



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

**“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA MINA CONSORCIO
MINERO HORIZONTE – LA LIBERTAD - 2018”**

Trabajo de investigación para optar el grado de:

Bachiller en Ingeniería de Minas

Autor:

Gilberto Jaime Valdivia herrera

Asesor:

Ing. Elmer Ovidio Luque Luque

Cajamarca - Perú

2018

DEDICATORIA

A mis padres Isidro y Eleonor diciéndoles
enfáticamente ¡este logro es de ustedes papá y mamá.

A mi hermana Elena diciéndole con voz clara y
fuerte tu eres un gran ejemplo de fortaleza hermana mía tu
eres mi refugio en los momentos más difíciles de mi vida y
mi amiga en mis momentos de alegría gracias por estar a mi
lado apoyándome siempre

Gilberto Jaime Valdivia Herrera.

AGRADECIMIENTO

En esta oportunidad quiero agradecer desde el fondo de mi corazón al señor de señores Jehová de los ejércitos por derramar sus bendiciones sobre mí dándome estos padres maravillosos isidro y Leonor quienes han hecho realidad el logro de este gran sueño profesional brindarme su apoyo en todo momento para vencer los obstáculos desde el inicio de mi vida y sobre todo en mis estudios universitarios.

Gilberto Jaime Valdivia Herrera

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	10
CAPÍTULO III. RESULTADOS	15
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	16
REFERENCIAS.....	17
ANEXOS.....	18

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación “evaluación del sistema de ventilación del consorcio minero horizonte, ubicada en el distrito aurífero - polimetálico -Pataz La Libertad”

Uno de los principales problemas que afronta la minería subterránea conforme profundiza sus labores es la escasez del aire, elemento vital para la subsistencia del personal, el movimiento de maquinaria y la disminución de gases generados por las voladuras en la actividad minera; por ende, puede provocar accidentes fatales.

El objetivo de la presente investigación es evaluar el sistema de ventilación que emplea el consorcio minero horizonte. Las condiciones especiales en las que se desarrolla el trabajo minero hacen que los riesgos laborales incrementen por la falta de una adecuada ventilación de sus frentes de explotación, así como disminuye la productividad de la mina. ¿La evaluación del sistema de ventilación del consorcio minero horizonte nos permitirá determinar las condiciones de trabajo y ayudará a proponer un diseño que nos permita optimizar la producción de la mina y el cumplimiento de las metas trazadas?

Para la presente investigación, en principio evaluaremos el comportamiento de gases, material particulado y otros elementos nocivos para los trabajadores

La evaluación del sistema de ventilación nos permitirá determinar las condiciones de seguridad y salud ocupacional de la mina, valor que llega a aumentar a medida que avanzan los trabajos de desarrollo minero, debido a que en profundidad no se cuenta con chimeneas ni de inyección ni de extracción, de igual manera la concentración de los gases aumenta en los sectores más profundos de la mina, en los sitios en donde se realizan las operaciones de desarrollo, debido a la utilización de equipos con motores de combustión interna, ambiente que dificulta el eficiente desempeño de los trabajadores y deteriora las condiciones laborales.

PALABRAS CLAVES: -Ventilación, Minería, túneles

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación enfoca la necesidad de realizar un estudio sobre la situación actual del sistema de ventilación con el que cuenta el consorcio minera horizonte para determinar si la cantidad y la calidad de aire cumple con lo establecido en la normatividad legal vigente y los estándares de calidad internacionales.

El presente estudio se desarrolla en el consorcio minero horizonte ubicada entre la sierra y selva norte de Perú, bajo condiciones exigentes en cuanto a la profundización del yacimiento refiere.

La información necesaria para el presente trabajo se relaciona con el circuito actual de ventilación, la cantidad de contaminantes (polvo y gases) que genera la extracción de mineral, el material particulado (cantidad de polvo en suspensión), el número de trabajadores, la cantidad y el tipo de la maquinaria empleada; y, la cantidad de aire que demanda el correcto funcionamiento de la mina,

La bibliografía consultada para desarrollar el presente trabajo, en lo relacionado con sus fases teórica y de factibilidad, hace referencia a aquella documentación, que reposa en la biblioteca virtual de nuestra universidad y otras revistas científicas tales como ebsco, scielo, informes técnicos, tesis de grado y trabajos de investigación, a los que se suman experiencias personales, criterios de profesionales – docentes de la Carrera de Ingeniería de Minas e información de internet.

¿La evaluación del sistema de ventilación nos permitirá determinar la calidad de aire en mina?

Como objetivo general planteamos:

Evaluar el sistema de ventilación de consorcio minero horizonte

Objetivos específicos:

Evaluar la calidad del aire en interior mina

Analizar los principales tipos de gases en mina

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El presente estudio es de tipo descriptivo y transversal, porque propone evaluar el sistema de ventilación del consorcio minero horizonte.

Para determinar el sistema de ventilación empleado revisaremos investigaciones realizadas en otras unidades mineras.

El método para evaluar el sistema de ventilación del consorcio minero horizonte inicia con identificar las estaciones de monitoreo, lugares donde instalaremos los equipos de medición de partículas de polvo suspendido, además mediremos la velocidad de aire utilizando tubo de humo y paleta, luego de la toma de muestra levantaremos la información para someterla a comparaciones con que indican los límites máximos permisibles para la actividad minera en socavón, una vez identificadas las diferencias se elabora el informe final que permitirá la toma de decisiones.

En los sistemas de ventilación localizada el dispositivo o estructura de captación, es un componente relevante para lograr el control de las emisiones de contaminantes en los puestos de trabajo Yáñez (2005). Indica “las denominadas captaciones a distancia se caracterizan por capturar el contaminante a cierta distancia del punto de emisión”

La ventilación en una mina subterránea es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la misma Irizar, (1974) afirma “el aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos”p24.

La ventilación se realiza estableciendo un circuito para la circulación del aire a través de todas las labores. Luque, (1975) afirma “Para ello es indispensable que la mina tenga dos labores de acceso independientes: dos pozos, dos socavones.p37.

El tener una óptima gestión del sistema de ventilación debe ser una de las políticas que las compañías mineras deben tener, esto va de la mano con el cumplimiento del decreto 1886, que permite tener el control sobre qué actividades deben ser medidas y cuantificadas durante el desarrollo de las labores mineras. Luque, V. C., 1988.p63

Toda mina subterránea deberá disponer de Circuitos de Ventilación, natural o forzado, para mantener un suministro permanente de aire fresco y retorno del aire viciado Molina (2011) .”El caudal de aire que circule por la mina dependerá del número de trabajadores”, la extensión y sección de las labores, el tipo de maquinarias de combustión interna y las emanaciones de gases naturales de la mina.

Para la presente investigación se han revisado la siguiente información:

TÍTULO	AUTOR	AÑO	TIPO	OBJETO DE ESTUDIO	METODO DE ESTUDIO	RESULTADOS
Diseño y simulación del sistema de ventilación de las labores de exploración en el proyecto San Gabriel CIA. De minas Buenaventura S.A.A	Marco Fredy Flores Aroni	2017	TESIS	Diseñar y simular el sistema de ventilación de las labores de exploración de la mina con los datos ingresados al software Ventsim	Para el dimensionamiento de las chimeneas ventilación hicieron diversas simulaciones numéricas mediante el software Ventsim, que está controlado por el flujo de aire por cada kW consumido (m ³)/kW, donde se adoptaron parámetros físicos y geométricos como: Formas de túneles, tipo de roca, áreas, resistencias, factor de fricción y factores de choque. Para este propósito se simularon tres posibles alternativas, de la cual, se determinó el diámetro y ubicación más óptimo de las chimeneas de ventilación. (CHI-1: 2,1 m, CHI-2: 2,1 m, CHI-3: 2,1 m, CHI-4: 7,0 m) de diámetro, todo estos construidos con equipo Raise Boring. Con la finalidad de determinar el sistema de ventilación óptima se presentan dos fases: Fase I: Cálculo de la ventilación a corto plazo para la rampa principal, el requerimiento es de 50,45 m ³ /s (3 027 m ³ /min).	El ventilador principal se instalará en superficie, con dos mangas de ventilación, el cual será una instalación impelente, con un motor de 55 HP, que será capaz de inyectar aire por cada manga en promedio 26,75 m ³ /s (56 680 cfm). Fase II: Cálculo para la ventilación de mediano y largo plazo, el requerimiento es de 205,15 /s (12 309 m ³ /min). El ventilador se instalará en la superficie de la corona de cada chimenea, con un motor de 53 HP, que será capaz de extraer en promedio 70,80 m ³ /s (150 000 cfm).
Influencia de la ventilación mecánica, en el diseño del sistema de ventilación del nivel 4955 mina Urano SAC – Puno”	Jesús Alberto Suty Vilca	2016	tesis	El objetivo fue determinar la influencia de la ventilación mecánica en el diseño del sistema de ventilación del nivel 4955 Mina Urano SAC – Puno”	Se utilizaron los siguientes instrumentos: Anemómetro marca Kestrel 4300. Instrumento utilizado para medir directamente la velocidad, del aire circulante en una galería (pies/min; m/s); tal velocidad registrada, más la sección transversal de la galería (pies ² ; m ²), permite el cálculo del caudal de aire circulante en dicha galería. Tubos de humo. Este instrumento de sencilla fabricación, permite determinar el	El caudal requerido de acuerdo a los parámetros es de 33000 cfm, pero en esta oportunidad se instaló dos ventiladores que suman ambos 40000 CFM, cumpliendo así el requerimiento de aire; se mejoró notablemente la ventilación tanto en la galería proyectada, como en la cortada de producción. — En nuestra operación fue necesaria la colocación de dos ventiladores: uno con capacidad de 25000 cfm y el Otro de 15000 cfm para cubrir la necesidad de aire, lo cual se instaló en la misma galería; uno en BM y otro a 800 metros de profundidad

					sentido y velocidad de pequeños flujos de aire en galerías.	permitiendo enseriarlo, mediante una cámara de acumulación de aire con capacidad de 75 m ³ . En cuanto al rendimiento del personal antes de la instalación se realizaba 3 viajes en un tiempo de 3:45 min. Acarreando 13.8 TM, después de la instalación se realiza 4 viajes en un tiempo de 4:10 min, acarreando así 18.4 TM. Aumentando su rendimiento en 4.6 TM/guardia. → Con el diseño y la instalación de un circuito de ventilación se minimizó la recirculación de aire viciado en nuestras operaciones.
Evaluación del sistema de ventilación de la mina el roble	Daniel Ricardo Castillo Aranguren	2017	Tesis	<p>Conocer las condiciones de operación del actual sistema de ventilación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los posibles inconvenientes de la ventilación en la operación minera de la mina el Roble, mediante trabajo de campo y modelamiento por medio del software Ventsim. • Proponer alternativas de mejoramiento al sistema de ventilación. • Realizar el análisis de costos con relación al actual sistema de ventilación y al propuesto. • Generar las recomendaciones pertinentes que permitan el mejoramiento del 	<p>La mina el Roble cuenta con 12 Ventiladores centrífugos operativos los cuales tres son principales y 9 son auxiliares.</p> <p>Los equipos de medición se dividen en dos secciones; equipos de medición para datos de ventilación y equipos de medición para gases contaminantes.</p> <p>La mina el Roble cuenta con cinco equipos de monitoreo Detector Multigas Altair 5X, este equipo es capaz de medir hasta 6 gases simultáneamente. El Detector durable mide niveles de gases combustibles LEL y/o rango de porcentaje por volumen, oxígeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, dióxido de azufre, amoníaco y cloro entre otros. (Ver Figura 16) Estos detectores son usados por los coordinadores en seguridad y salud en el trabajo los cuales tienen que realizar las mediciones en los frentes de explotación y así mismo proporcionar y mantener una atmosfera segura en el lugar de trabajo. Igualmente ellos son los encargados de marcar los tableros con la concentración de gases en</p>	<p>EL sistema de ventilación de la mina El Roble no se está cumpliendo el Reglamento 1886 de 2015, en los artículos 41, 43, 44, 46, 57 del Título II de Ventilación. Si bien se realiza un monitoreo de la atmósfera al interior de la mina midiendo las concentraciones de los gases, ésta labor solo la realiza la cuadrilla de salud y seguridad, y no son de forma permanente no van de la mano con las actividades conjuntas que, debería si existiera el componente de técnicos y/o expertos de la cuadrilla de control y mantenimiento de las condiciones y ductos de ventilación. La cobertura del actual sistema de ventilación de la mina el roble es aproximadamente de 16%, y la cobertura propuesta aumenta un 77%. Los equipos y maquinaria generan la cantidad más elevada de volumen de aire contaminante en la mina. (199.000 cfm) La mina no cuenta con un grupo técnico encargado de la ventilación y todo su proceso (planos, mediciones, cálculos, mantenimiento, ensayos, propuestas). Se propusieron alternativas de mejoramiento al sistema de ventilación las cuales tienen que realizarse frecuentemente y de acuerdo con la necesidad y requerimiento de aire calculado.</p>

				<p>actual sistema de ventilación.</p>	<p>las labores de acceso a cada frente de trabajo. El proceso de medición para los datos de velocidad, temperatura y humedad fue realizado con el Higoanemometro Testo 435, el cual promedia de acuerdo a un tiempo dado la velocidad del aire en el punto medido, se toma por labor la velocidad del flujo no menor a 3 puntos y no mayor a 9 puntos en el sitio de toma de medición. Se toman diferentes puntos a fin de tener un dato promedio representativo, puesto que la velocidad en la sonda varia conforme se aleja de las paredes del mismo, se dese realizar un barrido por lugar de la sección del túnel.</p>	
--	--	--	--	---------------------------------------	--	--

CAPÍTULO III. RESULTADOS

El método para evaluar la calidad y caudal de aire existente dentro de la mina es determinante porque nos permite evaluar y cuantificar los límites máximos permisibles de partículas de polvo suspendidas.

La ventilación se realiza estableciendo las estaciones de monitoreo, un circuito para la circulación del aire a través de todas las labores mineras.

Toda mina subterránea deberá disponer de Circuitos de Ventilación, natural o forzado, para mantener un suministro permanente de aire fresco

Los circuitos de ventilación de una mina subterránea ya sea natural o forzados deben estar presentes para mantener el suministro permanente de aire fresco.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Para evaluar el sistema de ventilación del consorcio minero horizonte debemos programar actividades de identificación de estaciones de monitoreo, instalación de equipo, reporte diario de información y elaborar informe final.

Para evaluar la calidad y caudal de aire existente en las estaciones signadas usaremos PCE-RCM 10.

La información tomada será comparada con tablas elaboradas de acuerdo a la norma de emisiones de aire y partículas de polvo en suspensión.

REFERENCIAS

ACH - Servicios para la industria minera. (2005). *Análisis de ventilación auxiliar Túnel Mina Sur, Codelco Norte*. Santiago de Chile: ACH.

autor, S. (1987). *Flujo de Aire en la mina*. Sin editorial.

Autores, V. (2010). *Ventilación de Minas*. Bogotá: Tesis de Grado Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Borísov, S., Klókov, M., & Gornovói, B. (1976). *Labores Mineras*. Moscú: Mir.

Cisternas Yáñez, R. (2005). *Caso práctico - Sistema de ventilación auxiliar - Desarrollo rampa principal*. Santiago de Chile: VDM.

Cisternas Yáñez, R. (2005). *Distribución de aire - Ventilación Minera subterránea*. Santiago de Chile: VDM.

Cisternas Yáñez, R. (2005). *Monitoreo, control y automatización de sistemas de ventilación - Minería Subterránea*. Santiago de Chile: VDM.

Córdoba Quiceno, C., & Molina Escobar, J. (2011). *Caracterización de sistemas de ventilación en minería subterránea*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Díaz Abarca, G. (2007). *Sistema general de ventilación Sector al Este*. Lima: Meridian

ANEXOS

Medición de la humedad relativa en mina Parcoy consorcio minera horizonte.

INSTRUMENTO UTILIZADO: ANEMÓMETRO KESTREL									
PUNTO DE MEDICIÓN	OBSERVACIÓN (UBICACIÓN)	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPT	OCT	PROM
1	Bocamina Ana Michelle	48	47	48	47	48	46	45	47,00
2	A 250 m de Bocamina Ana Michelle	58	59	57	60	57	62	55	58,29
3	Bocamina Cabo de Hornos	86	82	84	85	85	79	91	84,57
4	Stock 1 Decline Principal Cabo de Hornos	84	86	86	85	86	85	84	85,14
5	Stock 2 Decline Principal Cabo de Hornos	84	85	87	84	86	83	85	84,86
6	Stock 3 Decline Principal Cabo de Hornos	83	81	84	84	81	81	81	82,14
7	Stock 4 Decline Principal Cabo de Hornos	73	75	74	75	78	79	77	75,86
8	Stock 5 Decline Principal Cabo de Hornos	85	86	83	81	80	82	83	82,86
9	Stock 6 Decline Principal Cabo de Hornos	89	85	85	88	88	85	86	86,57
10	Stock 7 Decline Principal Cabo de Hornos	86	85	86	89	78	83	81	84,00
11	Stock 8 Decline Principal Cabo de Hornos	85	87	83	81	90	91	91	86,86
12	Stock 9 Decline Principal Cabo de Hornos	85	89	92	91	88	87	87	88,43
13	Stock 10 Decline Principal Cabo de Hornos	92	92	95	88	83	81	78	87,00
14	Stock 11 Decline Principal Cabo de Hornos	87	84	91	84	89	95	88	88,29
15	Stock 12 Decline Principal Cabo de Hornos	88	90	88	86	86	83	85	86,57
16	Polvorin Cabo de Hornos	78	75	75	80	77	79	80	77,71
17	Nivel 606 Frentes de explotación	89	86	87	82	84	90	87	86,43
18	Nivel 492	91	91	90	91	93	89	88	90,43