

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



**“DESARROLLO DEL CRUCERO 2130 PARA LA MEJORA DE LA
PRODUCCIÓN Y VENTILACIÓN EN LA MINA ESPAÑOLITA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

JHIMY LAURA FLORES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2018



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

TESIS

**” DESARROLLO DEL CRUCERO 2130 PARA LA MEJORA DE LA PRODUCCIÓN
Y VENTILACIÓN EN LA MINA ESPAÑOLITA”**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHIMY LAURA FLORES

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

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE:

.....
Ing. Arturo Rafael Chayña Rodriguez

PRIMER MIEMBRO:

.....
Ing. Lucio Raúl Mamani Barraza

SEGUNDO MIEMBRO:

.....
M.Sc. Lucio Quea Gutiérrez

DIRECTOR / ASESOR:

.....
M.Sc. Esteban Marín Paucara

Área : Ingeniería de Minas

Tema : Desarrollo del crucero 2130 para la mejora de la producción y ventilación en la Mina Españolita.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|----------------|------|
| RESUMEN | xii |
| ABSTRACT | xiii |

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

| | | |
|-------|---|---|
| 1.1 | Planteamiento del problema | 2 |
| 1.2 | Formulación del problema | 3 |
| 1.2.1 | Pregunta general | 3 |
| 1.2.2 | Preguntas específicas | 3 |
| 1.3 | Objetivos de la investigación | 3 |
| 1.3.1 | Objetivo general | 3 |
| 1.3.2 | Objetivos específicos | 3 |
| 1.4 | Justificación de la investigación | 4 |

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

| | | |
|---------|--|----|
| 2.1 | Antecedentes de la investigación | 5 |
| 2.2 | Marco teórico | 7 |
| 2.2.1 | Generalidades | 7 |
| 2.2.2 | Perforación | 8 |
| 2.2.2.1 | Variable de la perforación | 8 |
| 2.2.2.2 | Principales equipos y accesorios de perforación | 8 |
| 2.2.2.3 | Partes importantes de la perforadora RNP-X250 (119 piezas) | 8 |
| 2.2.3 | Voladura | 9 |
| 2.2.3.1 | Características del explosivo: | 9 |
| 2.2.3.2 | Accesorios de voladura | 10 |
| 2.2.4 | Limpieza y acarreo de mineral y desmonte | 11 |
| 2.2.5 | Sostenimiento | 12 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.2.6 | Ventilación..... | 12 |
| 2.2.6.1 | Los sistemas principales de ventilación..... | 13 |
| 2.2.6.2 | Selección de un ventilador | 14 |
| 2.2.7 | Principios fundamentales para un estudio de ventilación..... | 14 |
| 2.2.7.1 | Dimensiones de labores: | 14 |
| 2.2.7.2 | Normas vigentes para requerimientos de aire..... | 14 |
| 2.2.7.3 | Personal que labora por guardia | 14 |
| 2.2.7.4 | Grados de intoxicación, por combustión incompleta..... | 15 |
| 2.2.7.5 | Principios de presión y temperatura | 15 |
| 2.2.7.6 | Circuitos básicos de ventilación | 15 |
| 2.2.7.7 | Cantidad de aire total necesario | 16 |
| 2.2.8 | Costos en minería subterránea..... | 17 |
| 2.2.8.1 | Metodología universal | 18 |
| 2.2.9 | Formulación de hipótesis..... | 18 |
| 2.2.9.1 | Hipótesis general | 18 |
| 2.2.9.2 | Hipótesis específica | 18 |

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1 | Metodología..... | 19 |
| 3.2 | Población | 20 |
| 3.3 | Muestra | 20 |
| 3.4 | Unidad de muestreo | 21 |
| 3.5 | Operacionalización de variables | 21 |
| 3.5.1 | Variable independiente | 21 |
| 3.5.2 | Variable dependiente | 21 |
| 3.6 | Técnicas de recolección de datos..... | 21 |
| 3.7 | Técnicas de tratamiento de datos (estadística) | 21 |
| 3.8 | Características del área de estudio | 22 |
| 3.8.1 | Ubicación del proyecto..... | 22 |
| 3.8.2 | Acceso | 23 |
| 3.8.3 | Geografía | 23 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.8.4 | Clima | 23 |
| 3.8.5 | Vegetación y fauna | 23 |
| 3.8.6 | Geología local..... | 24 |
| 3.8.7 | Geología estructural..... | 24 |
| 3.8.8 | Geología económica. | 25 |
| 3.8.8.1 | Mineralogía y columna estratigráfica. | 25 |
| 3.8.8.2 | Descripción estructural. | 25 |
| 3.8.9 | Topografía de la zona | 25 |
| 3.8.10 | Suministro de agua | 25 |
| 3.8.11 | Fuerza laboral | 26 |

CAPÍTULO IV

RESULTADO Y DISCUSIÓN

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Generalidades | 27 |
| 4.2 | Desarrollo del Crucero 2130..... | 27 |
| 4.3 | Ciclo de minado del proyecto | 29 |
| 4.4 | Perforación..... | 29 |
| 4.4.1 | Cálculos para el diseño de malla..... | 30 |
| 4.5 | Voladura | 33 |
| 4.6 | Cálculos de perforación y voladura | 33 |
| 4.6.1 | Características de perforación y voladura por disparo | 33 |
| 4.6.2 | Cálculos de perforación y voladura por disparo | 34 |
| 4.6.3 | Número de taladros (considerando los taladros de alivio) | 35 |
| 4.6.4 | Número de taladros (sin considerar los taladros de alivio)..... | 35 |
| 4.6.5 | Cantidad de dinamita | 36 |
| 4.6.6 | Cantidad de ANFO | 36 |
| 4.6.7 | Cantidad de fulminantes | 36 |
| 4.6.8 | Cantidad de mecha lenta..... | 36 |
| 4.6.9 | Total de insumos..... | 37 |
| 4.7 | La ventilación en el proceso del desarrollo. | 37 |
| 4.8 | Limpieza | 38 |
| 4.9 | Desmonte extraído..... | 39 |

| | | |
|----------------------|--|----|
| 4.10 | Sostenimiento | 39 |
| 4.11 | Servicios auxiliares | 40 |
| 4.12 | Resultados del avance..... | 41 |
| 4.13 | Programa de producción mensual del nivel 2266 al nivel 2180..... | 41 |
| 4.14 | Producción mensual del nivel 2266 al nivel 2180..... | 41 |
| 4.15 | Programa de producción del nivel 2130 | 44 |
| 4.16 | Producción mensual del nivel 2130..... | 44 |
| 4.17 | Producción mensual de la Mina Españolita..... | 44 |
| 4.18 | Datos iniciales para el estudio de ventilación..... | 47 |
| 4.19 | Estudio de ventilación..... | 47 |
| 4.20 | Cálculos del estudio de ventilación. | 50 |
| 4.21 | Resultados del estudio de ventilación actual. | 53 |
| 4.22 | Resumen de los resultados..... | 53 |
| 4.23 | Discusión de resultados | 55 |
| CONCLUSIONES | | 59 |
| RECOMENDACIONES..... | | 60 |
| REFERENCIAS | | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| 1 Avance mensual del Crucero 2130, de diciembre del 2016 a diciembre del 2017..... | 42 |
| 2 Producción mensual del nivel 2266 al nivel 2180, de diciembre del 2016 a enero de 2018. | 43 |
| 3 Producción mensual por semana del nivel 2130, de enero de 2018. | 45 |
| 4 Producción mensual de la Mina Españolita, de diciembre del 2016 a enero de 2018..... | 46 |
| 5 Tiempos que demora el aire en recorrer dos metros, en los puntos de ingresos y salidas. | 49 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| 1 Especificaciones técnicas de FAMESA 65 % | 10 |
| 2 Especificaciones técnicas de fulminante N° 8 | 11 |
| 3 Características de los gases | 15 |
| 4 Coordenadas de las concesiones Cristoforo 15 y 17 | 20 |
| 5 Coordenadas de la Mina Españolita | 22 |
| 6 Ubicación de la empresa | 23 |
| 7 Consumo de agua..... | 26 |
| 8 Fuerza laboral | 26 |
| 9 Planeamiento del desarrollo..... | 28 |
| 10 Distribución de taladros | 33 |
| 11 Datos de la locomotora | 39 |
| 12 Avance mensual..... | 42 |
| 13 Producción mensual del nivel 2266 al nivel 2180, de diciembre del 2016 a marzo de 2018..... | 43 |
| 14 Programa de producción mensual del Crucero 2130..... | 44 |
| 15 Producción de mineral del nivel 2130, de enero de 2018..... | 45 |
| 16 Producción total | 46 |
| 17 Estudio de ventilación, del nivel 2266 al nivel 2180..... | 47 |
| 18 Tiempos obtenidos..... | 48 |
| 19 Datos de los lugares de ingresos de aire | 50 |
| 20 Coordenadas de los lugares de ingresos de aire..... | 50 |
| 21 Datos de los lugares de salidas de aire..... | 51 |
| 22 Coordenadas de los lugares de salidas de aire | 51 |
| 23 Cantidad de aire necesario por persona | 51 |
| 24 Número de personal que labora en mina y requerimiento de aire para dicho personal..... | 52 |
| 25 Cantidad de aire requerido para dilución de polvo y gases | 52 |

| | |
|--|----|
| 26 Cantidad de aire total | 53 |
| 27 Estudio de ventilación actual | 53 |
| 28 Resumen de avance y producción..... | 54 |
| 29 Resumen de ventilación..... | 55 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| 1 Malla de perforación..... | 64 |
| 2 Cuadros cónicos..... | 65 |
| 3 Producción de mineral del nivel 2130. | 66 |
| 4 Datos recolectados para el estudio de ventilación. | 67 |
| 5 Datos recolectados de los piques y chimeneas para el estudio de ventilación. | 68 |
| 6 Matriz de consistencia. | 71 |
| 7 Plano isométrico del estudio de ventilación. | 72 |

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

| | | |
|----|---------------------|-----------------------------------|
| 1 | TM | = toneladas métricas |
| 2 | m.s.n.m. | = metros sobre el nivel del mar |
| 3 | oz | = onzas |
| 4 | TC | = tonelada corta |
| 5 | m ³ /min | = metros cúbicos por minuto |
| 6 | S.A. | = sociedad anónima abierta |
| 7 | kg/TM | = kilogramos por tonelada métrica |
| 8 | g/cm ³ | = gramos por centímetro cubico |
| 9 | Au | = oro |
| 10 | Pb | = plomo |
| 11 | Zn | = zinc |
| 12 | PSI | = libras por pulgada cuadrada |
| 13 | cfm | = pies cúbicos por minuto |
| 14 | NW | = noroeste |
| 15 | NE | = noreste |
| 16 | P | = presión |
| 17 | T° | = temperatura |
| 18 | Q | = caudal |
| 19 | > | = mayor |
| 20 | < | = menor |
| 21 | Qn | = caudal hasta el más infinito |
| 22 | Hn | = presión hasta el más infinito |

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios infinitamente por darme la vida para continuar mis estudios, en sus diferentes etapas hasta lograr mi título profesional.

A la Universidad Nacional del Altiplano por la oportunidad de concederme sus aulas y haber realizado y adquirido los conocimientos para lograr mi título profesional.

Y muy en especial a mis queridos padres Julio y Juana, por todo su apoyo incondicional para salir adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y es lo que impulsa a seguir adelante.

RESUMEN

La Empresa Minera Españolita S.A., se encuentra ubicado en el distrito de Chaparra, provincia de Caravelí, Región de Arequipa, es una mina subterránea donde las operaciones mineras se iniciaron en el nivel 2 266 m.s.n.m. y se profundizó hasta el nivel 2 180 m.s.n.m. Actualmente tiene problemas de baja producción de mineral y deficiencias de aire en el sistema de ventilación, con el presente estudio se pretende mejorar su producción mensual de 900 TM/mes y el balance del sistema de ventilación que es de – 153,51 m³/min; por esa razón en el nivel 2 130 m.s.n.m., se desarrolla una cortada, en un lapso de tiempo de un año aproximadamente, iniciando de diciembre del 2016 a diciembre del 2017. El objetivo del estudio de investigación es desarrollar el Crucero 2130 para incrementar la producción de mineral y mejorar el sistema de ventilación en la Unidad Minera Españolita e interceptar la estructura mineralizada, con la dirección de 156° NE y una longitud de 1 000 metros. La metodología para realizar el estudio de investigación ha consistido en organizar el ciclo de minado en 3 trabajos específicos: perforación, voladura y limpieza de mineral y calculando el costo aproximado de ejecución de 411 770,48 US\$, para lo cual se ha utilizado la investigación descriptiva, con diseño no experimental, con un proceso de toma de datos durante el año, sobre el desarrollo del Crucero 2130, la producción y ventilación, obteniéndose finalmente como resultado el desarrollo del Crucero 2130 en 1000 metros, en el tiempo programado de diciembre del 2016 a diciembre del 2017 y la producción se ha incrementado de 900 TM/mes a 1 440 TM/mes y también se mejoró el balance de aire del sistema de ventilación de – 153,51 m³/min a 26.24 m³/min en la Unidad Minera Españolita.

Palabras Claves: Crucero, desarrollo, estructura mineralizada, ventilación, costos.

ABSTRACT

Mining company Españolita, located in the district of Chaparra, province of Caravelí, Arequipa Region, where mining operations began at the 2266 m.s.n.m. and deepened to the level 2180 m.s.n.m. where the mining works are currently carried out, the Spanish mine aims to increase the monthly production and there is a shortage of air in the ventilation system, for that reason at the level 2130 m.s.n.m. Cruise 2130 will be developed. The time in which the 2130 cruise runs is approximately one year starting from December 2016 to December 2017, aims to intercept the mineralized structure at the level 2130 m.s.n.m. with an address of 156° NE and a length of 1 000 meters to cut the vein Ana, product of this development will increase the monthly production and generate a ventilation circuit where the balance of the ventilation system will be compensated and improved; whose method is the development of the cruise to intercept the mineralized structure, with the cost of cruise 2130 being approximately 411 770.48 US \$. The results obtained with the development of the 2130 cruise that intercept the mineralized structure (Ana vein), increased production to 1440 MT / month in the short term and improved the ventilation balance by $-153.51 \text{ m}^3/\text{min}$.

Key words: cruise, development, mineralized structure, ventilation, costs.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Empresa Minera Españolita S.A., está ubicada en el distrito de Chaparra, provincia de Caravelí, región de Arequipa. Geográficamente se encuentra localizado en el paraje del Cerro las Torrecillas dentro de las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes del Perú, a una altitud promedio de 2132 m.s.n.m., es concesionaria de Cristóforo 15 y Cristóforo 17, que comprenden un área de 300 hectáreas, sólo se trabajará la concesión Cristóforo 15 donde se emplazan 3 estructuras mineralizadas, la estructura denominada Veta Anita tiene potencial económico y está en proceso de exploración, esta veta emplazada de NW a SE con un Rumbo ondeante de S 70° E y con un buzamiento de 60° NE, la potencia media de la veta es de 1.20 metros y una ley de 7 g/TM. La Mina Españolita, es subterránea, las operaciones mineras se iniciaron en el nivel 2266 m.s.n.m. y se profundizó hasta el nivel 2180 m.s.n.m., pretende aumentar la producción y tiene un déficit de aire en el sistema de ventilación; por esa razón en el nivel 2130 m.s.n.m. se desarrollará el Crucero 2130, con una dirección de 156° NE y una longitud de 1000 metros y tiene como finalidad interceptar la estructura mineralizada, la metodología de investigación es descriptivo, experimental y prospectivo, su ciclo de minado estará debidamente organizado en 3 trabajos específicos: perforación, voladura y limpieza. La perforación será una parte primordial de la operación principal dentro del ciclo de minado, se debe tener bastante cuidado, ya que si esta es deficiente podría generar un atraso y pérdidas económicas para la empresa. La voladura se realizará con ANFO y dinamita

Semigelatina 65%, seguidamente la limpieza se realizará con una pala neumática marca ATLAS 12, el material es cargado en carros mineros (U-35) y acarreados a pulso hasta la cola de carros o cambios, desde este punto, la operación de transporte es realizada con una locomotora a batería marca SERMINSA de 1,5 TNS de capacidad, el desarrollo generará dos objetivos importantes: mejorar la producción y el sistema de ventilación.

Considerando el objetivo 1, al desarrollar el Crucero 2130 y al cortar la estructura mineralizada se explotará dos galerías al este y al oeste, en donde se pretende extraer 540 TM/mes, se tiene un programa de extracción mensual de 900 TM/mes de los niveles ya existentes, extrayendo un total de 1440 TM/mes.

De acuerdo al objetivo 2, una vez desarrollado se pretende comunicar el nivel 2130 con el nivel 2180 mediante una chimenea para generar un circuito de ventilación y de esta manera compensar y mejorar el balance de aire que es actualmente de $-153,51 \text{ m}^3/\text{min}$.

El Capítulo I, hace mención al objeto de la investigación de la cual se desprenden los objetivos: mejora de la producción y la ventilación, mediante el desarrollo del Crucero 2130, en la Mina Españolita.

El Capítulo II, se menciona las bases teóricas, así como los antecedentes (resultados o avances de estudios anteriores) que servirán de sustento para el proyecto de investigación.

El Capítulo III, se determina la metodología de investigación, para la obtención de datos, se enfoca a la caracterización del área de investigación indicando: la ubicación, acceso, geografía, clima, flora, fauna, geología, topografía y otros.

El Capítulo IV, se desarrolla el Crucero 2130, se obtiene los resultados, se logró en aumentar la producción de mineral de 900 TM/mes a 1440 TM/mes y mejoro el balance del sistema de ventilación de $-153.51 \text{ m}^3/\text{min}$ a $62,24 \text{ m}^3/\text{min}$.

1.1 Planteamiento del problema

En la Mina Españolita, las operaciones mineras se iniciaron en el nivel 2266 m.s.n.m. y se profundizó hasta el nivel 2180 m.s.n.m., a partir de este nivel

no es posible seguir profundizando para la extracción de mineral, porque aumentaría el costo de extracción, además en los niveles mencionados existe deficiencia de aire, los problemas que presenta es de aumentar su producción de mineral y mejorar el sistema de ventilación; el desarrollo del Crucero 2130 tiene como finalidad interceptar la estructura mineralizada (Veta Ana), Luego de esta manera se podrá aumentar su producción, actualmente se tiene un programa de producción mensual de 900 TM/mes de los niveles existentes, con respecto a la ventilación se observa que se cuenta con un déficit de aire de $-153.51\text{m}^3/\text{min}$ en interior mina, este déficit de aire se mejorará y se compensara, desarrollando y comunicando el nivel 2130 con el nivel 2180, esto generará un circuito de ventilación donde el aire ingresará por el nivel 2130 y el aire viciado saldrá por el nivel 2266 y sus respectivas chimeneas.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Pregunta general

¿Cómo se realiza el desarrollo del Crucero 2130, para la mejora de producción y ventilación en la Mina Españolita?

1.2.2 Preguntas específicas

¿Cómo es la mejora de la producción mediante el desarrollo del Crucero 2130 en la Mina Españolita?

¿Cómo es la mejora del sistema de ventilación mediante el desarrollo del Crucero 2130 en la Mina Españolita?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar el Crucero 2130 para la mejora de la producción y ventilación en la Mina Españolita.

1.3.2 Objetivos específicos

Mejorar la producción mediante el desarrollo del Crucero 2130, en la Mina Españolita.

Mejorar el sistema de ventilación mediante el desarrollo del Crucero 2130, en la Mina Españolita.

1.4 Justificación de la investigación

El proyecto de investigación es desarrollar el Crucero 2130 para la mejora de producción y ventilación en la mina Españolita, actualmente se tiene un programa de producción mensual de 900 TM/mes de los niveles existentes, desarrollando y cortando la estructura mineralizada se tiene proyectado extraer 540 TM/mes, aumentando la producción a 1440 TM/mes, este será un punto el cual justifique, además tiene una deficiencia de aire en el sistema de ventilación, en el estudio de ventilación realizado anteriormente se puede observar un déficit de aire el cual es de $-153.51\text{m}^3/\text{min}$, este déficit de aire se ha compensado y mejorado desarrollando y comunicando el nivel 2130 con el nivel 2180 mediante una chimenea, se genera un circuito de ventilación donde el aire ingresa por el nivel 2130 y el aire viciado sale por el nivel 2266, este es otra razón el por qué realizarlo el trabajo, que también sirva como información para otras investigaciones y proyectos de minas convencionales que tengan problemas de producción y ventilación similares a esta mina.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la investigación

Barrionuevo, A. (1996), en su tesis concluye que; se desarrolló la cortada 2540 N-S en el nivel 2540 con el objetivo de incrementar sus reservas, teniendo presente la traza del afloramiento del cuarzo lechoso. Con estos trabajos se esperaba incrementar considerablemente las reservas de mineral y lo que se obtuvo es 46 610 TM de reservas de mineral durante el año de 1995.

Machicao, J. (2000), en su concluye que; los problemas de explotación de este yacimiento son la informalidad, siendo una de las limitaciones para la profundización, por lo que el potencial de reservas es muy poco explorado debido al entorno. Dicha ocurrencia ha generado probablemente la crisis más difícil donde la empresa tiene que afrontar este problema y cuestionar estructuralmente el programa anual de exploraciones y su desarrollo.

Huanca, E. (2000), en su tesis concluye que; las labores de desarrollo y preparación se deben de realizar con un programa de planificación de acuerdo al planeamiento programado, la evaluación permanente en cuanto a la calidad del terreno, es muy importante para el tipo de sostenimiento a elegir y para el contratista es imprescindible llevar sus índices al día, para ver de manera objetiva sus avances y costos (Tareas, factor de carga, pies perforados, etc.).

Flores, S. (2001), en su tesis concluye que; la ventilación era deficiente más en las labores de desarrollo y preparación, esta deficiencia se está solucionando desarrollando y comunicando chimeneas entre niveles cada 120 m.

Muñoz, M. (2006), en su tesis concluye que; el desarrollo de las rampas dirigidas a la veta principal y a la veta maría rosa permitieron cumplir holgadamente un programa de ampliación de mina a 3 000 TM/día, La Veta María Rosa cuyas reservas cubicadas son 2 813,724 TM y La Veta Principal con 1 013,667 TM y a esto le agregamos las reservas de las vetas Aurea, Martita y el incremento de futuras reservas, se puede asegurar que la vida de la mina es por más de 10 años, dichas reservas justifican técnicamente y económicamente llevar a cabo el plan de ampliación de producción propuesto en la Unidad Chungar.

Liborio, M. (2007), en su tesis concluye que; para cumplir razonablemente la producción de 250 a 300 TM/día, el sistema de izaje vertical es más eficiente, que el inclinado de 30°. Hecho el análisis general de las posibles alternativas y a pesar de determinar que la extracción mediante el sistema de izaje vertical es más eficiente, el inclinado de 30° se adapta a las características del yacimiento de la zona por el bajo costo de inversión, menor tiempo de ejecución por lo tanto se opta por la ejecución del inclinado 470 de 30°.

Mamani, S. (2009), en su tesis concluye que; concluido el proyecto de la Rampa Mariana mejora el sistema de extracción y transporte, la Rampa Mariana sirve de salida de todas las unidades de transporte de mineral y desmonte eliminando tiempos de retrasos en espera de dar pase a otras unidades de transportes, Así mismo se bajó las altas temperaturas registradas en las labores de explotación y desarrollo en toda las zonas, Ingresando aire fresco por la rampa mariana y expulsando aire viciado por las chimeneas construidas estratégicamente.

Roldán, R. (2013), en su tesis concluye que; al ejecutar el desarrollo del Crucero 850 se consiguió aumentar la producción en un 50 % mas ya que gracias al crucero se pudo llegar a la estructura mineralizada y a vetas todavía no exploradas, se preparó tajos en la estructura mineralizada encontrada y se explotó el mineral de esta manera se logró incrementar la producción así mismo mejoro la

ventilación en la zona de operaciones 2 y mejoro la distribución de caudal de aire en la Minera Nueva Vera Cruz a través del crucero. Se debe también cumplir con el programa de exploraciones, desarrollos y las preparaciones de bloques para tajeos, para evitar paralizaciones o bajas de producción de minerales.

Medit, A. (2014), en su trabajo de investigación concluye que; con la implementación del sistema de extracción de minería mecanizada con winche de izaje en el inclinado 718 en la Mina Covar se logró una producción de 37,60 TM/guardia en comparación al sistema de izaje manual que producía solamente 7,19 TM/guardia, que nos muestra un incremento de producción de 30,41 TM/guardia.

Vargas, O. (2014), en su tesis concluye que; con el diseño del circuito de flujo de aire fresco, el caudal de ingreso se incrementó de 372,60 m³/min a 453 m³/min, comparando con el requerimiento total de caudal de aire para la zona Gisela es 416 m³/min, se tiene un saldo favorable de 37,00 m³/min, equivalente a una cobertura de 108.09 % que implica mejor aprovechamiento de flujo de aire.

Choque, O. (2016), en su tesis concluye que; todo el proceso de optimización del circuito de ventilación del proyecto Cortada 3 800 – Quenamari, funciona eficientemente, las mejores son notables en la ventilación de la cortada, del mismo modo el personal mejoro considerablemente su eficiencia operativa de trabajo, reportando mayor avance en los trabajos de rehabilitación.

Quispe, E. (2017), en su tesis concluye que; el caudal requerido para satisfacer las necesidades en interior mina es 570,00 m³/min y el caudal que mueve la presión de ventilación natural es 584,18 m³/min, el flujo natural abastece las necesidades, sin embargo, no todo el aire que ingresa a esta mina es productivo, ya que el 18,8 % de aire se evacua sin mucho aprovechamiento.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Generalidades

La Empresa Minera Españolita S.A. inicio el proyecto Cortada IV (Crucero 2130), a mediados de diciembre del 2016 un crucero de 1 000 metros lineales con el objetivo de cortar la estructura mineralizada (Veta Ana), el ciclo

de minado está debidamente organizado en 3 trabajos específicos: perforación, voladura y limpieza.

2.2.2 Perforación

La perforación es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es el de abrir en la roca huecos cilíndricos destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores, denominados taladros, barrenos, hoyos o blast holes. Se basa en principios mecánicos de percusión y rotación, cuyos efectos de golpe y fricción producen el astillamiento y trituración de la roca en un área equivalente al diámetro de la broca y hasta una profundidad dada por la longitud del barreno utilizado. La eficiencia en perforación consiste en lograr la máxima penetración al menor costo. En perforación tienen gran importancia la resistencia al corte o dureza de la roca (que influye en la facilidad y velocidad de penetración) y la abrasividad. Esta última influye en el desgaste de la broca y por ende en el diámetro final de los taladros cuando ésta se adelgaza (brocas chupadas), (López & García, 2001).

2.2.2.1 Variable de la perforación

- Percusión
- Rotación
- Avance
- Barrido.

2.2.2.2 Principales equipos y accesorios de perforación

Jack leg (RNP - X250): Son utilizadas para la perforación de los frentes, y en las labores de preparación. Presentan un accionamiento neumático con mecanismo rotopercutivo. Requieren de un mínimo de 85 lb /pulg² (6 bares) de presión de aire y un caudal de agua de 3 lt/min. Con 2 300 impactos por minuto (RNP, 2000).

2.2.2.3 Partes importantes de la perforadora RNP-X250 (119 piezas)

Cuerpo delantero:

- Sujetador de barreno (grampa)
- Buje de rotación
- Bocina

- Tuerca del buje (bronce)
- Porte intermedio.

Cilindro:

- Barra estriada
- Válvula principal
- Caja de válvula
- Triquete
- Caja del triquete.

Cuerpo trasero (culata)

- Válvula de mando
- Casquillo del soplado de aire
- Boquilla de entrada de agua
- Empuñadura y perno lateral
- Tubo de barrido de aire (RNP, 2000).

2.2.3 Voladura

La voladura consiste en crear una abertura de una cavidad inicial mediante un cuele o arranque que es una disposición de taladros para crear una cara libre y posteriormente la voladura del resto de la sección rompiendo hacia dicha cara libre o cavidad inicial. La característica resaltante en el avance es que la única cara libre es el frente de trabajo, lo que va a originar una voladura de gran confinamiento y en consecuencia los consumos específicos de explosivos van a ser mayores (Bernaola & Castilla, 2013).

2.2.3.1 Características del explosivo:

Existe una variedad de características de los explosivos entre los que destacan la densidad, presión de detonación, resistencia al agua, potencia y energía. Considerando todos estos factores, en la actualidad se viene generalizando el uso de producto dinamita FAMESA 65 % (FAMESA, 2000).

Dinamitas FAMESA 65 %: dinamita Semigelatina de buen poder rompedor y alto efecto empujador. Recomendado para uso en voladura de rocas intermedias a

duras. Cajas de cartón corrugado de 25 kg. Explosivos tipo A UN 0081 Clase 1.1
D.

Propiedades:

- Sensible al detonador No. 8 y al cordón detonante de bajo gramaje.
- Alta velocidad de detonación.
- Buena resistencia al agua.
- Densidad media.
- Larga vida útil (FAMESA, 2000).

Tabla 1
Especificaciones técnicas de FAMESA 65 %

| Características de FAMESA 65 % | | |
|---|------------|---------|
| Densidad | 1,12 ± 3 % | g/cm |
| Velocidad de detonación * | 4200 | m/s |
| Velocidad de detonación ** | 5000 | m/s |
| Presión de detonación | 70 | kbar |
| Energía | 950 | kcal/kg |
| Volumen normal de gases | 932 | l/kg |
| Potencia relativa por peso (ANFO =100) | 104 | % |
| Potencia relativa por volumen(ANFO=100) | 144 | % |
| Resistencia al agua (según norma técnica peruana) | 6 | horas |
| Categoría de humos | 1 | |
| Vida útil | 18 | meses |
| * Sin confinar | | |
| ** Confinado en tubo de 1 1 / 2" de diámetro | | |

Fuente: FAMESA

2.2.3.2 Accesorios de voladura

En todas las labores de avance se hace la conexión convencional utilizando mecha de seguridad y fulminante común N° 8 (Bernaola & Castilla, 2013).

Fulminante simple N° 8: está conformado por un casquillo cilíndrico de aluminio cerrado en uno de sus extremos, en cuyo interior lleva una carga primaria de un explosivo sensible a la chispa y otra secundaria de alto poder explosivo, su diseño

permite que la carga primaria sea activada por la chispa de la mecha de seguridad, la cual inicia la carga secundaria. El fulminante tiene un buen funcionamiento siempre y cuando, se cumplan con las recomendaciones de un adecuado ensamblado a la mecha de seguridad, ya que si no se realiza un correcto ensamblado se tendrá problemas en la voladura (FAMESA, 2000).

Tabla 2
Especificaciones técnicas de fulminante N° 8

| Características del fulminante | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Longitud | 48.50±0.10 mm |
| Diámetro externo | 6.10±0.10 mm |
| Diámetro interno | 5.40±0.10 mm |
| Volumen Trauzl | 23.36 cm ³ |
| Resistencia al impacto | Si cumple 2kg en 1metro |
| Carga explosiva total | 900 mg |
| Sensibilidad a la chispa | |
| Buen de la mecha de seguridad | |

Fuente: FAMESA

Mecha de seguridad: está compuesta por capas de diferentes características las cuales protegen al núcleo de pólvora, tiene un recubrimiento final de material plástico que asegura una excelente impermeabilidad y buena resistencia a la abrasión. Se le usa complementariamente con un fulminante simple el cual es encapsulado por personal altamente capacitado en la materia (FAMESA, 2000).

2.2.4 Limpieza y acarreo de mineral y desmonte

El libro de María B. Díaz Aguado de carga, transporte y extracción en minería subterránea, recomienda realizar la limpieza del mineral y desmonte en cruceros de minas convencionales con pala neumática y el acarreo con carros mineros sobre líneas de riel, estos carros mineros son jalados por una locomotora hasta la cancha de mineral y desmonte. El material estéril extraído de la mina es depositado en botaderos de desmonte ubicados en las laderas, al pie de las respectivas bocaminas (Díaz,2001).

Pala neumática: son equipos montados sobre ruedas para rieles que carga el material roto a través de una cuchara accionada neumáticamente. Requieren una presión mínima de aire de 85 PSI, son utilizados en labores de avance. Mientras que la cuchara se encuentra en su posición inferior y mediante el avance de la máquina, se introduce el material roto llenándose mediante embragues. Luego la cuchara se levanta y vuelca atrás, lanzando el material roto sobre el carro minero para inmediatamente volver a su posición de carguío por efecto de los resortes de retomo y de su propio peso (ATLAS,2000).

Locomotora 1,5 TNS: transportara el desmonte y mineral desde la labor de avance hasta la superficie, requieren de energía eléctrica cedida por la batería que es transportada por la misma locomotora (SERMINSA, 2002).

Carros mineros: son tolvas construidas a base de planchas metálicas, montados sobre chasis y ruedas de acero que tienen por finalidad de transportar el desmonte (U-35). Están acondicionadas sobre un chasis que se utiliza para transportar el desmonte del crucero 2130, de volteo lateral (tolva móvil) y es de construcción ideal para el acarreo a mano y con locomotora. Los carros mineros que se usan son de tipo (U-35) de 1,46 toneladas de capacidad y de fácil empinado a la locomotora (ATLAS, 2000).

2.2.5 Sostenimiento

Cuadro cónico: consta de tres piezas un sombrero y dos postes, si las presiones del techo o de las paredes son elevadas, entonces se coloca cuadros cónicos; el cuadro tiene forma trapezoidal, la inclinación de los postes se encuentra entre 1 a 1.5 pulgadas por pie, lo cual es usualmente suficiente para prevenir que el fondo de los postes “empuje” hacia adentro. Cuando la presión lateral sea excesiva y el fondo sea suave se puede colocar una cuarta pieza sobre el piso, la que se denomina solera (Cañahua, 2015).

2.2.6 Ventilación

La necesidad de contar con una infraestructura que permita resolver los problemas de ventilación en el minado subterráneo, se simplifica con el uso de explosivos convencionales, para el caso dinamita Semigelatina de 65 %, fulminante común N° 8 y guía de seguridad, lo que da una Flexibilidad a un

sistema de ventilación adecuado. El minado subterráneo, para el método de explotación por cortes ascendentes, y relleno detrítico y desmonte obtenido para los tajeos por medio de labores de avance su desarrollo, preparación y explotación comprende los siguientes pasos:

- Al iniciar una galería, al llegar a los primeros 50 metros como máximo debe proyectarse una chimenea de ventilación hacia superficie y/o labor superior.
- A partir de los primeros 20 metros, en una labor ciega, es obligatoria la instalación de un ventilador auxiliar con su manga respectiva de material polipropileno siguiendo el procedimiento de trabajo seguro (PETS) hasta la integración de la labor minera al sistema de ventilación natural.
- En las labores de preparación (subniveles) se ejecutará primero con la construcción de la chimenea de ventilación o en su caso con la instalación de un ventilador auxiliar.
- Para el laboreo de explotación es indispensable su inicio con la respectiva chimenea de ventilación o la comunicación física con otra labor conectada al circuito de ventilación (Novitzky, 1962).

2.2.6.1 Los sistemas principales de ventilación

Ventilación natural: se emplea generalmente en la mayoría de las minas que no utilizan equipos diésel y ANFO en interior mina, en la ventilación natural se genera un circuito de ventilación cuando hay un lugar de entrada y de salida esto se produce porque existe una diferencia de alturas entre la entrada y la salida, lo que se denomina intercambio termodinámico entre la superficie y el interior (el aire caliente desplaza al aire frío produciendo circulación). Otro variable es que la ventilación natural es inestable y fluctuante, esto va depender de la época del año y en algunos casos del día y la noche (lock, 1999).

Ventilación mecánica: se convierte en necesidad para mantener un flujo de aire, mayor al mínimo de 20 metros x min., a fin de eliminar gases nocivos, polvo particulado, porcentaje de humedad y temperatura ambiental dentro de los límites permisibles. Los ventiladores empleados son los axiales por su mejor manejo en volumen e instalación de acuerdo a su empleo son:

- Principales: para el uso general de la mina.

- Secundarios: para aumentar el volumen de aire circulante de una zona determinada.
- Auxiliares: para ventilar labores ciegas, provisto de mangas de diferentes materiales y dimensiones, para trabajar aspirando o inyectando y/o combinando (lock, 1999).

2.2.6.2 Selección de un ventilador

Para seleccionar un ventilador es preciso calcular la caída de presión, originado por fricción y choque debido a curvaturas, cambio de secciones, obstrucciones, por tanto, la solución depende de las características del terreno, forma y dimensiones del laboreo (Luque, 2010).

2.2.7 Principios fundamentales para un estudio de ventilación

Para definir un sistema de ventilación debe considerarse los siguientes factores:

2.2.7.1 Dimensiones de labores:

- Cruceros
- Galerías.
- Piques.
- Chimeneas.
- Chimeneas doble.
- Subniveles.
- Tajos (Luque, 2010).

2.2.7.2 Normas vigentes para requerimientos de aire

- Aire requerido por trabajador: 100 cfm
- Velocidad mínima del aire: 20 metros x min.
- Factor de corrección por altura: 9,902 pies m.s.n.m.
- Concentración de polvo: en interior mina $\leq 3 \text{ mg/ m}^3$ de aire
- Circulación mínima de aire: contenido de oxígeno 19,5 % (Córdova & Molina, 2011).

2.2.7.3 Personal que labora por guardia

El ritmo de trabajo en interior mina es de dos guardias, con una cantidad de

trabajadores y un supervisor por guardia, que son considerados directamente incluidos dentro del ambiente de interior mina por un lapso de 10.5 horas de trabajo con un lapso de descanso a media jornada según (Luque, 2010).

2.2.7.4 Grados de intoxicación, por combustión incompleta

La producción de gases tóxicos tipo CO, NO₂ es debido a que los explosivos no llegan a realizar su reacción completa, debido a una mala confinación, atacado deficiente o al empleo de materiales combustibles (Córdova & Molina, 2011).

En la tabla 3, se aprecia el grado de intoxicación.

Tabla 3
Características de los gases

| Contenido de porcentaje del CO – NO Y NO ₂ | |
|---|---|
| 0.2 – CO | No ocurre intoxicación |
| 0.03- CO | Cantidad mínima para cualquier intoxicación |
| 0.05 – CO | Desmayo después de 30 minutos |
| 0.1 – CO | Dificultades al caminar |
| 0.2-0.3 – CO | Gran intoxicación en forma casi inmediata |
| 0.8-1.5 – CO | Muerte estando expuesto durante 30 a 60 minutos |
| 2.0 – 3,0 – CO | Muerte inmediata |
| 0,003 – NO Y NO ₂ | No ocurre intoxicación |
| 0,01 – 0,02 NO Y NO ₂ | Soportable durante 20 a 60 minutos |
| 0,03 – 0,08 NO Y NO ₂ | Muerte inmediata |

Fuente: ISEM

2.2.7.5 Principios de presión y temperatura

Para que se origine la ventilación debe haber:

- Dos puntos de diferente presión ($>P$ a $<P$)
- Diferencia de Temperatura ($>T^{\circ}$ a $<T^{\circ}$) (lock, 1999, p. 85)

2.2.7.6 Circuitos básicos de ventilación

Circuitos en serie

Caracterizado porque la corriente de aire circula sin ramificación, por lo que el caudal permanece constante para estos las galerías está conectada en sus extremos

Propiedades

1.- El caudal que pasa por cada labor es constante

$$Q \text{ Total} = Q1 = Q2 = \dots = Qn$$

2.- La caída de presión es igual a la suma de las caídas parciales

$$H \text{ Total} = H1 + H2 + \dots + Hn$$

Circuitos en paralelo

Las labores se ramifican en un punto, en dos o varios circuitos que se unen en otros puntos

Propiedades

1.- El caudal total es la suma de todos los caudales parciales

$$Q \text{ Total} = Q1 + Q2 + \dots + Qn$$

2.- La caída de presión es igual en todos los puntos independientemente de la longitud de la Labor y resistencia y caudal de aire

$$H \text{ Total} = H1 = H2 = \dots = Hn \text{ (Córdova \& Molina).}$$

2.2.7.7 Cantidad de aire total necesario

El objetivo principal del estudio de ventilación, es determinar la cantidad y calidad del aire que debe circular en ella; los factores que influyen en la determinación de este caudal, dependerán de las condiciones propias de cada operación y del método de explotación, del caudal necesario para satisfacer las necesidades del personal y de los equipos en operación y que se establecerán de acuerdo a los requerimientos legales, bienestar y eficiencia del trabajo (Novitzky, 1962).

Cantidad de aire necesario para el personal

Para que se origine la ventilación debe haber:

$$Q1 = q * n$$

Donde:

Q1: Cantidad de aire necesario para el personal (m³/min)

q: Cantidad de aire mínimo por personal (m³/min) según RHSM, necesidades de aire según la altitud para respiración del personal

De 0,00 m.s.n.m a 1500 m.s.n.m. 3,00 (m³/min)

De 1501 m.s.n.m a 3000 m.s.n.m. 4,20 (m³/min)

De 3001 m.s.n.m a 4000 m.s.n.m. 5,10 (m³/min)

De 4001 m.s.n.m a mas m.s.n.m. 6,00 (m³/min)

n: número de personas en operación (Calizaya,2010)

Cantidad de aire necesario para uso de equipo diésel

$$Q2 = K * N$$

Donde:

Q2: Cantidad de aire necesario para uso de equipo diésel (m³/min)

K: Cantidad de aire mínimo por cada HP es 3,00 m³/min

N: Número de HP de los equipos autorizados y que trabajan en la mina (Calisaya, 2010).

Cantidad de aire para necesario para diluir contaminantes por polvo y gases

$$Q3 = V * N * a$$

Donde:

Q3: Cantidad de aire para diluir contaminantes por explosivos (m³/min)

V: Velocidad del aire 20 m³/min (dinamita), 25 m³/min (ANFO)

N: Número de niveles en trabajo de la mina

a: Área promedio de las secciones de las labores de trabajo (Calisaya, 2010).

2.2.8 Costos en minería subterránea

Una mina es concebida bajo un diseño inicial, en el cual guarda una relación en ese momento, la ubicación del tiro o rampa de acarreo con respecto al centro del yacimiento, ya sea que esté formado por un sistema de vetas, cuerpo de mineral masivo o diseminado, mantos, chimeneas o la mezcla de todos ellos. Lo ideal sería que desde el principio se conocieran todas estas relaciones y se implementara un sistema de explotación y extracción que operara con los menores costos unitarios. La realidad es diferente pues al paso del tiempo la misma operación va cambiando conforme se encuentra que el yacimiento se extiende hacia los lados, se profundiza, o en el peor de los casos no aparece como se había concebido, o bien cambios en la cotización de los metales, cambios en la forma concebida del yacimiento, que afecta el volumen de mineral o costos más altos de lo previsto, hicieron que una proporción de las reservas de mineral dejaran de ser costeables. Estas situaciones sin duda cambiarían la planeación de la mina y nos

llevarían a situaciones no previstas y quizás a costos unitarios mayores. También es posible enfrentar situaciones que incrementan los costos, como encontrar mayor presencia de agua ya sea incluida en las fracturas de mineral o asociada a diques, fallas o huecos en la roca encajonante, o bien encontrar roca más compacta o más frágil de lo previsto que viene a representar mayor costo ya sea por requerir más acero para perforarla o para contenerla en su lugar (anclaje), el papel del personal que administra los recursos a cada nivel de la operación y administración, debe proponer soluciones factibles tanto desde el punto de vista operativo (seguridad, calidad y costo), como de administración (suministrar recursos), para solventar esta situación y así sostener la operación rentablemente. El papel que representa contar con un sistema de registro de costos incurridos por las diversas actividades que conforman el sistema de producción, incluyendo tanto las productivas como las de apoyo y servicios, es elemental para localizar todas las oportunidades de mejora posibles (Asuaga, 2008).

2.2.8.1 Metodología universal

La metodología universal comprende principalmente de realizar estos tres aspectos.

- Describir.
- Valorizar.
- Comparar (Asuaga, 2008).

2.2.9 Formulación de hipótesis

2.2.9.1 Hipótesis general

Con el desarrollo del Crucero 2130, se logrará la mejora de la producción y ventilación en la Mina Españolita.

2.2.9.2 Hipótesis específica

La producción, se logrará la mejora mediante el desarrollo del Crucero 2130 en la Mina Españolita.

El sistema de ventilación, se logrará la mejora mediante el desarrollo del Crucero 2130 en la Mina Españolita.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Metodología

Los objetivos son de aumentar la producción y mejorar el sistema de ventilación, esto se logrará desarrollando el Crucero 2130, el método será desarrollar, para la mejora de producción y ventilación, los resultados que se esperan obtener es de aumentar la producción de 900 TM/mes a 1440 TM/mes y mejorar el balance de aire que es de $-153.51 \text{ m}^3/\text{min}$. El ciclo de minado estará debidamente organizado en 3 trabajos específicos: perforación, voladura y limpieza. La perforación será una parte primordial de la operación principal dentro del ciclo del minado, se debe tener bastante cuidado en la perforación ya que si esta es deficiente podría generar un atraso y pérdidas económicas para la empresa. La voladura se realizará con ANFO y dinamita Semigelatina 65%, seguidamente la limpieza se realizará con una pala neumática marca ATLAS 12, el material es cargado en carros mineros U-35 y acarreados a pulso hasta la cola de carros o cambios, desde este punto, la operación de transporte es realizada con una locomotora a batería marca SERMINSA de 1,5 TNS de capacidad, este será el ciclo de minado que se llevará durante un año hasta cortar la estructura mineralizada.

El presente proyecto de investigación es tipo descriptivo porque describe la situación actual de las características de la Mina Españolita, con diseño no experimental longitudinal, por otra parte es de causa y efecto, donde la causa es

de realizar el desarrollo del Crucero 2130; y su efecto serán los resultados que se tienen después de haber llegado a los 1000 m y cortado la estructura mineralizada, también podemos mencionar que es un estudio tipo prospectivo puesto que la ejecución de los resultados beneficiaría a la empresa. la mayor parte del trabajo se realizaría con la ayuda de una investigación geológica, topográfica y de operación mina.

3.2 Población

La Empresa Minera Españolita S.A., es concesionaria de las concesiones mineras Cristoforo 15 y Cristoforo 17, con códigos N° 010127200 y 010067001, que comprenden un área de 300 hectáreas, ubicados en el distrito de Chaparra, provincia de Caravelí, región de Arequipa, las que han sido concesionadas por su titular, Doña Cielo Verónica Carneiro Ponce a favor de la Empresa Minera Españolita S.A.

Tabla 4
Coordenadas de las concesiones Cristoforo 15 y 17

| Coordenadas UTM – DATUM (WGS – 84) | | |
|---|------------------|----------------|
| Coordenadas de la concesión Cristoforo 15 de 200 hectáreas. | | |
| 1 | 8 269 000,00 – N | 609 000,00 - E |
| 2 | 8 268 000,00 – N | 609 000,00 - E |
| 3 | 8 268 000,00 – N | 607 000,00 – E |
| 4 | 8 269 000,00 – N | 607 000,00 – E |
| Coordenadas de la concesión Cristoforo 17 de 100 hectáreas. | | |
| 1 | 8 269 000,00 – N | 607 000,00 – E |
| 2 | 8 268 000,00 – N | 607 000,00 – E |
| 3 | 8 268 000,00 – N | 606 000,00 – E |
| 4 | 8 269 000,00 – N | 606 000,00 – E |

Fuente: Empresa Minera Españolita

3.3 Muestra

La muestra está constituida por las coordenadas donde se llevará a cabo el proyecto del desarrollo del Crucero 2130.

Las coordenadas UTM (en el DATUM WGS- 84) del Crucero 2130 son:

Norte : 8 269 431,581

Este : 607 203,930

Cota : 2 129,000 m.s.n.m

3.4 Unidad de muestreo

La unidad de muestreo del desarrollo del Crucero 2130 es la cantidad de toneladas métricas de mineral a aumentar y el mejoramiento del balance de ventilación.

3.5 Operacionalización de variables

Desarrollo del Crucero 2130 para la mejora de producción y ventilación en la Mina Españolita.

3.5.1 Variable independiente

Desarrollo del Crucero 2130 en la Mina Españolita.

3.5.2 Variable dependiente

Mejora de producción y ventilación en la Mina Españolita.

3.6 Técnicas de recolección de datos

Las pruebas de campo se utilizarán como método de recolección de datos, las pruebas de campo es una de las técnicas aplicativas más recurrentes en el marco educativo, por la riqueza de su información y la influencia de la misma en el resultado del estudio realizado. Orientándola y enfocándola a un objetivo concreto de la investigación, formulado de antemano, planificado en fases, aspectos lugares, y personas. Controlando y relacionado con proposiciones y teorías, planteamiento científico y explicaciones profundas. Sometiendo controles de veracidad, objetividad, fiabilidad y precisión.

3.7 Técnicas de tratamiento de datos (estadística)

La Empresa Minera Españolita S.A. inicia el desarrollo del Crucero 2130 en el nivel 2130, en diciembre del 2016 y culmina en diciembre del 2017, se muestran las estadísticas en el Capítulo IV, de los trabajos realizados en el periodo de ejecución del desarrollo del Crucero 2130 y explotación de mineral del nivel 2130.

Se realizó las estadísticas de los siguientes trabajos:

- Avance mensual del desarrollo del Crucero 2130, de diciembre del 2016 a diciembre del 2017.
- Producción mensual del nivel 2266 al nivel 2180 de diciembre del 2016 a enero de 2018.
- Producción mensual por semana del nivel 2130, de enero de 2018
- Producción mensual de la mina Españolita de diciembre del 2016 a enero de 2018.
- Estudio de ventilación: tiempos que demora el aire en recorrer dos metros en los puntos de ingresos y salidas.

3.8 Características del área de estudio

3.8.1 Ubicación del proyecto

La Mina Españolita y el desarrollo del Crucero 2130, políticamente se encuentra ubicada en el distrito de Chaparra, provincia de Caravelí, región de Arequipa. Geográficamente se encuentra localizado en el paraje del Cerro las Torrecillas dentro de las estribaciones de la cordillera occidental de los andes del Perú, a una altitud promedio de 2132 m.s.n.m., las coordenadas UTM ver en la tabla 5.

Las coordenadas UTM (en el DATUM WGS – 84) del Crucero 2130 son:

Norte : 8 269 431,581

Este : 607 203,930

Cota : 2 129,000 m.s.n.m.

Tabla 5

Coordenadas de la Mina Españolita

| Coordenadas UTM – Españolita I | | |
|--------------------------------|-------------|---------------|
| 1 | 608 000 – E | 8 270 000 – N |
| 2 | 608 000 – E | 8 269 000 – N |
| 3 | 607 000 – E | 8 269 000 – N |
| 4 | 607 000 – E | 8 270 000 – N |

Fuente: Empresa Minera Españolita

3.8.2 Acceso

El acceso a la Empresa Minera Españolita es posible por vía terrestre, siguiendo las siguientes rutas, ver tabla 6.

3.8.3 Geografía

Geográficamente se encuentra localizado en el paraje del Cerro las Torrecillas dentro de las estribaciones de la cordillera occidental de los andes del Perú, a una altitud promedio de 2132 m.s.n.m., donde carece la presencia de vegetación y agua.

Tabla 6
Ubicación de la empresa

| Descripción de la ubicación de la empresa | | | | |
|--|-----------|------------|------------|-------------------|
| Descripción | Vía | Estado | Kilometro | Tiempo (horas) |
| Arequipa – Chala | Terrestre | Asfaltado | 580 | 7,00 |
| Chala - cruce a Chaparra | Terrestre | Asfaltado | 17 | 0,33 |
| cruce a Chaparra - desvío Mina Españolita | Terrestre | Asfaltado | 5 | 0,17 |
| Desvío Mina Españolita – Mina Españolita | Terrestre | Carrozable | 30 | 1,00 |
| Total | | | 632 | 8,50 |

Fuente: Empresa Minera Españolita

3.8.4 Clima

El clima es principalmente frío a templado de territorio semiárido, seco entre abril y noviembre, con ligeras precipitaciones entre enero y marzo, su temperatura promedio varía de 10 - 20 °C, aproximadamente.

3.8.5 Vegetación y fauna

En las partes altas de la zona existe una fauna silvestre pobre, propia de zonas secas y desérticas, observándose presencia de gallinazos, zorros, búhos, ratas, ratones, lagartijas y otros. Hay presencia de artrópodos como escorpiones, coleópteros, arañas, etc.

Los cambios de las estaciones del año, juegan un papel importante para la vegetación de la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes (Batolito de la costa); siendo la vegetación escasa, tan sólo se caracteriza por la presencia de cactus y hierbas estacionales muy dispersas, pequeños arbustos.

3.8.6 Geología local

Localmente la geología está compuesta por diorita con gradación a tonalita, con facies porfíricas, con discontinuidades particulares como diaclasas, fallas locales y la presencia de fallas regionales NW – SE (Falla Palomino y Falla Los Médanos). La geología local del área, está constituida por afloramientos de rocas intrusivas posiblemente del cretáceo inferior: hipabisales del complejo Bella Unión (monzonita – sienita) y plutónicas del Batolito de la Costa, superunidad tiabaya (tonalita – dioritas) constituida por plagioclasas, feldespatos y ferromagnesianos de textura granular a microgranular de color gris claro, con niveles de epidota y de color pardo rojizo por intemperismo, que influyeron directamente en la mineralización. Además de estas rocas intrusivas se tiene diques dacíticos de textura porfiroide que están encajados en ella y en su entorno con potencia variable, mayormente son dioritas de colores oscuros debido a la presencia de minerales ferromagnesianos; biotita, piroxenos, anfíboles, olivino y además depósitos cuaternarios en áreas negativas de la zona. Donde se emplaza el yacimiento se caracteriza por el fuerte tectonismo y distorsión presente, se observa una zona de fuerte cizallamiento, habiendo estructuras paralelas y se observa una continuidad, en algo más de 1 km de longitud, teniendo la zona mineralizada anchos variables de 0,10 a 2,00 m. dentro del plutón de tonalita - diorita, con mineralización de óxidos de Fe en superficie y sulfuros de Cu-Au debajo de estos óxidos. El rumbo de la zona de cizallamiento es al W-NW y buzamiento de 60° a 65° NE, existiendo otro sistema de E - W con buzamientos hacia el N, que son las estructuras donde se emplazan las vetas de la mina (Cañahua, 2015).

3.8.7 Geología estructural.

El plegamiento andino de edad cretáceo inferior a terciario medio, ha ocasionado la formación de fracturas de tensión y fracturas de cizalla, con rumbos NW – SE, y EW respectivamente. Estas fracturas han sufrido movimientos pre y

post mineralización formando fallas poco potentes. Las estructuras mineralizadas halladas en mina Cristoforo 15, tienen buzamiento de encuentro lo que podría significar que tal vez converja en profundidad señalando el origen de la mineralización (Carhuancho, 2015).

3.8.8 Geología económica.

3.8.8.1 Mineralogía y columna estratigráfica.

La mineralogía de Cristoforo 15 y Cristoforo 17, es la misma, es decir pertenecen al mismo distrito, consistente en cuarzo aurífero, pirita y muy poca calcopirita.

3.8.8.2 Descripción estructural.

Solo se trabajará la concesión Cristoforo 15 donde emplazan 3 estructuras mineralizadas, la estructura denominada Veta Anita tiene potencial económico y está en proceso de exploración.

Veta Ana

Esta veta emplazada de NW a SE con un rumbo ondeante de S 70° E y con un buzamiento de 60° NE, hacia el este de la concesión se evidencia un cambio de rumbo de N 66° E y con un buzamiento de 58° NW, la potencia media de la veta es de 1,20 metros y una ley de 7 g/TM. La cual se compone de cuarzo gris ahumado, pirita de grano fino a grueso y en algunas zonas hay presencia de calcopirita de grano fino, hay alteración argílica moderada, lo que nos evidencia la buena conformación en su emplazamiento (Cañahua, 2015).

3.8.9 Topografía de la zona

La topografía de la zona que varía desde llanas a muy accidentadas, se observa zonas planas, onduladas, accidentadas y muy accidentadas.

3.8.10 Suministro de agua

En la zona de explotación de la mina, se cuenta con 2 pozos de concreto; de 6 m³ para consumo humano y 16 m³ para consumo industrial que sirve para el

almacenamiento de agua, los consumos de agua lo podemos observar en la tabla 7.

Tabla 7
Consumo de agua

| Cantidad y consumo por persona de agua | | | |
|--|--------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Actividad | Consumo | Cantidad | Consumo |
| | (m ³ / persona) | | (mensual) |
| Consumo industrial | | 6,2 m ³ /día | 186 m ³ |
| Consumo humano | 0,014 m ³ x persona | 1,16 m ³ /día | 36 m ³ |
| Total | | | 222 m ³ |

Fuente: Empresa Minera Española.

3.8.11 Fuerza laboral

Se estima un promedio de 130 trabajadores/mes en la actividad minera. La fuerza laboral proviene en su mayoría de los departamentos de Huancavelica, Arequipa, Cusco y Puno, que totalizan 130 trabajadores, como se detalla en la tabla 8.

Tabla 8 Fuerza laboral

| Cantidad de personal en mina | | | |
|------------------------------|---------|-----------|-------|
| Sección | Obreros | Empleados | Total |
| Interior mina | 105 | 5 | 110 |
| Exterior mina | 18 | 2 | 20 |
| Oficina principal | 0 | 7 | 7 |
| Total | | | 137 |

Fuente: Empresa Minera Española.

CAPÍTULO IV

RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 Generalidades

La Empresa Minera Españolita S.A. iniciará el proyecto cortada IV (Crucero 2130), en diciembre del 2016 un crucero de 1000 metros lineales el cual traerá como mejoras aumentar la producción y mejorar el sistema de ventilación.

4.2 Desarrollo del Crucero 2130

El desarrollo del Crucero 2130 inicia dentro de la cuadrícula Españolita I en el nivel 2130 m.s.n.m, tiene como finalidad principal interceptar la estructura mineralizada (Veta Ana) a los 1000 m y con una dirección de 156° NE, estos 1000 m se desarrollará en aproximadamente un año calendario, está cortada inicia su ejecución en diciembre del 2016 y terminará en diciembre del 2017, con un costo aproximado de 411 770,48 US\$ y como objetivos específicos:

- Aumentar la producción de la Mina Españolita
- Mejorar el sistema de ventilación de la Mina Españolita

Se muestra el planeamiento del Crucero 2130, de diciembre del 2016 a diciembre del 2017, ver tabla 9

Tabla 9

Planeamiento del desarrollo

| Programa de avance del Crucero 2130 | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Tiempo | Avance mensual del Crucero 2130 (m) | Precio unitario por metro \$/m | Inversión del crucero mensual (\$) | Inversión del refugio mensual (\$) | Inversión mensual total US\$ |
| Dic-2016 | 4 | | | | 5000 |
| Ene-2017 | 83 | 402,38 | 33 397,54 | 500 | 33 897,54 |
| Feb-2017 | 83 | 402,38 | 33 397,54 | 500 | 33 897,54 |
| Mar-2017 | 83 | 402,38 | 33 397,54 | 500 | 33 897,54 |
| Abr-2017 | 83 | 402,38 | 33 397,54 | 500 | 33 897,54 |
| May-2017 | 83 | 402,38 | 33 397,54 | 500 | 33 897,54 |
| Jun-2017 | 83 | 402,38 | 33 397,54 | 500 | 33 897,54 |
| Jul-2017 | 83 | 402,38 | 33 397,54 | 500 | 33 897,54 |
| Ago-2017 | 83 | 402,38 | 33 397,54 | 500 | 33 897,54 |
| Set-2017 | 83 | 402,38 | 33 397,54 | 500 | 33 897,54 |
| Oct-2017 | 83 | 402,38 | 33 397,54 | 500 | 33 897,54 |
| Nov-2017 | 83 | 402,38 | 33 397,54 | 500 | 33 897,54 |
| Dic-2017 | 83 | 402,38 | 33 397,54 | 500 | 33 897,54 |
| Total | 1000 m | | | | 411 770,48 US\$ |

Fuente: Empresa Minera Española

Descripción de la tabla 9:

- En la tabla podemos ver: el programa de avance mensual y el costo mensual.

- Tiempo: se describe el año y los meses en que se ejecutara la bocamina y el desarrollo del Crucero 2130.
- Avance mensual: indica la cantidad de metros que se avanzara por mes.
- Precio unitario por metro: es el costo por metro de avance del desarrollo del Crucero 2130.
- Inversión del crucero mensual: se obtendrá de la multiplicación del avance mensual por precio unitario por metro.
- Inversión del refugio mensual: es el costo mensual del desarrollo de los refugios
- Inversión mensual total: será la suma de la inversión del crucero mensual más la inversión del refugio mensual.
- Al final podemos observar la suma del avance total que es de 1000 m, también la suma de la inversión total necesaria para el desarrollo del Crucero 2130 que es de 411 770,48 US\$.

4.3 Ciclo de minado del proyecto

El ciclo del minado del proyecto Cortada IV está debidamente organizado en 3 trabajos específicos: perforación, voladura y limpieza.

Personal por guardia

- Maestro perforista y palero.
- Ayudante perforista y palero.
- Operador de locomotora (también cumplirá labores de tercer hombre).
- Ayudante motorista (también cumplirá labores de cuarto hombre).

Guardias por día

- Dos guardias por día.

4.4 Perforación

El desarrollo del Crucero 2130 tendrá una longitud 1000 metros, y la sección del crucero es de 2,10 de ancho por 2,40 de alto y la longitud de perforación es de 6 pies. Se realizará 12 refugios, la distancia de refugio entre refugio es de 83 metros, cada refugio tiene una sección de 1,80 de ancho por 2,10 de alto y la longitud de perforación es de 6 pies. Se tiene bastante cuidado en la perforación ya que si esta es deficiente podría generar un atraso y perdidas económicas para la empresa, también se controla la sección, la gradiente (1 /4000)

y la dirección, se realizará con una perforadora Jack-Leg(RNP), con barras cónicas de 4,5,6 pies con sus respectivas brocas de botones de 36 y 38 mm.

4.4.1 Cálculos para el diseño de malla

Calculo del número de taladros

El cálculo se realizará para tipo de roca dura, porque el desarrollo del Crucero 2130 es roca competente con un RMR promedio de 63.

Primero calcularemos el área efectiva de perforación:

$$A = B \times H \times 11/12$$

Donde:

A = área efectiva de perforación.

B = ancho.

H = alto.

Calculo para la sección de 2,10 x 2,40

$$m A = 2,10 \times 2,40 \times 11/12$$

$$A = 4,9 \text{ m}^2$$

Luego calculamos el perímetro:

$$P = \sqrt{A} \times 4$$

Donde:

P = perímetro

A = área

Calculo del perímetro

$$P = \sqrt{4,9} \times 4$$

$$P = 2,3 \times 4$$

$$P = 9,2 \text{ m}$$

Debemos de conocer el siguiente parámetro para el cálculo de numero de taladros.

Parámetro 1:

Dureza de roca (tenaz) : distancia entre taladros (0,40 m – 0,55 m)

Dureza de roca (intermedia) : distancia entre taladros (0,60 m – 0,65 m)

Dureza de roca (fiable) : distancia entre taladros (0,70 m – 0,75 m)

También el coeficiente de factor de roca

Parámetro 2:

Dureza de roca (tenaz) : coeficiente de roca 2,00 m

Dureza de roca (intermedia) : coeficiente de roca 1,50 m

Dureza de roca (fiable) : coeficiente de roca 1,00 m

Seguidamente calculamos la cantidad de taladros:

$$N^{\circ} T = (P/dt) + (c \times s)$$

Donde:

$N^{\circ} T$ = número de

taladros P = perímetro

dt = distancia de taladros (parámetro 1)

c = coeficiente de factor de roca (parámetro 2)

s = área

Reemplazando en la ecuación, la distancia de taladros será 0,40 m promedio porque es roca dura con RMR de 63 y el coeficiente de factor de roca será 2,00 m.

$$N^{\circ} T = (9,2/0,40) + (2 \times 4.9)$$

$$N^{\circ} T = 23 + 10$$

$$N^{\circ} T = 33 \text{ taladros}$$

Numero de taladros: 33 taladros

Numero de taladros de alivio: 2 taladros

Total, de taladros necesarios para el frente 35 taladros

Cálculo para la distribución del arranque

La Empresa Minera Españolita cuenta con un estándar para el arranque el cual es:

- Para roca dura: del taladro de alivio al taladro del arranque con carga, la distancia es de 3 a 4 pulgadas
- Para roca semidura: del taladro de alivio al taladro del arranque con carga, la distancia es de 4 a 5 pulgadas
- Para roca suave: del taladro de alivio al taladro del arranque con carga, la distancia es de 5 a 6 pulgadas

En el desarrollo del Crucero 2130, para el arranque se utilizará el parámetro para roca dura.

Cálculo de burden y espaciamiento máximo

Se calculará el burden máximo con la siguiente fórmula:

$$B = 0.012 \times D \times \left[\frac{2 \times D_e}{D_r} + 1,5 \right]$$

Donde:

B = burden (m)

D = diámetro del explosivo (mm)

De = densidad del explosivo (gr/cc)

Dr = densidad de la roca (gr/cc)

Para:

- Diámetro del explosivo = 38 mm

- Densidad del explosivo = 1.12 gr/cc

- Densidad de la roca = 2.10 gr/cc

Remplazando en la fórmula:

$$B = 0,012 \times 28 \times (2 \times 1,12/2,10 + 1,5)$$

$$B = 0,012 \times 28 \times (1,06 + 1,5)$$

$$B = 0,012 \times 28 \times 2,56$$

$$B = 0,8 \text{ m (este será el burden máximo para el frente del Crucero 2130)}$$

Se calculará el espaciamiento máximo con la siguiente fórmula:

Donde:

$$E = 1.18 \times B$$

E = espaciamiento

B = burden

Remplazando en la fórmula:

$$E = 1.18 \times 0,8$$

$$E = 0,9 \text{ (este será el espaciamiento máximo para el frente del Crucero 2130)}$$

El diseño de malla de perforación del Crucero 2130, se realizó considerando la cantidad de taladros, la distribución del arranque, el burden y espaciamiento máximo, ver en anexo 1 y la distribución de taladros para el frente del Crucero 2130, ver la tabla 10.

Tabla 10**Distribución de taladros**

| Cantidad de taladros para el frente | |
|-------------------------------------|----------------|
| Taladros | Nº de taladros |
| De alivio | 2 |
| Arranque | 4 |
| Ayudas | 4 |
| Producción | 14 |
| Hastiales | 4 |
| Corona | 3 |
| Arrastre | 4 |

Fuente: Empresa Minera Española

4.5 Voladura

El tipo de roca del Crucero 2130 es dura, teniendo este parámetro la voladura se efectuará utilizando como explosivo dinamita Semigelatina 65 $\frac{7}{8}$ " x 7" y ANFO, los accesorios de voladura que se utilizan son la mecha de seguridad y el fulminante N° 8.

Se planifica la voladura considerando los siguientes parámetros.

- Calidad del macizo rocoso
- Columna de carga

4.6 Cálculos de perforación y voladura**4.6.1 Características de perforación y voladura por disparo**

| | |
|---------------------------------------|----------|
| - Número de taladros sin el de alivio | 33 |
| - Numero de taladros de alivio | 2 |
| - Longitud de perforación | 6 pies |
| - Ancho del frente de disparo | 2,1 m |
| - Altura del frente de disparo | 2,4 m |
| - Peso específico del desmonte | 2,10g/cc |
| - Peso específico de mineral | 2,7 g/cc |
| - Peso de cada cartucho de dinamita | 0,081 kg |

| | |
|-----------------------------------|---------|
| - Número de cartuchos por taladro | 3 |
| - ANFO por taladro | 1,55 kg |
| - Longitud de mecha lenta | 7 pies |
| - Avance logrado | 1,60 m |

4.6.2 Cálculos de perforación y voladura por disparo

Pies perforados por disparo

- Longitud de perforación x (tal. perforados para cargar + tal. de alivio)
- 6 pies x (33 + 2) = 210 pies

Volúmen roto por disparo

- Ancho x altura x profundidad
- 2,1 x 2,4 x 1,60 = 8,16 m³

Tonelaje roto por disparo

- Volumen roto por disparo x peso específico
- 8,16 x 2,1 = 17,14 TM

Esponjamiento del material volado

- Factor de esponjamiento= 30 %
- Tonelaje roto por disparo (1 + factor de esponjamiento)
- 17,14 (1 + 0,30) = 22,28 TM

Peso de dinamita por disparo

- Peso de cada cartucho x taladros cargados
- 0,081 x 3 x 33 = 8,02 kg

Número de fulminantes

- Número de fulminantes será igual al número de taladros a cargar
- Número de taladros a cargar = 33 taladros
- Número de fulminantes = 33 fulminantes

Longitud de mecha lenta por disparo

- Longitud de la armada x taladros a cargar
- 7 x 33= 231 pies

Factor de potencia

- Peso total de dinamita / avance logrado

- $8,02 / 1,6 = 4,95 \text{ kg/m}$

Factor de voladura

- Peso total de dinamita / volumen volado

- $8,02 / 17,14 = 0,9 \text{ kg/m}^3$

Eficiencia de avance

- Avance logrado / longitud de perforación

- $1,62 / 1,80 = 0,90$

- Eficiencia de avance 90 %

4.6.3 Número de taladros (considerando los taladros de alivio)

Crucero 2130 (2,10 x 2,40)

- Avance x disparo = 1,60 m.

- Malla de perforación = 35 taladros

- $1000 \text{ metros} / 1,60 = 623 \text{ perforaciones}$.

- $623 \text{ perforaciones} \times 35 \text{ taladros} = 21\ 805 \text{ taladros}$.

Crucero 2130: refugio (1.80 x 2.10)

- Avance x disparo = 1,60 m.

- Malla de perforación = 25 taladros.

- 12 refugios = 12 perforaciones.

- $12 \text{ perforaciones} \times 25 \text{ taladros} = 300 \text{ taladros}$.

Total, de taladros necesarios para la cortada 2130 es: 22 105 taladros.

4.6.4 Número de taladros (sin considerar los taladros de alivio)

Crucero 2130 (2.10 X 2.40)

- Avance x disparo = 1,60 m

- Malla de perforación = 33 taladros

- $1000 \text{ metros} / 1,60 = 623 \text{ perforaciones}$

- $623 \text{ perforaciones} \times 33 \text{ taladros} = 20\ 559 \text{ taladros}$

Crucero 2130: refugio (1.80 X 2.10)

- Avance x disparo = 1,60 m

- Malla de perforación = 23 taladros

- 12 refugios = 12 perforaciones

- 12 perforaciones x 23 taladros = 276 taladros

Total, de taladros cargados necesarios para la cortada 2130 es: 20 835 taladros.

4.6.5 Cantidad de dinamita

Dinamita: Crucero 2130

- 20 559 taladros x 3 cartuchos / taladro = 4 996 kg.

Dinamita: refugio

- 276 taladros x 2 cartuchos / taladro = 45 kg.

Total, de kilogramos necesarios para el desarrollo del Crucero 2130 es: 5 041 kg.

- 5 041 kg x 1 caja/25 kg = 202 cajas.

4.6.6 Cantidad de ANFO

ANFO: Crucero 2130

- 20 559 taladros x 1,55 kg. / taladro = 31 866 kg.

ANFO: refugio

- 276 taladros x 1,55 kg. / taladro = 428 kg.

Total, ANFO: 32 294 kg.

- 32 294 kg x 1 saco/25 kg = 1292 sacos.

4.6.7 Cantidad de fulminantes

Fulminante: Crucero 2130

- 21 252 taladros x 01 unidad/taladro = 21 252 capsulas.

Fulminante: refugio

- 276 taladros x 01 unidad/taladro = 276 capsulas.

Total, fulminante: 21 528 capsulas.

- 21 528 capsulas x 1 caja/10000 capsulas = 2 cajas + 2 cajetillas

4.6.8 Cantidad de mecha lenta

Mecha lenta: Crucero 2130

- 21 252 taladros x 2,1 m = 44 629 metros.

Mecha lenta: refugio

- 276 taladros x 2,1 m = 580 metros.

Total, mecha lenta: 45 209 metros.

- 45 209 metros x 1 caja/1000 m = 46 cajas.

4.6.9 Total de insumos

La cantidad de dinamita, ANFO, mecha lenta y fulminante necesaria para el desarrollo de los 1000 m del Crucero 2130 y los 30,4 m de desarrollo en los 19 refugios es:

Dinamita

- Crucero: 4 996 kg.
- Refugio: 45 kg.
- Total : 5 041 kg.
- Equivalente a 202 cajas.

ANFO

- Crucero: 31 866 kg.
- Refugio: 428 kg.
- Total : 32 294 kg.
- Equivalente a 1292 sacos.

Fulminante

- Crucero: 21 252 capsulas.
- Refugio: 276 capsulas.
- Total : 21 528 capsulas.
- Equivalente a 2 cajas + 2 cajetillas.

Mecha Lenta

- Crucero: 44 629 m.
- Refugio: 580 m.
- Total : 45 209 m.
- Equivalente a 46 cajas.

4.7 La ventilación en el proceso del desarrollo.

En el desarrollo del Crucero 2130 a los 300 m de avance se desarrolla la Ch 861 comunicando a superficie y a los 550 m se desarrolla la Ch 871 comunicando también a superficie ver anexo 7, estas chimeneas se realizan con el objetivo de mejorar la ventilación en el proceso del desarrollo del Crucero 2130 ya que el desarrollo es una labor ciega, también se utiliza una ventiladora mecánica de 25 HP con una manga de radio de 25 pulgadas y esta es ubicada en

lugares estratégicos donde no haya la presencia de aire viciado ya que se generaría recirculación del aire viciado y antes de iniciar la operación se verifica con el monitoreo de gases que el área de trabajo esté bajo los estándares.

4.8 Limpieza

la limpieza en el Crucero 2130 se realiza con una pala neumática marca ATLAS 12, el material es cargado mediante esta pala neumática a los carros mineros (U-35), luego estos carros son acarreados a pulso hasta la cola de carro o cambio, desde este punto la operación de transporte se realiza con una locomotora a batería marca SERMINSA de 1,5 TNS de capacidad.

Pala neumática ATLAS 12: en el desarrollo del Crucero 2130 la limpieza se realiza con la pala neumática ATLAS 12, esta pala carga el material roto a través de una cuchara accionada neumáticamente, mientras que la cuchara se encuentra en su posición inferior y mediante el avance de la máquina, se introduce el material roto llenándose mediante embragues. Luego la cuchara se levanta y vuelca atrás, lanzando el material roto sobre el carro minero (U-35) para inmediatamente volver a su posición de carguío por efecto de los resortes de retomo y de su propio peso.

- La presión mínima que necesita la pala neumática ATLAS 12 para realizar el carguío en el frente del Crucero 2130 es de 85 PSI.

Carros Mineros: Los carros mineros en el desarrollo del Crucero 2130 son cargados con desmote mediante la pala neumática, son de tipo (U-35) con una capacidad de 1,40 toneladas y de fácil empinado a la locomotora.

- Se cuenta con 8 carros mineros en el Crucero 2130 para la extracción de desmote.

Locomotora SERMINSA 1.5 TNS: cargado los carros mineros con desmote son empinados entre ellos y así mismo con la locomotora SERMINSA 1,5 TNS para iniciar el acarreo de desmote, desde la labor de desarrollo hasta la superficie, la locomotora SERMINSA 1,5 TNS requiere de energía eléctrica cedida por la batería que es transportada por la misma locomotora y tiene la capacidad de jalar 8 carros mineros.

- Se realiza un mantenimiento preventivo cada 10 días a la locomotora

Tabla 11**Datos de la locomotora**

| Locomotora SERMINSA 1,5 TNS | | |
|-----------------------------|--------------------|----------|
| Peso | 1,5 | TN |
| Trocha | 500 | Mm |
| Velocidad | 10 | Km/h |
| Rueda | 16 | Pulgadas |
| Motor | 01 x 8 HP – 50 VDC | |
| Horómetro | 10-80 V | |

Fuente: SERMINSA

4.9 Desmonte extraído

Desarrollado los 1000 m del crucero 2130 y los 19 refugios en el Crucero 2130, el desmonte extraído total fue:

- Desmonte extraído por disparo (por guardia se realiza un disparo): 8 TM promedio
- Desmonte extraído por día: 16 TM.
- Desmonte extraído por mes: 480 TM.
- Desmonte extraído de los 1000 m del desarrollo del Crucero 2130: 10 669,7 TM.
- Desmonte extraído de los 30,4 m de los 19 refugios: 366,4 TM.
- Total, de desmonte extraído 11 036,1 TM.

4.10 Sostenimiento

El Crucero 2130 se desarrolló sin sostenimiento porque se tenía roca dura(competente), con un RMR promedio de 63 lo que nos indica que no necesita sostenimiento, pero durante el desarrollo del Crucero 2130 hubo 5 lugares donde hubo fallas y cambio de rocas, en estos lugares se colocaron cuadros cónicos

- Desarrollando el crucero 2130, a los 191 m se coloca dos cuadros.
- Desarrollando el crucero 2130, a los 400 m se coloca dos cuadros.
- Desarrollando el crucero 2130, a los 795 m se coloca tres cuadros.
- Desarrollando el crucero 2130, a los 940 m se coloca dos cuadros.
- Desarrollando el crucero 2130, a los 960 m se coloca tres cuadros.

Colocando un total de 12 cuadros en el desarrollo del Crucero 2130, ver en anexo 7 y el diseño del cuadro ver en anexo 2.

4.11 Servicios auxiliares

Son un conjunto de trabajos que brindan apoyo necesario a las diferentes etapas del ciclo de minado del Crucero 2130, para lograr una mayor eficiencia y rendimiento de los equipos.

Riel: el desarrollo del Crucero 2130 se realiza con riel, cuyas medidas son de 30 libras por yarda, su instalación es de cada 6 metros.

La cantidad de rieles que se utilizará en el desarrollo del Crucero 2130 será de:

- 332 unidades de riel de 30 libras.

La cantidad de eclisas que se utilizará en el desarrollo del Crucero 2130 será de:

- 664 unidades de eclisas.

La cantidad de pernos y tuercas que se utilizará en el desarrollo del Crucero 2130 es:

- 1 328 unidades de pernos

- 1 328 unidades de tuercas.

La cantidad de durmientes que se utilizará en el desarrollo del Crucero 2130 será de:

- 996 unidades de durmiente.

Abastecimiento de agua: el abastecimiento del agua para la perforación es a partir de cilindros rotoplas de 2000 litros, puestas a una cota de 2 160 m.s.n.m. donde la presión producida por el líquido es satisfactoria. Es a partir de allí que es distribuida por tubería de polietileno de 1" de diámetro, ingresando al Crucero 2130 m.s.n.m. hasta el frente.

Aire comprimido: La distribución de aire se inicia a través de la compresora de 370 cfm, ubicada en la plataforma de la boca mina, distribuyendo al frente de trabajo con tubería de polietileno 2" de diámetro y tuberías de servicio de 1" de las que finalmente alimentan a los equipos neumáticos.

- Compresor Ingersoll Rand

- Modelo : XP375W0U/2009

- N° serie : 408947UGTD44

4.12 Resultados del avance

Se desarrolló los 1000 m del Crucero 2130 en el tiempo programado que era de diciembre del 2016 a diciembre del 2017.

- El programa mensual de avance era de 83 m/mes.

- La estructura mineralizada se cortó a los 996 m.

En la tabla 12 podemos observar el avance mensual del Crucero 2130, de diciembre del 2016 a diciembre del 2017 y su grafico dinámico verlo en la figura 1.

4.13 Programa de producción mensual del nivel 2266 al nivel 2180

La Mina Españolita, tiene un programa de producción mensual de 900 TM/mes, esto lo produce, del nivel 2266 al nivel 2180, empezó su producción en el nivel 266, luego se profundizando hasta el nivel 2180, donde actualmente se realiza las operaciones mineras y la producción, produciendo de diciembre del 2016 a enero de 2018 un total de 13 215 TM, se pretende seguir profundizando a partir del nivel 2180 hacia la parte inferior, asimismo se seguirá explotando la este y oeste, también en estos niveles existe ramales de la veta principal (Veta Ana), los cuales serán explotadas.

- Por semana se debe extraer 225 TM.

- Por día se debe extraer 32 TM.

- Por guardia se debe extraer 16 TM.

4.14 Producción mensual del nivel 2266 al nivel 2180

Existe meses donde se extrae más de 900 TM/mes y como también meses donde se tiene problemas para alcanzar esta meta, por problemas de operación, seguridad, planeamiento y varios factores, pero se logra alcanzar la meta tomando decisiones en el área de operaciones conjuntamente con geología.

En la tabla 13 podemos observar la extracción de mineral mensual, de diciembre del 2016 a enero del 2018 y el grafico dinámico ver en la figura 2.

Tabla 12
Avance mensual

| Desarrollo del Crucero 2130 | | |
|-----------------------------|-----------|--------------------------------|
| Año | Mes | Avance mensual (m/mes) |
| 2016 | Diciembre | desquinche bocamina (4 metros) |
| 2017 | Enero | 83 |
| 2017 | Febrero | 81 |
| 2017 | Marzo | 83 |
| 2017 | Abril | 83 |
| 2017 | Mayo | 82 |
| 2017 | Junio | 85 |
| 2017 | Julio | 84 |
| 2017 | Agosto | 83 |
| 2017 | Setiembre | 83 |
| 2017 | Octubre | 83 |
| 2017 | Noviembre | 83 |
| 2017 | Diciembre | 83 |
| Total | | 1 000 m |

Fuente: Empresa Minera Españolita

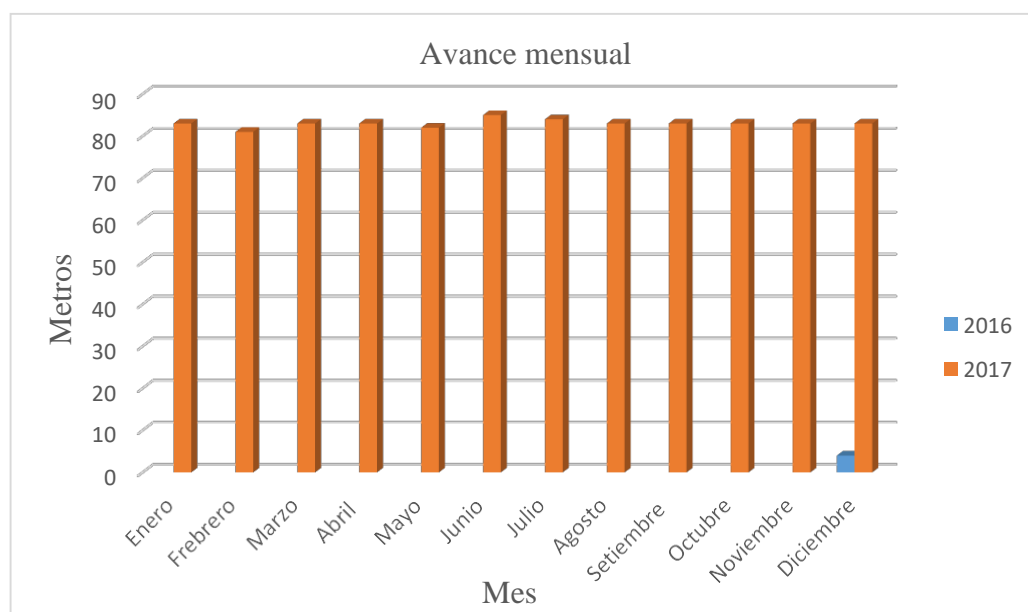


Figura 1: Avance mensual del Crucero 2130, diciembre del 2016 a diciembre del 2017.

Tabla 13

Producción mensual del nivel 2266 al nivel 2180, de diciembre del 2016 a marzo del 2018.

| Producción de mineral | | |
|-----------------------|-----------|---------------------------|
| Año | Mes | Tonelaje mensual (TM/mes) |
| 2016 | Diciembre | 900 |
| 2017 | Enero | 950 |
| 2017 | Febrero | 880 |
| 2017 | Marzo | 920 |
| 2017 | Abril | 900 |
| 2017 | Mayo | 950 |
| 2017 | Junio | 1 000 |
| 2017 | Julio | 970 |
| 2017 | Agosto | 930 |
| 2017 | Setiembre | 915 |
| 2017 | Octubre | 960 |
| 2017 | Noviembre | 1 010 |
| 2017 | Diciembre | 980 |
| 2018 | Enero | 950 |
| Total | | 13 215 TM |

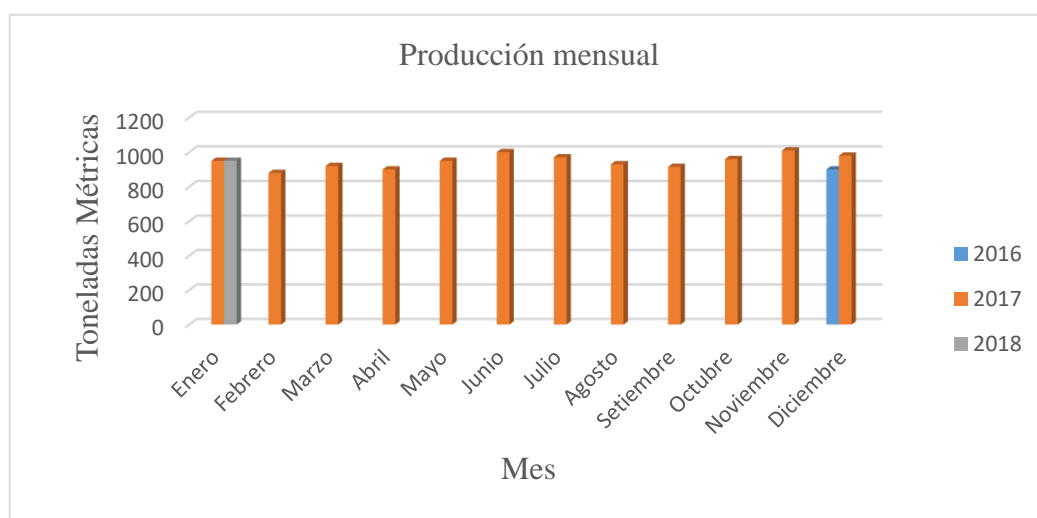


Figura 2: Producción mensual del nivel 2266 al nivel 2180, de diciembre del 2016 a enero de 2018.

4.15 Programa de producción del nivel 2130

Desarrollado los 1000 m del Crucero 2130 y cortado la estructura mineralizada (Veta Ana) a los 996 m, en la estructura mineralizada se proyecta la Galería 772 al E y la Galería 772 al W, el ancho de las galerías es de 2,10 m y la altura de 2,40 m con una potencia de 1,20 m promedio de estructura mineralizada, esta potencia nos viene acompañando desde el nivel superior. El programa de producción mensual del nivel 2130 es de 540 TM/mes, ver la tabla 14, este programa de producción se ejecutó en enero de 2018.

- Por semana debe extraerse 135 TM/semana del nivel 2130.

- Por día se debe extraer 20 TM/día del nivel 2130.

Tabla 14

Programa de producción mensual del Crucero 2130

| | | Nivel 2130 | | | |
|---------|----------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Nº Veta | Labor | Ancho de veta (m) | Altura de veta (m) | Metros programados (m) | Tonelaje programado (TM/mes) |
| 1 Ana | GL 772 E | 1,20 | 2,40 | 35,00 | 270 |
| 2 Ana | GL 772 W | 1,20 | 2,40 | 35,00 | 270 |
| Total | | | | | 540 TM/mes |

Fuente: Empresa Minera Españolita

4.16 Producción mensual del nivel 2130

Se ejecutó el programa de producción mensual del nivel 2130 en enero del 2018, logrando extraer 581 TM en dicho mes, de la Galería 772 E y la Galería 772 W, ver las galerías en anexo 7.

- La extracción por día del nivel 2130 lo podemos ver en el anexo 3.

En la tabla 15, podemos observar la extracción de mineral por semana del nivel 2130, del mes de enero de 2018 y el grafico dinámico ver en la figura 3.

4.17 Producción mensual de la Mina Españolita

En la Empresa Minera Españolita, de diciembre del 2016 a diciembre del 2017,

el programa de producción era de 900 TM/mes; a partir de enero del 2018, el programa de producción es de 1440 TM/mes, esto se debe a que en este mes se inicia con la explotación de mineral del nivel 2130, logrando incrementar el programa de producción y logrando nuestro objetivo de aumentar la producción.

En la tabla 16, podemos observar la producción mensual de diciembre del 2016 a enero de 2018 y el gráfico dinámico verlo en la figura 4.

Tabla 15
Producción de mineral del nivel 2130, de enero de 2018

| Producción por semana | | | |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| Año 2018 | GL 772 E | GL 772 W | Total |
| Mes de enero | (TM/semana) | (TM/semana) | (TM/semana) |
| (semana) | | | |
| 1 | 63 | 70 | 133 |
| 2 | 64 | 61 | 125 |
| 3 | 75 | 81 | 156 |
| 4 | 85 | 82 | 167 |
| Total | 287 | 294 | 581 TM/mes |

Fuente: Empresa Minera Española

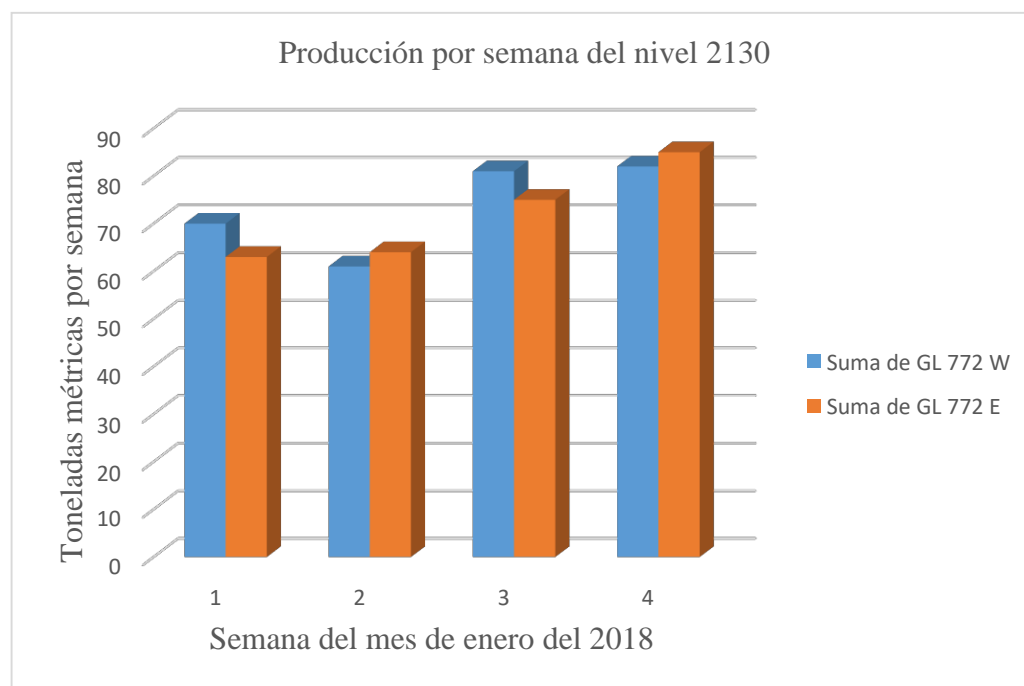


Figura 3: Producción mensual por semana del nivel 2130, de enero de 2018.

Tabla 16

Producción total

| Producción de la Empresa Minera Española | | | | |
|--|-----------|--|--|---------------------------------|
| Año | Mes | Producción Del nivel 2266 al nivel 2180 (TM/mes) | Producción del nivel 2130 (TM/mes) | Producción total (TM/mes) |
| 2016 | Diciembre | 900 | | 900 |
| 2017 | Enero | 950 | | 950 |
| 2017 | Febrero | 880 | | 880 |
| 2017 | Marzo | 920 | | 920 |
| 2017 | Abril | 900 | | 900 |
| 2017 | Mayo | 950 | | 950 |
| 2017 | Junio | 1 000 | | 1 000 |
| 2017 | Julio | 970 | | 970 |
| 2017 | Agosto | 930 | | 930 |
| 2017 | Setiembre | 915 | | 915 |
| 2017 | Octubre | 960 | | 960 |
| 2017 | Noviembre | 1 010 | | 1 010 |
| 2017 | Diciembre | 980 | | 980 |
| 2018 | Enero | 950 | 581 | 1 531 |
| Total | | 13 215 TM/mes | 581 TM/mes | 13 796 TM/mes |

Fuente: Empresa Minera Española

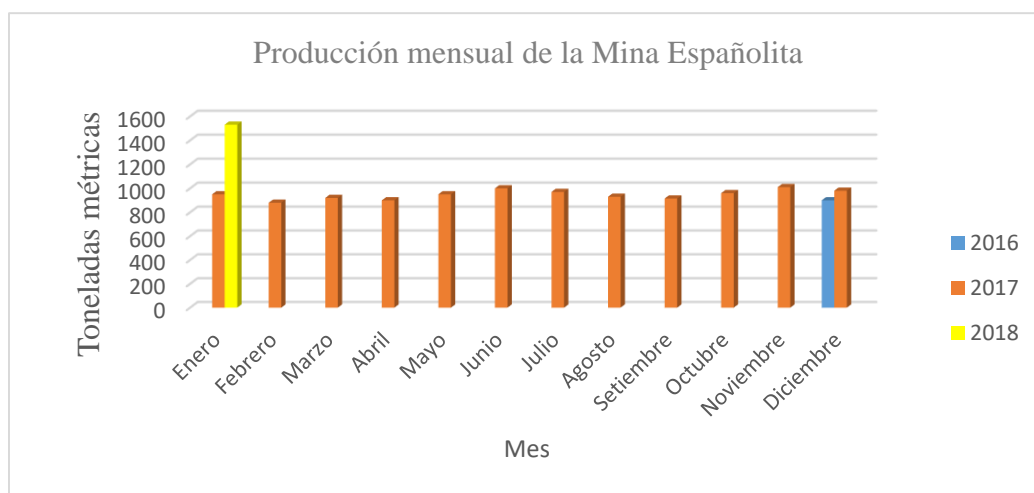


Figura 4: Producción mensual de la Mina Española, de diciembre del 2016 a enero de 2018.

4.18 Datos iniciales para el estudio de ventilación

En los estudios de ventilación realizados anterior mente en la Empresa Minera Españolita se tenía los datos de la tabla 17 , donde se podía apreciar un déficit de $-153,51\text{m}^3/\text{min}$, esta era la cantidad de aire que faltaba en mina y como también al ingresar a las labores de la Mina Españolita se podía sentir la deficiencia de aire.

Tabla 17
Estudio de ventilación, del nivel 2266 al nivel 2180

| Balance general | |
|-----------------|---------------------------------|
| Ingreso de aire | 169,29 m^3/min |
| Salida de aire | 110,38 m^3/min |
| Necesidad | 322,8 m^3/min |
| Balance | -153,51 m^3/min |
| Cobertura | 52,44 % |

Fuente: Empresa Minera Españolita

En la tabla 17, se puede apreciar que existe un déficit de $-153,51\text{m}^3/\text{min}$ es por esa razón que se decide realizar el Crucero 2130, desarrollada la cortada se comunicara el nivel 2130 con el nivel 2180 mediante una chimenea, esto generara un circuito de ventilación donde el aire ingresara por el nivel 2130 y saldrá por el nivel 2266, producto de ese circuito se compensara y mejorara el déficit existente.

4.19 Estudio de ventilación

Desarrollado los 1000 m del Crucero 2130 y cortando la estructura mineralizada, en la estructura mineralizada se desarrolla la Galería 772 al lado este y la Galería 722 al oeste, de la Galería 772 del lado este, se desarrolla y se comunica la chimenea 520 al nivel 2180 ver anexo 7, esto generó un circuito de ventilación en donde el aire ingresa por el nivel 2130 circulando por todas las labores y saliendo el aire por el nivel 2266, compensando y mejorando el déficit de aire.

- Desarrollado los 1000 m del Crucero 2130 y generando el circuito de ventilación, se inicia con el estudio de ventilación.

Material utilizado para el estudio de ventilación

- Tubo de humo.
- Reloj de mano.
- Flexómetro.
- Cuaderno de apuntes.
- Lápiz.
- Lapiceros de colores.

El estudio de ventilación se realiza de la siguiente manera

-Primero se identificó los puntos de ingresos de aire y salidas de aire, luego se calculó los tiempos de aire que demoraba en recorrer la distancia de 2 metros en los puntos de ingresos y salidas de aire, esto se realizó durante 5 días, lo cual se realizó con un reloj, flexo y tubos de humo, se obtuvo varios resultados similares durante varios días y lo que se hizo fue sacar un promedio aritmético para poder obtener datos más reales.

En la tabla 18, podemos ver los tiempos promedios que demoraron en recorrer una distancia de 2 m, obtenidos durante los cinco días del estudio en campo, de los puntos de ingresos y salidas de aire de las labores que comunican con superficie y el gráfico dinámico ver en la figura 5.

Tabla 18

Tiempos obtenidos

| Tiempos que demoro el aire en recorrer dos metros | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| Día | CX 2130 | CH 861 | CH 871 | CX 2266 | CH 305 | CH 306 |
| | Ingreso | Ingreso | Ingreso | Salida | Salida | Salida |
| | (s) | (s) | (s) | (s) | (s) | (s) |
| 1 | 3,30 | 5,60 | 4,52 | 3,60 | 6,03 | 4,23 |
| 2 | 3,50 | 4,50 | 5,41 | 3,10 | 5,82 | 5,00 |
| 3 | 3,22 | 4,95 | 4,03 | 3,21 | 5,41 | 4,62 |
| 4 | 3,55 | 5,43 | 6,00 | 3,58 | 5,33 | 4,30 |
| 5 | 3,43 | 4,52 | 5,04 | 2,80 | 5,01 | 5,10 |
| Promedio: | 3,40 | 5,00 | 5,00 | 3,31 | 5,50 | 4,65 |

Fuente: Empresa Minera Española

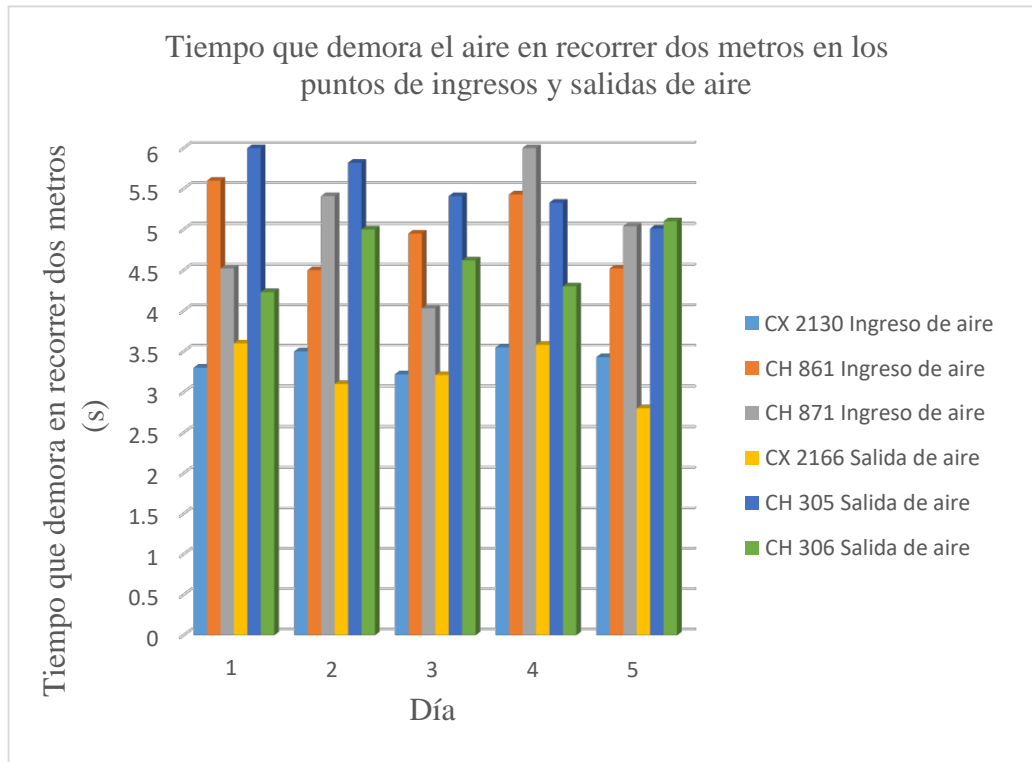


Figura 5: Tiempos que demora el aire en recorrer dos metros, en los puntos de ingresos y salidas.

- El cálculo de la velocidad de los puntos de ingresos y salidas de aire se realiza mediante la siguiente formula:

$$V = D/T$$

V= velocidad

D= distancia (la distancia será de dos metros) T= tiempo (ver tabla 18)

- Luego se calculó el área de los puntos de ingreso de aire y salida de aire.

- Seguidamente se multiplico la velocidad por el área de esta manera se obtuvo el caudal de aire en los puntos de ingreso y salida de aire.

$$Q = V \cdot A$$

Q= caudal

V= velocidad

A= área

- Los cálculos, datos y resultados de la velocidad, área y caudal de los puntos de ingresos y salidas de aire lo podemos ver en el anexo 4.

- Como también los cálculos, datos y resultados de la velocidad, área y caudal de las chimeneas y piques lo podemos ver en el anexo 5.

- Seguidamente se calculó la cantidad de aire necesario por persona y por guardia.
- También la cantidad de aire necesario para la dilución de polvos y gases.
- Dado que no se cuenta con equipos diésel en operación este parámetro no ha sido considerado.
- Estos parámetros nos ayudaran a calcular la cantidad de aire total que requerimos.
- Finalmente obtendremos los resultados del estudio de ventilación.

4.20 Cálculos del estudio de ventilación.

En la tabla 19, se puede apreciar el área, velocidad y caudal de los puntos de ingreso de aire.

Tabla 19
Datos de los lugares de ingresos de aire

| N° descripción | Ingresos de aire | | | | |
|---------------------|---------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------|
| | Área (m ²) | Velocidad (m/s) | Velocidad (m/min) | Caudal (m ³ /min) | Caudal (cfm) |
| 1 Bocamina NV. 2130 | 6,76 | 0,60 | 36,00 | 243,36 | 8 594,19 |
| 2 Ch 861 | 3,61 | 0,40 | 24,00 | 86,64 | 3 059,67 |
| 3 Ch.871 | 3,61 | 0,40 | 24,00 | 86,64 | 3 059,67 |
| Total | 4,66 | 0,47 | 28,00 | 416,64 | 14 713,52 |

En la tabla 20, se tiene los datos de las coordenadas UTM (en el DATUM WGS – 84) de los puntos de ingreso de aire.

Tabla 20
Coordenadas de los lugares de ingresos de aire

| N° | Coordenadas UTM | | |
|----|-----------------|-------------|-----------|
| | Norte | Este | Cota |
| 1 | 8 269 431,581 | 607 203,930 | 2 130,000 |
| 2 | 8 253 037,851 | 610 873,973 | 2 130,000 |
| 3 | 8 253 260,254 | 610 781,056 | 2 130,000 |

Fuente: Empresa Minera Españolita

En la tabla 21, se puede apreciar el área, velocidad y caudal de los puntos de salida de aire.

Tabla 21**Datos de los lugares de salidas de aire**

| N° Descripción | Salidas de aire | | | | |
|---------------------|---------------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------|
| | Área (m ²) | Velocidad (m/s) | Velocidad (m/min) | Caudal (m ³ /min) | Caudal (cfm) |
| 4 Bocamina NV. 2266 | 6,76 | 0,61 | 36,00 | 247,42 | 8 737,42 |
| 5 Ch.305 | 3,61 | 0,35 | 21,00 | 75,81 | 2 677,21 |
| 6 Ch 306 | 3,61 | 0,43 | 25,80 | 93,14 | 3 289,14 |
| Total | 4,66 | 0,46 | 27,80 | 416,36 | 14 703,77 |

En la tabla 22, se tiene los datos de las coordenadas UTM (en el DATUM WGS – 84) de los puntos de salida de aire.

Tabla 22**Coordenadas de los lugares de salidas de aire**

| N° | Coordenadas UTM (WGS – 84) | | |
|----|-----------------------------|-------------|-----------|
| | Norte | Este | Cota |
| 4 | 8 252 942,523 | 610 796,671 | 2 230,000 |
| 5 | 8 252 270,906 | 611 176,906 | 2 230,000 |
| 6 | 8 252 292,452 | 611 028,055 | 2 230,000 |

Fuente: Empresa Minera Española

En la tabla 23, el requerimiento de aire por persona para una altura de 2266 m.s.n.m es de 4.20 m³/min.

Tabla 23**Cantidad de aire necesario por persona**

| Requerimiento por persona | |
|--|---|
| Para una altitud de 2266 m.s.n.m. persona | La cantidad de aire necesario por es de 4,20 m ³ /min (180,1 cfm) |

En la tabla 24, podemos ver la cantidad de personas por guardia y requerimiento de aire para dichas personas.

- El requerimiento de aire se calcula multiplicando el número de personas por guardia por el requerimiento de aire por persona.

Tabla 24**Número de personal que labora en mina y requerimiento de aire para dicho personal**

| Persona | Nº persona por guardia | Requerimiento de aire por guardia | |
|-----------------|------------------------|---|-----------------------------|
| | | Requerimiento de aire (m ³ /min) | Requerimiento de aire (cfm) |
| Españolita S.A. | 30 | 126,0 | 4 447,80 |
| Supervisión | 8 | 33,6 | 1 186,00 |
| Otros | 2 | 8,4 | 296,52 |
| Total | 40 | 168,0 | 5 930,32 |

En la tabla 25, para poder calcular la cantidad de aire necesario para la dilución de polvo y gases se debe tener los siguientes datos:

- La velocidad mínima de aire.
- También el área total de ingreso de aire, ver tabla 19.
- El número de niveles o bocaminas el cual en nuestro caso contamos con dos bocaminas la primera sería la Bocamina 2130 y el segundo la Bocamina 2266, ver anexo 5.
- Luego para poder obtener la cantidad de aire necesario para la dilución de polvo y gases se multiplicará los tres factores anteriores y se obtendrá la cantidad de aire para dilución de polvo y gases.

Tabla 25**Cantidad de aire requerido para dilución de polvo y gases**

| Por dilución de polvo y gases | | | | |
|-------------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------|-------------|
| Velocidad de aire (m/min) | Área (m ²) | Nº de niveles | Total (m ³ /min) | Total (cfm) |
| 20,00 | 4,66 | 2,00 | 186,40 | 6 581,78 |

En la tabla 26, el total de aire requerido será de la suma de requerimiento total de aire por guardia (ver tabla 24) más el requerimiento total de aire para la dilución de polvo y gases (ver tabla 25).

Tabla 26
Cantidad de aire total

| Aire requerido | |
|--|----------------------------|
| Total de aire por guardia: | 168,00 m ³ /min |
| Total de aire para la dilución de polvo y gases: | 186,40 m ³ /min |
| Total de aire requerido: | 354,40 m ³ /min |

Simulación del estudio de ventilación

El estudio de ventilación se simulará en el software de Ventsim, realizado los cálculos se inicia con la simulación de la Mina Españolita, ver la simulación en una vista isométrica en el anexo 7.

4.21 Resultados del estudio de ventilación actual.

En la tabla 27, se observa como resultado un balance de 62,24 m³/min el aire.

Tabla 27
Estudio de ventilación actual

| Balance general | |
|-----------------------|----------------------------|
| Ingreso de aire total | 416,64 m ³ /min |
| Salida de aire total | 416,36 m ³ /min |
| Necesidad | 354,40 m ³ /min |
| Balance | 62,24 m ³ /min |
| Cobertura | 7117,56 % |

Descripción de la tabla 27:

- el ingreso de aire total (se copió de la tabla 19).
- la salida de aire (se copió de la tabla 21).
- la necesidad: es el total de aire requerido (se copió de la tabla 26).
- el balance es la resta del ingreso de aire menos la necesidad.
- la cobertura será el ingreso de aire total entre la necesidad, multiplicado por 100%.

4.22 Resumen de los resultados.

En la tabla 28, podemos observar los resultados de avance, costo por avance y la producción mensual, con respecto a la producción en el mes de enero del 2018 se

extrae 1531 TM/mes, el programa de extracción actual de la Mina Españolita es de 1440 TM/mes cumpliendo con nuestro objetivo.

Tabla 28
Resumen de avance y producción

| Desarrollo y producción mina | | | | | |
|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--|--|-------------------------------|
| Tiempo | Avance mensual del cruceo 2130 (m) | Inversión mensual total (US\$) | Producción mensual del nivel 2266 al nivel 2180 (TM) | Producción mensual del nivel 2130 (TM) | Producción mensual total (TM) |
| Dic-2016 | 4 | 5000,00 | 900 | | 900 |
| Ene-2017 | 83 | 33 897,54 | 950 | | 950 |
| Feb-2017 | 81 | 32 592,78 | 880 | | 880 |
| Mar-2017 | 83 | 33 897,54 | 920 | | 920 |
| Abr-2017 | 83 | 33 897,54 | 900 | | 900 |
| May-2017 | 82 | 32 995,16 | 950 | | 950 |
| Jun-2017 | 85 | 34 202,3 | 1 000 | | 1 000 |
| Jul-2017 | 84 | 33 799,92 | 970 | | 970 |
| Ago-2017 | 83 | 33 897,54 | 930 | | 930 |
| Set-2017 | 83 | 33 897,54 | 915 | | 915 |
| Oct-2017 | 83 | 33 897,54 | 960 | | 960 |
| Nov-2017 | 83 | 33 897,54 | 1 010 | | 1 010 |
| Dic-2017 | 83 | 33 897,54 | 980 | | 980 |
| Ene-2018 | | | 950 | 581 | 1531 |
| Total | 1000 m | 411 770,48 US\$ | | | 13 796 TM |

En la tabla 29, tenemos una comparación entre el estudio de ventilación realizados anterior mente y el estudio de ventilación actual, donde se puede observar que anterior mente se tenía un balance de $-153,51 \text{ m}^3/\text{min}$ y ahora se tiene un balance de $62,24 \text{ m}^3/\text{min}$. cumpliendo con nuestro objetivo.

Tabla 29**Resumen de ventilación**

| Estudio de ventilación | | |
|------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | Realizado anteriormente | Actual |
| Ingreso de aire | $169,29 \text{ m}^3/\text{min}$ | $416,64 \text{ m}^3/\text{min}$ |
| Salida de aire | $110,38 \text{ m}^3/\text{min}$ | $416,36 \text{ m}^3/\text{min}$ |
| Necesidad | $322,8 \text{ m}^3/\text{min}$ | $345,40 \text{ m}^3/\text{min}$ |
| Balance | $-153,51 \text{ m}^3/\text{min}$ | $62,24 \text{ m}^3/\text{min}$ |
| Cobertura | 52,44 % | 117,56 % |

4.23 Discusión de resultados

Barrionuevo, A. (1996), en su tesis concluye que; se desarrolló la cortada 2540 N-S en el nivel 2540, con estos trabajo se esperaba incrementar considerablemente las reservas de mineral y lo que se obtuvo es 46 610 TM de reservas de mineral durante el año de 1995, apoyo su conclusión, se debe realizar desarrollos como son cortadas, cruceros, rampas, Inclinaados, etc. porque estos desarrollados ayudan a explorar vetas desconocidas y así mismo a aumentar las reservas de mineral, en la presente tesis desarrollado el Crucero 2130 , en el nivel 2130 se profundizara mediante piques para explorar y aumentar las reservas de mineral de la Empresa Minera Españolita S.A.

Machicao, J. (2000), en su tesis concluye que; los problemas de explotación de este yacimiento son la informalidad, siendo una de las limitaciones para la profundización, apoyo a la idea que el sistema de extracción informal y artesanal, limita seguir profundizando desde algún punto, porque en la Mina Españolita del nivel 2266 al nivel 2180 el sistema de explotación y extracción es artesanal, seguir profundizando a partir del nivel 2180 aumentaría los costos de extracción y no es rentable para la Empresa Minera Españolita S.A.

Huanca, E. (2000), en su tesis concluye que; las labores de desarrollo y preparación se deben de realizar con un programa de planificación de acuerdo al planeamiento programado, comparto la idea que las labores de desarrollo y preparación se deben de realizar con un programa de planificación de acuerdo a un planeamiento, para poder tener planificado el tiempo de ejecución, los costos, los equipos necesarios, el personal necesario, etc. gracias al programa de planificación que se realizó para el desarrollo del Crucero 2130 en la presente tesis, no se tuvo que improvisar ni tampoco dejar de desarrollar por inconvenientes que se presentaban durante el desarrollo del crucero 2130.

Flores, S. (2001), en su tesis concluye que; la ventilación era deficiente más en las labores de desarrollo y preparación, esta deficiencia se está solucionando desarrollando y comunicando chimeneas entre niveles cada 120 m, no estoy de acuerdo porque las labores de desarrollo y preparación son ciegas y comunicar chimeneas cada 120 m mejorara la ventilación de la mina y no la deficiencia de aire que se tendrá las labores de desarrollo y preparación, en mi opinión estas labores deben de trabajarse con una ventiladora, en la presente tesis; en el desarrollo del Crucero 2130 la ventilación era deficiente es por eso que se implementó una ventiladora de 25 HP.

Muñoz, B. M. (2006), en su tesis concluye que; el desarrollo de rampas dirigidas a la veta principal y a la veta maría rosa en la Unidad Minera Chungar aumento la producción de 2000 TM/día a 3000 TM/día, aumentando en un porcentaje de 50% con respecto a la producción inicial, estoy de acuerdo que desarrollando rampas, cortadas, cruceros, inclinados se pueda aumentar la producción en un 50 % y más, porque se descubrirá reservas de mineral desconocidas, en la presente tesis; con el desarrollo del Crucero 2130 aumento la producción de 30 TM/día a 48 TM/día, aumentando en 60 % con respecto a la producción inicial.

Liborio, M. (2007), en su tesis concluye que; para aumentar la producción de 250 a 300 TM/día se logró mediante el desarrollo del inclinado 470 de 30°, comparto la idea que deben implementarse sistemas de extracción convencional en comparación a sistemas de extracción artesanal, pero se debe tener en cuenta las reservas de mineral y que abastezca con la producción diaria, en la presente

tesis; en el desarrollo del Crucero 2130 se tiene el sistema de extracción convencional el cual es a riel y carros mineros, con este sistema de extracción convencional, la Mina Españolita aumento su producción de 30 TM/día a 48 TM/día.

Mamani, S. (2009), en su tesis concluye que; concluido el proyecto de la Rampa Mariana mejora el sistema de extracción y transporte, la Rampa Mariana sirve de salida de todas las unidades de transporte de mineral y desmante eliminando tiempos de retrasos, estoy de acuerdo que se debe de tener una labor de acarreo principal, que la extracción sea eficiente y que los costos de extracción sean rentables, en el presente tesis; concluido el Crucero 2130 y comunicando el nivel 2130 con el nivel 2180 mediante una chimenea, el Crucero 2130 sirve de salida de transporte de todo el mineral y desmante de esta manera eliminando el sistema de extracción deficiente que se tenía del nivel 2180 al nivel 2266.

Roldán, R. (2013), en su tesis concluye que; al ejecutar el desarrollo del crucero 850 se consiguió aumentar la producción en un 50% mas ya que gracias al crucero se pudo llegar a la estructura mineralizada y a vetas todavía no exploradas, apoyo su conclusión porque al realizar desarrollos descubrimos reservas de mineral desconocidas y se puede aumentar la producción más del 50% con respecto a la producción inicial, en la tesis presente; con el desarrollo del Crucero 2130 se consiguió aumentar la producción en un 60% con respecto a la producción inicial.

Medit, A. (2014), en su trabajo de investigación concluye que; con el desarrollo del Inclinado 718 y la implementación del winche de izaje para el inclinado mencionado, se logró aumentar la producción de 7.19 TM/guardia a 37.60 TM/guardia y podemos observar un incremento de producción de 30.41 TM/guardia, apoyo su conclusión que al implementar un sistema de extracción convencional con respecto a la artesanal, se lograra aumentar la extracción de mineral y como resultado mejorar la producción, en la presente tesis; con el desarrollo del Crucero 2130, logró la Mina Españolita aumentar de 15 TM/guardia a 24 TM/guardia, esto se logró mediante un sistema de extracción convencional el cual es a riel y carros mineros.

Vargas, O. (2014), en su tesis concluye que; con el diseño del circuito de flujo de aire fresco, el caudal de ingreso se incrementó de 372.60 m³/min a 453 m³/min, comparando con el requerimiento total de caudal de aire para la zona Gisela es 416 m³/min, se tiene un saldo favorable de 37.00 m³/min, equivalente a una cobertura de 108.09 % que implica mejor aprovechamiento de flujo de aire, estoy de acuerdo con su investigación porque para poder mejorar el sistema de ventilación de la Mina Españolita se utilizó el mismo método, en la presente tesis; desarrollado el Crucero 2130 y comunicado el nivel 2130 con el nivel 2180, el caudal de ingreso se incrementó de 169.29 m³/min a 416.64 m³/min, comparando con el requerimiento total de caudal de aire para la mina Españolita es 345.40 m³/min, se tiene un saldo favorable de 62.24 m³/min, equivalente a una cobertura de 117.56 % y esto nos indica que tenemos 17.56 % más de aire.

Choque, O. (2016), en su tesis concluye que; todo el proceso de optimización del circuito de ventilación del proyecto Cortada 3800 – Quenamari, funciona eficientemente, las mejores son notables en la ventilación de la cortada, del mismo modo el personal mejoro considerablemente su eficiencia operativa de trabajo, reportando mayor avance en los trabajos de rehabilitación, estoy de acuerdo que cuando no hay ventilación eficiente el personal de operación baja su rendimiento y generando menor producción, desde mi punto de vista se debe de realizar estudios de ventilación permanentemente para que la ventilación sea eficiencia y no afecte la producción por medio del personal de operaciones, en la presente tesis; desarrollado el Crucero 2130 y comunicado el nivel 2130 con el nivel 2180, mejoro el sistema de ventilación, del mismo modo el personal mejoro considerablemente su eficiencia en trabajos de operación, habiendo mayor avance y producción.

Quispe, E. (2017), en su tesis concluye que; el caudal requerido para satisfacer las necesidades en interior mina es 570.00 m³/min y el caudal que mueve la presión de ventilación natural es 584.18 m³/min, aparentemente el flujo natural abastece las necesidades , sin embargo no todo el aire que ingresa a mina es productivo, ya que el 18,8 % de aire se evacua sin mucho aprovechamiento, no estoy de acuerdo ya que todo el aire que ingresa a mina es productivo y el 18,8 % me parece muy exagerado el porcentaje, debería replantear su estudio de ventilación.

CONCLUSIONES

Se desarrolló los 1000 m del Crucero 2130, en el tiempo programado que era de diciembre del 2016 a diciembre del 2017, producto del desarrollo mejoro la producción de 900 TM/mes a 1440 TM/mes y también mejoro el balance de aire del sistema de ventilación de $-153,51 \text{ m}^3/\text{min}$ a $26.24 \text{ m}^3/\text{min}$ en la Mina Españolita.

Se mejoró la producción mensual de la Mina Españolita, inicialmente la producción de la mina era de 900 TM/mes, desarrollando el Crucero 2130 se cortó la estructura mineralizada a los 996 m, en esta estructura mineralizada se explota la Galería 772 E y la Galería 772 W produciendo 540 TM/mes, aumentando la producción de la Mina Españolita a 1440 TM/mes

Se compensó y mejoró el déficit de aire que se tenía la Mina Españolita en su sistema de ventilación, principalmente se observaba un balance de $-153.51 \text{ m}^3/\text{min}$, desarrollado el Crucero 2130 y comunicado el nivel 2130 con el nivel 2180 mediante una chimenea, se genera un circuito de ventilación en donde el aire ingresa por el nivel 2130 y sale por el nivel 2266, se realizó el estudio de ventilación obteniendo un balance de $26.24 \text{ m}^3/\text{min}$, compensando y mejorando el balance de aire inicial que se tenía.

RECOMENDACIONES

Se realice desarrollos como podrían ser cruceros, cortadas, rampas, inclinados, etc. dirigidas a estructuras mineralizadas, para mejorar la producción y comunicar con labores existentes para generar circuitos de ventilación.

Una vez cortada la estructura mineralizada y explotada en el mismo nivel por medio de galerías, subniveles, etc., desde cualquier punto de la labor se profundice hacia la parte inferior con dirección de la estructura mineralizada, para aumentar las reservas de mineral y el programa de producción mensual

Se realice estudios de ventilación permanentemente para saber si todo el aire que ingresa a mina es productivo o se evacua sin mucho aprovechamiento, si existiera labores donde el aire no es productivo se debe poner ventanas o tapones y si existiera labores donde la ventilación aun es deficiente se debe de instalar ventiladoras.

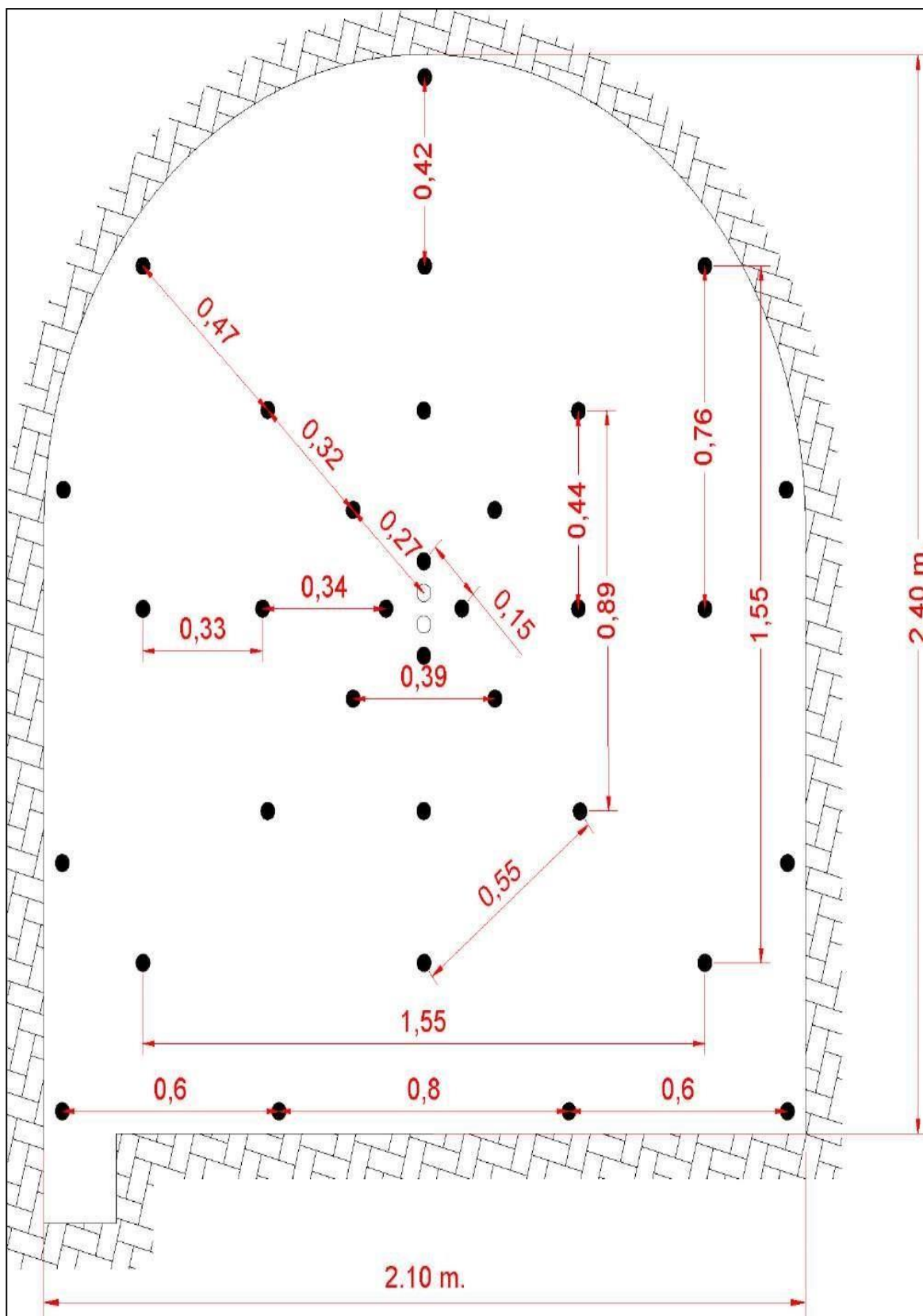
REFERENCIAS

- Asuaga, F. (2008). *Costos en Minería*, Argentina: FCE - UNT.
- Barrionuevo, A. (1996). *Exploración y Desarrollo Mina San Pedro y Anatile Cusco*. Tesis de título, FIM-UNA, Puno, Perú.
- Bernaola, J. & Castilla, J. (2013). *Perforación y Voladura de Rocas en Minería*, Madrid: E.T.S. Ingenieros de minas de Madrid.
- Copco, A. (2000). *Catálogo de Atlas Copco*, Perú: Edición Atlas Copco.
- Camac, A. (2004). *“Voladura de rocas”*. Puno: UNA.
- Calizaya, M. (2010). *Ventilación de Minas*, Perú: UNI.
- Cañahua, T. (2015). *Manual del Departamento de Geología Mina Españolita*. Española, Perú: Manual de geología de Minera Españolita.
- Carhuancho, E. (2015). *Manual de Operación Crucero 2130-Cortada IV Mina Españolita*. Española, Perú: Manual de operaciones de Minera Españolita.
- Choque, O. (2016). *Optimización del Sistema de Ventilación para el Proyecto Cortada 3800 – Quenamari, U.M. San Rafael – Minsur*. Tesis de título, FIM-UNA, Puno, Perú.
- Díaz, M. (2001). *Carga, Transporte y Extracción en Minería Subterránea*, España: Editorial Septem Ediciones S.L.
- EXSA. (2001). *Manual práctico de voladura*. Perú: Edición especial.
- FAMESA. (2000). *Manual de perforación y voladura*. Perú: Edición FAMESA.
- Flores, S. (2001) *Desarrollo y Preparación de Labores Subterráneas en la Compañía Minera Ares*. Tesis de título, FIM-UNA, Puno, Perú.
- Huanca, E. (2000). *Desarrollo y Preparación de Labores Subterráneas*. Tesis de título, FIM-UNA, Puno, Perú.
- López, C. (1997). *Manual de túneles y obras subterráneas*. Madrid, España: Entorno Grafico.
- Lock, J. (1999). *Curso de Ventilación de Minas*, España: ISTEAC.

- López, C. & García, P. (2001). *Manual de Perforación y Voladura de Rocas*, Madrid: E.T.S. Ingenieros de minas de Madrid.
- Liborio, M. (2007) *Desarrollo del inclinado 470 de la Veta Barbarita y Diseño de Izaje en CIA. Minera Ariragua*. Tesis de título, FIM-UNA, Puno, Perú.
- Luque, V. (2010). *Manual de ventilación de Minas*, Perú: UNI.
- Machicao, J. (2000). *Programa de Exploración y Desarrollo de la Galería 385-E Nivel 4945 Santa Ana Empresa Minera Ananea*. Tesis de título, FIM-UNA, Puno, Perú.
- Muños, M. (2007). *Ampliación de la producción mediante el desarrollo de rampas en la Unidad Minera Chungar de 2 000 TM/día a 3 000 TM/día*. Tesis de título, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Mamani, S. (2009). *Construcción del Proyecto Rampa Mariana –Mina Arcata*. Tesis de título, FIM-UNA, Puno, Perú.
- Mallqui, C. (2009). *Maquinaria y equipo Minero*. Huancayo, Perú: FIM-UNCP.
- Medit, A. (2014). *Desarrollo de Labores Subterráneas – Inclinados para el Incremento de la Producción en la Minera Covar*. Tesis de título, Universidad Central de Ingeniería en Minas y Petróleos, Alemania.
- Novitzky, A. (1962). *Ventilación en Minas*, Argentina: Editorial H F Martínez de Murguía.
- SERMINSA (2001). *Catálogo de SERMINSA*, Perú: Edición SERMINSA.
- Quispe, F. (1990). *Desarrollo Tecnológico de la Mina Cautiva de Oro*. Tesis de título, FIM-UNA, Puno, Perú.
- Quispe, E. (2017). *Caracterización y diseño del Sistema de Ventilación para Mejora de la Circulación del Aire en el Proyecto Minero Imaculada 4-Ciemsas*. Tesis de título, FIM-UNA, Puno, Perú.
- Roldán, R. (2013). *Desarrollo del Crucero 850 para la Minera Nueva Vera Cruz*. Tesis de título, Universidad Nacional Autónoma, México.
- Vargas, O. (2014). *Diseño del Circulo en un Sistema de Ventilación Natural de la Zona Gisela – Mina Esperanza de Caravelí – Compañía Minera Titán del Perú S.R.L.* Tesis de título, FIM-UNA, Puno, Perú.

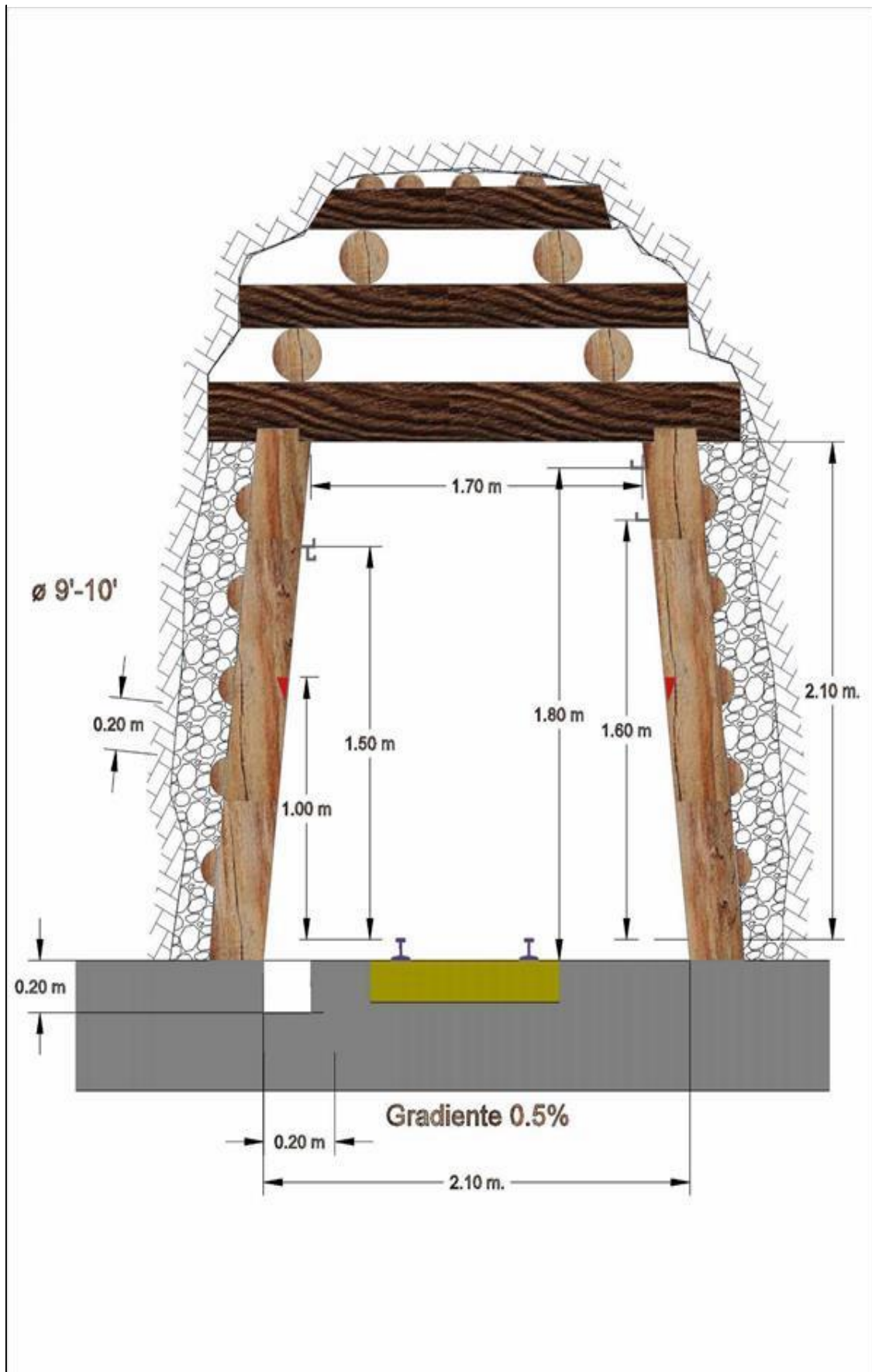
ANEXOS

Anexo 1. Malla de perforación.



Fuente: Empresa Minera Española

Anexo 2. Cuadros cónicos.



Anexo 3. Producción de mineral del nivel 2130.

| Producción por día de mineral del nivel 2130 de enero – 2018 | | | |
|--|----------------------|----------------------|-------------------|
| Año 2018 - enero (día) | GL 772 E (TM/día) | GL 772 W (TM/día) | Total (TM/día) |
| 1 | 12 | 11 | 23 |
| 2 | 0 | 12 | 12 |
| 3 | 12 | 11 | 23 |
| 4 | 13 | 13 | 26 |
| 5 | 0 | 11 | 11 |
| 6 | 12 | 0 | 12 |
| 7 | 14 | 12 | 26 |
| 8 | 0 | 13 | 13 |
| 9 | 13 | 12 | 25 |
| 10 | 12 | 12 | 24 |
| 11 | 12 | 0 | 12 |
| 12 | 0 | 11 | 11 |
| 13 | 15 | 13 | 28 |
| 14 | 12 | 0 | 12 |
| 15 | 14 | 14 | 28 |
| 16 | 0 | 13 | 13 |
| 17 | 13 | 12 | 25 |
| 18 | 12 | 0 | 12 |
| 19 | 13 | 14 | 27 |
| 20 | 11 | 15 | 26 |
| 21 | 12 | 13 | 25 |
| 22 | 14 | 14 | 28 |
| 23 | 15 | 14 | 29 |
| 24 | 13 | 13 | 26 |
| 25 | 0 | 15 | 15 |
| 26 | 15 | 0 | 15 |
| 27 | 14 | 13 | 27 |
| 28 | 14 | 13 | 28 |
| Total | 287 TM/mes | 294 TM/mes | 581 TM/mes |

Anexo 4. Datos recolectados para el estudio de ventilación.

| Datos de los puntos de ingreso y salidas de aire para el estudio de ventilación | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|---------|-----------------|-----------|-----------|---------------|--------|-------------------|---------------------|-----------------------|
| Fecha | Nivel Labor | Descripción | Punto | Tiempo Promedio | Distancia | Velocidad | Ancho o largo | Altura | Área | Caudal | Caudal |
| 2018 | | | | (s) | (m) | (m/s) | (m) | (m) | (m ²) | (m ³ /s) | (m ³ /min) |
| Enero | 2130 | CX 2130 | Ingreso | 3,40 | 2,00 | 0,60 | 2,60 | 2,60 | 6,76 | 4,06 | 243,36 |
| Enero | 2130 | CX 2130 | Ingreso | 5,00 | 2,00 | 0,40 | 1,90 | 1,90 | 3,61 | 1,44 | 86,64 |
| Enero | 2130 | C X 2130 | Ingreso | 5,00 | 2,00 | 0,40 | 1,90 | 1,90 | 3,61 | 1,44 | 86,64 |
| Enero | 2266 | CX 2266 | Salida | 3,30 | 2,00 | 0,61 | 2,60 | 2,60 | 6,76 | 4,10 | 245,82 |
| Enero | 2266 | CX 2266 | Salida | 5,50 | 2,00 | 0,35 | 1,90 | 1,90 | 3,61 | 1,26 | 75,81 |
| Enero | 2266 | CX 2266 | Salida | 4,65 | 2,00 | 0,43 | 1,90 | 1,90 | 3,61 | 1,55 | 93,14 |

Nota: Tiempo promedio: es el tiempo que demoro en recorrer los tubos de humo en dos metros, se hizo varias pruebas y se sacó un promedio aritmético.

- Distancia: la distancia en que se hizo las pruebas del recorrido de los tubos de humo fue en dos metros.
- Velocidad: esto se obtendrá de la división entre distancia entre tiempo.
- Ancho: distancia hacia el largo de la labor.
- Altura: distancia hacia arriba de la labor.
- Área: esto se obtendrá de la multiplicación de ancho por altura.
- Caudal: esto se obtendrá de la multiplicación de área por velocidad.

Anexo 5. Datos recolectados de los piques y chimeneas para el estudio de ventilación.

| Datos del caudal de aire de los piques y chimeneas para el estudio de ventilación | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------------------------|-------------|---------------------|---------------|-----------------|-----------|-----------|------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Fecha | Nivel | Labor y punto de monitoreo | Descripción | Tiempo Promedio (s) | Distancia (m) | Velocidad (m/s) | Ancho (m) | Largo (m) | Área (m ²) | Caudal (m ³ /s) | Caudal (m ³ /min) |
| Enero | 2254 | Ch 340 | Salida | 6,10 | 2,00 | 0,33 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,74 | 44,26 |
| Enero | 2254 | Ch 231 | Salida | 7,20 | 2,00 | 0,28 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,63 | 37,50 |
| Enero | 2254 | Ch 330 | Salida | 8,00 | 2,00 | 0,25 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,56 | 33,75 |
| Enero | 2254 | Ch 871 | Salida | 7,50 | 2,00 | 0,27 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,60 | 36,00 |
| Enero | 2254 | Ch 763 | Salida | 10,32 | 2,00 | 0,19 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,44 | 26,21 |
| Enero | 2254 | Ch 241 | Salida | 11,21 | 2,00 | 0,18 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,40 | 24,11 |
| Enero | 2254 | Ch 572 | Ingreso | 12,33 | 2,00 | 0,16 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,37 | 21,95 |
| Enero | 2246 | Ch 317 | Salida | 10,30 | 2,00 | 0,19 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,42 | 25,20 |
| Enero | 2229 | Ch 340 | Salida | 13,40 | 2,00 | 0,15 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,33 | 20,25 |
| Enero | 2229 | Ch 231 | Salida | 8,00 | 2,00 | 0,25 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,56 | 33,75 |
| Enero | 2229 | Ch 330 | Salida | 7,20 | 2,00 | 0,27 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,60 | 36,45 |
| Enero | 2229 | Ch 871 | Salida | 5,00 | 2,00 | 0,40 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,90 | 54,00 |
| Enero | 2229 | Ch 340 | Salida | 6,00 | 2,00 | 0,30 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,67 | 40,50 |
| Enero | 2229 | Ch 231 | Salida | 10,40 | 2,00 | 0,19 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,42 | 25,26 |
| Enero | 2229 | Ch 330 | Salida | 11,30 | 2,00 | 0,17 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,38 | 22,95 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|------|--------|---------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Enero | 2229 | Ch 871 | Salida | 12,00 | 2,00 | 0,16 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,36 | 21,60 |
| Enero | 2229 | Ch 572 | Ingreso | 14,30 | 2,00 | 0,13 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,29 | 17,55 |
| Enero | 2229 | Ch 572 | Ingreso | 12,30 | 2,00 | 0,16 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,36 | 21,60 |
| Enero | 2229 | Ch 572 | Ingreso | 11,00 | 2,00 | 0,18 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,40 | 24,30 |
| Enero | 2196 | Ch 805 | Salida | 10,50 | 2,00 | 0,19 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,60 | 36,00 |
| Enero | 2196 | Ch 806 | Salida | 10,30 | 2,00 | 0,19 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,60 | 36,00 |
| Enero | 2196 | Ch 807 | Salida | 9,40 | 2,00 | 0,21 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,47 | 28,20 |
| Enero | 2196 | Ch 808 | Salida | 8,00 | 2,00 | 0,25 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,56 | 33,75 |
| Enero | 2196 | Ch 809 | Salida | 7,50 | 2,00 | 0,26 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,58 | 34,80 |
| Enero | 2196 | Ch 810 | Salida | 7,00 | 2,00 | 0,28 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,63 | 37,80 |
| Enero | 2196 | Ch 790 | Salida | 6,00 | 2,00 | 0,33 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,74 | 44,40 |
| Enero | 2196 | Ch 695 | Salida | 5,90 | 2,00 | 0,33 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,74 | 44,40 |
| Enero | 2196 | Ch 600 | Salida | 5,00 | 2,00 | 0,40 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,90 | 54,00 |
| Enero | 2196 | Ch 321 | Salida | 8,00 | 2,00 | 0,25 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,56 | 33,60 |
| Enero | 2196 | Ch 180 | Ingreso | 10,11 | 2,00 | 0,19 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,42 | 25,20 |
| Enero | 2196 | Ch 040 | Ingreso | 11,50 | 2,00 | 0,17 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,38 | 22,80 |
| Enero | 2196 | Ch 930 | Ingreso | 12,30 | 2,00 | 0,16 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,36 | 21,60 |
| Enero | 2180 | Ch 715 | Salida | 9,40 | 2,00 | 0,21 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,47 | 28,20 |
| Enero | 2180 | Ch 480 | Salida | 8,30 | 2,00 | 0,24 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,54 | 32,40 |
| Enero | 2180 | Ch 140 | Salida | 7,50 | 2,00 | 0,26 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,58 | 34,80 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Enero | 2180 | Ch 100 | Salida | 7,00 | 2,00 | 0,28 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,63 | 37,80 |
| Enero | 2180 | Ch 880 | Salida | 6,00 | 2,00 | 0,33 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,74 | 44,40 |
| Enero | 2180 | Ch 805 | Salida | 5,90 | 2,00 | 0,33 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,74 | 44,40 |
| Enero | 2180 | Ch 624 | Salida | 4,50 | 2,00 | 0,44 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,99 | 59,40 |
| Enero | 2180 | Ch 550 | Salida | 4,30 | 2,00 | 0,46 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,03 | 61,80 |
| Enero | 2180 | Ch 460 | Salida | 7,00 | 2,00 | 0,28 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 0,63 | 37,80 |
| Enero | 2130 | Ch 520 | Salida | 4,00 | 2,00 | 0,50 | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,12 | 67,50 |

Nota: Tiempo promedio: es el tiempo que demoro en recorrer los tubos de humo en dos metros, se hizo varias pruebas y se sacó un promedio aritmético.

- Distancia: la distancia en que se hizo las pruebas del recorrido de los tubos de humo fue en dos metros.
- Velocidad: esto se obtendrá de la división entre distancia entre tiempo.
- Ancho: distancia hacia el largo de la labor.
- Altura: distancia hacia arriba de la labor.
- Área: esto se obtendrá de la multiplicación de ancho por altura.
- Caudal: esto se obtendrá de la multiplicación de área por velocidad.

Anexo 6. Matriz de consistencia.

| TÍTULO | PROBLEMA | OBJETIVO | HIPÓTESIS | VARIABLES INDEPENDIENTES | E | DISEÑO METODOLÓGICO |
|--|---|---|---|--|---|---|
| “DESARROLLO DEL CRUCERO 2130 PARA LA MEJORA DE PRODUCCIÓN Y VENTILACIÓN EN LA MINA ESPAÑOLITA” | <p>PROBLEMA GENERAL ¿Cómo se realiza el desarrollo del crucero 2130, para la mejora de producción y ventilación en la mina Españolita?</p> | <p>OBJETIVO GENERAL Desarrollar el crucero 2130 para la mejora de la producción y ventilación, en la mina Españolita.</p> | <p>HIPÓTESIS GENERAL Con el desarrollo del crucero 2130, se logrará la mejora de la producción y ventilación en la mina Españolita.</p> | <p>VARIABLE INDEPENDIENTE Desarrollo del crucero 2130 en la mina Españolita.</p> | | <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Descriptivo, experimental y prospectivo</p> |
| | <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS a) ¿Cómo es la mejora de la producción mediante el desarrollo del crucero 2130 en la mina Españolita? b) ¿Cómo es la mejora del sistema de ventilación mediante el desarrollo del Crucero 2130 en la mina Españolita?</p> | <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS a) Mejorar la producción mediante el desarrollo del Crucero 2130, en la mina Españolita. b) Mejorar el sistema de ventilación mediante el desarrollo del Crucero 2130, en la mina Españolita.</p> | <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICO a) La producción, se logrará la mejora mediante el desarrollo del crucero 2130 en la mina Españolita. b) El sistema de ventilación, se logrará la mejora mediante el desarrollo del crucero 2130 en la mina Españolita</p> | <p>VARIABLE DEPENDIENTE Mejora de producción y ventilación en la mina Españolita.</p> | | <p>MÉTODO Desarrollo del crucero para la mejora de producción y ventilación.</p> |
| | | | | <p>INDICADORES -Estructura mineralizada (veta Ana) -Producción de la mina Españolita - Estudio de ventilación realizados.</p> | | <p>MUESTRA Desarrollo del crucero 2130 en la Empresa Minera Españolita S.A.</p> |
| | | | | <p>INSTRUMENTOS DE CAMPO - Cuadros de cálculos de producción y ventilación. -Información de reporte diario de operación mina y del área de ventilación.</p> | | |

Anexo 7. Plano isométrico del estudio de ventilación.