están avanzando en frentes ciegos, y labores abandonadas en las cuales se debe instalar ventiladores auxiliares.

#### **1.6. Limitaciones de la Investigación**

Las posibles limitaciones que se podrían tener en el proceso del desarrollo de la investigación serán superadas con el apoyo del personal de la empresa ya que se cuenta con la autorización de la alta dirección y la gerencia de operaciones y el respaldo respectivo del personal que labora en dicha unidad.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de Estudio**

Nuestra investigación toma como referencia diversos antecedentes en el ámbito nacional e internacional; los cuales citamos a continuación:

##### **2.1.1. Antecedentes Nacionales:**

DS. 024-2016 EM. (2016). Para desarrollar la investigación se ha recurrido a la consulta de la siguiente bibliografía referidos al estudio. El reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional Minera, DS-024-2016, EM, Ley 29783 y su modificatoria DS N° 05-2012-TR, y sus modificatorias RM N° 050-2013-TR. en el Subcapítulo VIII-Ventilación ART. 246.- Dice “El titular de la actividad minera debe velar por el suministro de aire limpio a las labores de trabajo de acuerdo con las necesidades del trabajador, de los equipos y para evacuar los gases, humos y polvo suspendido que pudieran afectar la salud del trabajador, así como para mantener condiciones termo-ambientales confortables. (RSSOM, Pág 141)

**Primer antecedente:**

**R. Aranda R (2019);** en su tesis “Automatización de sistemas de ventilación para el manejo de gas en minas relacionados con la optimización de la distribución eléctrica Compañía Minera Raura S.A.

El resultado final es la automatización soporte a la gestión de sistemas de ventilación mediante SCADA relacionados con la gestión de gases.

Existe en la mina y afecta la asignación óptima de la capacidad minera. Compañía Minera Raura S.A., 2019 porque facilita un control adecuado parámetros eléctricos: tensión ( $\mu v = 0,087$ ), corriente ( $\mu c = 0,069$ ) y frecuencia ( $\mu f = 0,172$ ) Relacionado con la potencia distribuida (kW), con una correlación positiva y moderada Control adecuado de las condiciones de operación del sistema de ventilación. (Temperatura y vibración del motor del ventilador), además de generar interfaces control remoto en tiempo real para minimizar las interrupciones operaciones mineras.

**Segundo antecedente:**

**R. Aranda R (2019);** anbin Indica, que La ventilación de una mina subterránea se refiere al proceso de asegurar una atmósfera respirable y la circulación del aire necesaria para el desempeño del trabajo dentro de la mina. Es necesario crear circulación de aire en las minas subterráneas por las siguientes razones:

- Dependiendo del mineral a extraer y del equipo utilizado, en su interior se liberan distintos tipos de gases. Estos gases pueden ser tóxicos, asfixiantes y/o explosivos y deben diluirse por debajo de los límites legales.
- Es necesario asegurar un nivel mínimo de oxígeno en la atmósfera de la mina para que los trabajadores en el interior puedan respirar.

- A medida que aumenta la profundidad de la mina, aumenta la temperatura. El gradiente geotérmico promedio es de 1° por cada 33 m. Además, los equipos y máquinas del interior también pueden provocar un aumento de la temperatura del aire. En este caso la ventilación es necesaria para la climatización de la mina. (Raura Pág. 130).

#### **Tercer antecedente:**

**C- Llano Y.** (2017), en su tesis de grado “Estudio de ventilación e implementación de mejoras en el circuito de ventilación de minera Sotrami S.A. – UEA Santa Filomena – Aplicando el software Ventsim”

Indica que Se han realizado estudios de ventilación que servirán de base para futuros proyectos de mejora.

La simulación de la ventilación se realizó utilizando el software ventsim 3.9. Se seleccionó un ventilador de 15,000 cfm, 11 pulgadas H<sub>2</sub>O y 25 HP para el Cruise 2170. Se instalaron mangas paralelas en el Cruise 2170 y se tomaron medidas para demostrar cuál era más eficiente que una sola manga.

Se concluyó que la cobertura aérea de la veta Santa Filomena fue del 115% con un volumen residual de 126,49 m<sup>3</sup>/min. La veta Santa Rosa tiene una cobertura de aire del 333%, dejando un volumen residual de 569,70 m<sup>3</sup>/min. En el futuro surgirán problemas de ventilación en las vetas de Santa Filomena, lo que requerirá el desarrollo de chimeneas de ventilación. (Pág.- iv).

#### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

##### **Primer antecedente:**

**D. R. Castillo A (2017);** en su trabajo de grado en la mina El Roble Uptc. Colombia. Indica; que la ventilación es la actividad más importante para la seguridad de cualquier mina y se tuvo en cuenta



en el Decreto n.º 2015. 1886 cuando el sistema de ventilación se midió de manera diferente, quedó claro que el suministro o la cobertura eran deficientes, lo que provocó el cierre permanente de la mina. Durante los últimos tres meses, cuando las máquinas funcionaron simultáneamente en el mismo lugar, el tiempo de inactividad promedió dos o tres horas por día debido a una ventilación frontal insuficiente y al aumento de la contaminación.

Con el aumento de la temperatura, la temperatura más alta registrada en la zona alcanzó los 31°C (ver indicador adjunto)

### **Segundo antecedente**

**Minería Chilena: informe técnico Edic. 501 -Chuquicamata Subterránea publicado 09 dic. 2015.** Tomas Leño, director de proyectos Estructurales; comenta que El proyecto Chuquicamata Subterránea vivió un día crítico en el desarrollo del proyecto que asegurará la continuidad de la división Codelco, al culminar la construcción de los dos primeros túneles de ventilación (cinco en total) que introducirán aire fresco al proyecto a lo largo de su vida.

Además, se ha construido uno de los dos pozos de escape principales, las obras que forman el principal sistema de ventilación de la instalación, la excavación de túneles y chimeneas que forman los ramales subterráneos del circuito de ventilación, es decir. ventilación secundaria, está listo para iniciar los trabajos de construcción de contratos mineros a gran escala durante el período de licitación. Dijo que el proyecto de ventilación se

lanzó a finales de 2017, y que las operaciones de producción comenzaron con éxito en 2019.

### **Tercer antecedente**

**DPS. Chile (versión 2022)**, Propone optar por los ductos de sección circular y, de manera excepcional, se emplean ductos de sección cuadrada, los cuales son comunes en sistemas de aire acondicionado.

En cuanto al espesor de la tubería, dependerá del desgaste y presión que pueda soportar durante su uso. Las conexiones entre tuberías en diferentes partes del sistema deben sellarse para evitar la entrada de aire espurio en áreas de baja presión o fugas de aire en áreas de alta presión.

Si se producen fugas de aire a través de conexiones defectuosas entre los conductos y otros componentes del sistema, una pequeña cantidad de aire no pasará a través de la entrada de aire, lo que significa que se desperdicia energía del ventilador y puede afectar la velocidad del ventilador.

El aire se suministra de tal manera que la eficiencia de recolección no es alta. Por otro lado, las fugas en áreas sobre presurizadas de los sistemas de ventilación pueden provocar el escape de contaminantes parcialmente atrapados, que pueden dispersarse en el entorno laboral, reduciendo la eficacia de la protección de los trabajadores. (pág. 06).

## **2.2. Bases Teóricas y Científicas**

### **2.2.1. Ventilación**

#### **Calidad de aire**

Características físicas, químicas y biológicas del aire en el lugar de trabajo.

#### **Ventilación Forzada**

El aire proviene de la diferencia de presión creada por dispositivos mecánicos alimentados por energía eléctrica, aire comprimido, motores de combustión interna, etc.

#### **Ventilación Natural**

El aire fluye hacia la pieza de trabajo sin ninguna fuerza mecánica externa; Ocurre debido a la diferencia de temperatura y presión entre la superficie y el interior de la mina.

#### **Ventilación Principal**

Este sistema controla y afecta significativamente el caudal general de la mina.

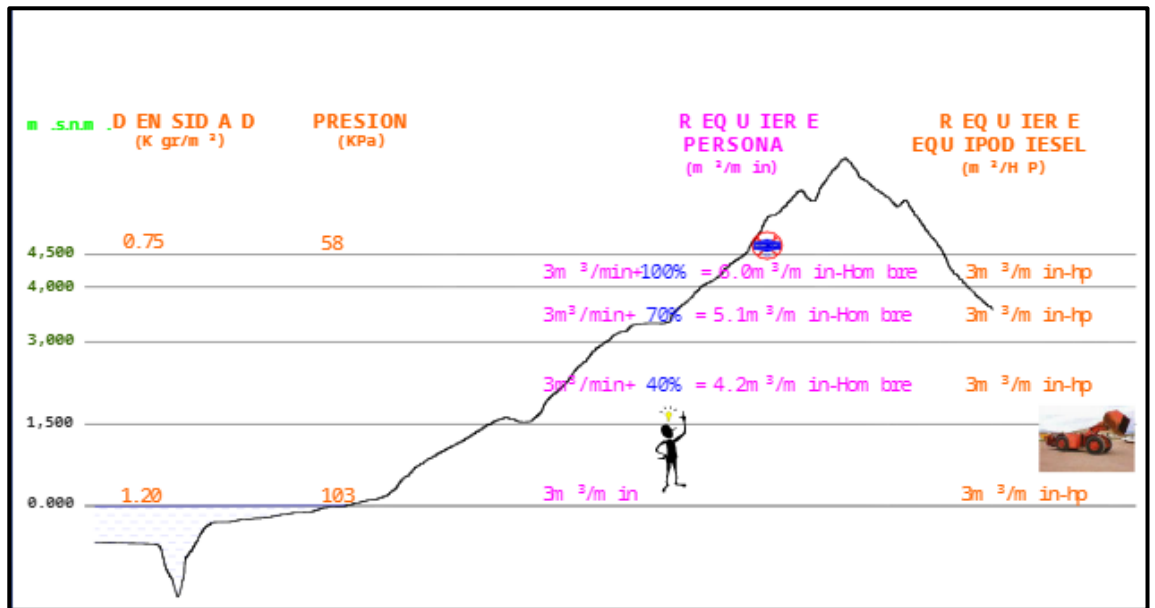
#### **Ventilación Secundaria**

Es el sistema que se instala en serie con la ventilación principal, para compensar el incremento de resistencia de la operación en un determinado sector de la mina.

#### **Ventilación Auxiliar**

Es el sistema que proporciona aire fresco a los frentes ciegos donde la ventilación principal no llega.

**Figura 1** Sistema de Ventilación principal y auxiliar por altitud.



Fuente: Propia

### 2.2.2. Leyes Básicas de la ventilación de minas

El análisis de circuitos se utiliza para calcular el flujo y la velocidad en túneles mineros.

Incluye análisis matemático de resistencia a minas para planificación, gestión y control de ventilación.

El análisis de la cadena consiste en un conjunto de técnicas utilizadas para determinar y optimizar el tráfico y relacionados entre sí con algún tipo de conexión entre ellas.

### 2.2.3. Sistema de Ventilación Minera

D.S N°024 RSSOM, (2016), En subcapítulo VIII-ventilación, Art. 246-Art. 257, nos indica que “El titular de la actividad minera debe velar por el suministro del aire limpio a las labores de trabajo de acuerdo con las necesidades del trabajador, de los equipos y para evacuar los gases, humos y polvo suspendido que pudieran afectar la salud del trabajador, así como para mantener condiciones termo-ambientales confortables”.

Adicionalmente de acuerdo con el concepto de sistema de ventilación, Cualquier sistema de ventilación en una mina que sea relevante para la calidad del aire debe cumplir con los límites de exposición ocupacional a sustancias químicas de acuerdo con el Anexo 15 y los límites establecidos por los agentes.

Ambiente de trabajo, con aprobación DS.015-2005-SA o la norma que la modifique o sustituya, Además, también deberá cumplir:

**a)** Los trabajos ciegos especialmente planificados, como chimeneas y pozos, mediciones de monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de nitrógeno, oxígeno y otros gases, según el tipo de operación, deben realizarse diariamente antes del inicio o comienzo de la minería.

Cabe decir que el depósito, uso de explosivos y uso de equipos con motores de petróleo, el uso de explosivos y el uso de equipos con motores de petróleo funcionan.

**b)** Se deberá mantener una cantidad y calidad suficiente de circulación de aire limpio y fresco en todas las operaciones subterráneas en función del número de empleados, la potencia total del equipo del motor de combustión interna y la dilución del gas. El ambiente de trabajo deberá contener al menos diecinueve y medio por ciento (19,5%) de oxígeno.

**c)** Las tareas de entrada y salida de aire deben ser completamente independientes. El circuito general de ventilación de la mina debe estar ramificado para garantizar que todas las áreas de trabajo reciban una proporción proporcional de aire fresco y evitar la recirculación de todo el aire.

- d)** Si la ventilación natural no cumple con los requisitos del artículo anterior, se utiliza ventilación mecánica y se instalan ventiladores principales, auxiliares o adicionales según sea necesario.
- e)** Los ventiladores principales, secundarios y auxiliares deben instalarse correctamente para evitar una posible recirculación de aire.
- No se permite el uso de aire residual para ventilación en áreas de desarrollo, chimeneas y minería.
- f)** Para misiones donde exista una sola aproximación y el avance supere los sesenta metros (60 m), se deberá utilizar un ventilador adicional. Si la longitud es inferior a sesenta metros (60 m), se deberán utilizar ventiladores adicionales sólo cuando las condiciones ambientales lo requieran.
- g)** Durante el desarrollo y la preparación, las mangas de ventilación deben instalarse a no más de quince metros (15 m) del borde del disparo y deben instalarse cuando haya indicios de proximidad a cámaras de gas subterráneas o la posibilidad de una liberación repentina de gas. Incline la sembradora paralela al eje de trabajo y avance al menos diez metros (10 m). (Artículo reformado del D.S. N° 023-2017-EM. 1).
- h)** Principales normas para sistemas de ventilación minera. Según datos del ISEM, cuando la altura de la mina alcanza los 1.500 metros, la cantidad mínima de aire requerida por persona en el lugar de trabajo es de 3 metros cúbicos por minuto.
- En otras altitudes, la cantidad de aire se calculará según las siguientes proporciones:

1. Desde una altura de 1500 metros a 3000 metros, aumentar un 40%, lo que corresponde a 4 metros cúbicos por minuto.
2. De una altitud de 3.000 metros a 4.000 metros, aumentará un 70%, lo que corresponde a 5 metros cúbicos por minuto.

Por encima de los 4000 metros sobre el nivel del mar, aumentar un 100%, lo que corresponde a 6 metros cúbicos por minuto.

Por motivos técnicos, debemos aclarar que la velocidad del aire nunca bajará de los 20 metros por minuto.

Para tareas de desarrollo, incluido el desarrollo, preparación y dondequiera que trabajen personas, su velocidad no superará los 250 metros por minuto. Cuando se utilicen explosivos ANFO u otros explosivos, la velocidad del viento no debe ser inferior a 25 metros/minuto.

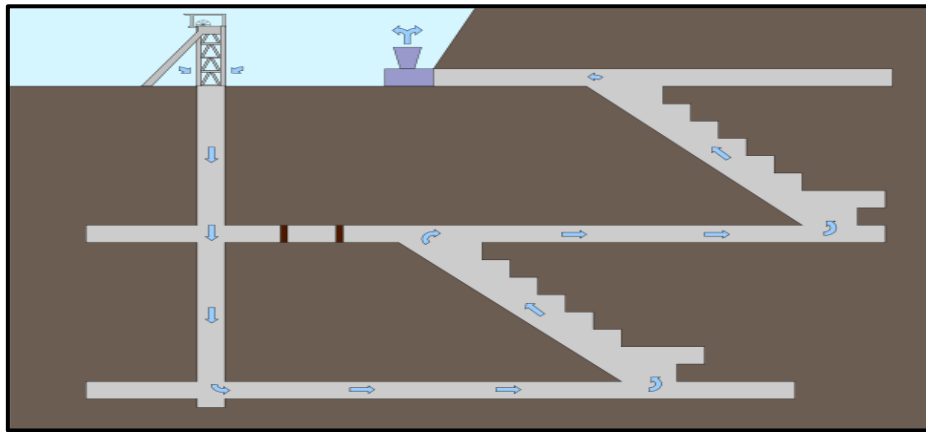
#### **2.2.4. Tipos de sistema de aire de Ventilación en minería subterránea**

La ventilación de una mina puede ser **soplante o aspirante**.

**En la Ventilación soplante**, el ventilador impulsa el aire al interior de la mina o de la tubería.

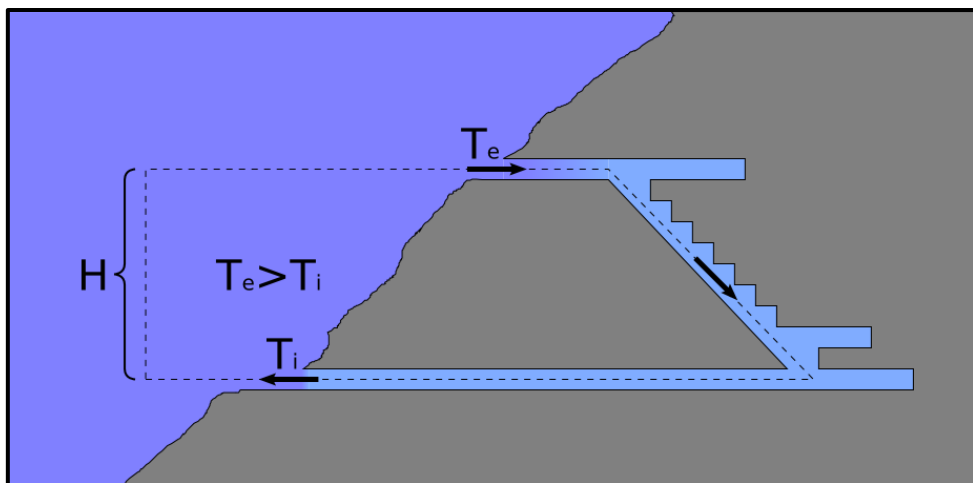
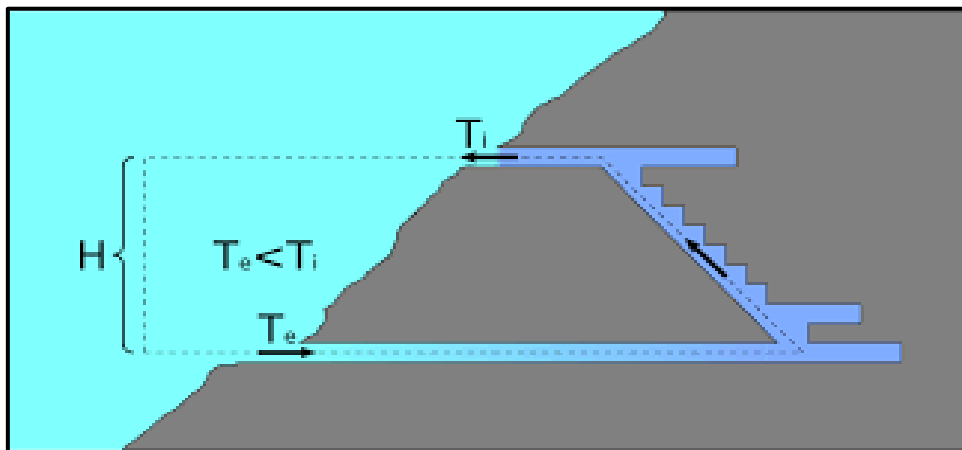
**Ventilación aspirante**, el ventilador succiona el aire del interior de la mina (o la tubería) y lo expulsa al exterior.

**Figura 2 Ventilación de Mina**



Fuente: Wikipedia

**Figura 3 Efectos de la temperatura del aire de ventilación**



Fuente: Minas de Arnao-NBSM.



## Parámetros de Ventilación en minería subterránea

**Caudal requerido a las concentraciones de los gases** (m<sup>3</sup>/ min).

Depende del volumen de control, el tiempo de dilución y las concentraciones iniciales y finales de los gases después de la voladura.

**Tabla 1** Valor limite permisible de gases (VLP)

Nombre del gas contaminante	Formula química	Porcentaje en volumen (%)	Partes por millón (PPM)
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0,5	5000
Monóxido de carbono	CO	0,005	50
Ácido sulfhídrico	H <sub>2</sub> S	0,002	20
Anhidrido sulfuroso	SO <sub>2</sub>	0,0005	5
Vapores nitrosos	NO+NO <sub>2</sub>	0,0005	5

Fuente: Reglamento de seguridad en las labores subterránea

**Resistencia equivalente de la mina.** Está representado por Murgues ( $\mu$ ) y es una barrera al movimiento del aire a través de paredes, suelos y techos. Depende de la rugosidad, la sección transversal, la longitud, el perímetro de la galería y el factor de rugosidad.

**Caudal total** (m<sup>3</sup>/min). Debe producirse de tal manera que se creen las condiciones atmosféricas óptimas para el trabajo a realizar. Es el resultado de la suma de los flujos de gas requeridos, el flujo de personal de la mina y la maquinaria utilizada.

**Caída de presión** (mm de columna de agua). La cual depende de la resistencia equivalente por el caudal total al cuadrado, lo que significa que hay pérdidas de la energía cinética.

**Potencia (Kw).** Es la fuerza que necesita el ventilador para suplir con el caudal requerido, la cual depende de la caída de presión y el caudal total.

Al llevar a cabo el desarrollo de las simulaciones descrita anteriormente en los casos 1, 2 y 3 se logra evidenciar la importancia de las condiciones del entorno técnico de las explotaciones mineras sobre el diseño de un circuito de ventilación. Lo anterior es porque, a partir de parámetros como las rugosidades, la geometría de las secciones, el número de maquinaria o de personas y demás requerimientos encontrados en el Decreto 1335 depende el volumen de aire necesario para la generación de un ambiente ideal de trabajo; refiriéndose más precisamente a las circunstancias de temperatura y presión que se deben provocar para garantizar el mayor número de horas laborales permitidas en la mina

**Tabla 2** *Tiempo de permanencia por temperatura*

<b><math>T_a</math> (°C)</b>	<b>Tiempo de permanencia (horas)</b>
28	Sin limitación
29	6
30	4
31	2
32	2

Fuente: RSSO- MEM.

### **2.3. Definición de Términos básicos**

#### **Minado Subterráneo**

Según ingeoexpert (2019); La minería subterránea es una minería diseñada específicamente para extraer recursos debajo de la superficie terrestre. En la mayoría de los casos, estas minas subterráneas se realizan cuando la extracción de minerales a cielo abierto no es posible por razones ambientales o económicas.

## Aire de ventilación

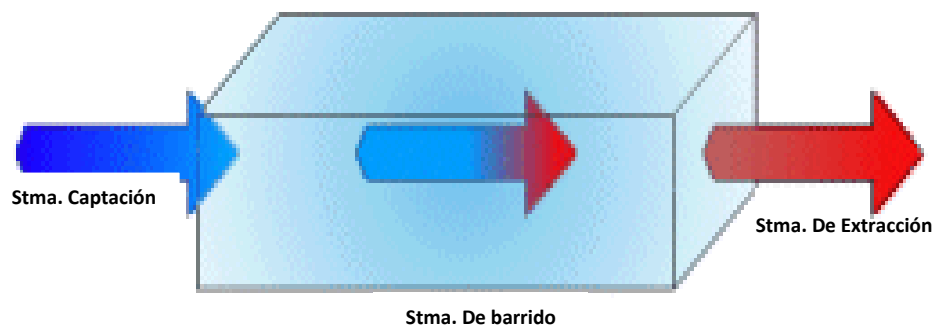
La ventilación se puede definir como una técnica de sustitución del aire ambiente confinado por otra técnica mejorada que se considera indeseable por falta de temperatura, limpieza o humedad suficientes.

Esto se logra mediante el uso de un sistema de entrada y salida de aire que crea un flujo de aire constante o barrido en su camino que elimina cualquier partícula contaminada o innecesaria.

Sistema de Captación

Sistema de Barrido

Sistema de Extracción



## Equipos de Ventiladores de minas

Un ventilador es un dispositivo que transfiere energía a un fluido (aire o gas) creando el aumento de presión necesario (presión total) para mantener un flujo de fluido continuo. Los sistemas de equipos de ventilación son herramientas mecánicas para que con ellos se genere el movimiento del aire, introducido y expulsado en una infraestructura subterránea, que se genera por la acción de un ventilador. Este ventilador se alimenta, de forma general, con energía eléctrica.

## **Circuitos de Ventilación**

La ventilación en una mina subterránea es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la mina, este aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos, estos pueden ser los siguientes tipos:

- **Ventilación** Natural.
- **Ventilación** Forzada.
- **Ventilación** Cruzada.
- **Ventilación** Semicruzada.
- **Ventilación** Selectiva.
- **Ventilación** por Infiltración.
- **Ventilación** por Depresión.
- **Ventilación** por Capas.

## **Ventiladores Centrífugos**

El aire entra por la oreja central y es atraído por la fuerza centrífuga hacia el impulsor, donde es forzado a entrar en un cuerpo parecido a un caracol llamado hélice, cuya sección transversal aumenta hasta llegar a una salida llamada difusor.

El aire sale del impulsor en una dirección perpendicular al eje de rotación.

**Figura 4** Tipo de ventilador Centrifugo



Fuente: Kinextec

### **Ventiladores Axiales**

Ventiladores axiales: el propulsor adopta una forma cilíndrica constituida por un cierto número de álabes o aspas fijadas sobre un rodete o haciendo un cuerpo con él. El aire entra y sale paralelamente al eje de la máquina.

**Figura 5** Ventiladores axiales

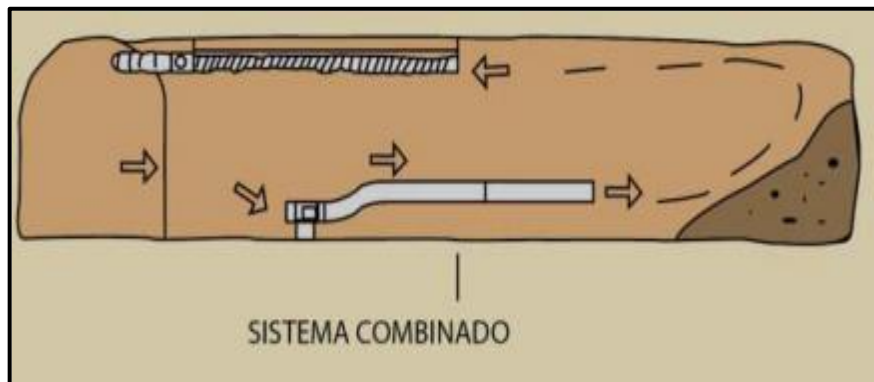


Fuente; Voltrans

## Ventiladores Mixtos

La ventilación mixta es una combinación de las anteriores; Especialmente si hay una explosión, se utiliza un dispositivo de succión y, después de aspirar la mayor parte del gas sucio, se cambia a un ventilador.

**Figura 6** *Sistema Mixto de ventilación minera*



Fuente; Universidad de concepción

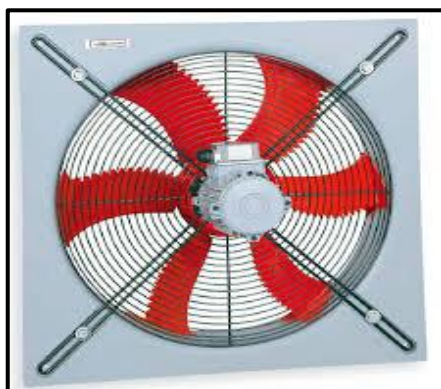
## Troncales de Ventilación

Son puntos principales de ubicación de los equipos de ventilación en la infraestructura minera subterránea, de los cuales se controlan los sistemas de ventilación respectivamente.

## Capacidad de Ventilación

Es un elemento de consideración que se denomina también aforo, consiste en el desarrollo de aforo de Caudal (Q) de Aire de Ventilación -en diversas estaciones de control, previamente definidas- al interior de faenas subterráneas (Mina, Túneles, otro).

**Figura 7 Ventilador Mixto, axial o centrifugo**



Fuente; Motorex

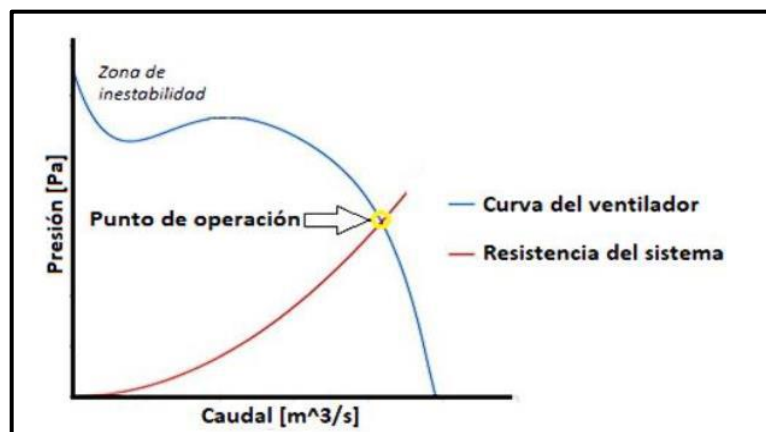
### **Potencia de Ventilación**

La potencia de los ventiladores depende del circuito de inyección principal estará conformado por todas las labores principales y secundarias de la infraestructura minera, se mide el kw. de potencia.

### **Aire de ventilación requerido**

Es regulada por el DS. 024, exige una corriente de aire fresco de no menos de tres metros cúbicos por minuto ( $3 \text{ m}^3/\text{min.}$ ) por persona, en cualquier sitio del interior de la mina.

**Figura 8 Punto de operación de un ventilador**



Fuente: G. Rivera A. UC.

## **2.4. Formulación de la hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

¿La Evaluación del sistema de ventilación permitirá control los riesgos operacionales de SSO, en la Unidad Minera Atacocha, Empresa Nexa Resources S.A.A.?

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

La evaluación del sistema de ventilación permitirá minimizar las incidencias de SSO, en la Unidad Minera Atacocha, Empresa Nexa Resources S.A.A.

## **2.5. Identificación de Variables**

### **2.5.1. Variables para la hipótesis general**

- **Variable Dependiente:**

Requerimiento de aire de ventilación en la Unida Minera Atacocha, Nexa Resources S.S.A

- **Variable Independiente**

Circuito del sistema de ventilación en la unidad Minera Atacocha, Nexa Resources S.A.A.

### **2.5.2. Variables para la hipótesis específicas**

- **Variable Dependiente:**

Calidad del aire comprimido

- **Variable independiente;**

Límites permisibles de calidad y cantidad de aire de ventilación.

- **Sistema actual de ventilación**

#### **Circuito de ventilación actual**

El circuito de ventilación principal se caracteriza por contar con:



- ✓ 10 ingresos de aire fresco.
- ✓ 09 salidas principales de aire viciado.
- ✓ 05 ventiladores principales en operación.

- **Las Troncales de Ventilación son:**

Troncal 01: 02 Ventiladores Principales en Paralelo (Nv. 3600)

AT-VE-53: Capacidad Nominal 120KCFM / Extractor

AT-VE-70: Capacidad Nominal 120KCFM / Extractor

Troncal 02: 03 Ventiladores Principales (OB-18 Nv. 3420 Y Nv.  
3660)

AT-VE-90: Capacidad Nominal 120KCFM / Extractor

AT-VE-52: Capacidad Nominal 120KCFM / Extractor

AT-VE-88: Capacidad Nominal 120KCFM / Extractor

**Particularidades generales del sistema actual de ventilación en La  
UP. Atacocha Nexa Resources S.A.A.**

Circuito Veta 27:

La ruta incluye la Veta 27 o stope 734, así como el cruce de Ingrid. El circuito de ventilación discurre hacia la antigua parada 154 a través de la obsoleta capacidad de extracción de aire RB 150 instalada con una capacidad de 120.000 CFM y termina en la parte superior hasta el actual circuito RB 2; el aire ingresa al pozo a través del espejo de popa 734 N, la rampa principal 696 y el espejo de popa Ingrid y sale hacia el nivel superior 3600.

Circuito OB 18 - OB Anita (Stope 080):

Este circuito cuenta con dos RB de extracción de aire viciado; Una RB que trabaja sobre el Stope 858 N y S, Stope 080 (OB Anita) y la

RB que extrae aire viciado tanto del tope de la rampa en desarrollo 910 y de las preparaciones de los niveles superiores; ambas RB se dirigen hacia el circuito de extracción principal RB 1 a superficie.

Adicional al circuito expuesto tanto en el Stope 858 N y S, Stope 080 (OB Anita), se tiene instalados ventiladores auxiliares de 30,000 cfm cada uno inyectando aire fresco a los frentes de trabajo, ayudando a evacuar el aire viciado hacia los extractores.

### **Metodología de levantamiento de ventilación**

Para diagnosticar el sistema de ventilación actual, es necesario tomar varias medidas de los distintos parámetros que componen la ventilación de la mina. De esta forma será posible saber las condiciones de ventilación actuales y luego determinar las probables mejoras necesarias en base a los cálculos y modelado del circuito de manera representativa

#### Circuito OB 18 - OB Anita (Stope 080):

Este circuito cuenta con dos RB de extracción de aire viciado; Una RB que trabaja sobre el Stope 858 N y S, Stope 080 (OB Anita) y la RB que extrae aire viciado tanto del tope de la rampa en desarrollo 910 y de las preparaciones de los niveles superiores; ambas RB se dirigen hacia el circuito de extracción principal RB 1 a superficie.

Adicional al circuito expuesto tanto en el Stope 858 N y S, Stope 080 (OB Anita), se tiene instalados ventiladores auxiliares de 30,000 cfm cada uno inyectando aire fresco a los frentes de trabajo, ayudando a evacuar el aire viciado hacia los extractores.

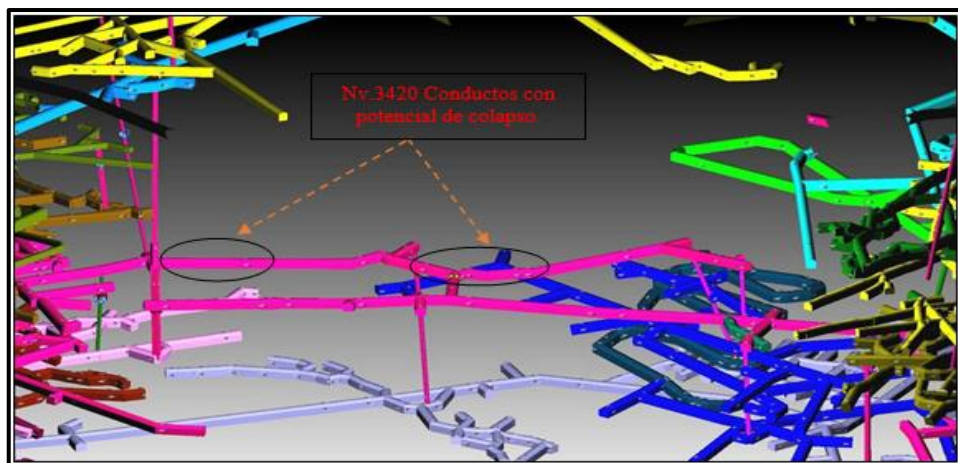
## Parámetros de diseño de la red de ventilación

### Densidad del aire

La densidad del aire estándar considerada al nivel de mar es 1,2 kg/m<sup>3</sup>, la densidad del aire a diferentes alturas depende de la presión barométrica en el lugar de trabajo y la temperatura. Fórmula recomendada por el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM), a 4850 msnm que es la cota donde se halla la mina la presión barométrica es aproximada a 420 mm Hg (Hartman H. 1997). La densidad del aire se calculó mediante la siguiente ecuación:

La densidad del aire estándar considerada al nivel de mar es 1,2 kg/m<sup>3</sup>, la densidad del aire a diferentes alturas, depende de la presión barométrica en el lugar de trabajo y la temperatura. Fórmula recomendada por el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM):

**Figura 9** Zona de potencial colapso de la ventilación minera



Fuente: propia

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
<p><b>2.4 Identificación de Variables</b></p> <p><b>2.4.1 Variables para la hipótesis general</b></p> <p>- <b>Variable Dependiente:</b> Requerimiento De aire de ventilación en la Unida Minera Atacocha, Nexa Resources S.S.A</p> <p>- <b>Variable dependiente</b> Circuito del sistema de ventilación en la unidad UP. Atacocha, Nexa Resources S.A.A.</p> <p><b>2.4.2 Variables para la hipótesis específicas</b></p> <p>- <b>Variable Dependiente:</b> Calidad del aire comprimido</p> <p>- <b>Variable independiente;</b> Límites permisibles de calidad y cantidad de aire de ventilación.</p>	<p><b>2.2 Bases Teóricas y Científicas</b></p> <p><b>2.2.1 Ventilación Calidad de aire</b> Características físicas, químicas y biológicas del aire de una labor.</p> <p><b>Ventilación Forzada</b> de aire que se origina por la diferencia de presiones creadas por dispositivos mecánicos accionados por energía eléctrica, aire comprimido, máquinas de combustión interna, etc.</p> <p><b>Ventilación Natural</b> Flujo de aire que ingresa a una labor, sin necesidad de alguna fuerza mecánica externa; generada por la diferencia de temperatura y presión entre la superficie e interior mina.</p> <p><b>Ventilación Principal</b> Es el sistema que gobierna e impacta significativamente en el caudal total de la mina.</p> <p><b>Ventilación Secundaria</b> Es el sistema que se instala en serie con la ventilación principal, para compensar el incremento de resistencia de la operación en un determinado sector de la mina.</p> <p><b>Ventilación Auxiliar</b> Es el sistema que proporciona aire fresco a los frentes ciegos donde la ventilación principal no llega.</p>	<p><b>2.2.3 Tipos de sistema de aire de Ventilación en minería subterránea</b></p> <p>La ventilación de una mina puede ser <b>soplante o aspirante</b>.</p> <p><b>En la Ventilación soplante</b>, el ventilador impulsa el aire al interior de la mina o de la tubería.</p> <p><b>Ventilación aspirante</b>, el ventilador succiona el aire del interior de la mina (o la tubería) y lo expulsa al exterior.</p> <p><b>Parámetros de Ventilación en minería subterránea</b></p> <p><b>Caudal requerido a las concentraciones de los gases</b> (m<sup>3</sup>/min). Depende del volumen de control, el tiempo de dilución y las concentraciones iniciales y finales de los gases después de la voladura</p>	<p><b>Leyes Básicas de la ventilación de minas</b></p> <p>El análisis de circuitos se utiliza para calcular los caudales y velocidades que fluyen en las labores de una mina. Esto incluye métodos matemáticos para analizar la resistencia de mina para llevar a cabo la planificación, administración y control de ventilación.</p> <p>El análisis de circuitos abarca un conjunto de técnicas que son usadas para determinar y optimizar los flujos en una red de circuitos interconectados y relacionados entre sí con algún tipo de conexión entre ellas.</p>	<p><b>Circuitos de Ventilación</b></p> <p>La ventilación en una mina subterránea es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la mina, este aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos, estos pueden ser los siguientes tipos:</p> <p><b>Ventilación Natural.</b></p> <p><b>Ventilación Forzada.</b></p> <p><b>Ventilación Cruzada.</b></p> <p><b>Ventilación Semicruzada.</b></p> <p><b>Ventilación Selectiva.</b></p> <p><b>Ventilación por Infiltración.</b></p> <p><b>Ventilación por Depresión.</b></p> <p><b>Ventilación por Capas.</b></p>

Fuente: Propia

## **CAPITULO III**

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

#### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación es del tipo descriptivos correlacional, porque la influencia de la evaluación del aire de ventilación debe cumplir con las mejoras operativas y de minimizar los riesgos en la salud ocupacional.

#### **3.2. Nivel de Investigación**

Se ubica dentro del área técnica se servicios de ventilación minera y condiciones medioambientales en operaciones mineras subterráneas.

#### **3.3. Métodos de Investigación**

Para el desarrollo del proyecto no centramos en el método de investigación analítico inductivo y deductivo, porque que las necesidades de los requerimientos de aire de ventilación en la unidad minera requieren conocer la cantidad y calidad del aire de ventilación para mejorar el sistema y cumplir con los aspectos legales exigidos.

### **3.4. Diseño de la Investigación**

Para el diseño de la investigación nos basamos en el planteamiento de Sampieri, (2003), en el cual se responden las interrogantes de la hipótesis planteada que satisface la investigación.

### **3.5. Población y Muestra**

#### **3.5.1. Población**

Se considera todas las estaciones de control del aire de ventilación los circuitos integrados del sistema de existente en la unidad minera Atacocha Nexa Resources S.A.A.

#### **3.5.2. Muestra**

Especialmente las troncales Principales: 01-02, nivel 3600, Troncal 02-03, OB-18, Niv. 3420 y Niv. 3660, considerando los stopes, cruceros, que existentes en el circuito de la zona intermedia.

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

#### **3.6.1. Técnica**

La técnica de investigación es la cualitativa, cuantitativa, que nos brinda las necesidades y cantidades de aire de ventilación existentes y requeridas, que se obtienen mediante las inspecciones, mediciones del recurso, para satisfacer las necesidades exigibles dentro de la metodología cualitativa.

#### **3.6.2. Instrumentos**

Un anemómetro es un instrumento utilizado para medir la velocidad de los gases en flujos confinados (como el flujo de aire en una tubería) o en flujos no confinados (como los vientos atmosféricos).

Fluke 975, Instrumento multifunción para la calidad del aire, mide, temperatura, humedad, velocidad del aire, CO y CO<sub>2</sub>. Fluke 985, Contador de partículas con seis canales desde 0,3µm hasta 10µm.

Un sensor de CO<sub>2</sub> es un instrumento que se utiliza para la medición de gas de dióxido de carbono en un ambiente determinado

**Figura 10** *Anemómetro*



Fuente: Safety instrument.

**Figura 11** *Detector multigas*



Fuente: Wikipedia

**Figura 12** Termo anemómetro Sensor AR 856



Fuente: Wikipedia

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

Para nuestro proyecto, se usaron las técnicas de secuencia lógica, como son de recolección de datos, procesamiento de la información, presentación y exposición de resultados.

### **3.8. Tratamiento Estadístico**

Para la verificación y tratamiento de los datos y la emisión de los resultados se han hecho uso de la estadística descriptiva de valoración de las variables del proyecto.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

Respecto a la información de adquirida son fidedignos para la formulación del proyecto con los permisos y referencias respectivas que indica el proyecto. Para la tabulación y la obtención de los resultados se han trabajado con los datos inéditos de campo de las muestras seleccionadas de las labores de la unidad minera Atacocha-Nexa Resources S.A.A.



## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción de Trabajo de Campo**

##### **4.1.1. Generalidades de la unidad minera Atacocha**

###### **Ubicación y acceso**

La UM, Atacocha subsidiaria de la Empresa NEXA Resources, se encuentra geográficamente ubicada en los parajes de Pucayacu y Tulluragra se encuentra el distrito minero de Atacocha, en la Provincia de Cerro de Pasco. de Cerro de Pasco.

El principal acceso es a través de la carretera Lima - Huánuco. Zn (Zinc), Pb (Plomo), Ag (plata) y Cu (Cobre), que pertenece a un sistema de pórfidos emplazado en las rocas carbonatas del Grupo Pucará.

La mina Atacocha está ubicada en Cerro de Pasco a 4.000 m de altitud, tiene una capacidad de producción de 4.500 toneladas diarias y puede extraer concentrados de zinc, plomo y cobre que contienen oro y plata. El proyecto ha sido operado por Nexa Resources desde noviembre de 2008.

El Distrito Minero de Atacocha está ubicado en el lado oriental de la Cordillera de los Andes en la Región de Atacocha de la Provincia de Pasco, en el Distrito de Yarusyacán de San Francisco. Las ruinas de Atacocha se encuentran a 15 kilómetros al noreste de Cerro de Pasco y tienen una elevación promedio de 4.050 metros.

La concentradora de Chicrín está ubicada a 3.600 metros de altitud y es accesible a través de la carretera central Lima-Huánuco en el kilómetro 324. Existe una carretera de 7 km desde Chicrín hasta la mina de Atacocha. Cubre un desnivel de 450 metros.



Fuente: Wikipedia



Fuente: Wikipedia

### **Trascendencia histórica**

Actualmente se identifica legalmente con el nombre de Nexa Resources Atacocha SAA, anteriormente Compañía Minera Atacocha SAA es una empresa basada en Perú, que está principalmente dedicada a la Compañía Minera Atacocha, es una empresa, dedicada a la explotación de minas, a la comercialización de minerales ya la adquisición de concesiones mineras, de agua y terrenos. La empresa esta principalmente concentrada en la operación de la planta de tratamiento y centro minero ubicados en los distritos de San Francisco de Asís de Yarusyacán y Yanacancha, en la provincia Pasco. También está activa en la generación de electricidad.

El accionista más grande de la empresa es la Compañía Minera Milpo SAA Atacocha, cuenta además con una planta concentradora y dos hidroeléctricas, Marcopampa y Chicrin.

#### **4.1.2. Sistema de Ventilación**

Este informe presenta los avances y cambios en el circuito de ventilación de la unidad minera Atacocha para evidenciar las

mejoras realizadas para alcanzar los objetivos estratégicos de la empresa y definir el plan de trabajo a implementar según el D.S. las reglas prescritas.

No. 024-2016 y sus reformas D.S. N° 023-2017, Normativa sobre el ambiente laboral en la industria minera.

El sistema de ventilación de la mina es íntegramente mecánico, se emplean ventiladores para extraer aire viciado de la mina. De acuerdo a la disposición de las vías de ingreso y salida de aire, se identifican circuitos principales de aire los que, sin ser independientes, tienen marcadas particularidades de acuerdo a las necesidades de aire de cada área operativa.

La información está basada en el diagnóstico de las condiciones actuales de los circuitos de ventilación en función del requerimiento de aire para una producción de 1,500 t/día, para el año 2022 considerando el programa de producción, avances y proyectos a ejecutarse.

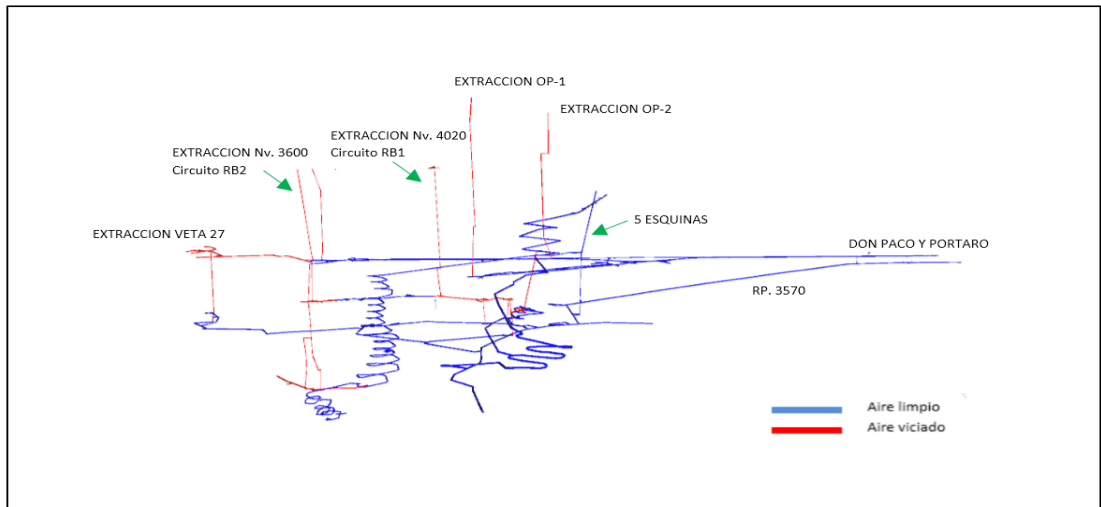
El cuadro adjunto muestra el registro y identificación de los ventiladores existentes operativas en la UM. Atacocha sujetas a evaluación cuya capacidad están en el rango permitido por las normas que están dentro de iguales y mayores a 100 000 CFM.

**Registro e identificación de ventiladores iguales o mayores de 100,000 CFM**

**UNIDAD MINERA ATACOCHA - 04 de diciembre 2020**

N°	Código	Marca	POT (HP)	Q (CFM)	Ubicación			Estado	Tipo	Silenciador	Alarma	Tableo Eléctrico de arranque
					Nivel	Labor	Labores que ventilación					
1	AT-VE-53	Airtec	250	120,000	Nv. 3600	Cro 118 S	Circuito principal RB 2	Operativo	Principal	SI	SI	SI
2	AT-VE-70	Airtec	350	120,000	Nv. 3600	Cro 118 S	Circuito principal RB 2	Operativo	Principal	SI	SI	SI
3	AT-VE-90	Airtec	350	120,000	Nv. 3420	Cro 7854	Circuito Principal Nv. 3300	Operativo	Principal	SI	SI	SI
4	AT-VE-88	Airtec	350	120,000	Nv. 3660	Cro 990	Circuito Principal Nv. 3300	Operativo	Principal	SI	SI	SI
5	AT-VE-52	Airtec	200	120,000	Nv. 3420	Cro 7861	Extractor Profundización	Operativo	Secundario	SI	SI	SI

**Figura 13** Circuito integral UM Atacocha



Fuente: Área de Ventilación

#### 4.1.3. Requerimiento del Aire de Ventilación

El cálculo de las necesidades de aire cubre las necesidades de personal teniendo en cuenta los cambios de altura y los cambios en los equipos diésel que operan en la mina.

Teniendo en cuenta que las operaciones de UM Atacocha son subterráneas, se encuentran centralizadas en el Nv. 3,300, como consecuencia toda la flota ha sido desplazada al Nv. 3,300 por lo cual el requerimiento actual de 617,932 cfm se traslada al nivel, para ello se calcula el balance general de ingresos y salidas de aire en el nivel y se estima la cobertura.

**Tabla 3 Requerimiento de Aire (DS-023) UM Atacocha 2021**

Nv.3300 - CIA DESARROLLO	Cant.	HP Nom. /Equ.	HP Efect./Equ	HP Total	M3/min	DM	FU	Pies3/min
Scissor Bolter - MACLEAN	1	202	152	152	455	0.8	0.8	9,028
Scissor Small Bolter - MACLEAN	1	154	116	116	347	0.8	0.8	6,883
Scooptram de 6 yd3 - R1600H	2	279	209	419	1,256	0.9	0.6	22,612
Scooptram de 4 yd3 - R1300G	2	165	124	248	743	0.9	0.6	13,373
Jumbos electrohidráulicos - DD321	2	147	110	221	662	0.9	0.6	11,914
Scaler - BTI	2	202	152	303	909	0.9	0.8	20,464
Anfoloader - BTI	1	154	116	116	347	0.8	0.5	4,589
Camionetas Toyota	7	120	90	630	1,890	0.9	0.8	42,550
Camion 4 x 4	1	150	113	113	338	0.9	0.8	7,598
Volquetes	5	353	265	1324	3,971	0.8	0.8	89,756
Nv-3300 - CIA OPERACIONES	Cantidad	HP Nom. /Equ.	HP Efect./Equ	HP Total	M3/min	DM	FU	Pies3/min
Jumbo electrohidráulico - DD320	1	147	110	110	331	0.9	0.6	5,957
Scooptram de 6 yd3 - R1600H	3	279	209	628	1,883	0.9	0.6	33,918
Scaler BTI	1	209	157	157	470	0.9	0.8	10,587
Scissor Bolter MACLEAN	1	202	152	152	455	0.8	0.8	9,028
Scissor Small Bolter - MACLEAN	1	154	116	116	347	0.8	0.8	6,883
Anfoloader - BTI	1	154	116	116	347	0.8	0.5	4,589
Volquetes	4	324	243	972	2,916	0.8	0.8	65,906
Camionetas Toyota	7	120	90	630	1,890	0.9	0.8	42,550
Camion 4 x 4	2	150	113	225	675	0.9	0.8	15,196
Línea Amarilla Vías/Servicios	Cantidad	HP Nom. /Equ.	HP Efect./Equ	HP Total	M3/min	DM	FU	Pies3/min
Retroexcavadora 420F2	1	93	70	70	209	0.8	0.6	3,325
Motoniveladora 120K	1	125	94	94	281	0.8	0.6	4,470
Telehandler MTX 732	2	101	76	152	455	0.8	0.5	6,019
Camiones Utilitarios	1	150	113	113	338	0.9	0.6	6,079
Camion 4 x 4	1	150	113	113	338	0.9	0.8	7,598
FLOTA UNICON/SERVICON	Cantidad	HP Nom. /Equ.	HP Efect./Equ	HP Total	M3/min	DM	FU	Pies3/min
Lanzador de concreto putmeister	2	95	71	142.5	428	0.8	0.6	6,794
Mixer de bajo perfil putmeister	3	174	131	391.5	1,175	0.8	0.8	26,545
Camionetas Toyota	2	120	90	180	540	0.9	0.8	12,157
					<b>Total</b>			<b>496,368</b>
<b>Caudal para equipos</b>					<b>Total HP's</b>		<b>496,368</b>	
<b>Caudal para personas</b>					<b>232 Personas</b>		<b>40,965</b>	
<b>Caudal por fugas</b>					<b>15%</b>		<b>80,600</b>	
<b>Requerimiento total de aire</b>					<b>617,932</b>			
<b>Ingreso total de aire</b>					<b>658,928</b>			
<b>Cobertura</b>					<b>107%</b>			

Fuente: Área de Ventilación

#### 4.1.4. Balance de ingresos y salidas UM Atacocha

A continuación, se relacionan las mediciones de aire realizadas en las chimeneas de ingreso y salida de aire con el fin de evaluar la cobertura actual del circuito.

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

- **Base Legal – D.S. 023 – 2017 - EM**

##### “Artículo 246.-

El titular de actividad minera debe velar por el suministro de aire limpio a las labores de trabajo de acuerdo con las necesidades del trabajador, de los

equipos y para evacuar los gases, humos y polvo suspendido que pudieran afectar la salud del trabajador, así como para mantener condiciones termo-ambientales confortables.

Todo sistema de ventilación en la actividad minera, en cuanto se refiere a la calidad del aire, debe mantenerse dentro de los límites de exposición ocupacional para agentes químicos de acuerdo al ANEXO 15 y lo establecido en el Reglamento sobre Valores Límite Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo, aprobado por Decreto Supremo N° 015-2005-SA o la norma que lo modifique o sustituya”.

**“Artículo 252.-**

Se deben efectuar evaluaciones integrales del sistema de ventilación de una mina subterránea cada semestre y evaluaciones parciales del mismo cada vez que se produzcan conexiones de labores y cambios en los circuitos de aire. Dichas evaluaciones deben ser realizadas por personal especializado en la materia de ventilación.

Asimismo, se deben efectuar controles permanentes de ventilación en las labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación donde haya personal trabajando.

La evaluación integral de ventilación debe considerar:

- a) Ubicación de estaciones de control de ventilación.
- b) Circuitos de aire de la mina.
- c) Balance de ingresos y salidas de aire de la mina. La diferencia de caudales de aire entre los ingresos y salidas de aire no debe exceder el diez por ciento (10 %).



d) La demanda de aire de la mina debe ser la cantidad de aire requerida por los trabajadores, para mantener una temperatura de confort del lugar de trabajo y para la operación de los equipos petroleros. Cuando en la operación no se usen equipos con motor petrolero debe considerarse el aire requerido para diluir los gases de las voladuras de acuerdo al ANEXO 38. La madera empleada al interior de la mina para labores de sostenimiento, entre otras, genera emisiones de gases de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, factor que debe ser tomado en cuenta para el cálculo del aire necesario al interior de la mina. Este factor se determina de manera proporcional a la producción. Para el cálculo debe considerarse la siguiente escala:

- Si el consumo de madera es del 20 % hasta el 40 % del total de la producción, el factor de producción debe ser de 0.60 m<sup>3</sup>/min.
- Si el consumo de madera es del 41 % hasta el 70 % del total de la producción, el factor de producción debe ser de 1.00 m<sup>3</sup>/min.
- Si el consumo de madera es mayor al 70 % del total de la producción, el factor de producción debe ser de 1.25 m<sup>3</sup>/min.

Para mantener la temperatura de confort en el lugar de trabajo, se debe considerar en el cálculo del requerimiento de aire una velocidad mínima de 30 m/min, cuando la temperatura se encuentre en el rango de 24°C hasta 29°C como máximo.

e) El requerimiento de aire para los equipos que operan con motores petroleros no debe ser menor de tres (3) m<sup>3</sup>/min, por la capacidad efectiva de potencia (HPs) y en función a su disponibilidad mecánica y utilización de acuerdo a la evaluación realizada por la titular de actividad minera que considere también la altitud, el

calor de los motores y las emisiones de gases y partículas en suspensión.

- f) Cobertura de la demanda de aire de la mina con el aire que ingresa a la misma.
- g) Cobertura de las demandas de aire en las labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación de la mina.
- h) Mediciones de oxígeno, dióxido de carbono, gases tóxicos y temperatura ambiental en las vías principales de la mina y labores en operación.
- i) Ubicación de ventiladores, indicando capacidad de diseño y operación.
- j) Disponibilidad de las curvas de rendimiento de los ventiladores.
- k) Planos de ventilación de la mina, indicando los circuitos de aire y estaciones de control, ubicación de ventiladores, puertas de ventilación, tapones y otros.

Las evaluaciones de ventilación y mediciones de la calidad del aire se deben hacer con instrumentos adecuados y con calibración vigente para cada necesidad.”

**Tabla 4** Personal seleccionado para la evaluación de la ventilación

Áreas	Zona Mina	
	GUARDIA DIA	GUARDIA NOCHE
Supervisión Mina	2	1
Operaciones	57	55
Geología	2	0
Ingeniería y Planeamiento	4	0
Ventilación	4	3
Mantenimiento Mina	2	
Mantenimiento Eléctrico	4	3
Seguridad	1	0
MCEISA	40	
SANDVIK	10	9
Mclean	10	
EPCM	15	
Sermitrán	3	3
UNICON	11	9
Serviccon	12	8
Ecoserm	10	
Emsermy	2	1
Explomin	20	
INCIMMET	23	21
<b>Total, por Guardia</b>	<b>232</b>	<b>113</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.1. Evaluación Programada del Sistema de Ventilación

##### Descripción del Circuito Principal de Ventilación

El circuito de ventilación principal se caracteriza por contar con:

- 10 ingresos de aire fresco.
- 09 salidas principales de aire viciado.
- 05 ventiladores principales en operación. Tabla adjunta.



RELACION DE VENTILADORES PRINCIPALES  
COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA S.A.A. - UNIDAD MINERA ATACOCHA  
ENERO 2019



ITEM	CODIGO	MARCA	POTENCIA (HP)	CAPACIDAD (CFM)	UBICACIÓN	ZONA DE ACCION	ESTADO	TIPO	ALARMA AUTOMATICA	SILENCIADOR	PANEL DE CONTROL
1	AT-VE-53	AIRTEC	250	120,000	Gr. 118 S - Nv. 3600 - INTERIOR MINA	Nv. 2860-2940-3120-3420-3600	OPERATIVO	Principal	SI	SI	NO
2	AT-VE-70	AIRTEC	350	120,000	Gr. 118 S - Nv. 3600 - INTERIOR MINA	Nv. 2860-2940-3120-3420-3600	OPERATIVO	Principal	SI	SI	NO
3	AT-VE-90	AIRTEC	350	120,000	Cro. 7854 - Nv. 3420 - INTERIOR MINA	Nv. 3300 - Circuito 1	OPERATIVO	Principal	SI	SI	NO
4	AT-VE-52	AIRTEC	200	120,000	Cro. 7861 - Nv. 3420 - INTERIOR MINA	Nv. 3300 Circuito 1	OPERATIVO	Principal	SI	SI	NO
5	AT-VE-88	AIRTEC	350	120,000	Cro.990N - Nv. 3660 - INTERIOR MINA	Nv. 3300 - RPA910	OPERATIVO	Principal	SI	SI	NO

**Tabla 5** *Inventario de existencia de ventiladores para ser evaluados en la UM Atacocha*

N°	CODIGO	MARCA	POT (HP)	CAPACIDAD (CFM)	UBICACIÓN	ZONA DE ACCION	ESTADO	TIPO
1	AT-VE-82	AIRTEC	100	60,000	INTERIOR MINA	RPA 910 TAJO 858	OPERATIVO	AUXILIAR
2	AT-VE-95	REMOVEX	75	30,000	BODEGA VENTILACION		OPERATIVO	AUXILIAR
3	AT-VE-87		50	20,000	INTERIOR MINA	P-3 T.L.	OPERATIVO	AUXILIAR
4	AT-VE-99	ZITRON	75	30,000	INTERIOR MINA	CRO 883	OPERATIVO	AUXILIAR
5	AT-VE-59		50	20,000	INTERIOR MINA	RP 944 (-)	OPERATIVO	AUXILIAR
6	AT-VE-93	REMOVEX	75	30,000	INTERIOR MINA	RP 3570 - CRO 949	OPERATIVO	AUXILIAR
7	AT-VE-92	REMOVEX	75	30,000	INTERIOR MINA	CRO 949 ENSERIADO	OPERATIVO	AUXILIAR
8	AT-VE-63	AIRTEC	75	30,000	INTERIOR MINA	CRO 885	OPERATIVO	AUXILIAR
9	AT-VE-91	REMOVEX	100	60,000	INTERIOR MINA	CRO 934 - 7841	OPERATIVO	AUXILIAR
10	AT-VE-96	REMOVEX	75	30,000	INTERIOR MINA	CRO 7841 ENSERIADO	OPERATIVO	AUXILIAR
11	AT-VE-86		50	20,000	INTERIOR MINA	CRO 333 ENSERIADO	OPERATIVO	AUXILIAR
12	AT-VE 20-3		75	20,000	INTERIOR MINA	VETA 27 AL TOPE	OPERATIVO	AUXILIAR
13	AT-VE-58		50	20,000	INTERIOR MINA	RP 3570 - RP 9297	OPERATIVO	AUXILIAR
14	AT-VE-98	REMOVEX	75	30,000	INTERIOR MINA	CANCHA DE ARENA 3900	MANTENIMIENTO	AUXILIAR
15	AT-VE-54	ZITRON	70	30,000	INTERIOR MINA	LIMA CEI INGENIEROS	MANTENIMIENTO	AUXILIAR
16	AT-VE-81	AIRTEC	75	40,000	INTERIOR MINA	CANCHA DE ARENA 3900	MANTENIMIENTO	AUXILIAR
17	AT-VE-83	AIRTEC	100	40,000	INTERIOR MINA	CANCHA DE ARENA 3900	MANTENIMIENTO	AUXILIAR

Fuente: Elaboración Propia.

**Las Troncales de Ventilación son:**

Troncal 01: 02 Ventiladores Principales en Paralelo (Nv. 3600)

AT-VE-53: Capacidad Nominal 120KCFM / Extractor

AT-VE-70: Capacidad Nominal 120KCFM / Extractor

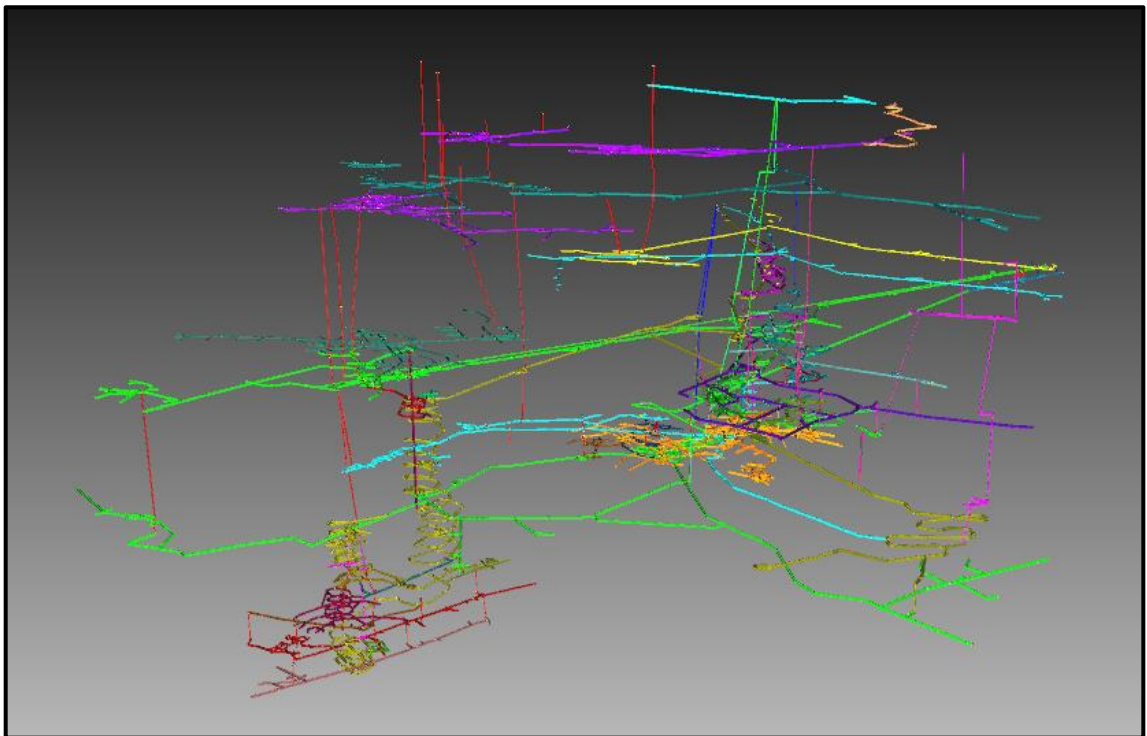
Troncal 02: 03 Ventiladores Principales (OB-18 Nv. 3420 Y Nv. 3660)

AT-VE-90: Capacidad Nominal 120KCFM / Extractor

AT-VE-52: Capacidad Nominal 120KCFM / Extractor

AT-VE-88: Capacidad Nominal 120KCFM / Extractor

**Figura 14** *Modelo de ventilación UM. Atacocha*



Fuente: Área de ventilación

#### 4.2.2. Balance del aire de ventilación en la UM. Atacocha

El balance del aire de ventilación se realizó teniendo en cuenta los factores técnicos establecidos por las normas y estándares definidas, ese balance se tiene en la tabla siguiente:

**Tabla 6 Balance de Ingresos y Salidas de Aire 2021**

Ingreso de aire		A	H	Área	V Prom	Q m3/s	m/min	Q CFM
1	BM Nv. 3900 Rpa. Principal 5400	4.70	4.10	18.31	2.70	49.43	162.00	104,731
2	BM Nv. 3600 PORTARO	3.00	2.90	8.27	2.50	20.66	150.00	43,781
3	BM Nv. 3600 DON PACO	4.00	3.90	14.82	2.00	29.64	120.00	62,804
4	RB 77 Rpa Cristina			4.50	1.70	7.65	102.00	16,209
5	Nv. 3620 5 ESQUINAS	4.30	4.00	16.34	3.50	57.19	210.00	121,179
6	BM Nv. 3950	2.60	1.90	4.69	1.10	5.16	66.00	10,938
7	BM Nv. 3570	4.90	4.50	20.95	2.20	46.08	132.00	97,648
8	BM Nv. 4050	4.10	3.70	14.41	3.30	47.56	198.00	100,770
9	BM Nv. 4154	4.70	4.10	18.31	1.60	29.29	96.00	62,063
10	BM Nv. 4218	4.20	2.70	10.77	1.70	18.31	102.00	38,805
<b>Total Ingresos</b>						<b>310.98</b>		<b>658,928</b>

Salida de aire viciado		A	H	Área	V Prom	Q m3/s	m/min	Q CFM
1	BM Nv. 4000 San Ramón	3.0	2.3	6.56	2.80	18.35	168.00	38,890
2	BM Nv. 4020	4.0	4.2	15.96	4.10	65.44	246.00	138,651
3	CH ALIMAK 392	2.5	2.2	5.23	5.10	26.65	306.00	56,463
4	BM. Nv. 4103	2.4	2.3	5.24	2.80	14.68	168.00	31,112
5	RB OP-1	4.9	3.8	17.69	3.20	56.60	192.00	119,939
6	Nv. 3300 hacia El Porvenir	5.0	4.4	20.90	1.60	33.44	96.00	70,855
7	Nv. 4050 hacia El Porvenir	4.5	4.0	17.10	1.40	23.94	84.00	50,726
8	BM Nv. 4226 OP-2	5.1	4.5	21.80	1.80	39.24	108.00	83,154
9	RB 140	2.4	-	4.5	5.70	25.79	342.00	54,638
<b>Total Salidas</b>						<b>278.35</b>		<b>644,428</b>

<b>Diferencia</b>	2.20%
-------------------	-------

Fuente: Área de Ventilación

#### 4.2.3. Circuitos de Ventilación

Esta tarea se realizó, en las labores existentes como son, vetas rampas, stopes, y rampas como se indica.

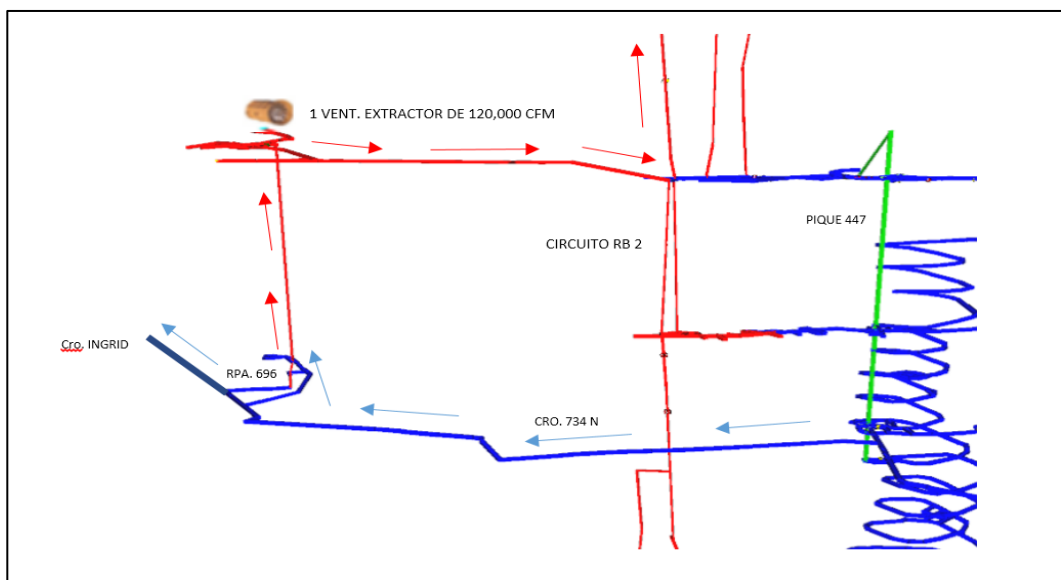
## Zona Intermedia

### Circuito Veta 27:

La ruta incluye Veta 27 o parada 734 e Ingrid's Cruise.

El circuito de venteo tiene una capacidad instalada de extracción de 120,000 cfm y pasa por la RB 150 hacia el antiguo tajeo 154 y completa su recorrido hasta el actual circuito RB 2 hacia la superficie; el aire ingresa al pozo, pendiente principal a través del pasillo 696 del crucero 734 N y el crucero Ingrid, y se bombea al nivel superior 3600.

**Figura 15** Circuito Veta 27



Fuente: Área de Ventilación

Leyenda:

Aire Limpio ———

Aire Viciado ———

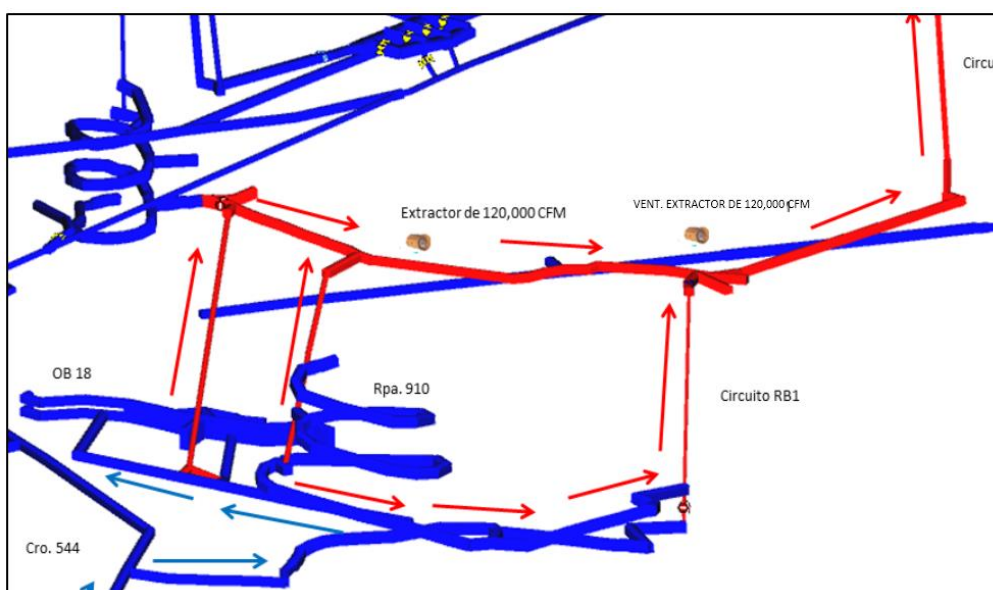


### **Circuito OB 18 - OB Anita (Stope 080):**

Este circuito cuenta con dos RB de extracción de aire viciado; Una RB que trabaja sobre el Stope 858 N y S, Stope 080 (OB Anita) y la RB que extrae aire viciado tanto del tope de la rampa en desarrollo 910 y de las preparaciones de los niveles superiores; ambas RB se dirigen hacia el circuito de extracción principal RB 1 a superficie.

Adicional al circuito expuesto tanto en el Stope 858 N y S, Stope 080 (OB Anita), se tiene instalados ventiladores auxiliares de 30,000 cfm. cada uno inyectando aire fresco a los frentes de trabajo, ayudando a evacuar el aire viciado hacia los extractores.

**Figura 16** Circuito OB 18, OB ANITA



Fuente: Área de Ventilación

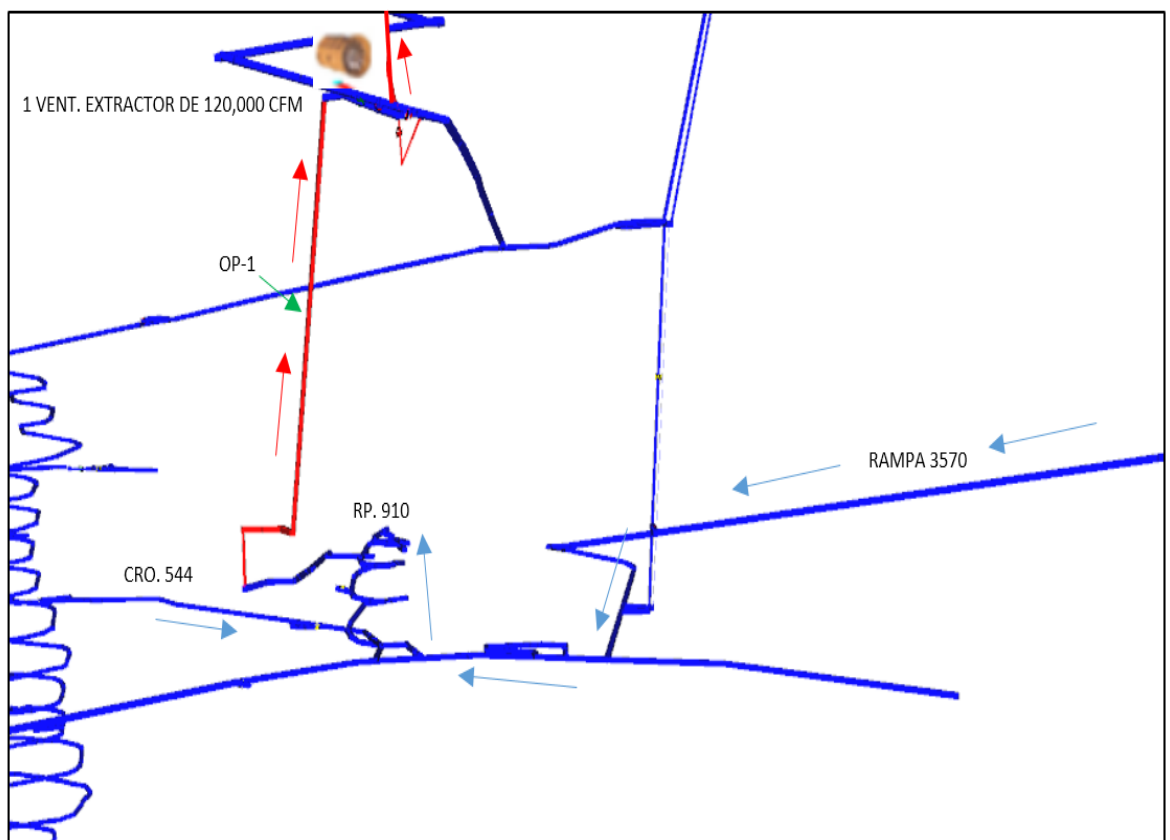
Aire Limpio ———

Aire Viciado ———

### Circuito RP 910:

Este circuito cuenta con una RB de extracción principal hacia el nivel 3660, luego es direccionado a superficie mediante ventilador instalado de 120,000 cfm, el ingreso de aire limpio se realiza a través del crucero 544 y de la Rampa 3570.

**Figura 17** Circuito RP 910



Fuente: Área de Ventilación

Leyenda:

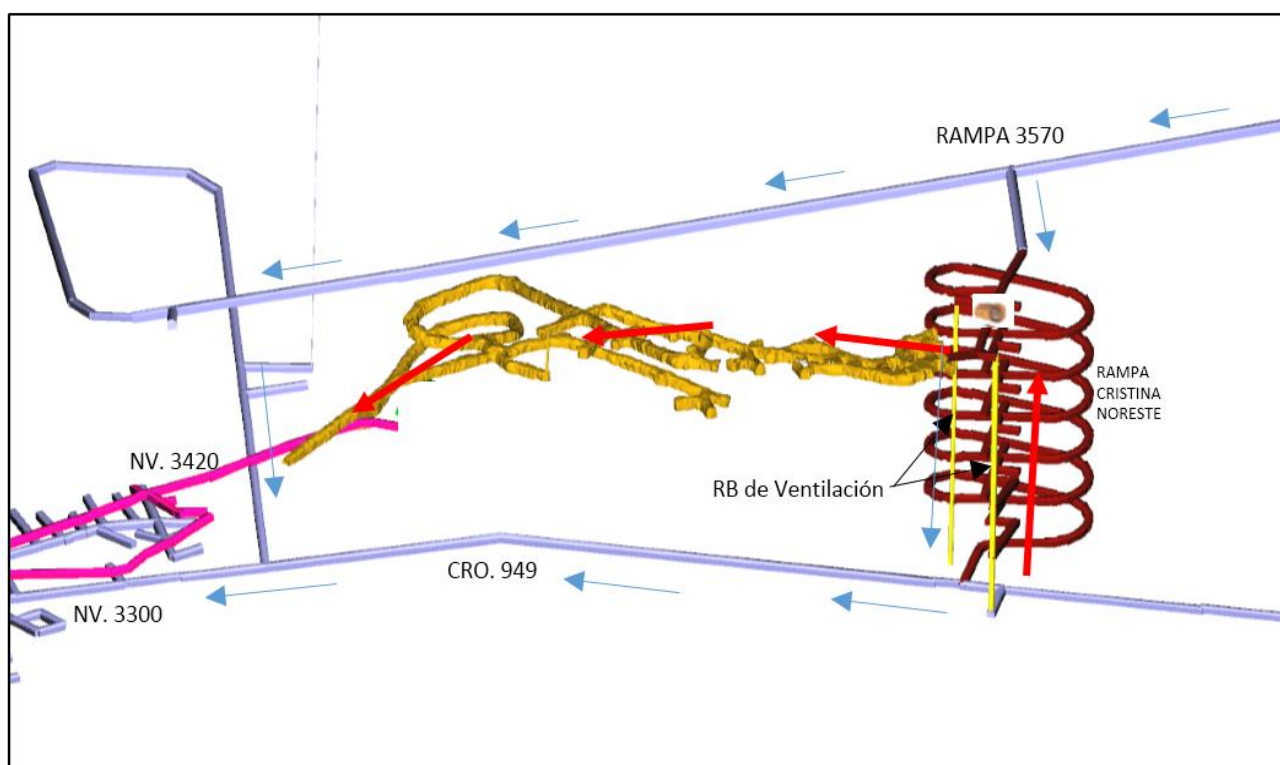
Aire Limpio ————

Aire Viciado ————

### Circuito Cro 949 (Cristina Noreste):

Actualmente el Cro. 949 se encuentra trabajando con ventilación auxiliar, instalado un ventilador de alta presión de capacidad 30,000 cfm para evacuar el aire viciado de la labor; sin embargo, se ha diseñado un circuito principal para esta labor, el cual consta de 2 raise borer, una de inyección de aire fresco y otra de extracción de aire viciado, hacia el nivel Nv. 3420 los cuales se conectarán a un circuito independiente para ser direccionado a niveles superiores y luego a superficie.

**Figura 18** Circuito Propuesto Cro. 949



Fuente: Área de Ventilación

*Leyenda:*

Aire Limpio ————

Aire Viciado ————

**Comunicación Rampa 3570:**

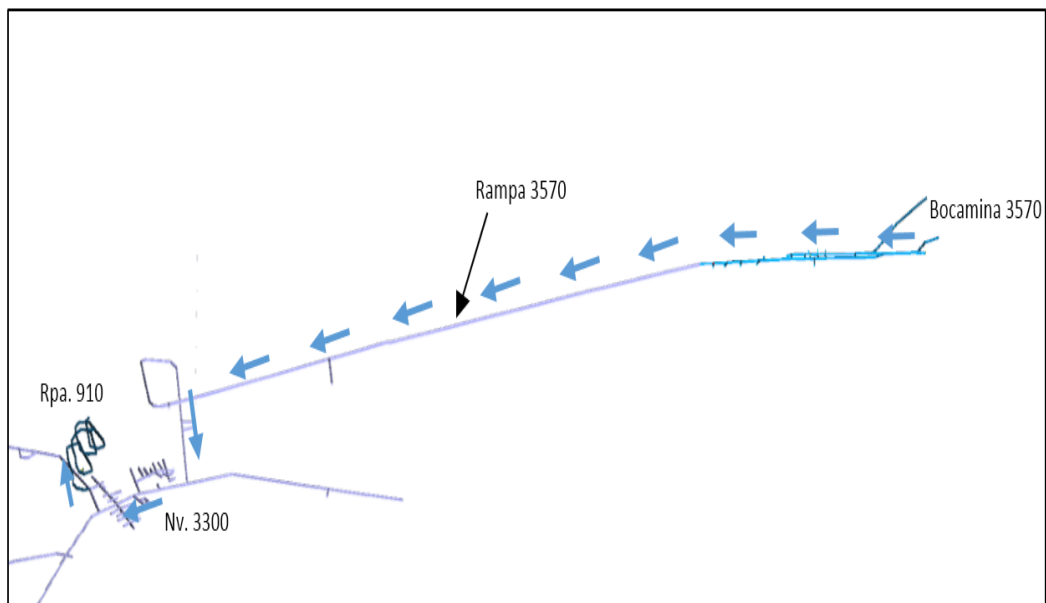
Se realizó la comunicación de la rampa 3570, en el mes de septiembre 2022, integrando el Nivel 3300 directamente con superficie, con lo cual se muestra una mejora en el circuito de ventilación, para el 2020 se tiene programado ejecutar una serie de labores en desarrollo, para lo cual el flujo de aire fresco suministrado por la comunicación de la Rpa 3570 dará la cobertura necesaria

**Tabla 7** Caudales después de la comunicación Rpa. 3570

Rpa. 3570 comunicación a superficie			Caudal (CFM)	
	Función	Sección (m)	Antes	Después
Rpa. 3570	Ingreso de aire	5.0 x 5.0	30,920	105,677

Fuente: Área de Ventilación

**Figura 19** Circuito Rpa. 3570 comunicación



Fuente: Área de Ventilación

Aire Limpio ————  
 Aire Viciado ————

#### **4.2.4. Riesgos potenciales en el proceso de ventilación**

En el proceso de ventilación se tiene como riesgo principal potencial, el gaseamiento el cual está asociado a labores de explotación como Veta 27, Cristina NE y Stope 080 (OB Anita) durante las voladuras, labores de preparación y desarrollo como Cro. 949, Cro. 7841, las cuales se avanzarán en frente ciego utilizando ventiladores auxiliares para la ventilación de dichas labores; y labores abandonadas por acumulación de gases debido a la falta de ventilación, entre otros.

##### **a) Monitoreo de Gases Contaminantes en evaluación**

Se realizó mediante un procedimiento estándar de trabajo seguro cuyas actividades son:

##### **1. Personal**

01 Trabajador

##### **2. Equipo de Protección Personal (EPP)**

- Protector de cabeza tipo sombrero con barbiquejo y porta lámpara.
- Respirador de doble vía.
- Guantes de **cuero y/o jebe**
- Botas de jebe con punta de acero.
- Correa porta-lámpara.
- Uniforme con cinta reflectiva.
- Lentes de seguridad.
- Tapón auditivo.
- Autorrescatador

##### **3. Equipo / Herramientas / Materiales**

- Detector multigas Marca GfG, Modelo G460.

- Libreta de apuntes.
- Fósforo.
- Lámpara minera.
- Plumón para pizarra acrílica
- Mota para pizarra acrílica
- Pizarra acrílica

#### **4. Procedimiento**

- Recibir la orden de trabajo, firmado por el supervisor y la instrucción de Seguridad.
- Usar los EPPs adecuados para el muestreo de gases y realizar el IPERC.
- verificar el funcionamiento correcto del equipo (revisión y calibración vigente)
- Calibrar el equipo en superficie: Atmósfera libre, para el ajuste de aire fresco.
- Ingresar a Mina con el equipo encendido y realizar el monitoreo de gases en la labor orientando indistintamente en toda la sección.
- Anotar el dato de monitoreo en la pizarra de la labor.
- Actualizar pizarra de monitoreo de gases en la labor.
- Antes de ingresar a las labores, al inicio de cada turno, el personal debe verificar el dato del monitoreo en la pizarra
- Continuar con el monitoreo de otras labores

## **5. Restricciones**

- Cuando la concentración de oxígeno disminuye de 19.5% o supera los límites de Exposición, Comunicar de inmediato a la Supervisión y se evacua al personal.
- Cuando se escuche o se detecte las señales de emergencia del plan de contingencia y Respuesta a Emergencia.

**Tabla 8** *Riesgos Potenciales en el Proceso de Ventilación*

							RIESGOS POTENCIALES	
Nº	SUPERINTENDENCIA / JEFATURA	PROCESO	SUBPROCESO	ACTIVIDAD / TAREAS	PELIGRO	DETALLE DEL PELIGRO	RIESGO ASOCIADO	CONSECUENCIAS
1	Mina	Operaciones Mina	<b>Carguío con cargador de Anfo Manual</b>	Ventilación	Gases / Vapores / Niebla	Ventilación de labor	Inhalación	Asfixia
2	Mina	Operaciones Mina	<b>Carguío con equipo Anfo Loader</b>	Ventilación	Gases / Vapores / Niebla	Ventilación de labor	Inhalación	Asfixia
3	Mina	Operaciones Mina	<b>Desate de rocas con Scaler</b>	Ventilación	Gases / Vapores / Niebla	Ventilación de labor	Inhalación	Asfixia
4	Mina	Operaciones Mina	<b>Desate de rocas manual</b>	Ventilación	Gases / Vapores / Niebla	Ventilación de labor	Inhalación	Asfixia
5	Mina	Operaciones Mina	<b>Instalación de Servicios</b>	Ventilación	Gases / Vapores / Niebla	ventilación del sistema, instalación de mangas de ventilación	Inhalación	Asfixia
6	Mina	Desarrollo	<b>Limpieza y Acarreo con Scooptram</b>	Verificar la ventilación	Gases / Vapores / Niebla	Al momento de ingresar a la labor	Inhalación	Asfixia

Fuente: Área de Ventilación



### 4.3. Prueba de Hipótesis

#### 4.3.1. Propuesta de Mejora de la Ventilación

Para dar cumplimiento a las exigencias legales y velar por el suministro de aire limpio a las labores de trabajo de acuerdo a las necesidades de la operación se necesita optimizar el circuito de; motivo por el cual a continuación se presenta el programa preliminar de ejecución de RBs, previamente sustentado con la información geológica actual y el diseño de los proyectos de implementación para alcanzar la producción mensual programada.

El sistema de ventilación de Atacocha consta de 05 Ventiladores Principales:

CODIGO	MARCA	POT (HP)	Q (CFM)	UBICACIÓN
VE-53	AIRTEC	250	120,000	NV 3600
VE-70	AIRTEC	350	120,000	NV 3600
VE-90	AIRTEC	350	120,000	NV 3420
VE-52	AIRTEC	200	120,000	NV 3420
VE-72	AIRTEC	350	120,000	BM 4020

De los cuales 03 de ellos (sombreados en amarillo) están bajo evaluación, debido a la disposición de su diseño actual, del cual se busca la posible reubicación de estos, acercándolos a zonas de mayor influencia, dentro de las operaciones, por lo cual se requiere de trabajos previos para empezar a realizar los ensayos en el sistema de ventilación principal. Se debe tener en cuenta que el costo de operación de un ventilador principal de 120,000 CFM con una potencia nominal de 350 HP (como en el caso del ventilador instalado en el Nv. 4020), en lo que respecta a energía consumida es estimado en:

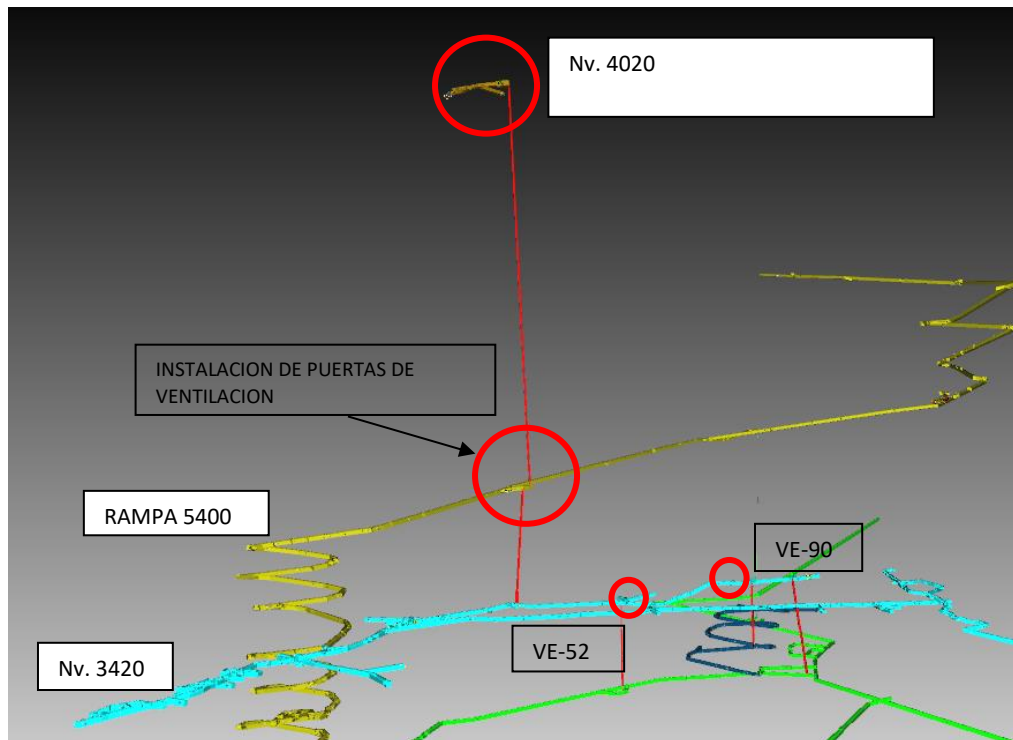
**Tabla 9** *Estimación de la energía consumida por el proyecto*

<b>Total, HP Nominal Operativo</b>	350	HP
<b>Total, HP consumido (estimado)</b>	340	HP
<b>Costo de la Energía</b>	0.04	\$/KW-Hr
<b>Tiempo de Operación por Mes</b>	720	Horas
<b>Costo Total por Mes</b>	6,832.00	\$/mes

***Costo por mes relacionado al Ventilador Principal instalado en el Nv. 4020***

Lo cual indica que el costo de US\$3,709.16 + IGV considerado para la ejecución del proyecto, es menor de lo que nos cuesta mensualmente un ventilador de la capacidad indicada, probablemente mal ubicado, por lo cual el costo beneficio es relevante, para ser considerado.

A continuación, se detallan los antecedentes y el plan de acción a ejecutar en el Nivel 3540, para cerrar las conexiones de la RB que conecta el Nv. 4020 con el Nv. 3420, esto nos permitirá realizar las pruebas para un posible traslado del ventilador instalado en el Nv. 4020 hacia una zona de mayor incidencia en el circuito de ventilación principal y mejorar las condiciones de calidad y cantidad de aire en las labores.



#### 4.4. Discusión de Resultados

##### Antecedentes

- ✓ Se presenta ventilador en sobrepresión en el Nivel 4020 debido a que recibe la descarga de otros 02 ventiladores principales que en conjunto duplican la capacidad del ventilador indicado, disminuyendo su eficiencia.
- ✓ Debido a la mala condición de la puerta de ventilación en el Nv. 3540, (puerta que evita el ingreso de aire viciado proveniente del Nv. 3420 hacia la rampa principal 5400), apagar el ventilador del Nv. 4020 en las actuales condiciones, provocaría que enviemos de manera indirecta flujo de aire viciado hacia la rampa principal ingreso de aire fresco de la mina.
- ✓ En esta conexión se presenta acumulación de carga, proveniente de la misma RB en los niveles superiores, lo que obliga a realizar una limpieza de carga en esta conexión cada 05 meses aproximadamente.

## **Plan de Acción**

Completar la preparación e instalación de las puertas de ventilación en el Nv. 3540, permitirá iniciar las pruebas en el circuito principal, debido a que evitaremos cualquier filtración de aire viciado a la rampa principal 5400, la cual es el actual suministro principal de aire fresco a interior mina, permitiendo al área de ventilación verificar los datos obtenidos en las simulaciones realizadas en el modelamiento del sistema, de igual manera facilitara los trabajos de limpieza de la RB que conecta a superficie para evitar que se bloquee la salida de aire y perjudique los ventiladores principales del nivel 3420.

**Tabla 10 Cronograma de RBs - 2019**

**Cronograma de RBs -2019 - ATACOCHA**

					2019													
N° de RB	Longitud (m)	Diametro (m)	Objetivo	Comentarios	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
172	59.5	2.1	Ventilacion de los Talleres del Nv. 3300	Se ejecutara Cro. 838 E (29.5 mts) para la cabeza de RB														
173	67.8	2.1	Ventilacion de las Oficinas del Nv. 3300	Se ejecutara Cro. 8086 S (12.0 mts) para la cabeza de RB														
174	53.1	2.1	Ventilacion de Pradera Vasconia - Anilloo Sur	Se ejecutara Cro. 8077 S (10.5 mts) para la cabeza de RB														
175	120.0	3.1	Ventilacion Rampa Cristina (Ingreso de Aire fresco)	Se ejecutara Cro. 8450 E (26.0 mts) para la cabeza de RB														
176	120.0	3.1	Ventilacion Rampa Cristina (Extraccion de Aire viciado)	Se ejecutara (26.0 mts) para la cabeza de RB														
177	40.0	2.1	Ventilacion del Tajo OB-Anita	Se ejecutara (26.0 mts) para la cabeza de RB														
178	180	3.1	Ventilación de la Profundización Nv. 2940															
179	420	3.1	Ventilacion del Cro 333-San Gerardo															
180	550	3.1	Extraccion de Aire Viciado del Nv. 3600 a Superficie															

Fuente: Área de Ventilación

#### 4.4.1. Ubicación de los Principales Ingresos y Salidas de Aire

La ubicación de los principales ingresos de aire fresco y salidas de aire viciado, así como su correspondiente estación de monitoreo es:

**Tabla 11** *Ingreso y salida de aire*

INGRESOS DE AIRE		
Estación	Nivel	Descripción
AT-I-1	3900	BM 3900 RP 5400
AT-I-2	3600	BM NV 3600 PORTARO
AT-I-3	3600	BM NV 3600 DON PACO
AT-I-4	Superficie	RB 77
AT-I-5	3620	NV. 3620 (5 ESQUINAS)
AT-I-6	3950	BM 3950
AT-I-7	3570	NV. 3570
AT-I-8	4050	BM 4050
AT-I-9	4154	BM 4154
AT-I-10	4218	BM 4218

SALIDAS DE AIRE		
Estación	Nivel	Descripción
AT-S-1	4000	BM 4000
AT-S-2	4020	BM 4020
AT-S-3	Superficie	CH ALIMAK 392
AT-S-4	4103	BM NV 4103
AT-S-5	3660	RB OP#1
AT-S-6	3300	NV. 3300 HACIA EL PORVENIR
AT-S-7	4050	NV. 4050 HACIA EL PORVENIR
AT-S-8	4226	BM 4226 OP#2
AT-S-9	Superficie	RB 140

#### 4.4.2. Balance de Ingresos y Salidas

El balance actual de ingresos y salidas de aire de la mina es:

**Tabla 12** Balance de ingreso y salida de aire

INGRESOS DE AIRE			
Codigo	Descripcion	Flujo (m <sup>3</sup> /min)	Flujo (pies <sup>3</sup> /min)
AT-I-1	BM 3900 RP 5400	2768.5	97,767
AT-I-2	BM NV 3600 PORTARO	835.8	29,517
AT-I-3	BM NV 3600 DON PACO	1755.6	61,997
AT-I-4	RB 77	470.5	16,615
AT-I-5	NV. 3620 (5 ESQUINAS)	3170.0	111,944
AT-I-6	BM 3950	297.5	10,505
AT-I-7	NV. 3570	3219.2	113,683
AT-I-8	BM 4050	2441.9	86,233
AT-I-9	BM 4154	1797.5	63,476
AT-I-10	BM 4218	1098.0	38,776
<b>Total Ingreso de Aire</b>		<b>17,854.5</b>	<b>630,513</b>

SALIDAS DE AIRE			
Codigo	Descripcion	Flujo (m <sup>3</sup> /min)	Flujo (pies <sup>3</sup> /min)
AT-S-1	BM 4000	1114.4	39,352
AT-S-2	BM 4020	4053.8	143,157
AT-S-3	CH ALIMAK 392	1316.7	46,498
AT-S-4	BM NV 4103	847.5	29,928
AT-S-5	RB OP#1	3349.3	118,276
AT-S-6	NV. 3300 HACIA EL PORVENIR	2006.4	70,854
AT-S-7	NV. 4050 HACIA EL PORVENIR	1469.6	51,898
AT-S-8	BM 4226 OP#2	2311.1	81,613
AT-S-9	RB 140	1085.7	38,342
<b>Total Salida de Aire</b>		<b>17,554.5</b>	<b>619,918</b>

Diferencia Entre Ingresos y Salidas	300.0	10,595
Balance (%)	1.7%	1.7%

Fuente: Área de Ventilación UM. Atacocha

**a. Requerimiento de Aire**

Se efectuaron los cálculos de necesidades de aire para cubrir los requerimientos de aire fresco para el personal, consumo de madera, temperatura y equipos diésel que operan en interior mina de acuerdo a lo establecido en la reglamentación vigente, D.S. 023 – Anexo 38.

**b. Para el personal**

Para determinar las necesidades de aire para el personal, se consideró la guardia que cuenta con el mayor número de personal que labora en interior mina.

De acuerdo a lo establecido por el Reglamento de Seguridad Y Salud Ocupacional en Minería, D.S. N° 023-2017-EM, se requiere de un flujo de aire de 5 m<sup>3</sup>/minuto por persona.

**Tabla 13** *Flujo de aire por persona*

Mina	Cantidad Personas			N	Q Tr	Q Tr
	Guardia A	Guardia B	Guardia C	m3/min	m3/min	CFM
CIA ATACOCHA	76	75	74	5	380.0	13,420
MCEISA	40	38	41	5	200.0	7,063
SANDVIK	10	8	9	5	50.0	1,766
Mclean	10	9	10	5	50.0	1,766
EPCM	15	15	13	5	75.0	2,649
Sermitran	3	3	3	5	15.0	530
UNICON	11	10	11	5	55.0	1,942
Servicon	12	10	11	5	60.0	2,119
Ecoserm	10	11	9	5	50.0	1,766
Emsermy	2	2	2	5	10.0	353
Explomin	20	18	21	5	100.0	3,531
INCIMMET	23	25	21	5	115.0	4,061
<b>Total</b>	<b>232</b>	<b>224</b>	<b>225</b>	<b>5</b>	<b>1,160.0</b>	<b>40,965</b>



**c. Por consumo de Madera**

De acuerdo a lo establecido, en caso el consumo de madera sea menor al 20% de la producción en toneladas el factor de requerimiento de aire será de 0 m<sup>3</sup>/min.

**d. Por Temperatura**

De acuerdo a lo establecido en la reglamentación vigente, los niveles cuya temperatura seca se encuentren por encima de los 24°C deberán contar con una velocidad mínima de 30m/min considerando así mismo el área de la labor promedio.

En el caso de la U.M. Atacocha, no se consideran con una temperatura por encima de los 24°C ningún nivel.

**e. Para los equipos Diésel**

En cuanto a los equipos diésel, de acuerdo al reglamento vigente se considera un factor de 3m<sup>3</sup>/min por cada HP de capacidad Efectiva de Potencia de los Equipos más la aplicación de los correspondientes factores de Disponibilidad Mecánica Promedio y Factor de Utilización Promedio de los equipos.

NEXA RESOURCES - COMPAÑÍA MINERA ATACOCHA S.A.A.

UNIDAD MINERA ATACOCHA

RELACIÓN DE EQUIPOS DIESEL QUE INGRESAN A LA MINA SUBTERRÁNEA - ENERO 2019

ITEM	EMPRESA	EQUIPO	MARCA	MODELO	CODIGO	PLACA	ESTADO	POTENCIA NOMINAL (HP)	Capacidad Efectiva de Potencia (HPs)	Disponibilidad Mecánica (%)	Factor de Utilización (%)
1	MCEISA	CAMION VOLQUETE	VOLVO	FMX 6 X 4R	AT-MCE VQ-07	APG-813	OPERATIVO	353	169	0.80	0.80
2	MCEISA	CAMION VOLQUETE	VOLVO	FMX 6 X 4R	AT-MCE VQ-08	APH-809	OPERATIVO	353	169	0.8	0.8
3	MCEISA	CAMION VOLQUETE	VOLVO	FMX 6 X 4R	AT-MCE VQ-09	APH-821	OPERATIVO	353	169	0.80	0.8
4	MCEISA	CAMION VOLQUETE	VOLVO	FMX 6 X 4R	AT-MCE VQ-15	ARF-836	OPERATIVO	353	169	0.8	0.8
5	MCEISA	CAMION VOLQUETE	VOLVO	FMX 6 X 4R	AT-MCE VQ-17	ARF-853	OPERATIVO	353	169	0.80	0.8
6	MCEISA	CAMION VOLQUETE	VOLVO	FMX 6 X 4R	AT-MCE VQ-29	F9C-829	OPERATIVO	324	156	0.8	0.8
7	MCEISA	CAMION VOLQUETE	VOLVO	FMX 6 X 4R	AT-MCE VQ-26	F9D-791	OPERATIVO	324	156	0.80	0.8
8	MCEISA	CAMION VOLQUETE	VOLVO	FMX 6 X 4R	AT-MCE VQ-06	APH-897	OPERATIVO	324	156	0.8	0.8
9	MCEISA	CAMION VOLQUETE	VOLVO	FMX 6 X 4R	AT-MCE VQ-32	F9C-831	OPERATIVO	324	156	0.8	0.8
10	MCEISA	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	120K	AT-MCE-MMM-01	ASG-846	OPERATIVO	125	42	0.75	0.6
11	MCEISA	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR	420F2BE	AT-MCE-MRE-01	W55-828	OPERATIVO	93	31	0.75	0.6
12	MCEISA	MANIPULADOR TELESCOPICO	MANITOU	TFF35 MT-1040 S2	AT-MCE-MTH-01		OPERATIVO	101	28	0.75	0.5
13	MCEISA	MANIPULADOR TELESCOPICO	MANITOU	MT-X1030 ST	AT-MCE-MTH-02		OPERATIVO	101	28	0.75	0.5
14	MCEISA	CAMION	ISUZU	NPS75L-HUSVAYPEN	AT-MCE-CA-04		OPERATIVO	150	72	0.85	0.75
15	MCEISA	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX	AT-MCE-CM-001		OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
16	CIA	JUMBO ELECTROHIDRAULICO	SANDVIK	DD321	J-15		OPERATIVO	147	56	0.85	0.6
17	CIA	JUMBO ELECTROHIDRAULICO	SANDVIK	DD321	J-16		OPERATIVO	147	56	0.85	0.6
18	CIA	JUMBO ELECTROHIDRAULICO	SANDVIK	DD321	J-17		OPERATIVO	147	56	0.85	0.6
19	CIA	ANFO LOADER	BTI	ALB 4.5LP15ARN	AL-03		OPERATIVO	154	43	0.75	0.5
20	CIA	ANFO LOADER	BTI	ALB 4.5LP15ARN	AL-04		OPERATIVO	154	43	0.75	0.5
21	CIA	SCALER	BTI	RMS18 MOBILE	SC-08		OPERATIVO	209	100	0.85	0.75
22	CIA	SCALER	BTI	SCALEBOSS 3DE	SC-09		OPERATIVO	202	97	0.85	0.75
23	CIA	SCALER	BTI	SCALEBOSS 3DE	SC-10		OPERATIVO	202	97	0.85	0.75
24	CIA	SCOOP	CATERPILLAR	R-1300G	D-48 / 4.1		OPERATIVO	279	107	0.85	0.6
25	CIA	SCOOP	CATERPILLAR	R-1600H	D-45 / 6.3		OPERATIVO	279	107	0.85	0.6
26	CIA	SCOOP	CATERPILLAR	R-1300G	D-46 / 4.1		OPERATIVO	165	63	0.85	0.6
27	CIA	SCOOP	CATERPILLAR	R-1300G	D-50 / 4.1		OPERATIVO	165	63	0.85	0.6
28	CIA	SCOOP	CATERPILLAR	R-1600G	D-53 / 6.3		OPERATIVO	279	107	0.85	0.6
29	CIA	SCOOP	CATERPILLAR	R-1600G	D-54 / 6.3		OPERATIVO	279	107	0.85	0.6
30	CIA	EMPERNADOR	MACLEAN	MEM - SSB	SSB-03		OPERATIVO	202	85	0.75	0.75
31	CIA	EMPERNADOR	MACLEAN	MEM - SSB	SSB-04		OPERATIVO	202	85	0.75	0.75
32	CIA	EMPERNADOR	MACLEAN	MEM - 946	SB-11		OPERATIVO	154	65	0.75	0.75
33	CIA	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX	GEOLOGIA		OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
34	CIA	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX	PLANEAMIENTO	AKC-779	OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
35	CIA	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX	GEOMECANICA		OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
36	CIA	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX	MINA	AXR-776	OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
37	CIA	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX	SERVICIOS		OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
38	CIA	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX	VENTILACION		OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
39	CIA	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX	MANITTO ELECTRICO		OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
40	CIA	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX	SEGURIDAD	AUR-812	OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
41	UNICON	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX		AVO-858	OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
42	UNICON	MIXER	PUTZMEISTER	WETKRET	EP-MK-14		OPERATIVO	174	84	0.8	0.8
43	UNICON	MIXER	PUTZMEISTER	WETKRET	AT-UNI-MIX-101		OPERATIVO	174	84	0.80	0.8
44	UNICON	ROBOT LANZADOR	PUTZMEISTER	WETKRET	AT-UNI-ROB-01		OPERATIVO	95	32	0.75	0.6
45	SERVICCON	MIXER	Putzmeister	Mixkret 4	MX-02		OPERATIVO	174	84	0.80	0.8
46	SERVICCON	ROBOT LANZADOR	Putzmeister	SPM 4210	RB-03		OPERATIVO	95	32	0.75	0.6
47	SERVICCON	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX		WSX900	OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
48	SERMITRAN	CISTERNA	HINO	DUTRO		WSL-921	OPERATIVO	150	57	0.85	0.6
49	SERMITRAN	CAMION	ISUZU	NPS75L-HUSVAYPEN		AXE-902	OPERATIVO	150	72	0.85	0.75
50	EXPLOMIN	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX	AT-EX - CM-01	ATM-907	OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
51	EXPLOMIN	CAMION	ISUZU	NPS75L-HUSVAYPEN	AT-EX - CA-01	MSU-939	OPERATIVO	150	72	0.85	0.75
52	INCIMMET	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX		AUH-700	OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
53	INCIMMET	CAMION	ISUZU	NPS75L-HUSVAYPEN		AXE - 902	OPERATIVO	150	72	0.85	0.75
54	MACLEAN	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX	AWL-853	AWL-853	OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
55	SANDVICK	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX		ASY-700	OPERATIVO	120	57	0.85	0.75
56	EPCM	CAMIONETA 4X4	TOYOTA	HILLUX		AUM-787	OPERATIVO	120	57	0.85	0.75

## Resumen de Requerimiento de Aire

Es importante considerar que adicional a lo anteriormente mencionado el reglamento vigente estipula un caudal por fugas del 15% adicional con respecto al subtotal de caudal de aire requerido.

El resumen del Requerimiento de aire Total se muestra en el cuadro siguiente:

Requerimiento Actual de Aire	
Requerimiento por Equipo Diesel	478,169
Requerimiento por Temperatura	0
Requerimiento por Consumo de Madera	0
Requerimiento por Personal	40,965
Requerimiento por Fugas	77,870

## Cobertura del Sistema de Ventilación

Por lo tanto, la cobertura del sistema de ventilación es la siguiente:

Requerimiento Actual de Aire	
Requerimiento por Equipo Diesel	478,169
Requerimiento por Temperatura	0
Requerimiento por Consumo de Madera	0
Requerimiento por Personal	40,965
Requerimiento por Fugas	77,870
Requerimiento Total de Aire	597,005
Ingreso de Aire Fresco	630,513
Cobertura	106%

## **PROCEDIMIENTO ESTANDAR PARA INSTALAR LAS VENTILADORAS**

### **1. OBJETIVO**

Suministrar aire fresco por medios naturales y mecánicos a labores confinados o ciegos para la dilución de gases y

brindar calidad de aire adecuado para el normal desempeño de los trabajadores en ambiente seguro y saludable.

### **2. ALCANCE**

A todo personal de mina.

### **3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS**

D.S. 024-2016-EM. Subcapítulo VIII. Art. 246

D.S. 005-2012-TR Artículo 26 inc. g, Artículo 33 inc. C

Ley N° 29783 Artículo 56.

### **4. ESPECIFICACIONES DEL ESTÁNDAR**

4.1. Cuando la ventilación natural no fuera capaz de cumplir con los requerimientos necesarios de aire fresco para el personal, equipos diesel y voladura, deberá emplearse ventilación mecánica, instalando ya sea ventiladores principales, secundarios o auxiliares según las necesidades.

4.2. Se tomarán todas las precauciones necesarias para evitar daños y parálisis del ventilador principal. Estos ventiladores deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Instalado en un refugio incombustible y protegido contra derrumbe, impactos, explosivos y objetos extraños.

- Debe haber al menos 2 fuentes de alimentación independientes a las que se pueda llegar por caminos diferentes, si es posible.
  - Equipados con dispositivos de aviso automático al frenar o frenar y equipados con silenciadores adecuados para reducir el ruido.
- 4.3. Los ventiladores principales deberán estar provistos de dispositivos que permitan invertir la corriente de aire en caso sea necesario, cuyos controles estarán ubicados en lugares adecuados y protegidos, alejados del ventilador y preferentemente en la superficie.
- 4.4. Se colocará dispositivos que eviten la recirculación de aire en los ventiladores secundarios.
- 4.5. En labores que posean sólo una vía de acceso y que tengan un avance de más de sesenta metros (60 m), es obligatorio el empleo de ventiladores auxiliares. En longitudes de avance menores a sesenta metros (60 m) se empleará también ventiladores auxiliares sólo cuando las condiciones ambientales así lo exijan.

#### Ventiladores auxiliares

- 4.6. Las cámaras para la ubicación de los ventiladores auxiliares deberán tener las siguientes dimensiones: Largo 8 m. con 1.5 de ancho.
- 4.7. Las plataformas metálicas sobre el cual se posicionará el ventilador deberán tener las siguientes dimensiones: 1.5 m de largo, 0.9 m. de ancho y 1.40 m. de altura.
- 4.8. La base de concreto armado para fijar la plataforma metálica deberá tener 0.20 m. de altura.

- 4.9. Los ductos empleados en ventilación auxiliar serán de material resistente de acuerdo con las características propias del lugar y actividades que se realicen.

#### Ventiladores Secundarios

- 4.10. Los ventiladores secundarios se instalarán en bastidor de concreto de 0.20 m de altura, la base de concreto debe tener una longitud mayor que la base del ventilador en 20 cm por los cuatro lados para evitar daños al equipo y facilitar su instalación.

#### Ventiladores Principales

- 4.11. Los ventiladores principales deben estar provistos de silenciadores para minimizar los ruidos.
- 4.12. Los ventiladores principales se instalarán de acuerdo al diseño establecido.
- 4.13. El anclaje y/o estructura de soporte del ventilador es esencial para el funcionamiento apropiado del equipo.
- 4.14. La base deberá ser bien diseñada, plana, nivelada, suficientemente rígida para asegurar que la frecuencia de vibración natural de la base sea estable y suficientemente separada de la frecuencia de vibración natural rotacional del ventilador.
- 4.15 La base del ventilador será de concreto. El peso de la base de concreto será de 3 a 5 veces el peso total del ventilador y el motor. El peso actúa como un bloque de inercia para estabilizar la base.
- 4.16 El peso de la estación completa es 10,900 kg y el peso del ventilador de 240,000 cfm. es 7,260 kg.
- 4.17 El concreto requerido es 280 kg/cm<sup>2</sup> por ser estructuras sujetas a vibración y no tener agregado angular en la zona.

- 4.18 La superficie superior de la base se extenderá al menos 6 pulgadas del perímetro de la base del ventilador y será biselada en los extremos para prevenir desglosamiento. Todas las bases se vaciarán como una sola unidad.
- 4.19 Los pernos de anclaje serán de varilla de fierro de 1 pulg. de diámetro y deberán tener la forma de “L”.
- 4.20 La operación de cualquier ventilador con niveles de vibración por encima de los niveles de alarma por un periodo prolongado u operación por encima del nivel de parada puede causar falla del equipo y daño extensivo, así como riesgo personal.

Vibración Permisible según frecuencia de operación			
Frecuencia	Operación inicial	Alarma de Acción Correctiva	Parada
RPM	mm/seg	mm/seg	mm/seg
3600	3-4	8-9	15
1800	3-4	8-9	12
1200	3-4	8-9	12
900	3-4	8-9	10

- 4.21 La campana de succión del ventilador debe estar entre 40 a 50 cm respecto al piso, para evitar ingreso de cuerpos extraños y roturas de aletas.
- 4.22 En caso de incumplimiento con el diseño de bases o estructuras de soporte pueden causar niveles de vibración excesivos en el equipo y poner en serio riesgo al equipo y personal.

## 5. RESPONSABLES

- **Superintendente de Área:** Responsable de brindar los recursos necesarios.
- **Ingeniero de ventilación:** Responsable de capacitar y entrenar a los trabajadores

- **Trabajadores:** Responsable en la ejecución de los trabajos en forma adecuada.

## **6. REGISTRO, CONTROLES Y DOCUMENTACIÓN.**

- SIG-R-008 Registro de capacitación.
- SIG-R-031 Registro IPERC Continuo.
- SIG-R-032 Registro de Orden de Trabajo.
- SIG-R-033 Registro de Reporte de riesgo.
- MIN-R-026 Control de Ventiladores.
- MIN-R-028 Check List de Teclé.

## **7. REVISIÓN**

En forma anual y cada vez que las normatividades legales vigentes relacionadas a las operaciones mineras experimenten cambios y/o modificaciones



## CONCLUSIONES

De acuerdo a lo anteriormente mencionado podemos concluir:

La cobertura actual del sistema de ventilación se encuentra por encima del 100% cumpliéndose con lo establecido en el Reglamento vigente.

- El ingreso de aire es mayor 630,000 CFM el cual es generado por ventiladores principales y secundarios que succionan aire fresco y descarga aire viciado de y hacia la superficie respectivamente.
- La demanda de aire esta principalmente dominada por los equipos diésel y en segundo lugar por la cantidad de personal que ingresa en la guardia más numerosa.
- Durante el semestre pasado se ha llevado a cabo cambios en el circuito de ventilación que han generado una disminución del ingreso de aire fresco, estos cambios han sido necesarios para habilitar zonas en las cuales se viene llevando a cabo la preparación para nuevas troncales de ventilación.
- El balance de ingresos y salidas de aire presenta una diferencia mínima de casi 2%, cumpliéndose con lo establecido en el Reglamento vigente.
- Se debe continuar con la ejecución del plan de trabajo de RB's y demás con el fin de mejorar la cobertura por ventilación y dar cumplimiento al requerimiento legal.
- La implementación de labores horizontales en lugar de verticales como vías principales de ventilación generan restricciones en cuanto a la velocidad de ingreso de aire, ver art. 248 del DS 024 – EM 2016.

## **RECOMENDACIONES**

1. La Mina Atacocha, debe implementar un sistema de control remoto para 4 ventiladores primarios, así como un sistema de monitoreo de gases de monóxido de carbono (CO), oxígeno (O<sub>2</sub>) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).
2. De acuerdo a nuestra evaluación realizada para mejorar la ventilación, se recomienda utilizar la infraestructura del sistema Leaky Feeder VHF existente. Esta propuesta describe los equipos y servicios ofrecidos por International Wheel SAC para cumplir con los requerimientos e incluye el diseño, suministro de equipos, soporte de proyectos, documentación y puesta en marcha del proyecto.
3. Se recomienda a la Empresa Minera Atacocha, realizar el análisis de inversión sobre la instalación del sistema de ventilación remota, cuyo estudio debe realizar pruebas al sistema principal con la finalidad de aumentar la eficiencia del circuito primario de ventilación de la Mina.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arce, J. (2003) Perfiles – Boletín Geofísico.
- Canadian International Development Agency-Proyecto de Asistencia al sector Público & Golden Associates Ltda. (2002). Guía para Elaboración y Revisión de Planes de Cierre de Minas (versión borrador) Lima, Perú.
- Fernández Rubio R. (1995): Mining drainage and watersupply under sustainable constraints. Water resources at risk, American institute of Hydrology, Denver USA.
- R.W Fox, A.L. McDonald e P.J. Pritchard. “Introdução à Mecânica dos Fluidos”. LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Sexta edição. Rio de Janeiro, Brasil. 2006.
- M.C. Potter e D.C. Wiggert. “Mecânica dos fluidos”. Pionera Thomson Learning. Traducción de la Tercera Edición norteamericana. São Paulo, Brasil. 2004.
- J.A.A. Sá Marques, J.O.O. Sousa. “Fórmula de Colebrook-White: Velha más actual. Soluções Explícitas”. Fecha de consulta: 8 de octubre de 2010. URL: <http://www.hidrotec.xpg.com.br/FormCole.htm>
- O.M.H. Rodríguez. “Tópicos Avançados em Mecânica de Fluidos: Modelagem de Escoamento Bifásico em Tubulações, Apostila SEM5872”. Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo. São Carlos-SP, Brasil. 2008.
- O.M.H. Rodríguez. “Mecânica dos Fluidos Disciplina de Pos-Graduação, Apostila SEM5749”. Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo. São Carlos-SP, Brasil. 2008.
- INSHT. “Nota técnica de prevención N° 639”, España.
- ACGIH. “Manual Industrial Ventilation”, EUA, 20 Edición, 1988.
- BURTON, J.D. “Industrial Ventilation Work Book”, Editorial Library Congress Cataloging, EUA 1989.

HEMEON, W.C. L. "Plant and Process Ventilation", Second Edition, Industrial Press, EUA 1963.

HAZART W.G. "Ventilación Industrial", Capítulo XXI Manual de Fundamentos de Higiene Industrial, 1º edición, CIS, España, 1981.

OPS-UBA. "Curso sobre Ventilación Industrial", Escuela de Ingeniería Sanitaria, UBA, Argentina, 1966.

Instituto de Salud Pública de Chile, "Recomendaciones Básicas para la Selección de Ventiladores", 2019.

Instituto de Salud Pública de Chile, "Guía para la Evaluación Cuantitativa de Sistemas de Ventilación Localizada", 2013.

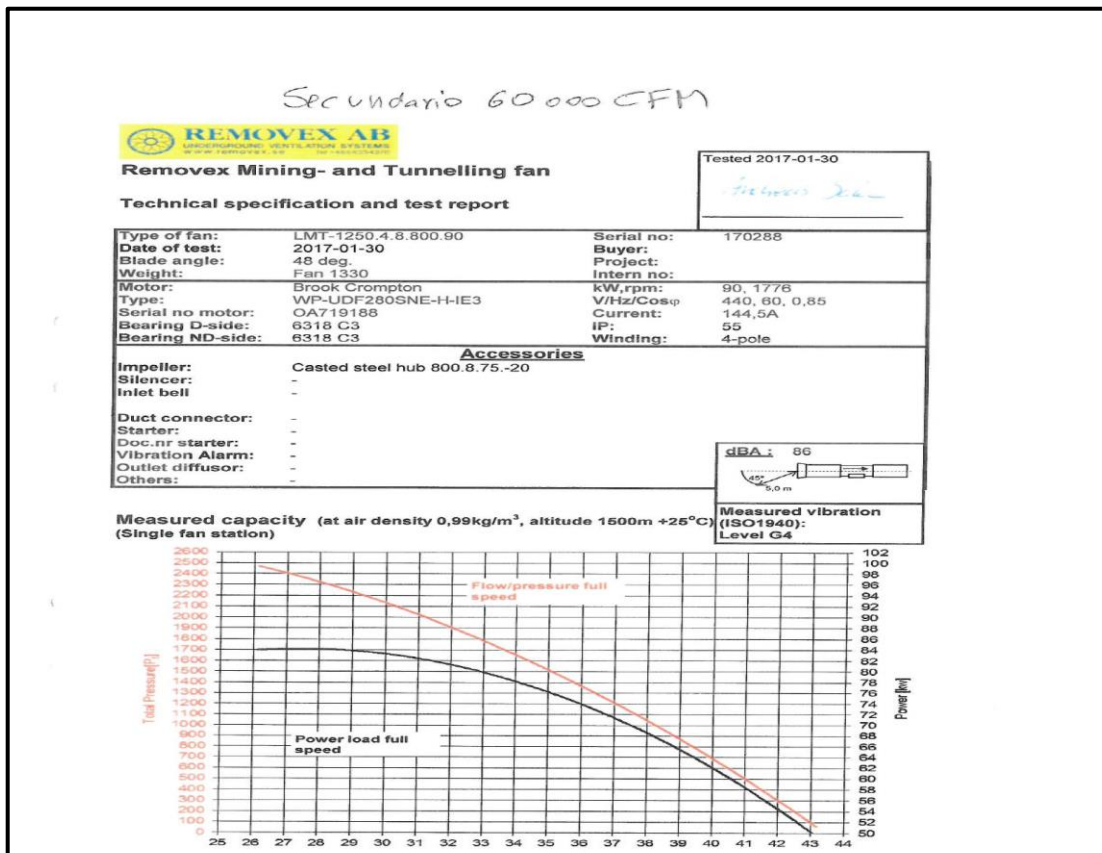
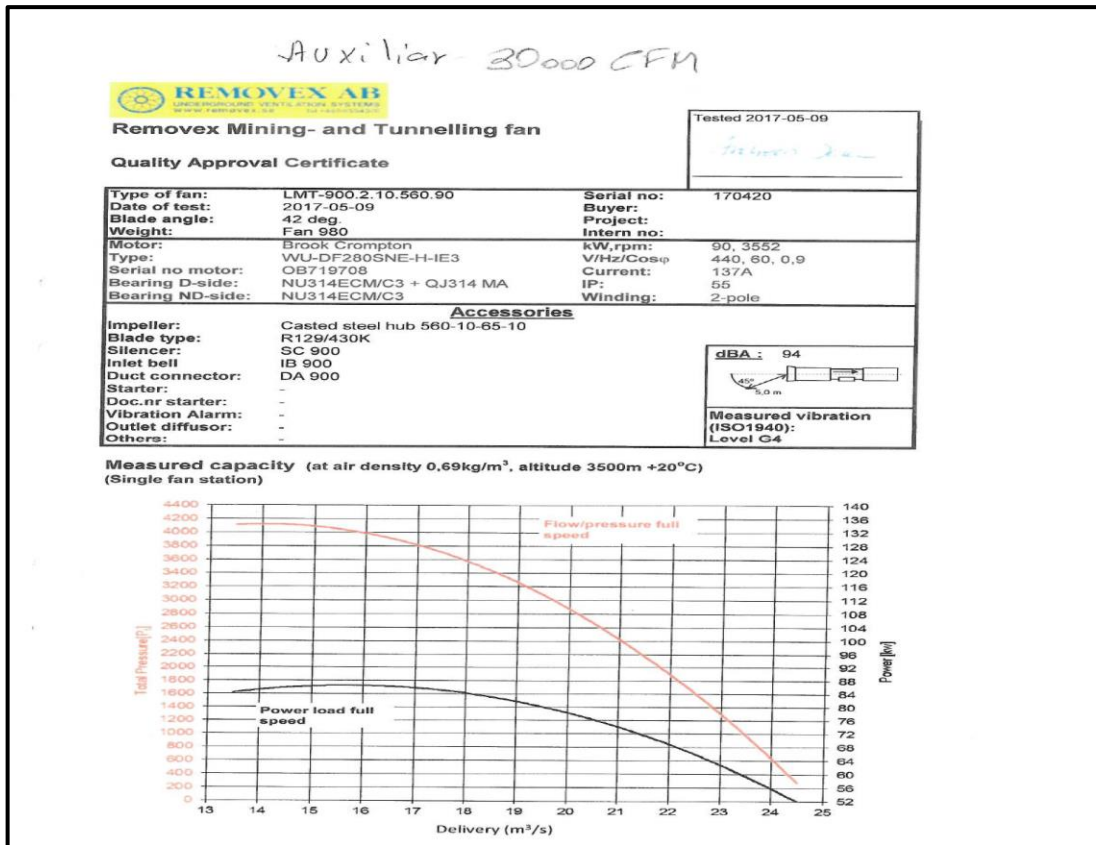
Arias, D; López, O; Jiménez, J, 2012. Análisis de sedimentos utilizando un enfoque de la programación estructurada. Revista Tecnológicas, Vol. 29. Colombia.

Jiménez, J; González, J, 2012. The Implementation of the Acoustic Impedance for the Monitoring of Industrial Processes. Journal of Communication and Computer Vol. 9, Nro. 12, USA

## **ANEXOS**



Curvas y diagramas de ventiladores utilizados en la UM. Atacocha.





JR. MANUEL ANSPE N° 31-221 LURAS P.O. LA CHALUPA S.M.L.V. S.R.L.  
 TEL: (51-11) 485-0260 IE: FAX: (51-11) 485-1905 (51-11) 485-5150  
 E-mail: [airtec@airtec.com.pe](mailto:airtec@airtec.com.pe)  
 Website: <http://www.airtec.com.pe>

VE 72

Airtec S.A.

**PROTOCOLO DE PRUEBAS**

26/12/2006

**INFORMACION GENERAL:**

CRAT: 10776-A  
 Cliente: COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A  
 Orden Cliente: 2006-139400  
 Equipo: VAV-48-26.5-1750-II-A  
 Cantidad: 1  
 Revestimiento: PINTURA EPOXICA  
 Detalle Especial: TOBER SUCC+CONO DIFUS+MQT.IEEE84+EMBALAJE+MANUALDE SERVICIO

**PERIODO DE FABRICACION:**

Inicio: 09/08/2006 Fin Presupuestado: 08/11/2006 Fin Real: 26/12/2006

**CARACTERISTICAS TECNICAS A 20°C Y N.M. (C/U):**

Caudal: 60000 CFM  
 Consumo: 194 HP  
 Presión: 15.65 " ch2O (ESTATICA)  
 Amp. Estimado a 460 V.: 220 A  
 RPM Ventilador: 1775  
 Otras Condiciones de Operación:  
 Altura s.n.m.: 3,800 Mts. Temperatura: 20°C

**CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS:**

Rotación: Normal  
 Nº Etapas: 1  
 Tipo Aleta: AIR FOIL  
 Angulo Aleta Real: 65  
 Dirección de Flujo: NORMAL  
 Transmisión: DIRECTA

**DATOS DE PRUEBA DE VENTILADOR:**

Condiciones de Prueba: 460V - N.M. - 20°C  
 Consumo Real (Amp.): 224 225 226  
 Nivel de Ruido (dB A): S111 D115 C105  
 Nivel de Vibración (mm/s): 1  
 RPM de Balanceo: 1780  
 Tipo de Abertura Utilizada: A (CINTA)

**DATOS PLACA DE MOTOR:**

Marca: WEG IEEE-B41-2001 Tipo: TRIFASICO  
 Número: Q837955 CCO29A 25SET06 F.S.: 1.15  
 Potencia: 150 HP RPM.: 1780 HZ: 60  
 Tensión: 460 Amperaje: 170

Frame 50A/57 25 Set 06

Nom Eff: 95.8

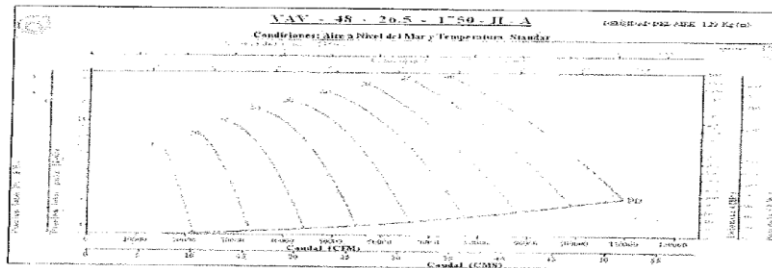
Ing. JIMMY LARICO

Realizado por

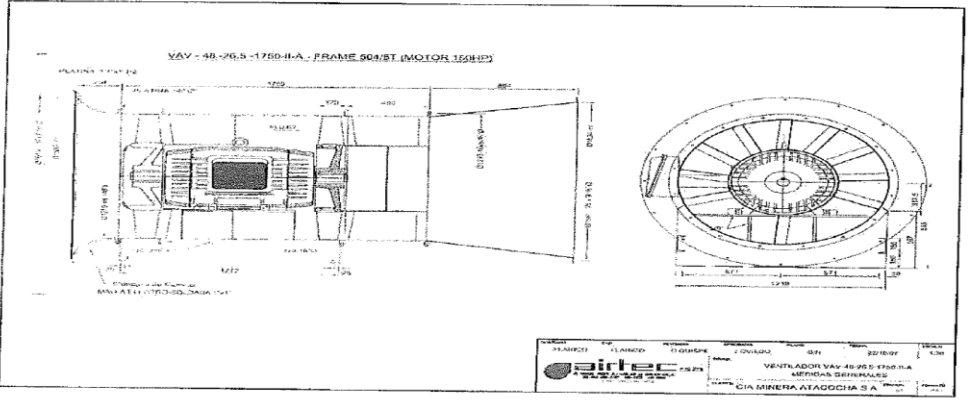
Ing. DANIEL QUISPE C.

Aprobado por

VE72







VE90



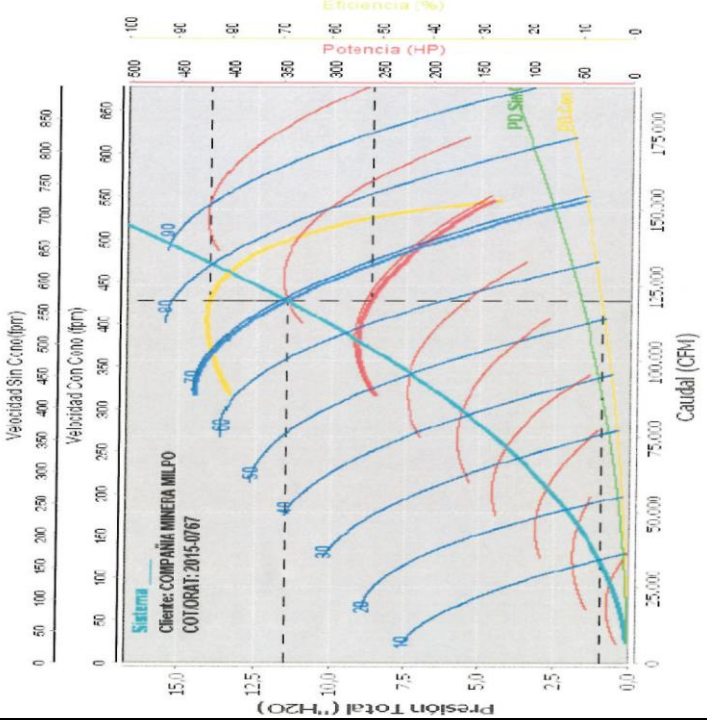
Ventilador # 90 : VAV-60-26.5-1750-II-A

Condiciones de Trabajo: a 3800.0 msnm y -3.40°C (STD) de temperatura

Densidad (kg/m<sup>3</sup>): 0.84 Corrección: 0.70 Frecuencia: 60 Hz Pto. de Trabajo

P. Total (H <sub>2</sub> O):	11.5
Caudal (CFM):	120000.0
Descarga:	
Con Como	Calcular
	Limpiar

Parametros	
Posición:	60
Potencia (HP):	260.70 HP
Eficiencia (%):	83.48 %
P. Est. Con Conos:	10.60 H <sub>2</sub> O
P.D. Sin Conos:	1.59 H <sub>2</sub> O
P.D. Con Conos:	0.90 H <sub>2</sub> O





VE - 53

Airtec S.A.

29/08/2003

## PROTOCOLO DE PRUEBAS

## INFORMACION GENERAL:

ORAT ..... 9510.B (12876-A)  
 Cliente ..... COMPAÑIA MINERA ATACOCCHA S.A.  
 Orden Cliente ... 1-23923  
 Equipo ..... VAV-60-26.5-1750-II  
 Tipo ..... STD NORMAL  
 Cantidad ..... 1  
 Revestimiento ... PINTURA ANTICORROSIVA  
 Detalle Especial: + DIFUSOR, MOTOR SUMINISTRADO POR CLIENTE

## PERIODO DE FABRICACION:

Inicio: 12/06/2003 Fin Presupuestado: 10/07/2003 Fin Real: 29/08/2003

## CARACTERISTICAS TECNICAS A 20°C Y N.M. (C/U):

Caudal ..... 120000 CFM  
 Consumo ..... 334 HP  
 Presion ..... 13.6 " CH2O (ESTATICA)  
 RPM Ventilador ..... 1790  
 Otras Condiciones de Operacion:  
 Altura s.n.m. .... 3,800 Mts. Temperatura: 20°C

## CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS:

Rotacion ..... Normal  
 N° Etapas ..... 2  
 Tipo Aleta ..... AIR FOIL  
 Angulo Aleta Real ..... 29°  
 Direccion Flujo ..... NORMAL  
 Transmision ..... DIRECTA

## DATOS DE PRUEBA DE VENTILADOR:

Condiciones de Prueba: 220V - N.M. - 20\_C  
 Tipo Abertura Utilizada: A (CINTA)

## DATOS PLACA DE MOTOR:

Marca ..... WEG Tipo: TRIFASICO  
 Numero ..... 504-ST 08/03BJ11271 F.S.: 1.00  
 Potencia ..... 250 HP RPM: 1785 HZ: 60  
 Tension ..... 0/460 V Amperaje: 0/304 A

1/1



VE 70

Airtec S.A.

## PROTOCOLO DE PRUEBAS

12/10/2006

## INFORMACION GENERAL:

ORAT: 10691-A  
 Cliente: COMPAÑIA MINERA ATACOCCHA S.A.A  
 Orden Cliente: N° 2006-138714  
 Equipo: VAV-60-26.5-1750-II-A  
 Cantidad: 1  
 Revestimiento: PINTURA EPOXICA  
 Detalle Especial: DIFUSOR+CAMPANA DE FIERRO+MANUAL DE SERVICIO

## PERIODO DE FABRICACION:

Inicio: 01/06/2006 Fin Presupuestado: 13/09/2006 Fin Real: 12/10/2006

## CARACTERISTICAS TECNICAS A 20°C Y N.M. (C/U):

Caudal: 120000 CFM  
 Consumo: 380 HP  
 Presion: 15.6 " CH2O (ESTATICA)  
 Amp. Estimado a 460 V.: 418 A  
 RPM Ventilador: 1790  
 Otras Condiciones de Operacion:  
 Altura s.n.m.: 3,800 Mts. Temperatura: 21°C

## CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS:

Rotacion: Normal  
 N° Etapas: 2  
 Tipo Aleta: AIR FOIL  
 Angulo Aleta Real: 70  
 Direccion de Flujo: NORMAL  
 Transmision: DIRECTA

## DATOS DE PRUEBA DE VENTILADOR:

Condiciones de Prueba: 460V - N.M. - 20°C  
 Consumo Real (Amp.): 242.2 240 242  
 Nivel de Ruido (dB A): S111 D114 C108  
 Nivel de Vibración (mm/s): 1.3  
 RPM de Balanceo: 1790  
 Tipo de Abertura Utilizada: C (DESCARGA LIBRE)

## DATOS PLACA DE MOTOR:

Marca: WEG IEEE-841 2001 Tipo: TRIFASICO  
 Numero: QB26241 13JUL06 586/7TZ F.S.: 1.15  
 Potencia: 350 HP RPM: 1790 HZ.: 60  
 Tension: 460 Amperaje: 385

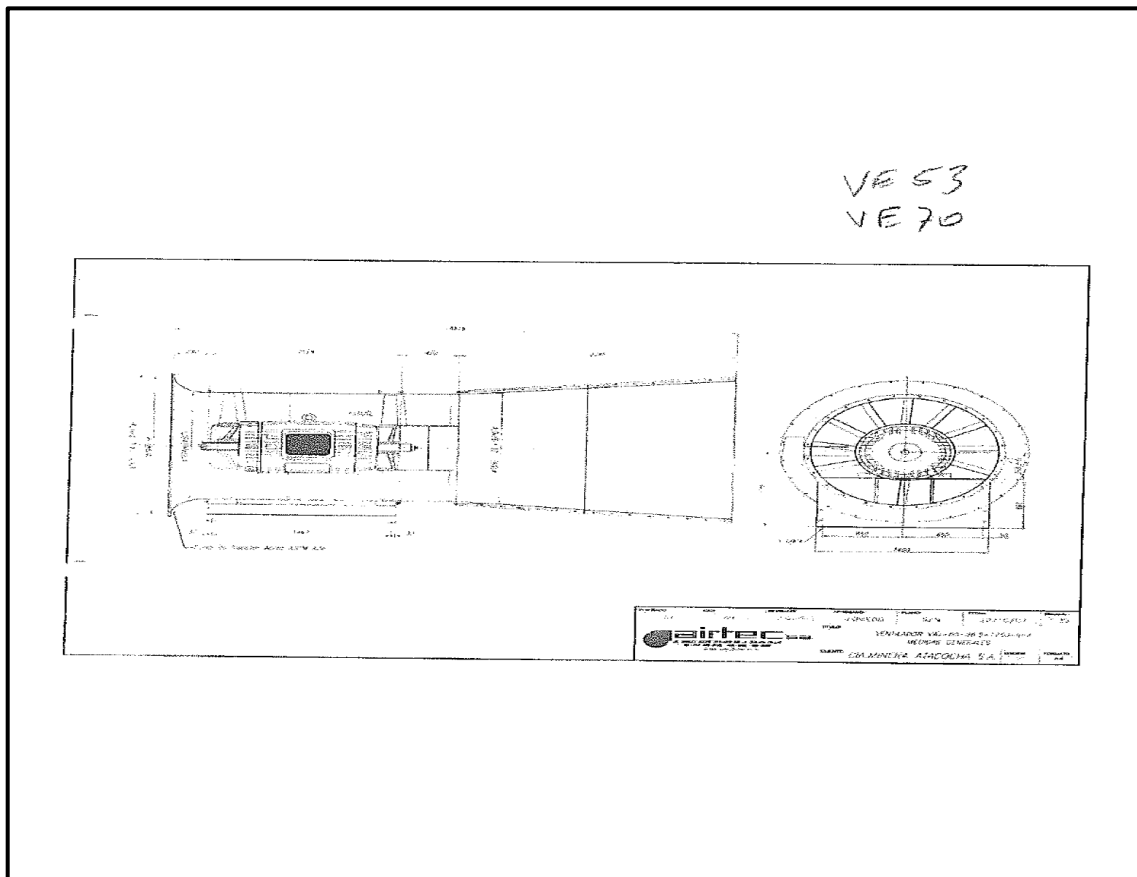
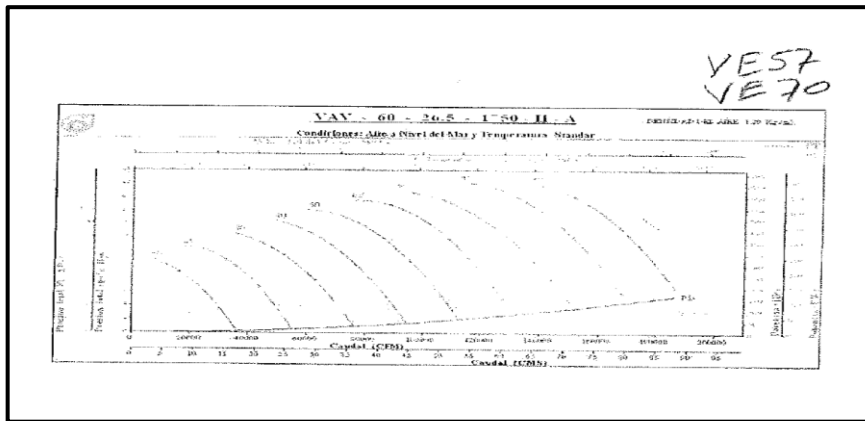
Ing. JIMMY LARICO

Realizado por

Ing. DANIEL QUISPE C.

Aprobado por

Fuente: Airtec S.A. área de Ventilación UM. Atacocha



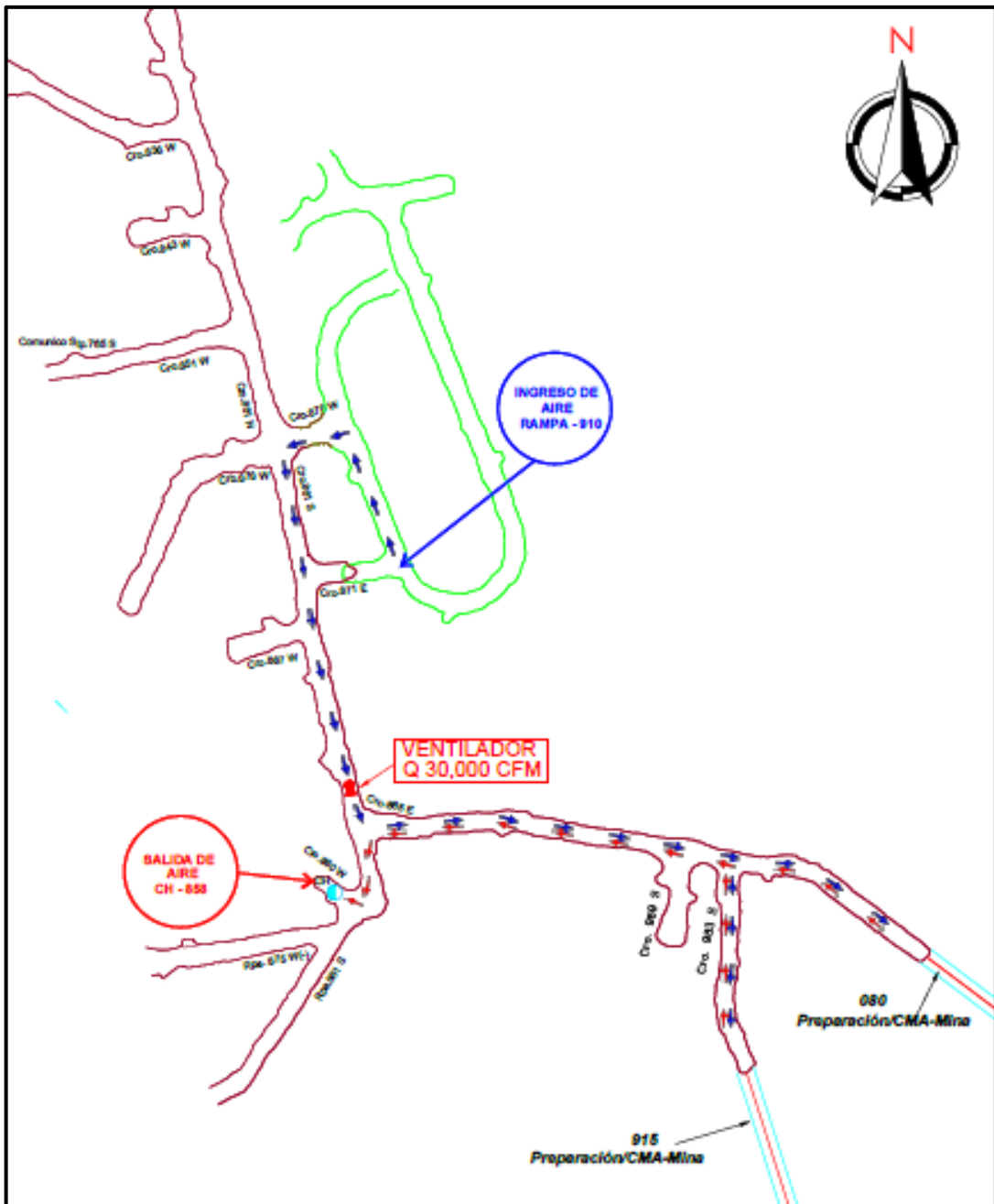
Fuente propia

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

*“Evaluación del Sistema de Ventilación e Incidencias de Riesgos en las operaciones Mineras, Seguridad y Salud Ocupacional En la UP. Atacocha-Nexa Resources. S.A.A”*

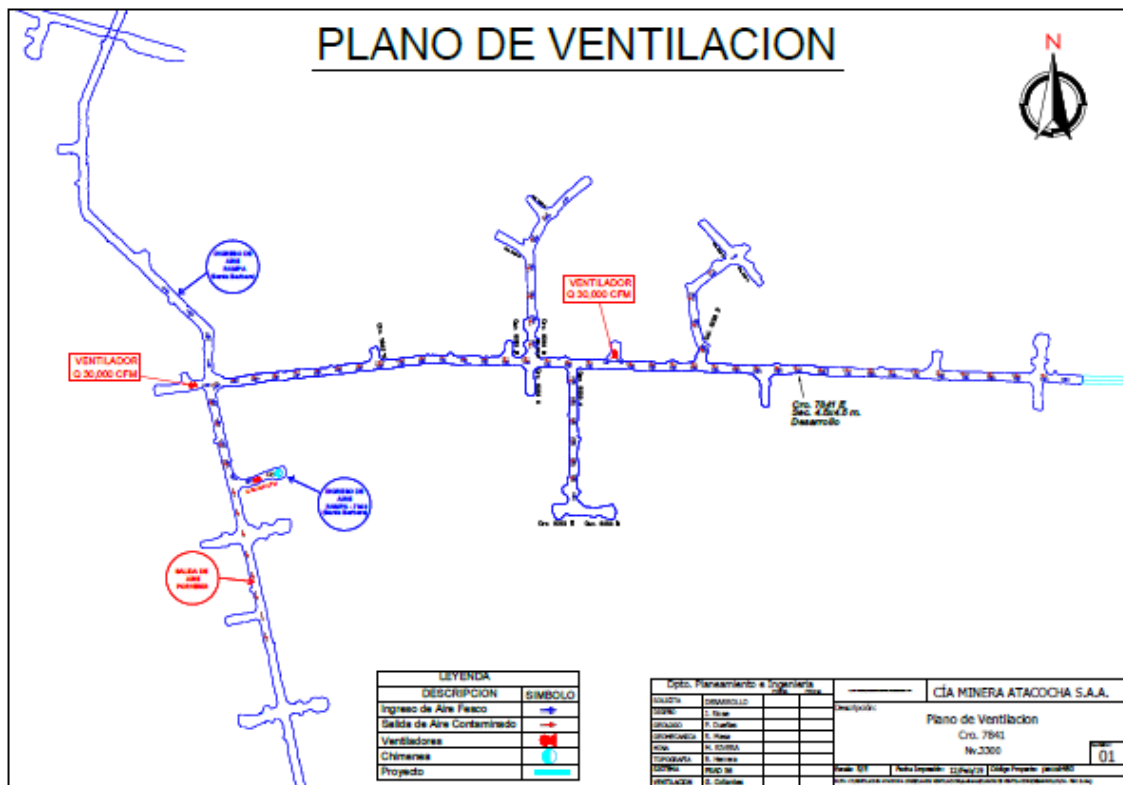
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS
<p style="text-align: center;"><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>Es posible necesario realizar una evaluación del sistema de ventilación nos proporcionará la información detallada para mejorar el sistema de ventilación, bajo los estándares exigidos, que nos permitirán establecer los parámetros de mejora de las condiciones de Seguridad y salud ocupacional de los trabajadores y equipos de la unidad Minera Nexa Resource-Atacocha S.A.</p> <p style="text-align: center;"><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p><b>a) Problema Especifico</b> Suministrar aire fresco por medios naturales y mecánicos a labores confinados o ciegos para la dilución de gases y brindar calidad de aire adecuado para el normal desempeño de los trabajadores en ambiente seguro y saludable.</p> <p><b>b) La evaluación se utiliza para el diagnóstico de las condiciones actuales de los circuitos de ventilación en función del requerimiento de aire para una producción de que es de 1,500 Tn./día, para el año 2023, considerando el programa de producción, avances y proyectos a ejecutarse.</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>El proyecto propone mejora el sistema de ventilación mediante cambios en el circuito de ventilación en la UP. Atacocha-Nexa-Resources Atacocha S.A.A.</p> <p style="text-align: center;"><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p><b>a)</b> Determinar los planes de trabajo a ser implementados, en cumplimiento a lo establecido por el D.S. N.º 024-2016 y su Modificatoria D.S. N° 023-2017, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, en la UP. Atacocha-Nexa Resources S.A.A</p> <p><b>b)</b> La evaluación nos permitirá evidenciar y controlar las mejoras para el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la UP. Atacocha-Nexa Resources S.A.A</p>	<p style="text-align: center;"><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>HG-. ¿La Evaluación del sistema de ventilación permitirá control los riesgos operacionales de SSO, en la UP? Atacocha, Empresa Nexa Resources S.A.A.?</p> <p><b>HE.</b> La evaluación del sistema de ventilación permitirá minimizar las incidencias de SSO, en la UP. Atacocha-Nexa Resources S.A.A.</p>

Plano de ventilation Stop 080-915 Nv. 3300

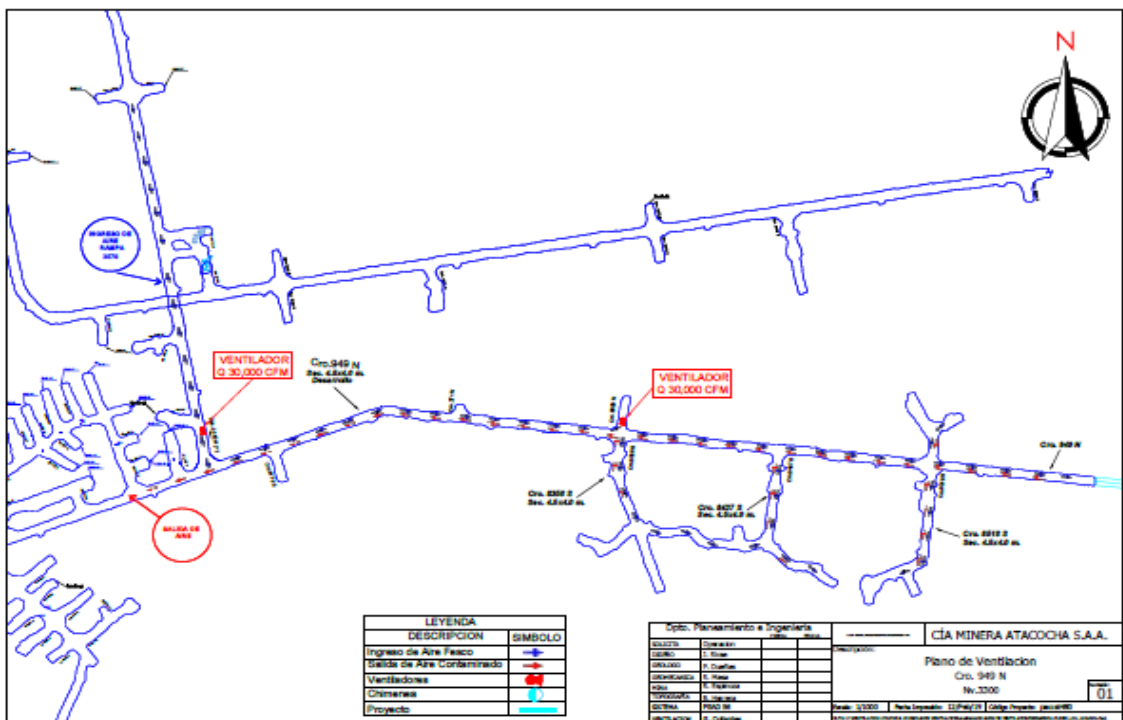


Fuente: Área de ventilación UM. Atacocha.

Plano de Ventilación de la UM Atacocha



Anexo N° 03 Cro949 N CRISTINA NE



Fuente: Área de Ventilación