

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AIRE PARA PERFORADORA JACK
LEG DE ACUERDO A LA ALTITUD – MINA LAS BRAVAS”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PRESENTADO POR:

Bach. MESTAS ALI, WILLIAMS JUVENIL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERU

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE AIRE PARA PERFORADORA JACK LEG DE
ACUERDO A LA ALTITUD – MINA LAS BRAVAS**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PRESENTADO POR:
Bach. WILLIAMS JUVENIL MESTAS ALI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

APROBADO POR LOS JURADOS:

PRESIDENTE : 
M.Sc. ESTEBAN MARIN PAUCARA

PRIMER MIEMBRO : 
ING. AGUSTIN PEREZ QUISPE

SEGUNDO MIEMBRO : 
M.Sc. LUCIO RAÚL MAMANI BARRAZA

TEMA: Servicios auxiliares requeridos en operaciones mineras

ÁREA: Ingeniería de Minas

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 14 de noviembre del 2019

DEDICATORIA

A mis padres Julian y Juana por ser el mejor ejemplo y por todo lo que me han brindado, por darme su apoyo incondicional en todo momento para poder lograr cada objetivo en mi desarrollo personal y profesional.

A mis hermanos, a mis abuelos y a mi familia más cercana por darme la fortaleza para superar cada obstáculo en el camino recorrido y seguir avanzando con espíritu ímpetu y ganador.

A todos ustedes es una satisfacción y un gran privilegio dedicarles con alegría, entusiasmo personal, profesional y también intelectual, el arduo tiempo invertido en este trabajo de investigación que no es más que la evidencia de la muestra de mi cariño y estima hacia ustedes.

Williams

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, mi Alma Mater, la Facultad de Ingeniería de Minas y Escuela Profesional de Ingeniería de Minas que me tuvo entre sus aulas durante los años de mi formación profesional, otorgándome parte del conocimiento que he adquirido y que me servirá en mi desenvolvimiento profesional y los objetivos de obtener en título profesional de ingeniero de Minas.

Williams

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

	Pág.
Resumen	7
Palabras clave:	7
I. INTRODUCCIÓN	8
II. MATERIALES Y MÉTODOS	11
III. RESULTADOS	13
IV. DISCUSIÓN	15
V. CONCLUSIONES	16
REFERENCIAS	17

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1 – Factor de simultaneidad.....	13
Figura N° 2 – Consumo de aire a diferentes altitudes.....	14
Figura N° 1 – Consumo efectivo de aire en Mina las Bravas	15

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1 – Consumo de aire a diferentes altitudes.	12
Tabla N° 2 – Consumo de aire a diferentes altitudes.	13
Tabla N° 3 – Consumo efectivo de aire en Mina las Bravas.....	14

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

cfm : Pies cúbicos por minuto

Psi : Libras por pulgada²

Pa : Presión atmosférica sobre el nivel del mar (14.7 psi)

Pe : Presión atmosférica en el lugar de trabajo (psi)

Evaluación del consumo de aire para perforadora Jack Leg de acuerdo a la altitud – Mina las Bravas**Air consumption evaluation for Jack Leg drilling machine according to altitude – las Bravas Mine**

Williams Juvenil Mestas Ali

Facultad de Ingeniería de Minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas – UNA - PUNO

E-mail: Wiliamsingminas@gmail.com

Resumen

El presente trabajo de investigación se basa en el análisis del consumo de aire para perforadoras Jack Leg en la Mina Las Bravas que se encuentra ubicado en el Distrito de Chaparra, Provincia de Caravelí, Región de Arequipa. Para mejor entendimiento y análisis acerca del tema en cuestión, la investigación por ser de revisión bibliográfica será centrada en los análisis y metodologías de trabajos de tesis, siendo el objetivo evaluar el consumo de aire por corrección de altura para la perforadora Jack Leg de la Mina las Bravas y evaluar su consumo efectivo total de aire a una altura de 1820 m.s.n.m. mediante la perspectiva metodológica de investigaciones publicadas, como materiales se consideró las tesis revisadas con sus respectivas fórmulas de consumo de aire comprimido, factores de corrección por altura, cuyo estudio presenta 9 perforadora Jack Leg Boart Longyear modelo S250 con consumo según catálogo de 156 cfm a una presión de 90 psi, donde la metodología es de revisión descriptiva donde se integró información esencial a una perspectiva unitaria, obteniéndose como resultados que muestran requerimiento de aire corregido a una altitud de 1820 m.s.n.m. para las perforadoras es de 196 cfm y un requerimiento efectivo de aire total de 746 cfm.

Palabras Clave: Comprimido, maquina, presión, altura.

Abstract: This research work is based on the analysis of the air consumption for Jack Leg drills at the Las Bravas Mine that is located in the Chaparra District, Caravelí Province, Arequipa Region. For a better understanding and analysis of the topic in question, the research for bibliographic review will focus on the analysis and methodologies of thesis work, with the objective of evaluating the air consumption by height correction for the Jack Leg de la Mina drilling rig Las Bravas and evaluate their total effective air consumption at a height of 1820 meters above sea level through the methodological perspective of published research, the materials reviewed were considered theses with their respective formulas of compressed air consumption, correction factors for height, whose study presents 9 Jack Leg Boart Longyear model S250 drilling machine with consumption according to catalog of 156 cfm a a pressure of 90 psi, where the methodology is descriptive review where essential information was integrated into a unit perspective, obtaining as results that show corrected air requirement at an altitude of 1820 meters above sea level for the drills it is 196 cfm and an effective total air requirement of 746 cfm.

Keywords: compressed, machine, pressure, altitude.

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito minero en general, los componentes que utilizan fluidos a presión, están adquiriendo una gran preponderancia y su aceptación, se universaliza cada vez más a medida que se va incrementando nuevas aplicaciones, el empleo de la energía neumática se generaliza en las perforadoras Jack Leg. una de las maquinarias neumáticas mineras más usadas. Por tal razón entender el consumo de aire comprimido en las perforadoras Jack Leg es de vital importancia además de analizar como varía este según la altitud e interactúa con una planta de compresora.

Se ha revisado “Diseño, cálculo y evaluación del sistema y red de aire comprimido en minas subterráneas” evalúa técnica y económicamente el sistema de aire comprimido en una mina subterránea. En la que un sistema de aire comprimido que dispone de un gran número de compresores no es suficiente, es preciso también contar con un sistema de regulación, evaluación y la capacidad de almacenamiento convenientes para los equipos (López, 2013), otra que está muy estrecha al consumo de aire comprimido es la metodología se elaboran cinco alternativas de diseño para la red requerida, cuatro con diámetros fijos de tubería para toda la red y un diseño en el cual distintos segmentos de la red tienen diámetros

específicos según el requerimiento de las máquinas perforadoras neumáticas a las cuales abastecen, en la que la metodología de asignación a distintos segmentos de la red diámetros específicos es la mejor debido por presentar un menor Valor Actual Neto (VAN) de los desembolsos de inversión y costo operación, es decir cuesta menos, tiene \$ 105,274 menos de VAN y Proporciona a los frentes de trabajo no más del caudal y presión de aire comprimido requerido (Arenas, 2013).

La investigación de sistema de aire comprimido realizada en la mina Morococha de Centromin Perú considera al aire comprimido como una fuente de energía que se utiliza en el funcionamiento de máquinas automáticas herramientas neumáticas, transformadores de materiales, etc.; los cuales aumentan la producción en los más importantes campos industriales, como minería, por otra parte el desarrollo de métodos económicos para comprimir el aire u otros gases demanda de los conocimientos de la teoría, diseño y operación de los sistemas para comprimir aire. (Llerena, 1992).

En ese sentido, la utilización de aire comprimido pasa a ser considerado como una fuente de energía en maquinarias neumáticas donde va a influenciar muchos factores para su requerimiento, y en la tesis “Evaluación del sistema de aire comprimido de un centro minero ubicado a 3500 m.s.n.m.” en donde se

efectúa la evaluación del sistema de aire comprimido considerando el equipamiento a ser suministrado por aire comprimido en mina chilcas, el requerimiento de aire comprimido, las condiciones ambientales de funcionamiento y la participación de compresores con motores diésel en la generación de aire comprimido (Mejía, 2012).

En la tesis “Implementación del nuevo sistema de aire comprimido en la Unidad Minera Animón”, desarrolla a partir la capacidad de aire requerida, cálculos de los factores por altura, por utilización y por simultaneidad, consumos por niveles, capacidad necesaria de compresores, hasta el dimensionamiento de las tuberías encargadas del transporte del aire comprimido. (Carranza, 2002) donde muestra el cálculo de consumo de aire comprimido para cada máquina neumática y muestra la capacidad de la planta de compresores para el abastecimiento en operación.

En el trabajo de investigación (Silva, 2016) muestra un modelo de optimización de la energía neumática mediante almacenamiento de aire comprimido tiempos no operativos en las formaciones geológicas en Chile el almacenamiento de energía mediante aire comprimido (CAES) es una tecnología desarrollada, fructifica y probada. Esta consiste en almacenar grandes volúmenes de aire comprimido subterráneamente, usando la energía renovable excedente o en los horarios

de baja demanda, y luego expandir el aire a través de una turbina, para generar energía cuando la demanda energética lo requiera, donde identificó que en Chile existen formaciones geológicas con características adecuadas para el desarrollo de la tecnología de almacenamiento de energía a través de aire comprimido.

Una optimización en el suministro de aire comprimido mediante el área de mantenimiento en una unidad minera es una solución efectiva para evitar un déficit de aire comprimido elevado como se muestra en una investigación realizada para la central minera de Cuacone que pertenece a la Empresa Southern Cooper Corporation que trabajo con una muestra representada por 4 compresores y se realizó una valoración del costo de operación y mantenimiento, la selección del compresor apropiado, el motor de accionamiento, las instalaciones de tuberías y tanques reservorios de aire comprimido obteniendo los resultados para la justificación económica del proyecto para mejorar los servicios de mantenimiento y fabricación de sus equipos de servicio liviano, se incrementaría la producción de esta Empresa y con ello sus respectivas ventajas económicas (Coronado, 1989).

La correcta distribución de aire comprimido es necesaria un sistema de abastecimiento como

se menciona en la tesis “Optimización de un sistema de generación y distribución de aire comprimido de 11000 CFM” donde determina la generación actual de aire comprimido en la unidad minera, energías específicas y consumos específicos, el trabajo realizado alcanza todas las secciones de la Unidad de producción que se usa aire comprimido, en sus resultados presenta determinación de la energía específica en Casa Compresora, descripción de las acciones correctivas propuestas a corto, mediano y largo plazo en la generación y distribución de aire comprimido en toda la Unidad Minera logrando la optimización de la generación y distribución del sistema de aire comprimido en la Unidad de Producción Minera - Unidad de Negocios (U.N.) de Cerro de Paseo - Centromín Perú (Huaranga, 2005).

Es necesario facilitar un crecimiento progresivo y ordenado del sistema de aire comprimido a fin de que cumpla con las expectativas de las demandas de consumo de aire, en la tesis “Auditoria energética y proyecto del sistema de aire comprimido de la mina Cobriza” se efectuó un estudio integral en el suministro de aire en la mina Cobriza que busca reducir la demanda de aire comprimido en el cual se propone eliminar fugas de aire existente en la red, hacer uso racional de compresoras y por consiguiente disminuir costos por concepto de uso de aire comprimido

y en sus resultados presenta a evaluación del proyecto propuesto y se le compare con el sistema actual (Calderón, 1997).

Resaltando la controversia en el campo de estudio del consumo de aire comprimido la tesis “Planeamiento de minado subterráneo para vetas angostas: caso práctico; mina “Esperanza de Caravelí” de Compañía Minera Titán S.R.L” se realizó un análisis de sensibilidad económica acerca de los ingresos, costos e inversiones involucrados en un negocio minero, donde una parte de su población y muestra es nuestro tema de interés 04 compresoras diésel de la marca Ingersoll Rand con capacidades de 750 CFM, 375 cfm, 260 cfm y 1050 cfm; y asimismo una Compresora eléctrica Atlas Copco de 500 cfm. Donde en total la capacidad de aire permite operar 12 máquinas perforadoras simultáneas y 04 palas neumáticas, llegando a obtener un resultado de consumo de aire comprimido para máquinas perforadoras de 1872.00 cfm finalmente muestra un análisis de sensibilidad unidimensional donde presento la determinación del Cash Cost ya su vez realizó un análisis de las inversiones involucradas (Capex) para alcanzar los objetivos (Mena, 2012).

El consumo de aire comprimido tiene que ser abastecido por una buena eficiencia del sistema de aire comprimido como lo indica la

tesis “Evaluación de la eficiencia energética de la instalación de aire comprimido de los compresores modelo K-500 de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara”, presenta una metodología de cálculo para compresores centrífugos de 3 etapas con enfriadores intermedios, se logró mejorar la calidad del aire, acrecentando su densidad en la salida del compresor en 0.06 kg/m³. La temperatura del aire en la línea de salida de los compresores disminuyó en 3.04 0C, reduciendo el consumo de energía en 18,64 kJ/s, la aplicación de los cambios propuestos produce un impacto económico de 1,16 millones de CUC anualmente (Hinojosa, 2007).

En los alcances la evaluación del consumo de aire comprimido para la perforadora Jack Leg en la mina Las Bravas nos permitirá evidenciar un comportamiento variado de consumo de aire de acuerdo a la altitud de trabajo, y por ende se puede implementar en la empresa minera en sus operaciones mineras que hacen uso del aire comprimido. Se presentan limitaciones en nuestro caso como escasos ejemplos a tomar en cuenta que traten del mismo tema. Por lo que el propósito de la investigación el objetivo evaluar el consumo de aire por corrección de altura para la perforadora Jack Leg de la Mina las Bravas y evaluar su consumo efectivo total de aire a una altura de 1820 m.s.n.m. mediante la

perspectiva metodológica de investigaciones publicadas.

II. MATERIALES Y METODO

Los materiales que se consideró revisión de tesis de las cuales se centró principalmente en (López, 2013) y (Arenas, 2013) con sus respectivas fórmulas para determinar el consumo de aire para una perforadora Jack Leg, también el catálogo de la perforadora Jack Leg marca Boart Longyear modelo S250 que sirvió para extraer las especificaciones de consumo de aire y presión requerida de la maquina neumática.

Por ser de revisión bibliográfica presenta una metodología de revisión descriptiva donde se integró información esencial de forma sistemática a una perspectiva unitaria siendo esta la evaluación del consumo de aire comprimido para una perforadora Jack Leg.

Para la localización de documentos bibliográficos que aborden nuestro de tema de interés que es el consumo de aire para una perforadora Jack Leg se realizó una búsqueda en internet en “Alicia Concytec” de tesis, se seleccionó aquellas tesis que hayan investigado sobre aspectos del consumo de aire en perforadoras Jack Leg.

A continuación se redacta formulas y factores de corrección que se requieren para calcular el

consumo de aire comprimido de las tesis (López, 2013) y (Arenas, 2013).

Información técnica de las perforadoras *Jack Leg Boart Longyear modelo S250* la mina Las Bravas en sus cuatro niveles de operación utiliza 9 perforadoras Jack Leg marca Boart Longyear modelo S250 que según el catalogo (Longyear, 2012) las especificaciones que presenta la perforadora Jack Leg son:

Tabla 1: Información técnica de las perforadoras Jack Leg en mina Las Bravas

Nivel (m.s.n.m.)	Nº de Perforadoras Jack Leg	Marca	Modelo	Consumo de aire según Catálogo	Presión de aire
1820	2	Boart Lonjeat	S250	156 cfm	90 psi
1868	2	Boart Longyear	S251	156 cfm	90 psi
1892	2	Boart Longyear	S252	156 cfm	90 psi
1911	3	Boart Longyear	S253	156 cfm	90 psi

Fuente: Longyear, B. 2012

La presión atmosférica en función de la altitud, el cálculo a una determinada altitud Arenas, (2013) opta por la siguiente formula:

$$Pe = 101.325(1 - 2.2557 \times 10^{-5} \times Z)^{5.25588}$$

Donde:

Z: altitud de la mina (m.s.n.m.)

$$1 \text{ psi} = 6,894.8 \text{ Pa}$$

El consumo de aire para perforadora Jack Leg de acuerdo a la altitud, según Arenas, (2013)

opta por un factor de corrección que consiste en la relación de la Presión atmosférica a nivel de mar entre la presión atmosférica en el lugar de trabajo.

$$Fi = Pa / Pe$$

Donde:

Pa : Presión atmosférica sobre el nivel del mar (14.7 psi)

Pe : Presión atmosférica en el lugar de trabajo (psi)

$$\text{Consumo de aire} = \text{Consumo catálogo} \times Fi \text{ (cfm)}$$

El ajuste de consumo de aire por fugas, según López, (2013) considera un déficit de aire por fugas de 10% pero esta lo incluye al sistema de abastecimiento de aire comprimido de la planta de compresoras, mientras que (Arenas Vera, 2013) considera fugas en los frentes de trabajo (y esto tiene concordancia con el hecho de que estas son las zonas que mayor actividad presentan en consecuencia mayor daño y presencia de fugas) de acuerdo a lo siguiente:

- Conexión entre la manguera y la máquina 10%.
- Conexión entre la tubería y la manguera 10%.

$$\text{Consumo ajustado} = \text{Consumo de aire} \times 1.1 \times 1.1$$

Para el consumo efectivo de aire comprimido para la perforadora Jack Leg, los autores López, (2013) y Arenas, (2013) nombran el factor de simultaneidad y factor de utilización efectiva.

El consumo por simultaneidad es una estimación donde se tiene en cuenta que pueden operar al mismo tiempo un determinado número de máquinas neumáticas en diferentes frentes de trabajo.

La figura N° 1 muestra una la gráfica de una curva que desciende a medida que el número de máquinas neumáticas se incrementa, interceptar dicha curva de acuerdo al número de máquinas neumáticas nos permite estimar el factor de simultaneidad que se encuentra en el eje vertical.

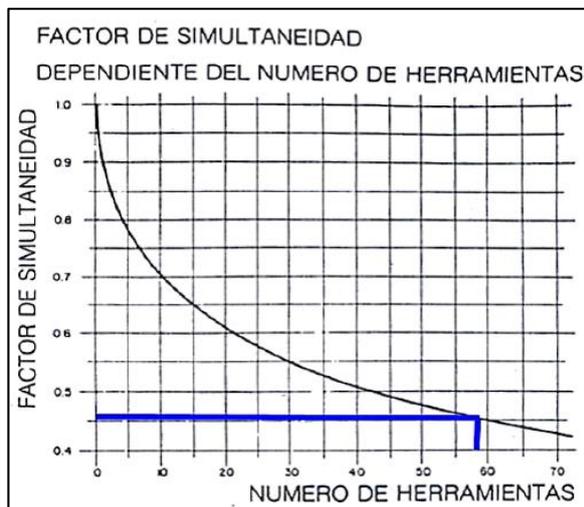


Figura 1: Factor de simultaneidad

Fuente: Arena Vera, 2013

El consumo por utilización efectiva corresponde al tiempo que el componente

neumático está parado por índole de su trabajo. Éste margen de operación intermitente varía según el servicio de cada herramienta, máquina o accionamiento. Para el presente análisis se considera 50% de utilización efectiva (esto tiene concordancia con el hecho que la perforación aproximadamente dura la mitad de la guardia).

$$\text{Consumo efectivo de aire} = \text{Consumo ajustado} \times \text{Factor de simultaneidad} \times 0.5$$

III. RESULTADOS

3.1. Consumo de aire de acuerdo a la variación de altitud

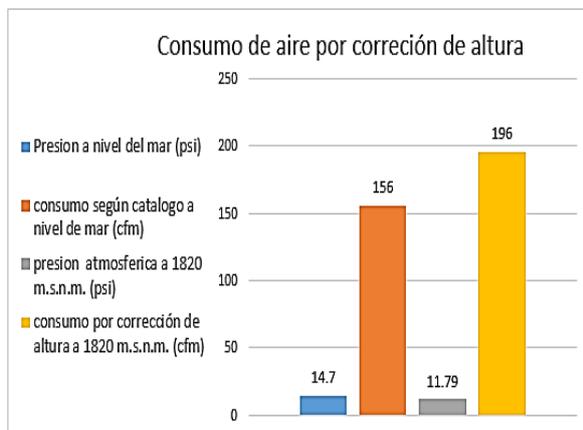
La Tabla N° 1 presenta el cálculo de la presión atmosférica a 1820 m.s.n.m. altura a la que se trabajó para todos los cálculos ya que la casa compresora de la mina se encuentra a dicha altura, también se muestra el consumo de aire por corrección de altura siendo esta de 196 cfm y se muestra que dicho consumo incrementó considerablemente con respecto al requerimiento de catálogo.

Tabla 2: Consumo de aire a diferentes altitudes

Consumo de aire de acuerdo a la variación de altura	
Presión atmosférica a nivel del mar (psi)	14.7
consumo según catalogo a nivel de mar (cfm)	156
presión atmosférica a 1820 m.s.n.m. (psi)	11.7
consumo por corrección de altura a 1820 m.s.n.m. (cfm)	196

En la Figura N° 2 se realizó una representación gráfica del consumo de aire para una perforadora Jack Leg por altitud y esta nos muestra que el consumo de aire va a incrementa a medida que la altitud aumenta, podemos apreciar que el consumo a nivel de mar es de 156 cfm, a 1820 m.s.n.m. es de 196 cfm. También se presenta el cálculo de la presión atmosférica para nuestra altitud de trabajo siendo esta de 11.79 psi, se puede apreciar que la presión atmosférica disminuye de acuerdo a la altitud donde a nivel de mar es de 14.7 psi y a los 1820 m.s.n.m. esta disminuyo.

Figura 2: Consumo de aire a diferentes altitudes



3.2. Consumo efectivo de aire para las perforadoras Jack Leg en mina Las Bravas

En la Tabla N° 3 se presenta el consumo de aire con ajuste por fugas donde se siguió la metodología (Arenas Veras, 2013) que indica que el consumo de aire tiene un incremento de 10 % por fugas en la conexión entre la

manguera y la máquina y 10 % por fugas en la conexión entre la tubería y la manguera. Como se puede apreciar en dichos resultados el consumo de aire adicionando fugas incrementa considerablemente donde por corrección de altura se consumía 196 cfm con fugas hay un consumo de 237 cfm. También se presenta el consumo de aire efectivo para una perforadora Jack leg que es de 83 cfm para estos resultados se consideraron factor de simultaneidad ($F_s=1$) y Factor de utilización efectiva ($F_e=0.5$), dichos factores fueron multiplicados al resultado de consumo por fugas, se aprecia que el consumo efectivo de aire tiende a ser menor que el consumo de aire por corrección de altura, para una mejor apreciación véase la Figura N° 3.

Tabla 3: Consumo efectivo de aire en Mina las Bravas

Consumo efectivo de aire para las perforadoras Jack Leg	
consumo según catalogo a nivel de mar (cfm)	156
consumo por corrección de altura a 1820 m.s.n.m. (cfm)	196
ajuste de consumo por fugas (cfm)	237
consumo efectivo de aire (cfm)	83
consumo total para las 9 perf. Jack leg (cfm)	746

En las Figuras N° 3 se realiza una comparación de consumo de aire por corrección de altura con el ajuste de consumo por fugas, consumo efectivo de aire y el consumo efectivo total que requieren las 9 perforadoras Jack Leg en la

mina S.M.R.L. Las Bravas N° 2 de Ica, donde se aprecia claramente que el requerimiento efectivo de aire comprimido para una perforadora Jack Leg es menor con respecto a consumo por corrección por altura. Haciendo una corrección por altura a 1820 m.s.n.m. el consumo de aire es 196 cfm, haciendo correcciones por fugas dicho consumo se incrementa a 237 cfm, considerando factor de simultaneidad para 9 perforadoras Jack leg y factor de utilización efectiva de 50% de la guardia esta disminuye a 83 cfm.

Se presenta un consumo efectivo total de 746 cfm que es el requerimiento efectivo que requieren las 9 perforadoras Jack Leg en la mina Las Bravas la cual tiene que ser abastecido por la casa compresora de la mina.

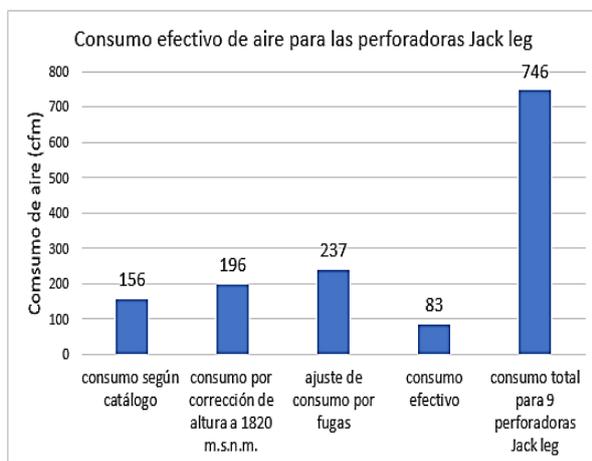


Figura 3: Consumo efectivo de aire en Mina las Bravas

IV. DISCUSIÓN

Para el primer objetivo que se centró en el consumo de aire por corrección de altura para

perforadoras Jack Leg se discutió con dos autores.

(Arenas, 2013) en su tesis “Diseño óptimo de la red de distribución de aire comprimido para reducir costos en la zona de mariana - unidad operativa Arcata” se presenta un consumo de aire comprimido con ajuste por altura de 4600 m.s.n.m. donde aplica factor de corrección de presión atmosférica de mar sobre presión atmosférica de lugar de trabajo, mostrando un consumo por perforadora Jack leg de 311.5 cfm, si bien el valor de consumo de aire comprimido para una perforadora Jack leg en dicha una unidad minera más elevada con respecto a nuestro caso de estudio que presenta a 1820 m.s.n.m. un consumo de aire comprimido de 196 cfm, pero esto se debe a que se trabaja a una diferente altitud y sobre todo que el requerimiento de aire a nivel de mar de ambos es diferente 175 cfm y 156 cfm respectivamente.

(López, 2013) en su tesis “Mejoramiento del sistema de aire comprimido para optimizar perforación en operaciones subterráneas en U.E.A. Orcopampa mina Chipmo” se hace un cálculo de aire para una perforadora Jack Leg a una altura de 4015 m.s.n.m. mostrando un resultado de 199 cfm, en nuestra evaluación presentamos un consumo de aire corregido por altura a 1820 m.s.n.m. con un consumo de 196 cfm; de acuerdo a nuestros resultados dicho

consumo de aire de la tesis mencionada debería ser mayor por haber una diferencia de más de 20000 m de altitud pero sucede lo contrario y se debe a que dicha perforadora tiene según catálogo un menor requerimiento de aire a nivel de mar 130 cfm y para nuestra perforadora Jack Leg en estudio 156 cfm.

Para el segundo objetivo que se centró en el consumo efectivo de aire para las perforadoras Jack Leg se discutió con los 3 siguientes autores.

(Arenas, 2013) presenta un consumo efectivo de aire para una perforadora Jack leg a una altura de 4600 m.s.n.m. de 85 cfm con un factor de utilización efectiva de 0.5 y factor de simultaneidad de 0.45 para número de 57 perforadoras con un consumo efectivo total de 4930 cfm. Se puede apreciar que los factores de simultaneidad y utilización efectiva influyen mucho, es nuestro caso a 1820 m.s.n.m. el consumo efectivo de aire es de 83 cfm esto se debe al número de máquinas neumáticas por ende nuestro factor de simultaneidad es elevado.

(López, 2013) presenta un consumo efectivo de aire para una perforadora Jack Leg por niveles de trabajo a una altura de 4015 m.s.n.m. 2 perforadoras Jack leg con un consumo efectivo de aire de 215 cfm, en el nivel 3950 también 2 perforadoras Jack Leg con un consumo de 215, en el nivel 3380

muestra 7 perforadoras Jack Leg con un consumo de 645 cfm y en el nivel 3800 muestra 5 perforadoras Jack Leg con un consumo de 491 cfm. Algo muy importante que se rescata en esa investigación es que el factor de utilización fue diferente en cada nivel con respecto al anterior autor que consideró un factor de utilización único para todas sus perforadoras Jack leg, lo que brinda un requerimiento de aire mucho más exacto.

(Mena, 2012) muestra 04 compresoras diesel de la marca Ingersoll Rand con capacidades de 750 CFM, 375 cfm, 260 cfm y 1050 cfm; y asimismo una Compresora eléctrica Atlas Copco de 500 cfm. Donde en total la capacidad de aire permite operar 12 máquinas perforadoras simultaneas y 04 palas neumáticas, llegando a obtener un resultado de consumo de aire comprimido para máquinas perforadoras de 1872.00 cfm. En nuestro caso tenemos un consumo efectivo total de aire de 746 cfm para 9 perforadoras Jack Leg lo que nos ayuda a entender que la casa compresora tiene que tener una capacidad de 750 cfm o más, para cubrir el requerimiento de las maquinas neumáticas.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que el consumo de aire comprimido corregido por altura para una perforadora Jack Leg incrementa a medida que

la altitud a la que se trabaja incremente, el consumo en nuestro caso de estudio a nivel de mar según catálogo es de 156 cfm y a 1820 m.s.n.m. altitud de la mina Las Bravas tuvo un incremento mostrando un consumo de aire de 196 cfm.

EL consumo efectivo de aire para una perforadora Jack Leg es mucho menor a un consumo de aire corregido por altura, debido a que los factores de simultaneidad y utilización efectiva disminuyen dicho consumo, nuestro resultado mostró un consumo efectivo de aire de 83 cfm y un consumo total efectivo de aire de las 9 perforadoras Jack leg 746 cfm que dicho consumo debe ser abastecido por la casa compresora de la mina Las Bravas.

REFERENCIAS

- Arenas, V. A. (2013). *Diseño Óptimo De La Red De Distribución De Aire Comprimido Para Reducir Costos En La Zona De Mariana - Unidad Operativa Arcata*. Universidad Nacional de San Agustín.
- Calderón, V. R. (1997). *Auditoria energética y proyecto del sistema de aire comprimido de la mina Cobriza*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Carranza, L. A. (2002). *Implementacion del nuevo sistema de aire comprimido en la Unidad Minera Animón* Universidad Nacional de Ingeniería.
- Coronado, G. (1989). *Optimización en el suministro de aire comprimido en el área de mantenimiento de una unidad minera*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Hinojosa, R. (2007). *Evaluación de la eficiencia energética de la instalación de aire comprimido de los compresores modelo K-500 de la Empresa Comandante "Ernesto Che Guevara"* Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- Huaranga, E. (2005). *Optimización de un sistema de generación y distribución de aire comprimido de 11000 CFM*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Llerena, V. H. (1992). *Anteproyecto de un sistema de aire comprimido y optimización de la distribución de aire para incrementar la productividad en la mina Morococha de Centromin - Perú* Universidad Nacional de Ingeniería.
- Longyear, B. (2012). *Taladro para roca s250*.
- López, J. A. (2013). *Mejoramiento del siste de aire comprimido para optimizar perforación en operaciones mineras en U.E.A. Orcopampa mina Chipmo*. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Mejía, D. M. (2012). *Evaluación del sistema de aire comprimido de un centro minero ubicado a 3500 msnm* Universidad Nacional de Ingeniería.

Mena, A. (2012). *Planeamiento de minado subterráneo para vetas angostas: Caso práctico; mina Esperanza de Caravelí de Compañía minera Titán S.R.L.* Pontificia Universidad Católica del Perú.

Silva, C. A. (2016). *Sistemas de almacenamiento de energía mediante aire comprimido dentro de formaciones geológicas en Chile.* Universidad de Chile.