



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

Diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura - Unidad de Producción Pallasca

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA DE MINAS**

AUTORAS:

Escobar Gonzales, Brenda Alexandra (ORCID: 0000-0002-3919-7328)

Rodas Espiche, Grecia Consuelo (ORCID: 0000-0002-4151-0061)

ASESORA:

Mg. Salazar Cabrejos, Rosa Eliana (ORCID: 0000-0002-1144-2037)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Perforación y Voladura de Rocas

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres que siempre estuvieron ahí motivándome y brindándome su apoyo incondicional en todo momento. Gracias a sus consejos he podido realizar este informe de investigación.

Brenda Alexandra

A mis mejores amigas, a mis hermanos y a mis padres, por su gran apoyo en estos 5 años de mi carrera, son mi motor y motivo.

Grecia Consuelo

Agradecimiento

Antes que nada, agradecer a Dios por permitirnos realizar este informe de investigación. Agradecemos a nuestra asesora y a nuestro asesor temático, que con sus conocimientos y su gran trayectoria hemos podido concluir con nuestro informe de investigación. También agradecemos al Ingeniero Gilberto Donayres Quispe por el apoyo que nos brindó.

Las autoras

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	10
3.1.Tipo y diseño de investigación	10
3.2.VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	11
3.3.Población, muestra y muestreo Población	12
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5.Procedimientos	14
3.6.Método de análisis de datos	15
3.7.Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN	26
VI. CONCLUSIONES	30
VII. RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS	32
ANEXOS	41

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Datos del ventilador axial.....</i>	17
Tabla 2. <i>Tipos de gases según la voladura.....</i>	18
Tabla 3. <i>Medición de velocidad del aire.....</i>	19
Tabla 4. <i>Datos para el requerimiento del aire total.....</i>	20
Tabla 5. <i>Capacidad efectiva de potencias de los equipos petroleros.....</i>	21
Tabla 6. <i>Requerimiento de aire total.....</i>	22
Tabla 7. <i>Configuraciones medio ambientales, resistencias y factores de fricción.....</i>	23

Índice de figuras

Figura 1. Fórmula del caudal total para la operación	8
Figura 2. Fórmula del caudal requerido por el número de trabajadores	8
Figura 3. Fórmula del caudal requerido por el consumo de madera	9
Figura 4. Fórmula del caudal requerido por temperatura en las áreas del trabajo	9
Figura 5. Fórmula del caudal requerido por equipos que son con motor petrolero	9
Figura 6. Fórmula del caudal requerido por fugas	9
Figura 7. Fórmula del caudal que se requiere	9
Figura 8. Fórmula del caudal requerido por consumo de explosivo	10
Figura 9. Ventana del diseño de una red de ventilación del Software Ventsim	24

Resumen

El presente informe de investigación tuvo por finalidad proponer un diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura en la Unidad de Producción Pallasca. La investigación surgió del problema vinculado a la inexistencia de un diseño de red de ventilación. Para ello, se trabajó con una muestra constituida por la Unidad de Producción Pallasca, especialmente en el área de voladura del Nivel 1; teniendo una investigación de tipo básica y un diseño no experimental de tipo transversal descriptivo. Asimismo, para el recojo de información se utilizó el método analítico, técnica de análisis documental y técnica de observación. Cuyos instrumentos empleados fueron guías de análisis documental y guías de observación; se utilizó el Software Ventsim. Finalmente, se obtuvo como resultado que la Unidad de Producción Pallasca no cuenta con un sistema de ventilación. Por ello, se propuso un diseño de red de ventilación, el cual se elaboró con el software Ventsim. Concluyendo que con el diseño propuesto se facilitará el ingreso de aire fresco y la salida del aire viciado de las labores. Asimismo, el ingreso de aire fresco al frente de la explotación generando un buen ambiente laboral.

Palabras clave: Voladura, red de ventilación, sistemas de ventilación, aire viciado, gases.

Abstract

The purpose of this research report was to propose a design of a ventilation network to optimize the evacuation of gases produced by blasting in the Pallasca Production Unit. The investigation arose from the problem related to the non-existence of a ventilation network design. To do this, we worked with a sample constituted by the Pallasca Production Unit, especially in the blasting area of Level 1; having a basic research and a descriptive transversal non-experimental design. Likewise, the analytical method, documentary analysis technique and observation technique were used to collect information. Whose instruments were documentary analysis guides and observation guides; Ventsim software was used. Finally, it was obtained as a result that the Pallasca Production Unit does not have a ventilation system. Therefore, a ventilation network design was proposed, which was elaborated with Ventsim software. Concluding that the proposed design will facilitate the entry of fresh air and the exit of stale air from the work. Also, the entry of fresh air to the front of the farm generating a good working environment.

Keywords: Blasting, ventilation network, ventilation systems, stale air, gases.

I. INTRODUCCIÓN

La minería en el Perú es una actividad económica muy importante debido a que en la industria los productos utilizados son a base de metales, tales como el cobre. Sin embargo, esta es una de las actividades que han generado muchos impactos ambientales y sociales, a causa de no tener un buen sistema de seguridad y salud.

La explotación del yacimiento en minería subterránea se realiza debajo de la superficie del terreno. Por ello, para laborar en un socavón es necesario que existan galerías, pozos, chimeneas y lo más importante una ventilación. Esto va permitir que los trabajadores puedan laborar en un ambiente seguro.

La realidad problemática se presenta explicando que en la actualidad existe un problema con respecto a la ausencia de una red de ventilación para evacuar los gases producidos por voladura. Esto se relaciona con la falta de un circuito de ventilación para expeler los gases contaminados, siendo este un punto en contra en diversas compañías mineras. Teniendo como consecuencia las enfermedades ocupacionales, muertes y paralización de actividades. La investigación se realizó en la Unidad de Producción Pallasca, provincia de Pallasca, departamento de Ancash, distrito de Lacabamba, ubicada a 3600 msnm. Lugar donde no se encontró un diseño de una red de ventilación, incumpliendo las normativas de seguridad minera e higiene industrial.

En este sentido la primera causa es la inexistencia de un diseño de una red de ventilación debido a que en la Unidad de Producción Pallasca no contaba con una red de aireación. Según Baltazar (2016) dice que en la mina Kazán se encuentra aire viciado en las faenas que están en operación. Esto es debido a la falta de un sistema de ventilación adecuado. Teniendo como consecuencia deficiencia de ingreso de aire limpio, según Caxi (2017) señala que la aireación en la Unidad Minera de Santa Filomena surge algunas insuficiencias para la entrada de aire puro de ciertas faenas. Esto ocasiona los colchones de aire dañado y complica el performance de las ejecuciones y la comodidad de los operarios.

Así mismo, otro factor es la falta de monitoreos e inspecciones de los gases

producidos por voladura debido a que en el lugar de estudio no contaba con una supervisión encargada en el área de ventilación. Por esta razón, no contar con los equipos de control adecuados y no tener el personal experto en el área de ventilación puede llegar a originarse ciertos problemas. Por ello, Carreño (2010) afirma que es necesario realizar monitoreos e inspecciones de los gases, tales como el dióxido de carbono, nitrógeno, monóxido de carbono, entre otros. Dentro de ello se tiene como consecuencia asfixias y muertes por gaseamiento. Según Diario La Izquierda (2017) señala que en la mina Arcata murieron dos trabajadores a causa de un gaseamiento, esto se produjo debido a que la empresa no contaba con un monitoreo adecuado. Lo cual, se recomienda contar con un control oportuno, por ejemplo, existe un equipo llamado ALTAIR 4x, un detector de gases, muy eficaz para laborar en mina subterránea.

Por último, otra causa determinante del problema se vincula con la falta de ingresos económicos para la inversión de una red de ventilación debido a que la empresa no cuenta con chimeneas de ventilación y no cuenta con ventiladores auxiliares para evacuar los gases producidos por voladura. Según Castillo (2017) dice que es una formación que pretende pronosticar un ocasional triunfo o una caída de algún proyecto. Lo cual, en estos casos se realiza una comparación de costos de los usos energéticos que se plantean y que indudablemente se ampliará con la obtención de un nuevo ventilador. Como consecuencia es el mal desarrollo de las actividades, según Duran (2018) afirma que las condiciones actuales de la mina subterránea El Brocal expone ciertas faenas con defecto de ventilación en cada nivel. Estos son ocasionados por las existencias de equipos diésel, principalmente en los tajeos que están en producción.

Frente a todo lo mostrado se plantea la formulación del problema: ¿De qué manera el diseño de una red de ventilación permitirá optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura en la Unidad de Producción Pallasca?

Así mismo, la justificación del presente informe de investigación se evidencia de un carácter teórico, legal, social y metodológica. Teórico porque se basó en teorías donde se obtuvo conceptos y definiciones que permitió abordar más el

tema, teniendo en cuenta proyectos previos, artículos, entre otros. Por otro lado, se consideró legal porque se requirió de normas legales tales como el DS N° 024- 2016-EM y modificatoria el DS N° 023-2017-EM. Esto facilitó determinar el aire requerido en la Unidad de Producción Pallasca. Así mismo, se consideró de carácter social debido a los beneficios que obtuvo la empresa y las comunidades, teniendo un ambiente saludable para sus trabajadores y pobladores. Por último, se consideró metodológica porque con las técnicas de investigación se pudo resolver los objetivos planteados, creando instrumentos adecuados para el recojo de información y análisis de datos.

De acuerdo a lo investigado en el informe se presenta el objetivo general: proponer un diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura en la Unidad de Producción Pallasca. Donde se va desarrollar los siguientes objetivos específicos: identificar el sistema de ventilación y ventilador adecuado para determinar la evacuación de los gases producidos por voladura, reconocer los tipos de gases que se producen por voladura teniendo en cuenta los límites máximos permisibles para determinar la evacuación de los gases producidos por voladura y calcular el caudal del aire para diseñar una red de ventilación con el software Ventsim.

La hipótesis que se propone de un diseño de una red de ventilación permitió optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura en la Unidad de Producción Pallasca.

II. MARCO TEÓRICO

Entre los antecedentes internacionales Castillo (2017) una investigación titulada “Evaluación del sistema de ventilación de la mina El Roble”, con el propósito de realizar una estimación de las situaciones existentes de ventilación. Donde se identificó la situación en la que se encontraba la operación de la mina. Cuya conclusión fue que el revestimiento existente del método de ventilación de mina es alrededor de un 16%, y el revestimiento que se propuso incrementa en 77%. Esta investigación ha permitido conocer no solo el diseño de una red de ventilación si no también su estructura, componentes de una ventilación, entre otros.

Así mismo, Mejía, Morales y Chacha (2020) una investigación titulada “Sistema de ventilación para labores subterráneas de la empresa Produmin S.A.”, con el propósito de implementar un método de ventilación para las actividades que se realizan en la parte interna de la mina. Se concluye, en que se aplicó un método de ventilación, de acuerdo a una estimación técnica que sea económica para conseguir una buena aireación en la delantera del trabajo que autorice apresurar el minado. Este va reducir dicha temperatura, donde se van incrementar las condiciones de comodidad de los operadores, su productividad y producción. Esta investigación ha permitido conocer que sistema de ventilación se puede emplear en la mina y además cómo calcular el requerimiento de aire en interior mina.

Por otro lado, Carabajo (2015) realizó la investigación denominada “Diseño del circuito de ventilación de la zona norte de la Mina Cabo de Hornos, distrito Aurífero- Polimetálico Portovelo-Zaruma”, con el propósito de diseñar el circuito de ventilación para la mina. Cuya conclusión es que el balanceo del volumen de aire actual evidenció que un circuito inspecciona un descubierto de 75% del caudal de entrada necesaria. Esto llega a incrementar cada vez que desarrollan sus labores mineras, ya que no cuentan con chimeneas. Lo cual, en las zonas más profundas de la mina los gases se van incrementando y esto ocasiona que los operarios no trabajen con eficacia. Esta investigación ha permitido conocer cómo calcular el caudal del aire que se necesita en mina para diseñar una red de ventilación.

Entre los antecedentes nacionales Raico (2019) una investigación titulada “Evaluación y optimización del sistema de ventilación del túnel de exploración Chaquicocha nivel 3750-minera Yanacocha, 2018”. Cuyo objetivo es estimar y optimizar el método de ventilación en la minera Yanacocha, lo cual, elaboró la estimación del método de ventilación inicial. Concluyendo con el empleo del método de ventilación y de tres ventiladores auxiliares. Esto permite garantizar una circulación de aire en cantidad y condiciones convenientes en todas las galerías. Como resultado se obtuvo con un revestimiento de aire del 129%. Esta investigación ha permitido conocer que tipos y sistemas de ventilación se pueden emplear en una mina subterránea.

Guevara y Villanueva (2018) una investigación titulada “Evaluación y propuesta del sistema de ventilación en el sub nivel 058 Minera Troy SAC-Cajamarca 2018”. Cuyo objetivo es determinar y sugerir el método de ventilación en la mina. Cuya conclusión es que de acuerdo a las investigaciones a las faenas de desarrollo la velocidad de aire es deficiente para conservar el sector de trabajo en situaciones convenientes. En determinados lugares de galería secundaria se localizan velocidades de 0 m/s, lo cual, origina la recirculación de aire infectado e incremento de temperatura. Esto ocasiona un aire con existencia de fluidos que pasan los límites. Esta investigación ha permitido conocer cómo tener en cuenta que los gases tienen que estar bajo los límites máximos permisibles.

Así mismo, Viza (2015) una investigación titulada “Diseño y simulación de red de ventilación con el software ventsim visual en la Unidad Minera San Rafael Minsur S.A.”, cuyo objetivo es desarrollar un diseño y una simulación red de ventilación práctica efectuando el revestimiento de aire con los ventiladores en la evolución productiva de la mina con la utilización del programa ventsim. Se concluye que al realizar el diseño y la simulación se obtuvo una entrada de aire de 1346145 cfm y un requerimiento de aire de 1302214 cfm en interior mina, lo cual tuvo una eficiencia de red de 60.2%. Esta investigación ha permitido conocer cómo realizar un diseño de una red de ventilación y como llegar satisfactoriamente a un buen resultado con la simulación de la red de ventilación.

En cuanto a la teoría del tema como variable independiente al diseño de una

red de ventilación. Según Armstrong y Menon (2012) dice que la ventilación es proporcionar una medida apta de aire a todas las zonas de trabajos y labores de un socavón. Esto es para disolver hasta una nivelación adecuada los productos que contaminan y que no se puede controlar por diferentes medios. Así mismo, Figueroa (2016) señala que la ventilación es para crear una circulación de aire en cantidades necesarias sin existencia de gases para que los operarios tengan un ambiente seguro en su trabajo.

Seguridad Minera (2018) señala que una ventilación subterránea se desarrolla mediante la circulación de aire por la parte interna de la mina. Como principal objetivo es mantener a la atmosfera segura y así obtener mejores condiciones termo-ambientales y ambientales. Esto permite que los colaboradores operen de manera eficiente.

Los métodos de ventilación son ventilación natural y mecánica. Para Nieto (2014) dice que ventilación natural se da por el flujo natural del aire fresco hacia el interior de un lugar, pero en algunas minas no es suficiente ese tipo de ventilación. Lo cual, la ventilación se origina a las diferencias que existe de temperatura en la parte interna y externa de la labor. Por lo que, si su diferencia es superior, entonces habrá mayor presión y lo cual existirá mayor flujo. Y ventilación mecánica es una ventilación secundaria o auxiliar, donde ventilan zonas limitadas en las minas subterráneas. Además, Vejarano (2020) dice que este método es un uso de ventiladores que impulsan la circulación de aire en las zonas mineras. El objetivo del ventilador es de retirar la aireación dañada que se ocasiona en las mineras subterráneas.

Para Kerguelen, González y Jiménez (2013) señala que los sistemas de ventilación son un rol primordial para la minería. Estos son los principales de garantizar las situaciones atmosféricas que sean requeridas para cada actividad en mina, se pueden encontrar 3 sistemas.

Según García (2016) dice que la ventilación impelente se da por la aireación que ingresa al frente del interior de saco a través de tubería. Esto es originado por los ventiladores, lo cual es desplazado la masa del aire dañado que va hacia la corriente fundamental del aire que va por el túnel. Para Suty (2016) señala que la ventilación aspirante requiere de un alto volumen del aire. Esto lleva a la instauración de ventiladores de un gran caudal, siendo este un proceso donde dicho aire que es dañado del frente es absorbido a través del acueducto. Lo cual, se debe al desnivel que es establecida por los ventiladores que están instalados en los puntos de extremidad. Y Vergaray (2017) afirma que la ventilación impelente con apoyo aspirante tiene un soporte solicitante, lo cual forma parte de los métodos ocultos. Donde utilizan un ventilador auxiliar de soporte que está ubicado frente a una faena. Este también tiene una distancia del canal de una limitada extensión.

Existen 3 tipos de ventiladores, lo cual, para Lanazca (2015) señala que el ventilador centrífugo se desplaza en el aire en 90° . Este ayuda a estabilizar las corrientes de aire en ambientes de máxima presión estática. Por ello, Villanueva (2018) dice que el ventilador de hélice se utiliza para activar la circulación del aire, donde la fuerza es muy poca. Este puede manipular considerables masas del aire que se da a una compresión inamovible baja. Y para Caxi (2017) afirma que el ventilador axial es considerado de diseño airoso. El ventilador funciona en una extensa categoría de volumen del aire a presiones fijas. Este ventilador es para vaciar el aire de la atmósfera desplazando de manera semejante a su eje.

Según Raico (2019) señala que la calidad del aire tiene que ser de buena calidad para poder asegurar una buena calidad de aire en la parte interna de la galería. Este debe conservar las concentraciones de gases que tienen que ser menor de los límites permisibles. Los gases tóxicos producidos por voladura que se encuentran en mina subterránea es el dióxido de carbono. Según Velásquez (2015) dice que el "CO₂" es un gas conocido como gas oscuro o negro. Cuando se produce una detonación ocasiona una combustión completa u oxidación que al momento de respirar ese gas puede producir efectos tóxicos en el sistema humano o la muerte por sofocación. Lo cual,

Morillo (2015) señala que el nitrógeno es un gas incoloro e insípido que se forma por el consumo de oxígeno de aire por algún modo de combustión. Cuando se mezcla con una cantidad mínima de oxígeno (78% a 21%) produce sofocamiento en el trabajador, pero si pasa más del 88% causa la muerte por sofocamiento.

Por ello, Clavijo (s.f.) afirma que el monóxido de carbono es un gas conocido como el gas blanco, venenoso y peligroso que es producto de la combustión incompleta de sustancias carbonosas. Se produce constantemente durante las explosiones, voladuras, incendios en mina, entre otros. Este gas cuando se encuentra en 12 800 ppm ocasiona impactos rápidos, hasta peligro de muerte en 1 a 3 min. Y por último Vargas (2015) dice que los gases nitrosos son gases compuestos químicos que están formados por nitrógeno y oxígeno. Se origina luego de realizar una voladura con mezclas explosivas como la dinamita, pero existen más concentraciones cuando se utiliza el ANFO. Este gas se genera al momento de desprenderse de la fuga de equipos que funcionan a gasolina y diésel. Las personas que respiran este tipo de gas aparentemente se pueden encontrar bien, pero después de varias horas o días mueren repentinamente.

Raico (2019) afirma que el requerimiento de aire total es para realizar cálculos del requerimiento de caudal de aire que se va considerar el uso del anexo 38 del DS N° 024-2016-EM con su modificatoria el DS N° 023-2017-EM. Por un lado, de acuerdo al anexo 38 de la modificatoria DS N° 023-2017-EM señala que en el momento que empiece el trabajo se utilizará equipos con motor petrolero. Teniendo en cuenta la formula siguiente:

$$Q_{T0} = Q_{T1} + Q_{Fu}$$

Figura 1. Fórmula del caudal total para la operación

Según la modificatoria del DS N° 023-2017-EM señala que “ Q_{T0} ” es el caudal total de la operación, “ Q_{T1} ” es la sumatoria del caudal y “ Q_{Fu} ” es el caudal por fugas.

$$Q_{Tr} = F \times N \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Figura 2. Fórmula del caudal requerido por el número de trabajadores

La modificatoria DS N° 023-2017-EM dice que “Q_{Tr}” es el caudal total, “F” es el caudal mínimo por cada persona, “N” es el número de los trabajadores más numerosos de la guardia.

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

Figura 3. Fórmula del caudal requerido por el consumo de madera

Según la modificatoria DS N° 023-2017 señala que “Q_{Ma}” es el caudal que se requiere por el consumo de madera, “u” es el factor de la producción, “T” es la producción en toneladas métricas húmedas por guardia.

$$Q_{Te} = V_m \times A \times N \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Figura 4. Fórmula del caudal requerido por temperatura en las áreas del trabajo

La modificatoria DS N° 023-2017-EM afirma que “Q_{Te}” es el caudal por temperatura, “V_m” es la velocidad mínima, “A” es el área de la labor promedio, “N” es el número de los niveles que sean mayor a 23 °C de temperatura.

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

Figura 5. Fórmula del caudal requerido por equipos que son con motor petrolero

Según la modificatoria DS N° 023-2017-EM señala que “Q_{Eq}” es el volumen del aire que es imprescindible para la ventilación, “HP” es la capacidad efectiva de potencia, “D_m” es la disponibilidad mecánica promedio de los equipos, “F_u” es el factor de utilización promedio de los equipos.

$$Q_{Fu} = 15\% \times Q_{t1} \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Figura 6. Fórmula del caudal requerido por fugas

$$Q_{T1} = Q_{Tr} + Q_{Te} + Q_{Ma} + Q_{Eq}$$

Figura 7. Fórmula del caudal que se requiere

Por otro lado, la modificatoria DS N° 023-2017-EM dice que el momento que

empiece el trabajo no utilizarán equipos que son con motor petrolero. Lo cual, se calculará teniendo en cuenta el requisito de aire que se requiere por consumo de explosivos con la siguiente formula:

$$Q_{Ex} = A \times V \times N \text{ (m}^3\text{/min)}$$

Figura 8. Fórmula del caudal requerido por consumo de explosivo

La modificatoria del DS N° 023-2017-EM señala que “Q_{EX}” es el caudal del aire que se requiere por uso de explosivo detonado, “A” es el área promedio de las labores en m², “V” es la velocidad mínima que se requiere, “N” es el número de niveles en voladura.

Los equipos de medición y control del área de ventilación son los siguientes: según Borja et al. (2015) dice que el aerómetro es un equipo de vidrio cerrado. Este tiene la parte superior más delgada que la inferior con una escala impresa de papel adherida. Lo cual, permite medir la densidad del aire o de otros tipos de gases. Vidal (2014) señala que el anemómetro se encarga de la medición y control del aire el cual se distingue en dos tipos: de copas y de hélice. Kenio (2019) dice que el tubo de Pitot se encarga de medir la velocidad del fluido, la presión en el ingreso del tubo hace que se conserve dentro de la misma columna estable del fluido. Y Vidal (2014) afirma que el barómetro tiene la función de medir y controlar la presión atmosférica. Este se divide en dos tipos que son el barómetro de mercurio y aneroide. Sin embargo, el más utilizado es el aneroide debido a su adecuada eficiencia y precisión.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El informe de investigación según CONCYTEC (2018) es de tipo básica. Lo cual, la investigación básica busca indicar las características más importantes de la muestra a investigar. El diseño del informe de investigación es no experimental de tipo transversal descriptivo; según Hernández, Fernández y Baptista (2015) señala que estas investigaciones se sitúan a determinar o evaluar variadas apariencias, capacidades o factores del fenómeno o fenómenos. De esta manera, en la investigación en curso se recolectó datos in situ en la mina.

3.2. Variables y operacionalización

En esta matriz se va considerar las variables señalando sus definiciones conceptuales y operacionales de cada variable. Donde se agregó sus respectivas dimensiones, indicadores, escala de medición y unidades que se realizó en el informe de investigación. (Ver anexo 02)

Variables

Variable Independiente: Diseño de una red de ventilación.

Variable Dependiente: Evacuación de los gases producidos por voladura.

Definición conceptual

Variable Independiente: Montoya (2018) señala que el diseño de una red de ventilación es un circuito donde circula el aire limpio en considerables cantidades hacia la parte interna de la mina para tener mejores condiciones de trabajo. Esto quiere decir que una red de ventilación permite el ingreso de aire fresco en la mina para que los trabajadores tengan un ambiente seguro.

Variable Dependiente: Vélez et al. (2017) dice que la evacuación de los gases producidos por voladura es expeler las concentraciones peligrosas. Es decir, que al momento de realizar la evacuación de estos gases por la parte externa de la mina se tiene un ambiente saludable y seguro para los operarios.

Definición Operacional

Variable Independiente: El diseño de una red de ventilación, se define como la creación de una ruta de aireación. Para esta variable se tomó en cuenta el método de ventilación, tipo de ventilador y el caudal del aire.

Variable Dependiente: La evacuación de los gases producidos por voladura, se define como el mejoramiento de la expiración del producto proveniente de la voladura para que los trabajadores tengan un ambiente limpio y seguro. Para esta variable se tomó en cuenta los gases tóxicos producidos por voladura, los límites de exposición ocupacional y los cálculos del caudal de aire requerido.

Dimensión: Para la variable independiente son métodos de ventilación, tipos de ventiladores y caudal del aire. Y para la variable dependiente es la calidad del aire y los cálculos del caudal de aire requerido.

Indicadores: Por un lado, con respecto a la variable independiente sus indicadores son natural o mecánica, centrífugo o axial, y temperatura. Por otro lado, con respecto a la variable dependiente son los gases tóxicos producidos por voladura, límites de exposición ocupacional, número de trabajadores, consumo de madera, temperatura, equipo con motor petrolero, fugas y consumo de explosivo.

Escala de medición: Para este informe de investigación se consideró la escala de medición nominal, intervalo y ordinal.

Unidades: Las unidades que se utilizaron en el informe de investigación son °C, ppm y m³/min.

3.3. Población, muestra y muestreo Población

Según Toledo (s.f.) dice que es un grupo de elementos que intervengan del fenómeno que es definido y delimitado en el estudio del problema de la investigación. Para el informe de investigación la población está constituida por la Unidad de Producción Pallasca.

- **Criterios de inclusión**

- Bocamina Nivel 1 de la Unidad de Producción Pallasca.

- **Criterios de exclusión**

- Bocamina abandonada

Muestra

Toledo (s.f.) señala que es una parte de la población, lo cual primero se recoge todas las características importantes de la población. Para el informe de investigación la muestra está constituida por la Unidad de Producción Pallasca, especialmente en el área de voladura.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Técnicas de recolección de datos

Estas técnicas se realizan con el fin de recolectar datos para el diseño de una red de ventilación y así optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura en la Unidad de Producción Pallasca.

- **Técnica de análisis documental:** Según Corral (2015) dice que permite realizar búsquedas retrospectivas y recuperar el documento que se requiere cuando se necesita. Esta técnica se aplicó con el fin de conseguir una establecida información necesaria para la investigación, ya que se tuvo en cuenta el anexo 15 del DS N° 024-2016-EM y Osinergmin.
- **Técnica de observación:** Según Peñafiel (2016) señala que consiste en observar hechos y situaciones. Esta técnica se aplicó con el fin de conseguir una establecida información necesaria para la investigación, ya que se recolectó datos in situ con los instrumentos.

Instrumentos de recolección de datos

a. Guía de análisis documental

Es el instrumento que da lugar a un documento secundario, lo cual actúa como un instrumento de búsqueda entre un documento original y la persona que requiere la información. Por un lado, se aplicó con el propósito de recolectar información acerca de la institución Osinergmin respecto al ventilador axial para tomar en cuenta la elección del ventilador y los beneficios para la Unidad de Producción Pallasca. (Ver anexo 03)

Por otro lado, se aplicó con la finalidad de recoger información acerca del anexo 15 del DS N° 024-2016-EM respecto a los tipos de gases que se producen por voladura para tomar en cuenta los límites máximos permisibles en la Unidad de Producción Pallasca (Ver anexo 04)

b. Guía de observación

Es un instrumento que permite observar los hechos in situ para procesar los

datos que se observan en el campo. Lo cual, es un instrumento que se utiliza en múltiples zonas y por un elevado número de personas. En primer lugar, la guía de observación de los tipos de gases que se producen por voladura se aplicó con la finalidad de recoger información en campo con el instrumento ALTAIR 4X. Lo cual, con ese instrumento se reconoció los tipos de gases teniendo en cuenta los límites máximos permisibles (Ver anexo 06).

En segundo lugar, se utilizó la guía de observación de la medición de velocidad de aire con la finalidad de obtener datos de campo con el instrumento anemómetro BENETECH GM816 para calcular el caudal del aire que ingresa a mina (Ver anexo 07). Finalmente, la guía de observación del requerimiento de aire total se utilizó con la finalidad de recoger datos de campo para calcular el caudal total de la operación y realizar el diseño de una red de ventilación (Ver anexo 08).

3.5. Procedimientos

En la **primera etapa** es la de la planificación, la cual recoge datos factoperceptibles del lugar donde se va realizar la investigación. También, recoge las teorías, trabajos previos o artículos científicos que van ayudar a visualizar teóricamente el panorama del problema y la solución. Además, se tramitó el permiso con el gerente Gilberto Donayres Quispe para que autorice la ejecución de la investigación en la Unidad de Producción Pallasca y los permisos otorgados por la Universidad César Vallejo filial Chiclayo (Ver anexo 18). De la misma forma, se coordinó con el gerente general para realizar el viaje desde la ciudad de Chiclayo hasta la provincia de Pallasca, departamento de Ancash.

En la **segunda etapa** es la ejecución y aplicación de instrumentos. Por un lado, se recolectó información con el instrumento ALTAIR 4X donde se reconoció los tipos de gases que se producen por voladura. Por otro lado, se recolectó la información con el anemómetro y se obtuvo la medición de velocidad del aire y el caudal del aire. Finalmente se recolectó información in situ, lo cual, con esos datos se calculó el caudal total para la operación.

En la **tercera etapa** es el procesamiento de resultados. Lo cual, con los

resultados que se obtuvieron a través de los instrumentos se procesaron mediante el uso del software Ventsim para realizar el diseño de una red de ventilación en la Unidad de Producción Pallasca.

3.6. Método de análisis de datos

Es esencial tener en cuenta los métodos que se utilizaron en el informe de investigación. Por lo que, se utilizó el método analítico, ya que los datos fueron procesados a través del método de análisis, pruebas de hipótesis y el uso del software el cual es el VENTSIM.

Por consiguiente, con la información procesada en el software se diseñó una red de ventilación. Teniendo en cuenta los datos tomados en el campo para la investigación y así obtener una mejor evacuación de los gases que se producen por voladura.

3.7. Aspectos éticos

Según los reglamentos decretados por la Universidad César Vallejo y a la condición de la investigación los aspectos éticos a estudiar en el presente informe de investigación. Lo cual, va garantizar el bienestar y autonomía de los integrantes. Por lo tanto, los aspectos éticos que se tomaron en cuenta son la Autonomía, honestidad, responsabilidad y beneficencia.

Autonomía: Esto se da por el método científico, ya que el informe de investigación fue redactado por los investigadores, teniendo en cuenta la información de distintas fuentes. Lo cual, los investigadores propusieron ciertos criterios de investigación de acuerdo a la realidad que se observó en la mina.

Honestidad: La transparencia de la investigación, ya que de acuerdo a los resultados que se obtuvo pueden ser repetitivos en caso de que otros investigadores quieran confirmar los hechos conocidos mediante nuevos estudios.

Responsabilidad: El informe de investigación se elaboró con la ejecución de las condiciones éticas, legales y de seguridad. Esto es respetando las condiciones

y términos que se han constituido en los informes de investigación.

Beneficencia: Los beneficios son principalmente para la Unidad de Producción Pallasca, ya que el presente informe de investigación tuvo como propósito diseñar una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura. Esto va permitir que sus trabajadores laboren en un ambiente seguro y saludable.

IV. RESULTADOS

De acuerdo a los objetivos planteados y la aplicación de los instrumentos en el informe de investigación se obtuvieron los siguientes resultados.

4.1. Identificación del sistema de ventilación y ventilador adecuado

Tabla 1. *Datos del ventilador axial*

VENTILADOR AXIAL	
Costo	Menor
Tamaño	Menor
Instalación	Fácil
Eficiencia	70 a 75%
Capacidad	Alta
Velocidad	Alta
Ruido	120 dB
Energía mensual	2'489,655 Kw-h

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 1 del ventilador axial se realizó teniendo en cuenta los datos tomados de Osinergmin. De este modo, los ventiladores axiales tienen sus beneficios tales como de menor costo y tamaño, su instalación es fácil, su eficiencia es de 70 a 75%, tiene una capacidad y velocidad alta. Sin embargo, su ruido es mayor al del ventilador centrífugo con un 120 dB y su energía mensual es de 2'489,655 Kw-h.

Asimismo, se consideró utilizar un ventilador axial de 20 000 CFM, ya que es adecuado para la Unidad de Producción Pallasca. Lo cual este ventilador axial mejoró el sistema de ventilación para reducir los tiempos necesarios para las evacuaciones de gas viciado que son producto de la voladura y así se obtuvo mejores resultados para la producción y costos.

4.2. Reconocimiento de los tipos de gases

Para reconocer los tipos de gases que se producen por voladura en la Unidad de Producción Pallasca se utilizó el instrumento ALTAIR 4X, donde se obtuvo los siguientes datos.

Tabla 2. Tipos de gases según la voladura

Fecha	Gases	TWA (Periodo de 8 horas)	STEL (Corto plazo, 15 min)
01-10-2020	CO ₂	300 ppm	15000 ppm
01-10-2020	O ₂	21 %	-
01-10-2020	CO	16 ppm	-
01-10-2020	NO ₂	0.2 ppm	2 ppm
02-10-2020	CO ₂	600 ppm	27500 ppm
02-10-2020	O ₂	19 %	-
02-10-2020	CO	22 ppm	-
02-10-2020	NO ₂	0 ppm	1.5 ppm
03-10-2020	CO ₂	500 ppm	9000 ppm
03-10-2020	O ₂	20.8%	-
03-10-2020	CO	28 ppm	-
03-10-2020	NO ₂	1.8 ppm	4 ppm

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 2 se recolectó datos de los gases en un periodo de 8 horas y a corto plazo de 15 min. De acuerdo a los datos obtenidos el 01 de octubre del 2020 con el instrumento ALTAIR 4X el dióxido de carbono en un periodo de 8 horas se obtuvo 300 ppm y a corto plazo es de 15000 ppm, el oxígeno en un periodo de 8 horas se obtuvo un 21%, monóxido de carbono en un periodo de 8 horas se obtuvo 16 ppm, el dióxido de nitrógeno en un periodo de 8 horas se obtuvo 0.2 ppm y a corto plazo es de 2 ppm.

Asimismo, el 02 de octubre del 2020 con el instrumento ALTAIR 4X el dióxido de carbono en un periodo de 8 horas se obtuvo 600 ppm y a corto plazo es de 27500 ppm, el oxígeno en un periodo de 8 horas se obtuvo un 19%, monóxido de carbono en un periodo de 8 horas se obtuvo 22ppm, el dióxido de nitrógeno en un periodo de 8 horas se obtuvo 0 ppm y a corto plazo es de 1.5 ppm.

De la misma forma, los datos obtenidos el 03 de octubre del 2020 con el instrumento ALTAIR 4X el dióxido de carbono en un periodo de 8 horas se obtuvo 500 ppm y a corto plazo es de 9000 ppm, el oxígeno en un periodo de 8 horas se obtuvo 20.8%, monóxido de carbono en un periodo de 8 horas se

obtuvo 28 ppm, el dióxido de nitrógeno en un periodo de 8 horas se obtuvo 1.8 ppm y a corto plazo es de 4 ppm.

En conclusión, los gases que se producen por voladura no siempre van estar por debajo de los límites de exposición ocupacional del DS N° 024-2016-EM. Por lo que, se obtuvo como resultado que los gases tales como el dióxido de carbono y el dióxido de nitrógeno están por debajo de los límites de exposición ocupacional. Por otro lado, los gases tales como el monóxido de carbono y el oxígeno están por encima de los límites de exposición ocupacional.

4.3. Cálculo del caudal del aire y diseño de una red de ventilación

La geología de la Unidad de Producción Pallasca es un yacimiento tipo vetas (Veta el Inca). Presenta una formación rocosa sedimentaria, metamórfica e ígnea. Teniendo como mineral principal el oro que está asociada a las rocas ígneas volcánicas como la andesita.

Tabla 3. *Medición de velocidad del aire*

Ubicación	m/s	m/min	Sección (m ²)	Caudal del aire (m ³ /min)
A 634m de la Bocamina Nivel 1	1.2	72	-	-
A 280m de la Bocamina Nivel 1	1.5	90	-	-
A 62.07m de la Bocamina Nivel 1	1.0	60	-	-
Nivel 3600 – Galería principal	1.8	108	12.25	1 323
Promedio Velocidad Mina	1.375	82.5	-	1 323

Fuente: Adaptado de Carabajo, 2015

En la tabla N° 2 se recolectó datos de la velocidad del aire en la Unidad de Producción Pallasca con el anemómetro Benetech GM816. Por un lado, de acuerdo a la medición a 634 m de la bocamina nivel 1 se obtuvo 1.2 m/s y en metros por minuto es de 72. Por otro lado, a 280 m de la bocamina nivel 1 se obtuvo 1.5 m/s y en metros por minuto es de 90. A 62.07m de la bocamina nivel 1 se obtuvo 1.0 m/s y en metros por minuto es de 60. Finalmente, en el nivel 3600-galería principal se obtuvo una velocidad de 1.8 m/s y en metros por

minuto es 108 con una sección de 12.25 m². En conclusión, se determinó que el promedio de velocidad mina es de 1.375 m/s y en metros por minuto es de 82.5, lo cual se obtuvo un caudal del aire de 1 323 m³/min equivalente a 46 721.3 pies³/min.

Tabla 4. Datos para el requerimiento del aire total

Elevación	3600 msnm
Número de trabajadores	20
Producción	350 TM
Uso de madera	40 %
Área de la labor	12.25 m ²
Niveles de Voladura	4

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 4 se recolectó datos para calcular el caudal del aire total cuando se utilizan y cuando no se utilizan equipos con motor petrolero, lo cual se realizó los siguientes cálculos.

Número de trabajadores

$$Q_{Tr} = F \times N \text{ (m}^3/\text{min)}$$

$$Q_{Tr} = 5 \text{ m}^3/\text{min} \times 20$$

$$Q_{Tr} = 100 \text{ m}^3/\text{min}$$

Consumo de madera

$$Q_{Ma} = T \times u$$

$$Q_{Ma} = 50 \text{ TM} \times 0.6 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_{Ma} = 30 \text{ m}^3/\text{min}$$

Equipos con motor petrolero

Tabla 5. *Capacidad efectiva de potencias de los equipos petroleros*

Equipos	HP	Factor de utilización	Disponibilidad mecánica	HP efectivos
Scoop	280	0.41	0.92	105.6
Volquete	420	0.37	0.95	147.63
Camionetas (2)	200	0.37	0.96	142.08
Total				395.31

Fuente: Adaptado de Raico, 2019

En la tabla N° 05 se obtuvo el HP, factor de utilización y disponibilidad mecánica de los equipos. Asimismo, se obtuvo datos de cada equipo para calcular el total de HP efectivos de los equipos que es de 395.31 m³/min. Lo cual, los cálculos desarrollados se tomaron en cuenta para que se realice el cálculo siguiente.

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

$$Q_{Eq} = 3 \times 395.31 \text{ (m}^3/\text{min)}$$

$$Q_{Eq} = 1185.93 \text{ m}^3/\text{min}$$

Fugas

$$Q_{Fu} = 15\% \times Q_{T1} \text{ (m}^3/\text{min)}$$

$$Q_{Fu} = 15\% \times (100 + 0 + 30 + 1185.93) \text{ (m}^3/\text{min)}$$

$$Q_{Fu} = 197.4 \text{ m}^3/\text{min}$$

Tabla 6. *Requerimiento de aire total*

	Caudal (m ³ /min)	Caudal (pies ³ /min)
Número de trabajadores	100	3 531.47
Consumo de madera	30	1 059.44
Equipos petroleros	1 185.93	41 880.72
Fugas	197.4	6 971.12
Caudal requerido	1 513.33	53 442.74
Caudal adicional (35%)	4 029.67	142 306.45
Caudal total	5 345.6	188 778.08

Fuente: Raico, 2019

En la tabla N° 06 se obtuvo un caudal por el número de trabajadores de 100 m³/min equivalente a 3 531.47 pies³/min, por el consumo de madera se obtuvo un caudal de 30 m³/min equivalente a 1 059.44 pies³/min, por equipos petroleros se obtuvo un caudal de 1 185.93 m³/min equivalente a 41 880.72 pies³/min, el caudal por fugas se obtuvo un 197.4 m³/min equivalente a 6 971.12 pies³/min. En conclusión, se tomó en cuenta un caudal adicional de 35% del caudal del aire requerido para planes a futuro o imprevistos. Lo cual, el caudal total que se consideró es de 5 345.6 m³/min equivalente a 188 778.08 pies³/min.

De acuerdo a la modificatoria DS N° 023-2017-EM en el anexo 38 señala que

cuando no se utilizan equipos con motor petrolero, los cálculos del caudal total para la operación se deben comparar con el caudal del consumo de explosivos.

Consumo de explosivo

$$Q_{Ex} = A \times V \times N \text{ (m}^3/\text{min)}$$

$$Q_{Ex} = 12.25 \text{ m}^2 \times 20 \text{ m/ min} \times 4$$

$$Q_{Ex} = 980 \text{ m}^3/\text{min}$$

Luego de realizar la comparación se determina el mayor valor para el requerimiento de aire total. Lo cual, el mayor valor es el consumo de explosivos que es igual a 980 m³/min equivalente a 34608.37 pies³/min.

Tabla 7. Configuraciones medio ambientales, resistencias y factores de fricción

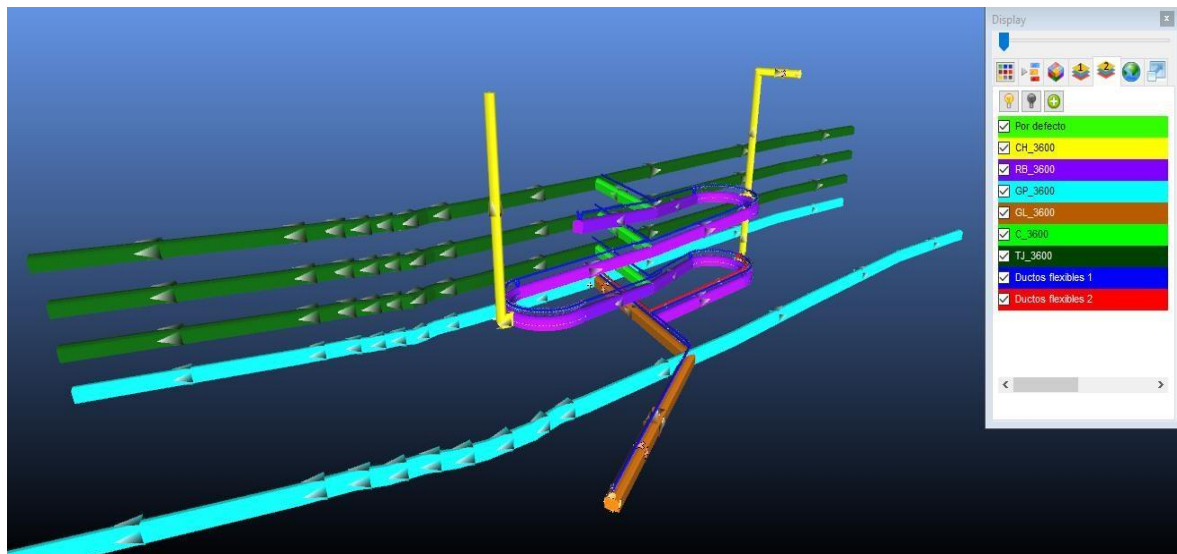
Medio Ambientales	
Densidad del aire	0.73 Kg/m ³
Elevación de superficie	3600 msnm
Temperatura de la roca	10 °C
Resistencias	
Puerta de ventilación	50 Ns ² /m ⁸
Muro de concreto	1000 Ns ² /m ⁸
Tabique ventilador	20 Ns ² /m ⁸
Cortina	2 Ns ² /m ⁸
Factores de Fricción	
Rampa	0.014
Chimenea	0.016
Tajos	0.02
Bored raise	0.005

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 06 se observa las configuraciones medio ambientales, resistencias y factores de fricción. En primer lugar, las configuraciones medio ambientales tales como la densidad del aire en 3600 msnm son de 0.73 Kg/m³ aproximadamente y la temperatura promedio de la roca a altura de la bocamina es de 10 °C.

En segundo lugar, las configuraciones de las resistencias en el uso de los ventiladores son para la puerta de ventilación es de $50 \text{ Ns}^2/\text{m}^8$, el uso de muro de concreto es de $1000 \text{ Ns}^2/\text{m}^8$, usos de tabique ventilador es de $20 \text{ Ns}^2/\text{m}^8$ y para el uso de cortinas es de $2 \text{ Ns}^2/\text{m}^8$. En tercer lugar, las configuraciones del factor de fricción por tipo de labor se determinan que para las rampas su factor de fricción promedio es de 0.014, las chimeneas son de 0.016, tajeos es de 0.02 y su bored raise es de 0.005.

Figura 9. Ventana del diseño de una red de ventilación del Software Ventsim



Fuente: Ventsim-Elaboración propia

En la figura N° 09 se diseñó una red de ventilación tomando en cuenta la planificación del desarrollo de la mina. Este diseño de red de ventilación tiene accesos tales como una chimenea de 3.1 de diámetro por donde se va evacuar el aire viciado, rampa basculante de 4x4, galería de producción de 4x5, galería principal de 3x4, cruceros de 4x4 y tajeos de 4x5.

Asimismo, se utilizó mangas de ventilación, donde una manga es de 0.91 m de diámetros para ductos de una sola línea y para ductos de dos líneas se utilizó una manga de 0.81 m de diámetro. Lo cual, la manga de 0.81 m que es para el aire viciado, este tiene que estar lejos del tajo para que así se pueda expulsar todo el aire dañado al exterior de la mina.

En este diseño se ubicaron 3 ventiladores. Por un lado, en la entrada de

bocamina se ubicó un ventilador de 20 000 cfm; se utilizó otro ventilador de 20 000 cfm en superficie. Por otro lado, se usó un tercer ventilador de 20 000 cfm en el primer crucero del nivel 3600 msnm. Lo cual, este último ventilador será temporal por ubicarse cerca de los tajeos del método cut and fill.

En conclusión, se ubicó el primer ventilador para facilitar el ingreso fresco a las labores, el segundo ventilador se utilizó para facilitar la salida del aire viciado de las labores y el tercer ventilador se usó para facilitar el ingreso de aire fresco al frente de la explotación. Sin embargo, este ventilador será temporal, ya que conforme va avanzando la explotación de los tajos el ventilador también tendrá que volver a ubicarse para poder facilitar el ingreso de aire fresco al frente de la explotación. Finalmente se obtuvo un caudal de aire total de admisión de 300 212 cfm y un caudal de aire total de escape de 300 212 cfm.

V. DISCUSIÓN

Según el objetivo general, proponer un diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura en la Unidad de Producción Pallasca, los resultados obtenidos confirman la hipótesis planteada. Por lo que, se evidencia que los gases tales como el monóxido de carbono y el oxígeno están por encima de los límites de exposición ocupacional, presenciándose dificultades en el ambiente de trabajo. Lo cual, al calcular el caudal del aire que ingresa y el requerimiento de aire total de la mina, se propuso un diseño de red de ventilación. En otras palabras, al diseñar una red de ventilación se optimizó los gases que se producen por voladura en la Unidad de Producción Pallasca, para que sus trabajadores tengan un ambiente seguro y saludable.

Datos que al ser comparados con Caxi (2017) en “Estudio de ventilación e implementación de mejoras en el circuito de ventilación de Minera Sotrami S.A. – UEA Santa Filomena – aplicando el software Ventsim”, quien concluyó que obtuvo buenos resultados dentro de su estudio contando con un circuito de ventilación por tipo natural el cual proporciona la circulación del flujo del aire. Esto se regresa variable en algunas horas del día, debido a los cambios de temperaturas.

Para Pierola (2015) en “Evaluación integral del sistema de ventilación, modelamiento y diseño con el uso del software Ventsim visual avanzado en la U.M. Animon CÍA. Minera Chungar”, quien concluyó que cuando se realizó la evaluación del sistema de ventilación y la simulación con el software Ventsim se obtuvo un mayor caudal de entrada de aire limpio al sistema y se cubrió el aire requerido para la mina. Con estos resultados se afirma que contando con una implementación de mejoras utilizando el software Ventsim se obtuvo un mejor trabajo de estos instrumentos que conservan la ventilación eficiente en mina.

De acuerdo al primer objetivo específico, identificar el sistema de ventilación y ventilador adecuado para determinar la evacuación de los gases producidos por

voladura. Los resultados obtenidos se evidencian teniendo en cuenta los datos tomados de Osinergmin tales como su eficiencia de 70 a 75%, es de menor costo y tiene una velocidad alta. De este modo, se consideró utilizar un ventilador axial de 20 000 CFM, el cual mejoró el sistema de ventilación para reducir los tiempos necesarios para las evacuaciones de gas viciado que son producto de la voladura. De la misma forma, se obtuvo mejores resultados para la producción y costos en la Unidad de Producción Pallasca.

Datos que al ser comparados con Chacha (2016) en “Sistema de ventilación para las labores subterráneas de la Empresa Produmin S.A.”, quien concluyó que obtuvo buenos resultados dentro de su estudio contando con una implementación de mejoras obteniendo un mejor trabajo, ya que estos conservan una ventilación eficaz para la mina.

Para Sacsiumasi (2013) en “Cálculo de parámetros y diseño de la red de ventilación en labores de veta Clara de acuerdo al D.S. 055-2010 EM”, quien concluyó que fue necesario instalar un ventilador principal en cada zona de veta para así lograr extraer aire en cada zona. Además, la finalidad que obtuvo al instalar el ventilador principal es que circula un mayor flujo de aire para todas las zonas de vetas. Asimismo, tuvo un requerimiento de aire necesario para la mina y una operación eficiente. Con estos resultados se afirma que incrementará las condiciones de comodidad de los operadores teniendo un mejor ambiente y seguridad laboral, su productividad y producción para la mina.

Por otro lado, en el segundo objetivo específico, reconocer los tipos de gases que se producen por voladura teniendo en cuenta los límites máximos permisibles para determinar la evacuación de los gases producidos por voladura. Los resultados obtenidos se evidencian que los gases como el monóxido de carbono y el oxígeno están sobre los límites máximos permisibles; y los gases tales como el dióxido de carbono y el dióxido de nitrógeno si cumplen con los parámetros de los límites máximos permisibles. Por lo tanto, los gases que se producen por voladura no siempre van estar debajo de los límites de exposición ocupacional del DS N° 024- 2016-EM.

Datos que al ser comparados con Guevara y Villanueva (2018) en “Evaluación y propuesta del sistema de ventilación en el subnivel 058 en Minera Troy SAC – Cajamarca, 2018”, quien concluyó que obtuvo promedios obtenidos del monitoreo de monóxido de carbono cumpliendo con los parámetros de límite máximo permisible decretado en la normativa. Por el contrario, el monitoreo de dióxido de nitrógeno no cumple en ningún punto con los límites máximos permisibles establecidos.

Sin embargo, Agüero y Alvarez (2012) en “Influencia de la ventilación natural y mecánica en el diseño del sistema de ventilación de las galerías – del nivel 1950 Mina Calpa – Arequipa”, quien concluyó que para el oxígeno obtuvo un porcentaje de 18.95 %. Lo cual, comparando con el límite máximo permisible que es de 19.5% a 22.5% no cumple con el rango permisible. Por lo que, el oxígeno con ese porcentaje es un gas deficiente. Con estos resultados se observó que reconocer y monitorear los gases que se encuentran en mina es necesario para que puedan ser evacuados y estar dentro de los límites máximos permisibles, lo cual así se obtendrá una mejor atmósfera respirable para los trabajadores.

En el tercer objetivo específico, calcular el caudal del aire para diseñar una red de ventilación con el software Ventsim. Los resultados obtenidos se evidencian que el caudal que ingresa a mina es de 1 323 m³/min equivalente a 46 721.3 pies³/min. Sin embargo, al realizar los cálculos con los datos obtenidos in situ, se obtuvo que el requerimiento de aire cuando se utilizan equipos petroleros es de 5 345.6 m³/min equivalente a 188 778.08 pies³/min; cuando no se utiliza equipos petroleros el requerimiento de aire total que necesita la Unidad de Producción Pallasca es de 980 m³/min equivalente a 34 608.37 pies³/min. Por otra parte, en el diseño de una red de ventilación en el software Ventsim se ubicaron 3 ventiladores de 20 000 cfm, donde el tercer ventilador solo será temporal por ubicarse cerca de los tajeos del método cut and fill. De este modo, se obtuvo un caudal de aire total de admisión de 300 212 cfm y un caudal de aire total de escape de 300 212 cfm.

Datos que al ser comparados con Viza (2015) en “Diseño y simulación de red de ventilación con el software ventsim visual en la Unidad Minera San Rafael Minsur S.A.”, quien concluyó que su ingreso de aire a mina es de 38 119 m³/min y con un requerimiento de aire de 36 874 m³/min. Por un lado, la simulación que realizó con el primer modelo con un ingreso de 54 ventiladores se obtuvo un ingreso de aire de 1 237 849 cfm. Por otro lado, la simulación que realizó con el segundo modelo con un ingreso de 4 ventiladores tales como un ventilador axial de 100 000 cfm y 3 ventiladores auxiliares de 5000 cfm. Lo cual, se obtuvo un ingreso de aire fresco de 1 382 781 cfm.

Por el contrario, Campillos (2015) en “Optimización y modelación del circuito de ventilación de una mina subterránea”, quien concluyó que al usar el ventilador de 2 kPa para el nuevo nivel aumenta su caudal necesario, pero al momento de realizar la eliminación de los gases solo se cumple en una parte de la galería. Lo cual, al usar el ventilador de 4 kPa consiguió un caudal aceptable pero no cumple con las condiciones propuestas. Asimismo, al instalar un ventilador secundario se cierran algunas galerías que no están en producción; lo cual, se comprobó que si cumplen todas las condiciones propuestas de la velocidad y del caudal.

Con estos resultados se observó que al realizar los cálculos del caudal del aire que ingresa y los cálculos del requerimiento de aire que necesita la mina son parámetros para realizar el diseño de una red de ventilación. Lo cual, esta red de ventilación ayuda a que existe una buena aireación y expulse el aire dañado.

VI. CONCLUSIONES

1. Diseñar una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura, logró cumplir con los estándares de seguridad minera. Lo cual, este diseño permitió evacuar los gases que se encuentran en mina y así obtener un ambiente saludable. De igual manera, permitió reconocer conceptos básicos referentes a ventilación mina, facilitando el desarrollo del diseño previsto.
2. Identificar el sistema de ventilación y ventilador adecuado, permitió conocer la clasificación correspondiente, dividiéndose en tres impelente, aspirante e impelente con apoyo aspirante. Así mismo, se reconoció el ventilador apropiado para la labor, proponiéndose uno de tipo axial, porque presentó beneficios satisfactorios tales como menor costo y tamaño, fácil instalación, eficiencia de 70 a 75%, capacidad y velocidad alta; muy importante para una óptima evacuación de los gases producidos por voladura.
3. Reconocer los tipos de gases que se producen por voladura teniendo en cuenta los límites máximos permisibles, con la ayuda del equipo ALTAIR 4X. Se logró el reconocimiento de los gases que se producen, mediante intervalos de tiempo, permitiendo identificar si el lugar de trabajo cuenta con una atmosfera respirable, así mismo, se corroboró si los trabajadores están trabajando de manera segura. Para ello se tuvo en cuenta el DS N° 024-2016-EM.
4. Para poder calcular el caudal del aire con el fin de diseñar una red de ventilación. Se hizo uso del instrumento anemómetro Benetech, permitiendo reconocer la medición de velocidad de aire en distintos puntos del área de estudio. Los cálculos se realizaron de acuerdo a los parámetros correspondientes siendo por números de trabajadores, por consumo de madera, por equipos petroleros, por fugas y por consumo de explosivo, con lo mencionado se logró hallar el caudal total, cuyos datos fueron procesados en el software Ventsim. Obteniendo un diseño de tipo básico del nivel 1 de la Unidad de Producción Pallasca.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Unidad de Producción Pallasca y a las próximas investigaciones tener en cuenta en sus futuras actividades un diseño de red de ventilación previsto para así evitar algún tipo de pérdida y prevenir la acumulación de gases que se producen por voladura.
2. La Unidad de Producción Pallasca debe tener en cuenta los diferentes sistemas de ventilación existentes. Debido a que es de suma importancia saber su funcionamiento para así mantener en buenas condiciones ambientales el área de trabajo. Para las próximas investigaciones deben hacer elección de un ventilador adecuado, con el fin de evitar fugas y accidentes. Así mismo, se tiene que tener en cuenta su ficha técnica de cada ventilador.
3. Para realizar monitoreos constantes con los equipos adecuados se debe tener en cuenta los límites máximos permisibles según el DS N° 024-2016 EM. Además, se recomienda a las próximas investigaciones que al momento de hacer los monitoreos de gases lo debe realizar una persona capacitada que tenga conocimiento de cómo utilizar los equipos de monitoreos tal como el ALTAIR 4x.
4. Finalmente, la empresa debe contar con un diseño previo de la red de ventilación para así poder optimizar la evacuación de los gases que se producen por voladura. De la misma forma, contar con un mantenimiento adecuado del ventilador instalado, para así evitar pérdidas y respetar los estándares de seguridad. Para las próximas investigaciones se recomienda que cuenten con una persona especializada en el área de ventilación, y así haya un correcto control. Con el fin de que los trabajadores realicen sus actividades de manera adecuada.

REFERENCIAS

1. AGÜERO, Henry y ALVAREZ, Helsias. Influencia de la ventilación natural y mecánica en el diseño del sistema de ventilación de las galerías-del nivel 1950 Mina Calpa-Arequipa. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2012.
Disponibile en https://www.academia.edu/8752984/Tesis_huancavelica
2. BALTAZAR, Rodolfo. Influencia de los ventiladores en el sistema ventilación de la Mina Kazán de la Compañía Minera Paraíso. Tesis (Magister en Seguridad y Medio Ambiente en Minería). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4592/Baltazar%20Lapa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. BORJA, Patricia [et al.]. Estudio e implementación del laboratorio de química en el tópico de densidad de líquidos y sólidos para la formación académica en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Manabí. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Manabí: Universidad Técnica de Manabí, 2015.
Disponibile en <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/633/1/ESTUDIO%20E%20IMPLEMENTACION%20DEL%20LABORATORIO%20DE%20QUIMICA%20EN%20EL%20TOPICO%20DE%20DENSIDAD%20DE%20LIQUIDOS%20Y%20SOLIDOS%20PARA%20LA%20FORMACION%20ACADEMICA%20EN%20LA%20ESCUELA%20DE%20INGENIERIA%20CIVIL%20DE%20LA%20UNIVERSIDAD%20TECNICA%20DE%20MANABI.pdf>
4. CAMPILLOS, Alberto. Optimización y modelización del circuito de ventilación de una mina subterránea. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, 2015.
Disponibile en
http://oa.upm.es/36496/1/PFC_Alberto_Campillos_Prieto.pdf

5. CARABAJO, Carla. Diseño del circuito de ventilación de la zona norte de la Mina Cabo de Hornos, ubicada en el distrito Aurífero – Polimetálico Portovelo – Zaruma. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2015. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7700/1/T-UCE-0012-375.pdf>

6. CARREÑO, Carlos. Sistema de control y monitoreo automatizado para gases en Mina de Carbón. Revista de investigación desarrollo e innovación [en línea]. 2010, Vol. 1, N° 1. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2020]. Disponible en https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/view/1294/1289
ISSN: 2027-8306

7. CASTILLO, Daniel. Evaluación del sistema de ventilación de la Mina El Roble. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2017. Disponible en <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1886/1/TGT-457.pdf>

8. CAXI, Yoman. Estudio de ventilación e implementación de mejoras en el circuito de ventilación de minera Sotrami S.A. – UEA Santa Filomena – aplicando el software Ventsim. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3095/Mlally.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

9. CLAVIJO, Javier. Monitoreo de gases en minería [Diapositivas en PowerPoint]. (s.f.) [Fecha de consulta: 10 de setiembre de 2019].

10. DURAN, Jimmi. Mejoramiento de la ventilación en la mina subterránea – Mina Colquijirca CIA. de Minas Buenaventura S.A.A. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides

Carrión, 2018. Disponible en
http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/512/1/T026_72490254_T.pdf

11. El tubo de Pitot [Mensaje en un blog]. Kenio, C., (28 de noviembre de 2019). [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2020]. Recuperado de <https://dademuch.com/2019/11/28/el-tubo-de-pitot-mecanica-de-fluidos/>
12. ENCYCLOPAEDIA of Occupational Health & Safety. 20 de febrero de 2012. Disponible en <https://www.iloencyclopaedia.org/part-xi-36283/mining-and-quarrying>
13. FIGUEROA, Manuel. Ventilación subterránea [Diapositivas en PowerPoint]. (3 de febrero de 2016) [Fecha de consulta: 22 de abril de 2020].
Disponible en
<https://es.slideshare.net/edersonccobravo/ventilacion-en-mineria>
14. GARCÍA, Edwin. Evaluación de la situación actual del sistema de ventilación y propuesta para su optimización en mina subterránea Carbonífera Mi Grimaldina I - Cajamarca - 2016. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016.
Disponible en
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7582/GARCIA%20AGAMA%20EDWIN%20EDUARDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. GUEVARA, Iván y Villanueva, Willam. Evaluación y propuesta del sistema de ventilación en el sub nivel 058 en Minera TROY SAC - Cajamarca 2018. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13953/Guevara%20Rojas%20Iv%C3%A1n%20-%20Villanueva%20Bola%20Willam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

16. Guía de seguridad para ventilación de minas subterráneas [en línea]. Bogotá: Agencia Nacional de Minería, Sena, Ministerio de Trabajo y Ministerio de Minas y Energía. Diciembre de 2017. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2020].
Disponibile en
https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/23980938/010318_guia_seg_ve ntilacion_minas_subterraneas.pdf/52d1871d-37c0-45fe-9951-1b2adff92289
17. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 1.ª ed. México: McGraw – Hill Interamericana de México, de C.V., 2015 [fecha de consulta: 22 de abril de 2020].
18. Ingeniería de Minas [Mensaje en un blog]. Lima: Vejarano, A., (18 de abril de 2020). [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2020]. Recuperado de <https://recursosingenieriademinas.blogspot.com/search/label/Ventilaci%C3%B3n%20de%20Minas>
19. KERGUELEN, Jorge, GONZÁLEZ, Victor y JIMÉNEZ, Jovani. Techniques for determining parameters in the preparation of a fan circuit in underground coal mining using programming structured. Revista UNAL [en línea]. Mayo 2013. [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2020]. Disponible en
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/download/36833/45881>
20. LANAZCA, Luis. Implementación del sistema de ventilación para controlar la polución en túneles del área 220 de la Planta de Cal – CDC, Proyecto Pachachaca. Tesis (Título en Ingeniería Mecánica). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.
Disponibile en
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3627/Lanazca%20De%20La%20Cruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

21. MEJÍA, Marco, MORALES, Karla y CHACHA, Diego. Revista conciencia digital [en línea]. Junio 2020, Vol. 3 N° 2.2. [Fecha de consulta: 03 de setiembre de 2020]. Disponible en <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1253/3054>
ISSN: 2600-5859
22. MINISTERIO de Energía y Minas (Perú). Decreto Supremo N° 024-2016-EM, Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería. Lima: MINEM, 2016. 187 pp.
23. MINISTERIO de Energía y Minas (Perú). Decreto Supremo N° 023-2017-EM. Modificatoria de diversos artículos y anexos del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Lima: MINEM, 2017. 22 pp.
24. MONTROYA, Gabriel. Diseño de una red de ventilación para extracción de los recursos minerales en la Concesión Santa Clotilde-nivel II Chongoyape 2018. Tesis (Bachiller en Ingeniería de minas). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
Disponible en http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36170/B_Montoya_CGN.pdf?sequence=1&isAllowed=y
25. MORILLO, Edgar. Plan de control de riesgos por la presencia de gases en el proceso de voladura en minería subterránea de la Minera Somilor S.A. Tesis (Magister en Seguridad, Higiene Industrial y Salud Ocupacional). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2015.
Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20932/1/Tesis%20Ing.%20Morillo%20Macas%20Edgar%20Leonardo.pdf>
26. NIETO, Antonio. Revista mundo HVAC&R [en línea]. 2014. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2020].

Disponible en
<https://www.mundohvacr.com.mx/2014/01/ventilacion-subterranea/>

27. Osinergmin. Optimización del sistema de ventilación Minera Aurífera Retamas. [Diapositivas en PowerPoint]. (s.f.) [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2020]. Disponible en
http://becas.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/E_ventos/SIV-2018-Optimizacion-sistema-ventilacion-UEA-Retamas.pdf
28. PEÑAFIEL, Víctor. La técnica de observación. [Diapositivas en PowerPoint]. (20 de abril de 2016) [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://es.slideshare.net/VictorPeafielRosero/la-technica-de-observacin-61159897>
29. PIEROLA, Olguin. Evaluación integral del sistema de ventilación, modelamiento y diseño mediante el uso del software Ventsim Visual avanzado en la U.M. Animon CÍA. Minera Chungar. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2015.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/105/B2-M-18154.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
30. PUIG, Jordi. Ventilación en altura: Un enfoque práctico a la realidad de la minería de Bolivia. [Diapositivas en Power Point]. (s.f.) [Fecha de consulta: 06 de noviembre 2020]. Disponible en <https://es.slideshare.net/mobile/JordiPuig21/ventilacin-en-altura-70780658>
31. ¿Qué es el análisis documental? [Mensaje en un blog]. Corral, A., (2 de marzo de 2015). [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2020]. Recuperado de <https://archivisticafacil.com/2015/03/02/que-es-el-analisis-documental/>
32. QUIROZ, Cecilia. Dos obreros mueren en mina Arcata-Perú por falta de

equipos de seguridad [en línea]. La Izquierda. PE. 2 de agosto de 2017. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2020].

Disponible en: <http://www.laizquierdadiario.com/Dos-obreros-mueren-en-mina-Arcata-Peru-por-falta-de-equipos-de-seguridad>

33. RAICO, Alexander. Evaluación y optimización del sistema de ventilación del túnel de exploración Chaquicocha nivel 3750 - Minera Yanacocha, 2018. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Cajamarca: Universidad Nacional Cajamarca, 2019. Disponible en http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3206/Tesis_Alexander%20Raico.pdf?sequence=1&isAllowed=y
34. SACSIUMASI, Reinaldo. Cálculo de parámetros y diseño de la red de ventilación en labores de veta Clara de acuerdo al D.S.055-2010 EM. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2013. Disponible en <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3928/MIsaumr037.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
35. SEGURIDAD MINERA. ¿Cómo se generan los tóxicos en minería? Revista seguridad minera [en línea]. Marzo 2018. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2020]. Disponible en <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/como-se-generan-los-gases-toxicos/>
36. SUTTY, Jesús. Influencia de la ventilación mecánica, en el diseño del sistema de ventilación del nivel 4955 Mina Urano SAC – Puno. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016. Disponible en http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3539/Sutty_Vilca_Jesus_Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y
37. TOLEDO, Neftali. Técnicas de investigación cualitativas y cuantitativas.


[Diapositivas en PowerPoint]. (s.f.) [Fecha de consulta: 05 de noviembre de 2020]. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/80531608.pdf>

38. VARGAS, Erick. Ventilación de minas. Chile. [Diapositivas en PowerPoint]. (s.f.) [Fecha de consulta: 09 de mayo 2020]. Disponible en [http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/presentaciones-geo/Ventilacion-en-minas-subterraneeas\(ErickVargasSernageomin\).pdf](http://sitiohistorico.sernageomin.cl/pdf/presentaciones-geo/Ventilacion-en-minas-subterraneeas(ErickVargasSernageomin).pdf)
39. VELÁSQUEZ, Joe. Estudio descriptivo de optimización de los agentes de voladura para controlar y/o mitigar los gases tóxicos generados al ser detonados, Cajamarca Perú, 2015. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2015. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7102/Vel%C3%A1squez%20Iparraguirre%20Joe%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
40. VERGARAY, Roy. Optimización del sistema de ventilación de la Mina Charito, Compañía Minera Poderosa S.A. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2017. Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10033/Vergaray%20Valle%20Roy%20Marlon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
41. VIDAL, Rafael. Evaluación del recurso eólico en la Universidad Tecnológica de ciudad Juárez. Tesis (Magister en Ciencias en Energías Renovables). Chihuahua: Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. Departamento de Postgrado, 2014. Disponible en <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/685/1/Tesis%20Rafael%20Vidal%20Herrera.pdf>
42. VILLANUEVA, Willam. Ventilación de minas [Diapositivas en PowerPoint] (24 de mayo de 2018) [Fecha de consulta: 24 de abril de 2020]. Disponible en <https://es.slideshare.net/OoTtAaXx/libro-ventilaciondeminas>

43. VIZA, Ronald. Diseño y simulación de red de ventilación con el software Ventsim Visual en la Unidad Minera San Rafael Minsur S.A. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016. Disponible en http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3446/Viza_Torres_Ronald_Willian.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO N° 01

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			Matriz de consistencia
DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA- UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA			
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	
¿De qué manera el diseño de una red de ventilación permitirá optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura en la Unidad de Producción Pallasca?	Proponer un diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura en la Unidad de Producción Pallasca	Al proponer un diseño de una red de ventilación permitirá optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura en la Unidad de Producción Pallasca	VARIABLE INDEPENDIENTE
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	
¿Cómo el diseño de una red de ventilación incurre en la evacuación de los gases producidos por voladura?	Identificar el sistema de ventilación y ventilador adecuado para determinar la evacuación de los gases producidos por voladura	La Unidad de Producción Pallasca no cuenta con una red de ventilación, por lo tanto, el diseño optimizará la evacuación de los gases producidos por voladura	Diseño de una red de ventilación
¿En qué medida los tipos de gases reducen la evacuación de los gases producidos por voladura en la Unidad de Producción Pallasca?	Reconocer los tipos de gases que se producen por voladura teniendo en cuenta los límites máximos permisibles para determinar la evacuación de los gases producidos por voladura	A medida que los gases que se producen por voladura teniendo en cuenta los límites máximos permisibles se optimizará la evacuación de los gases producidos por voladura	VARIABLE DEPENDIENTE Evacuación de los gases producidos por voladura
¿De qué manera calculando el caudal del aire se realizará el diseño de una red de ventilación con el software Ventsim?	calcular el caudal del aire para diseñar una red de ventilación con el software Ventsim	Al calcular el caudal del aire nos manifestará la cantidad de aire que con el diseño de una red de ventilación será renovado al interior de la Unidad de Producción Pallasca	

ANEXO Nº 02



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Matriz de operacionalización

DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDADES
V.I Diseño de una red de ventilación	Montoya (2018) señala		Métodos de ventilación	Natural/Mecánica	NOMINAL	-
	que una red de ventilación es un circuito donde circula el aire limpio en grandes cantidades hacia el interior de la mina para mejorar las condiciones de trabajo.	El diseño de una red de ventilación se define como la creación de una ruta de aireación.	Tipos de ventiladores	Centrífugo/Axial	NOMINAL	-
			Caudal del aire	Temperatura	INTERVALO	°C
V.D Evacuación de los gases	Vélez et al. (2017) dice que la evacuación de	La evacuación de los gases producidos por voladura se define como el mejoramiento de la	Calidad del aire	Gases tóxicos producidos por voladura	NOMINAL	ppm
				Límites de exposición ocupacional	NOMINAL	ppm
				Número de trabajadores	ORDINAL	m3/min

producidos por voladura a	los gases es expeler las concentraciones peligrosas (gases).	expiración del producto proveniente de la voladura, para que los trabajadores tengan un ambiente limpio y seguro.	Cálculos del caudal de aire requerido	Consumo de madera	INTERVALO	%
				Temperatura	INTERVALO	°C
				Equipo con motor		
				petrolero	NOMINAL	m3/
				min		
				Fugas	NOMINAL	m3/
min Consumo de						
explosivo	INTERVALO	m3/				
min						

ANEXO N° 03

**Guía de análisis documental del sistema
de ventilación y ventilador adecuado**

**DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS
GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA**

VENTILADOR AXIAL

COSTO	MENOR
TAMAÑO	MENOR
INSTALACIÓN	FÁCIL
EFICIENCIA	70 a 75%
CAPACIDAD	ALTA
VELOCIDAD	ALTA
RUIDO	120 dB
ENERGÍA MENSUAL	2'489,655 Kw-h

Fuente: Osinergmin - Elaboración propia

ANEXO N° 04



Guía de análisis documental de los límites de exposición ocupacional

DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA- UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA

N°	Agentes Químicos (en el aire)	Límites de Exposición Ocupacional				
		TWA		STEL		Techo (C)
1	Acetona	500	ppm	750	ppm	
2	Acido Acético	10	ppm	15	ppm	
3	Acido Clorhídrico					2 ppm
4	Acido Nítrico	2	ppm	4	ppm	
5	Acido Sulfhídrico (H2S)	10	ppm	15	ppm	
6	Amoniaco Anhidro	25	ppm	35	ppm	
7	Anhídrido Sulfuroso (SO2)	2	ppm	5	ppm	
8	Antimonio	0.5	mg/m ³			
9	Arseniato de Plomo	0.15	mg/m ³			
10	Arseniato de Calcio	1	mg/m ³			
11	Arsénico (can)	0.01	mg/m ³ A1			
12	Benceno (can)	0.5	ppm (p)			
13	Cianuro (Como CN)					5 mg/m ³ (p)
14	Cianuro de Hidrogeno (HCN)					4.7 ppm(p)
15	Cloro	0.5	ppm	1	ppm	
16	Clorobenceno	10	ppm	20	ppm	
17	Cloroformo	10	ppm			
18	Cobre (humo)	0.2	mg/m ³			
19	Cobre (polvo/neblina)	1	mg/m ³			
20	Dióxido de Carbono	5000	ppm	30000	ppm	
21	Dióxido de Nitrógeno	3	ppm	5	ppm	
22	Eter Etilico	400	ppm	500	ppm	
23	Fluoruro de Hidrogeno (HF)					2.5 mg/m ³

24	Formaldehído				0.3	ppm
25	Fosgeno	0.1	ppm			
26	Gasolina	500	ppm			
27	Hidrógeno (H)				5000	ppm
28	Humo de Cadmio (can)	0.01	mg/m ³			
29	Humo de Óxido Férrico	5	mg/m ³			
30	Manganeso	0.2	mg/m ³			
31	Mercurio	0.025	mg/m ³ (p)			
32	Metano (CH ₄)				5000	ppm
33	Monóxido de Carbono (CO)	25	ppm			
34	Monóxido de Nitrógeno	25	ppm			
35	Neblina de ácido sulfúrico	1	mg/m ³	3	mg/m ³	
36	Oxígeno (O ₂)	19.5	%		22.5	%
37	Ozono Trabajo Pesado	0.05	ppm			
38	Ozono Trabajo Moderado	0.08	ppm			
39	Ozono Trabajo Ligero	0.1	ppm			
40	Ozono Trabajo Cualquiera (<= 2 horas)	0.2	ppm			
41	Plomo	0.05	mg/m ³			
42	Polvo de Carbón - Antracita	0.4	mg/m ³			
43	Polvo de Carbón - Bituminoso	0.9	mg/m ³			
44	Polvo inhalable (1)	10	mg/m ³			
45	Polvo respirable (1)	3	mg/m ³			
46	Selenio	0.2	mg/m ³			
47	Sílice Cristalino Respirable (Cristobalita)	0.05	mg/m ³			
48	Sílice Cristalino Respirable (Cuarzo)	0.05	mg/m ³			
49	Sílice Cristalino Respirable (Tridimita)	0.05	mg/m ³			
50	Sílice Cristalino Respirable (Tripoli)	0.1	mg/m ³			
51	Talio, Compuestos solubles de	0.1	mg/m ³ (p)			
52	Telurio	0.1	mg/m ³			
53	Tetracloruro de Carbono	5	ppm(p)	10	ppm(p)	
54	Tolueno	50	ppm(p)			
55	Uranio, Compuesto solubles e insolubles	0.2	mg/m ³	0.6	mg/m ³	
56	Vanadio, Polvos de V ₂ O ₅	0.5	mg/m ³			
57	Vanadio, Humos metálicos de V ₂ O ₅	0.1	mg/m ³			
58	Zinc (humo)	2	mg/m ³	10	mg/m ³	

Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, DS N° 024-2016-EM (Anexo N°15)

ANEXO N° 05



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**Guía de análisis documental de los límites
máximos permisibles de los gases
producidos por voladura**

**DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS
GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA**

Agentes Químicos	TWA	STEL
Dióxido de carbono	5000 ppm	30000 ppm
Dióxido de nitrógeno	3 ppm	5 ppm
Monóxido de carbono	25 ppm	-
Oxígeno	19.5 %	-

Fuente: Adaptado del Reglamento de Seguridad y Salud
Ocupacional en Minería, DS N° 024-2016-EM
(Anexo N°15)

ANEXO Nº 06



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Guía de observación de los tipos de gases que se producen por voladura

DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA

INSTRUMENTO UTILIZADO: ALTAIR 4X

FECHA	GASES	TWA (Periodo de 8 horas)	STEL (Corto plazo, 15 min)

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 07

**Guía de observación de la medición de
velocidad del aire**

DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS
GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA

INSTRUMENTO UTILIZADO:**ANEMÓMETRO BENETECH
GM816****SETIEMBRE**

UBICACIÓN	m/s	m/min	SECCIÓN (m²)	CAUDAL DEL AIRE (m³/min)

PROMEDIO VELOCIDAD MINA

Fuente: Adaptado de Carabajo, 2015

ANEXO Nº 08



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Guía de observación para el requerimiento de aire total

DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA

Elevación	3650 msnm
Número de trabajadores	20
Producción	350 TM
Uso de madera	40 %
Área de la labor	12.25 m ²
Niveles de Voladura	4

Fuente: Elaboración propia

ANEXO Nº 09



Validez de los instrumentos de recolección de datos (Guía de observación de los tipos de gases que se producen por voladura)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura - Unidad de Producción Pallasca

1.2 Investigadoras:

- Escobar Gonzales Brenda Alexandra
- Rodas Espiche Grecia Consuelo

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
Objetividad	Está expresado en conductas observables			X		
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
Organización	Existe una organización lógica				X	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategia				X	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					X
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				X	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				X	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

80

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

EL DISEÑO PARA LA RED DE VENTILACIÓN ES OBJETIVA Y EJECUTABLE A CORTO PLAZO

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: GILBERTO DONAYRES QUISPE

DNI 23992146

Grado académico: Magister (M BA)

Centro de Trabajo: GERENTE GENERAL – MINERA LOS ANDES S.A.C.

Firma:

Firma:

MINERA LOS ANDES S.A.C.
Ingº Gilberto Donayres Quispe
GERENTE GENERAL

Fecha: 02-10-2020



Validez de los instrumentos de recolección de datos
(Guía de observación de la medición de velocidad del aire)

1. DATOS GENERALES:**1.1 Título Del Trabajo De Investigación:**

Diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura - Unidad de Producción Pallasca

1.2 Investigadoras:

- Escobar Gonzales Brenda Alexandra
- Rodas Espiche Grecia Consuelo

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
Objetividad	Está expresado en conductas observables					X
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
Organización	Existe una organización lógica				X	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategia				X	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					X
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				X	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					X

PROMEDIO DE VALORACIÓN

86

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

EL DISEÑO PARA LA RED DE VENTILACIÓN ES OBJETIVA Y EJECUTABLE A CORTO PLAZO

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: GILBERTO DONAYRES QUISPE

DNI 23992146

Grado académico: Magister (MBA)

Centro de Trabajo: GERENTE GENERAL – MINERA LOS ANDES

Firma:



MINERA LOS ANDES S.A.C
 Ing° Gilberto Donayres Quispe
 GERENTE GENERAL

Fecha: 02-10-2020

ANEXO Nº 11



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Validez de los instrumentos de recolección de datos (Guía de observación para el requerimiento de aire total)

1. DATOS GENERALES:

1.1. Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura - Unidad de Producción Pallasca

1.2. Investigadoras:

- Escobar Gonzales Brenda Alexandra
- Rodas Espiche Grecia Consuelo

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21- 40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
Objetividad	Está expresado en conductas observables					x
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
Organización	Existe una organización lógica				X	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategia				X	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					X
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				X	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				X	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

84

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

EL DISEÑO PARA LA RED DE VENTILACIÓN ES OBJETIVA Y EJECUTABLE A CORTO PLAZO

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: GILBERTO DONAYRES QUISPE **DNI** 23992146 **Grado académico:** Magister (MBA)

Centro de Trabajo: GERENTE GENERAL MINERA LOS ANDES}

Firma:


MINERA LOS ANDES S.A.C
Ing^o Gilberto Donayres Quispe
GERENTE GENERAL

Fecha: 02-10-2020

ANEXO Nº 12



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Validez de los instrumentos de recolección de datos (Guía de observación de los tipos de gases que se producen por voladura)

1. DATOS GENERALES:

1.1. Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura - Unidad de Producción Pallasca

1.2. Investigadoras:

- Escobar Gonzales Brenda Alexandra
- Rodas Espiche Grecia Consuelo

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21- 40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					x
Objetividad	Está expresado en conductas observables					x
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					x
Organización	Existe una organización lógica					x
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					x
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategia					x
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					x
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					x
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					x
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					x

PROMEDIO DE VALORACIÓN
82

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Los Instrumentos son aplicables al estudio de una red de ventilación en mina Subterránea.

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Orlando Alex Siccha Ruiz **DNI:** 18026960

Grado académico: Magister

Centro de Trabajo: Docente UCV

Firma:

Fecha: 8/11/2020

ANEXO Nº 13



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Validez de los instrumentos de recolección de datos (Guía de observación de la medición de velocidad del aire)

1. DATOS GENERALES:

1.1. Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura - Unidad de Producción Pallasca

1.2. Investigadoras:

- Escobar Gonzales Brenda Alexandra
- Rodas Espiche Grecia Consuelo

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21- 40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					x
Objetividad	Está expresado en conductas observables					x
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					x
Organización	Existe una organización lógica					x
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					x
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategia					x
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					x
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					x
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					x
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					x

PROMEDIO DE VALORACIÓN

82

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Los Instrumentos son aplicables al estudio de una red de ventilación en mina Subterránea.

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Orlando Alex Siccha Ruiz **DNI:** 18026960

Grado académico: Magister

Centro de Trabajo: Docente UCV

Firma:

Fecha: 8/11/2020

ANEXO Nº 14



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Validez de los instrumentos de recolección de datos (Guía de observación para el requerimiento de aire total)

1. DATOS GENERALES:

1.1. Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura - Unidad de Producción Pallasca

1.2. Investigadoras:

- Escobar Gonzales Brenda Alexandra
- Rodas Espiche Grecia Consuelo

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21- 40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					x
Objetividad	Está expresado en conductas observables					x
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					x
Organización	Existe una organización lógica					x
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					x
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategia					x
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					x
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					x
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					x
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					x

PROMEDIO DE VALORACIÓN

82

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Los Instrumentos son aplicables al estudio de una red de ventilación en mina Subterránea.

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Orlando Alex Siccha Ruiz **DNI:** 18026960

Grado académico: Magister

Centro de Trabajo: Docente UCV

Firma:

Fecha: 8/11/2020

ANEXO Nº 15



Validez de los instrumentos de recolección de datos (Guía de observación de los tipos de gases que se producen por voladura)

1. DATOS GENERALES:

1.1. Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura - Unidad de Producción Pallasca

1.2. Investigadoras:

- Escobar Gonzales Brenda Alexandra
- Rodas Espiche Grecia Consuelo

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					x
Objetividad	Está expresado en conductas observables					x
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					x
Organización	Existe una organización lógica					x
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					x
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategia					x
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					x
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					x
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					x
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					x

PROMEDIO DE VALORACIÓN
82

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: John Bejarano Guevara **DNI:** 41520959

Grado académico: Maestro

Centro de Trabajo: Universidad César Vallejo – Chiclayo

Firma:

John P. Bejarano Guevara
ING. METALURGISTA
R. CIP. 150673

Fecha: 30/11/2020

ANEXO Nº 16



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Validez de los instrumentos de recolección de datos (Guía de observación de la medición de velocidad del aire)

1. DATOS GENERALES:

1.1. Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura - Unidad de Producción Pallasca

1.2. Investigadoras:

- Escobar Gonzales Brenda Alexandra
- Rodas Espiche Grecia Consuelo

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21- 40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					x
Objetividad	Está expresado en conductas observables					x
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					x
Organización	Existe una organización lógica					x
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					x
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategia					x
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					x
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					x
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					x
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					x

PROMEDIO DE VALORACIÓN

82

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: John Bejarano Guevara

DNI: 41520959

Grado académico: Maestro

Centro de Trabajo: Universidad César Vallejo - Chiclayo

Firma:


John P. Bejarano Guevara
ING. METALURGISTA
R. CIP. 158673

Fecha: 30/11/2020

ANEXO Nº 17



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Validez de los instrumentos de recolección de datos (Guía de observación para el requerimiento de aire total)

1. DATOS GENERALES:

1.1. Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño de una red de ventilación para optimizar la evacuación de los gases producidos por voladura - Unidad de Producción Pallasca

1.2. Investigadoras:

- Escobar Gonzales Brenda Alexandra
- Rodas Espiche Grecia Consuelo

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21- 40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					x
Objetividad	Está expresado en conductas observables					x
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					x
Organización	Existe una organización lógica					x
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					x
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategia					x
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					x
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					x
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					x
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					x

PROMEDIO DE VALORACIÓN

82

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: John Bejarano Guevara **DNI:** 41520959

Grado académico: Maestro

Centro de Trabajo: Universidad César Vallejo - Chiclayo

Firma:


John P. Bejarano Guevara
ING. METALURGISTA
R. CIR. 158673

Fecha: 30/11/2020

ANEXO N° 18



Autorización de aplicación del instrumento firmado por la respectiva autoridad



MINERA LOS ANDES S.A.C.

CARTA N° 015-2020-MILANSAC

Pallasca, 12 de setiembre de 2020.

Señor:

Dr. Beder Erasmo Martell Espinoza

Director Nacional de EP de Ingeniería de Minas

UCV- Filial Chiclayo

Presente.

Reciba un cordial saludo y expresarle mi estima personal, se ha recibido 4 cartas de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de UCV – Filial Chiclayo, solicitando las facilidades para la investigación y Prácticas Pre – Profesionales de estudiantes del Ciclo X, se detalla líneas abajo.

La Empresa Minera Los Andes Sociedad Anónima Cerrada con el espíritu de apoyar en el desarrollo de los futuros profesionales de Ingeniería de Minas acepta brindarles y dar las facilidades necesarias para que puedan cumplir con sus objetivos planeados en la fecha que estimen conveniente sólo tienen que enviar un correo a gilberto122@hotmail.com con copia a gdonayres@mineralosandes.com, con 1 semana de anticipación, dirigido al Ing. Angel Cámac, Superintendente de SSOMA . Las investigaciones y prácticas lo realizarán en la Unidad de Pallasca, estudiantes admitidos son.

- 1.- Brenda Alexandra Escobar Gonzales - DNI N° 74145935
- 2.- Grecia Consuelo Rodas Espiche - DNI N° 72680900
- 3.- Estela Yomona, Jimmy - DNI N° 41948081
- 4.- Estela Yomona, Kenji - DNI N° 46735896
- 5.- Ducep Nuntón Roberto José - DNI N° 71983858
- 6.- Vera Fernández Luis Orlando - DNI N° 72692990
- 7.- Cárdenas Cueva, Jefferson Franklin - DNI N° 70257937
- 8.- Monteza Llampén, Harvy Brayan - DNI N° 74805529

Atentamente,



MINERA LOS ANDES S.A.C.
Ing. Gilberto Donayres Quispe
GERENTE GENERAL

MBA. Gilberto Donayres Q.
GERENTE GENERAL

ANEXO N° 19



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Caudal mínimo del aire por persona de acuerdo a la elevación de la mina

DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA

Elevación	Caudal Mínimo del aire
Hasta 1500 msnm	3 m ³ /min
1500 a 3000 msnm	4 m ³ /min
3000 a 4000 msnm	5 m ³ /min
Sobre 4000 msnm	6 m ³ /min

Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, DS N° 024-2016-EM - Elaboración propia

ANEXO N° 20



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Factor de producción de acuerdo al consumo de madera

DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA

Consumo de Madera (%)	Factor de Producción (m ³ /min)
<20	0.00
20 a 40	0.60
41 a 70	1.00
>70	1.25

Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, modificatoria DS N° 023-2017-EM (Anexo N°38)

ANEXO N° 21



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Velocidad mínima

DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA

Temperatura Seca (°C)	Velocidad Mínima (m/min)
<24	0.00
24 a 29	30.00

Fuente: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, modificatoria DS N° 023-2017-EM (Anexo N°38)

ANEXO N° 22



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Factores de fricción

DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA

Minas Metálicas	
Derivaciones de nivel en forma de arco, pernos de roca y malla	0.010
Rampas en forma de arco, pernos de roca y malla	0.014
Elevación rectangular, sin madera, pernos de roca y malla	0.013
Bored raise	0.005

Fuente: Adaptado de Puig, (s.f.)

ANEXO Nº 23



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Cuadro comparativo del sistema de ventilación

DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA

	Sin un Sistema de Ventilación	Con un Sistema de Ventilación
Aire limpio	x	✓
Buen desempeño de los colaboradores	x	✓
Maquinaria operando de manera correcta	x	✓
Monitoreo adecuado de los gases producidos	x	✓
Dilución de gases tóxicos y asfixiantes	x	✓
Control de temperatura	x	✓

Fuente: Elaboración propia

ANEXO Nº 24

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO Cuadro comparativo de costos de ventilación**

**DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN
DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN
PALLASCA**

	Ventilación Natural	Ventilación Mecánica
	(S/.)	(S/.)
Alquiler de equipos	30 000	45 000
Consumo de energía	20 520/año	63 000/año
Mano de obra	5 000	7 000
Diseño de ventilación básica	-	4 500
Compra del ventilador	-	40 000
Mantenimiento del ventilador	-	2 000
Manga de ventilación	-	1 500
Total	55 520	163 000

ANEXO Nº 25



**Medición de velocidad del aire a 634 m de la
bocamina nivel 1**

**DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN
DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN
PALLASCA**



Fuente: Elaboración propia

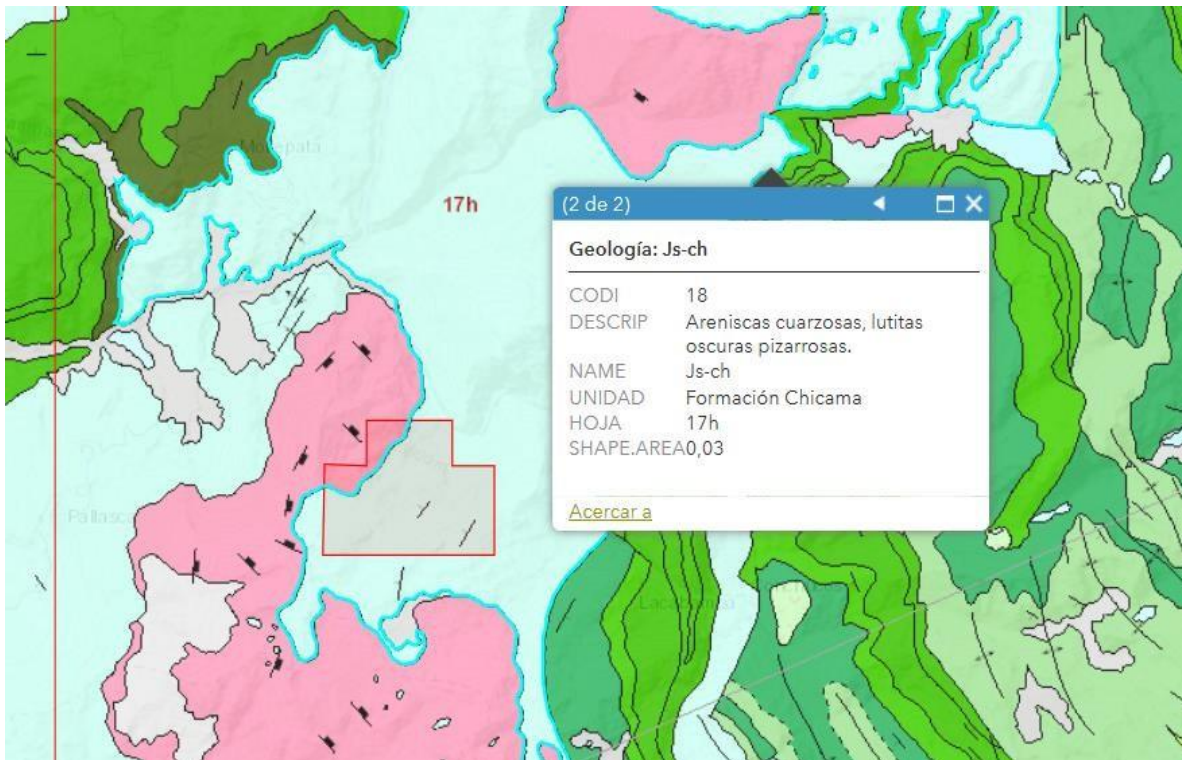
ANEXO Nº 26



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Geología de área de influencia de la actividad minera

DISEÑO DE UNA RED DE VENTILACIÓN PARA OPTIMIZAR LA EVACUACIÓN DE LOS GASES PRODUCIDOS POR VOLADURA-UNIDAD DE PRODUCCIÓN PALLASCA



Fuente: INGEMMET