

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y MINAS

PROGRAMA INGENIERIA DE MINAS

MEMORIA DE PRACTICAS PROFESIONALES EN INDUSTRIAL MINERA MEXICO UNIDAD CHARCAS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCIÓN DEL
TITULO DE:

INGENIERO MINERO

PRESENTADO POR: **GERMAN TADEO DURAZO GARCIA**

Hermosillo, Sonora

JUNIO de 2018

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas
Academia de Operaciones Mineras

21 de mayo de 2018.

P.I.M. GERMAN TADEO DURAZO GARCIA
Presente.-

Por este conducto le informo que después de presentar ante los miembros de la **ACADEMIA DE OPERACIONES MINERAS**, su solicitud de aprobación del Tema: **MEMORIA DE PRACTICAS PROFESIONALES EN INDUSTRIAL MINERA MEXICO UNIDAD CHARCAS**, que usted propone para obtener el título de **INGENIERO MINERO**, me es grato hacer de su conocimiento que hemos acordado **APROBAR** la propuesta que nos ha enviado, a fin de brindarles la oportunidad de presentar su Examen Profesional según lo establecido por la normatividad vigente.

Asimismo, les informo que la Academia Revisora quedó integrada como sigue:

DIRECTOR:	DR. SERGIO ALAN MORENO ZAZUETA
ASESOR:	M.C. TOMÁS FERNANDO VILLEGAS BARBA
ASESOR:	M.C. GÉNESIS LUISANA AGUIRRE LÓPEZ

Aprovecho la oportunidad para desearle el mayor de los éxitos y solicitarle su mejor esfuerzo para el bien del trabajo académico de nuestra institución.

ATENTAMENTE,
"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"

DR. SERGIO ALAN MORENO ZAZUETA
PRESIDENTE DE ACADEMIA



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas
Academia de Operaciones Mineras

11 de junio de 2017.

P.I.M. GERMAN TADEO DURAZO GARCIA

Presente.-

Por medio de la presente, informo a usted que después de analizar su solicitud de aprobación del Tema: **MEMORIA DE PRACTICAS PROFESIONALES EN INDUSTRIAL MINERA MEXICO UNIDAD CHARCAS**, hemos tenido a bien emitir un dictamen satisfactorio del contenido del mismo, después de revisar cuidadosamente el trabajo desarrollado y verificar que los objetivos propuestos se hayan alcanzado, según lo establecido con anterioridad.

Por tal motivo, la Comisión extiende su autorización para proceder a la edición e impresión final del documento y, posteriormente, presentar el examen profesional en la fecha que de común acuerdo se convenga.

A T E N T A M E N T E,
"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"

DR. SERGIO ALAN MORENO ZAZUETA
PRESIDENTE DE ACADEMIA

DR. SERGIO ALAN MORENO ZAZUETA
PRESIDENTE DEL JURADO
(DIRECTOR)

Tomas F. Villegas B.
M.C. TOMÁS FERNANDO VILLEGAS BARBA
SECRETARIO DEL JURADO
(ASESOR)

Genesis
M.C. GÉNESIS LUISANA AGUIRRE LÓPEZ
VOCAL DEL JURADO
(ASESOR)

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la empresa industrial Minera México Unidad Minera Charcas por el apoyo para realizar mis prácticas profesionales, en especial a mi supervisor y amigo Ing. José Pablo Sánchez Gutiérrez quien fue mi mentor a lo largo de mi estadía y también a mi compañero y claro mi amigo Sr. Juan Francisco "El Pelos" Mota ya que siendo una persona de edad avanzada fue un gran maestro para mí ya que con su amplia experiencia en la minería me aconsejaba, me guiaba, y me ayudaba en mi formación como minero subterráneo, agradezco también a la persona que hizo posible la realización de mis prácticas profesionales en Unidad Charcas al Ing. Christian Rosas ya que sin su ayuda no podría haber vivido tal experiencia en minería subterránea y su también agradezco su hospitalidad.

Así también le doy gracias a Dios y a mi familia que sin su apoyo a lo largo de mi formación universitaria no podía haber sido capaz de haber vivido tal experiencia.

Quiero hacer un especial agradecimiento a mi novia la Ing. Karla Mariana Duarte Pérez, que con su apoyo incondicional y su cariño, me ha llevado a ser una mejor persona, claro un mejor profesionalista hasta la fecha, por el haberme apoyado a pesar de la gran distancia que nos separó a lo largo de mis prácticas, ella siempre estuvo pendiente de mí, por todo eso doy gracias.

Así también agradezco a la Universidad de Sonora por la facilidad y guía hacia el área laboral. Un especial agradecimiento a todo el cuerpo docente que incorpora la carrera de ingeniería en minas, en especial al maestro M.C. Tomas Villegas, Dr. Sergio Alan, Ing. Erica Nevares. También quisiera agradecer a mis amigos y compañeros que estuvieron conmigo a lo largo de mi carrera profesional, al Ing. Juan Carlos Coronel Batiz, Ing. Raul Masatan del Castillo, Ing. Liliana Carolina Ramos Salzar y a la Ing. Yosselin Gardner Jacobo, que siempre me apoyaron a lo largo de la carrera con su gran amistad.

De ante mano quiero darles las gracias a mis amigos y hermanos de vida que tanto en las buenas y en las malas estuvieron conmigo a lo largo de mi formación, le doy gracias

al Lic. Jose Luis Maytorena Sandoval, Lic. Eugenio Alejandro Aguirre Paz y Puente, Ing. Hector Rolando Muzquis Garcia, Ing. Kevin Patric Dox Gomez y al Lic. Mario Antonio Cordova Salcido, quienes con su apoyo me alentaron en salir adelante y que sin su compañía y, amistad no sería la persona que ahora soy.

Por todo lo que fue, es y será, les doy gracias a todos.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	3
1 INTRODUCCION.....	10
2 GENERALIDADES	11
2.1 Historia de la unidad minera	11
2.2 Localización.....	12
3 GEOLOGÍA LOCAL.....	15
3.1 Fisiografía y geomorfología	15
3.2 Estratigrafía	15
3.3 Geología estructural	16
3.4 Tipos de yacimientos.....	17
3.5 Cuerpos de reemplazamiento.....	18
3.6 Yacimientos de relleno de fisuras	18
3.7 Tipos de roca predominante en el yacimiento.....	18
3.8 Mineralogía.....	19
3.9 Cuerpos mineralizados	19
4. SEGURIDAD	20
4.1 Política de la seguridad y salud en el trabajo.....	20
4.2 Generalidades de la unidad	20
4.3 Seguridad en La Unidad Charcas.....	22
4.4 Aspectos del sistema de seguridad, higiene y salud ocupacional	23
4.5 Equipo de seguridad o equipo de protección personal (EPP)	23
4.5.1 Aspectos generales del EPP	24
4.5.1.1 Recomendaciones generales.....	26
4.5.2 Características generales del EPP	26
4.5.3 Vestuario y presentación personal.....	27
4.5.4 Casco de seguridad.....	28
4.5.5 Lentes de seguridad	29
4.5.6 Protectores auditivos	29
4.5.7 Protector respiratorio	30
4.5.8 Auto rescatador	31
4.5.9 Guantes.....	31
4.5.10 Protector contra caídas.....	32

4.5.11	Zapatos y botas de seguridad.....	33
4.5.12	Lámpara Minera	34
4.6	Tipos de reportes que se realizan en mina	34
4.7	Amacice de unidad charcas.....	36
4.7.1	Descripción de proceso para amacizar	36
5.	OPERACIÓN MINA	39
5.1	Funciones de un superintendente de operaciones en minería subterránea	39
5.2	Funciones de un jefe de mina en minería subterránea	39
5.3	Funciones de un supervisor de mina subterránea.....	40
6.	MÉTODO DE MINADO.....	42
6.1	Metodología de minado en la unidad charcas.....	42
6.2	Corte y relleno con jal y tepetate.....	42
6.2.1	Relleno con tepetate.....	43
6.2.2	Relleno con jal.....	43
6.2.3	Relleno combinado.....	43
6.3	Cuartos y pilares con bancos descendentes.....	43
6.4	Exploración con barrenación de diamante	45
6.5	Descripción mina	46
6.5.1	Carga de piso	48
6.5.2	Rellene hidráulico	48
6.6	Cuña.....	49
6.7	Explosivos	49
6.8	Plantilla de barrenación	52
6.9	Refuerzo y soporte	55
7.	CARGADO Y ACARREO.....	57
8.	CALCULO DE VENTILACIÓN	62
8.1	Elementos de la ventilación secundaria.....	62
8.2	Tuberías o conductos de aire.....	63
8.3	Sistemas de ventilación secundaria.....	64
8.3.1	Soplante	64
8.3.2	Aspirante	66
8.3.3	Mixto – soplante con apoyo de aspirante.....	67
8.3.4	Mixto – aspirante con apoyo de soplante.....	69

8.4	Metodología de cálculo de ventilación	70
8.4.1	Calculo de caudal necesario para un tope de trabajo	72
9.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LAS ESTANCIAS	80
10.	INFORMACIÓN CURRICULAR	95
10.1	¿Qué conocimientos fueron requeridos para realizar la práctica profesional?	95
10.2	¿Qué conocimientos o habilidades considera que le hicieron falta para la realización de la práctica?	96
11.	CONCLUSIONES	97
	ANÁLISIS DE LAS EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS	98

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.	Localización del Estado de San Luis Potosí	12
Figura 2.	Límites de la ciudad de Charcas	13
Figura 3.	Lote minero, Unidad Charcas	13
Figura 4.	Organigrama del área de mina	21
Figura 5.	Equipo de protección personal	25
Figura 6.	EPP básico	26
Figura 7.	EPP para mina subterránea	27
Figura 8.	Reflejante en la ropa y de preferencia cabello corto	28
Figura 9.	Casco de seguridad clase "E" o tipo II	29
Figura 10.	Lentes de seguridad	29
Figura 11.	Tapones u orejeras para protección auditiva	30
Figura 12.	Respirador o mascarilla para polvos o químicos	30
Figura 13.	Auto rescatador	31
Figura 14.	Guantes de cuero o carnaza	32
Figura 15.	Arnés de seguridad, cinturón de seguridad con cuerda salvavida	33
Figura 16.	Botas de hule con punta de acero	33
Figura 17.	Lámpara minera	34

<i>Figura 18. Método de minado utilizado en la Unidad, corte y relleno con jal y tepetate.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 19. Room and Pillar.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 20. Sección longitudinal del Método Room and Pillar.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 21. Plantilla de barrenación para avance.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 22. Plantilla de barrenación para tumbes.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 23. Cargado de barrenos.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 24. Anclaje.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 25. Scoop Tram, marca Atlas Copco.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 26. Scoop Tram, marca Sandvik.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 27. Camión minero, marca Sandvik.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 28. Camión minero, marca Atlas Copco.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 29. Camión minero, marca Jarvis Clark.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 30. Parrilla con martillo hidráulico, nivel 21.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 31. Ventilador, marca Zitron.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 32. Ventilador, marca Zitron.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 33. Sistema de ventilación soplante.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 34. Sistema de ventilación aspirante.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 35. Sistema de ventilación mixto-soplante con apoyo de aspirante.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 36. Sistema de ventilación mixto-aspirante con apoyo de soplante.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 37. Factor de fricción del ducto.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 38. Elemento diferencial de tubería.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 39. Ecuación del elemento diferencial de tubería.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 40. Datos para la dilución de emisiones de diésel.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 41. Formula de Atkinsón.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 42. Factor de fricción del ducto.</i>	<i>77</i>
<i>Figura 43. Zitron GEL 7-42.</i>	<i>78</i>
<i>Figura 44. Curva característica del ventilador Zitron GEL 7-42.</i>	<i>79</i>

<i>Figura 45. Condiciones de la instalación y condición física de las mangas, nivel 25.</i>	83
<i>Figura 46. Primera propuesta de duo-ductos</i>	84
<i>Figura 47. Segunda propuesta de duo-ductos.</i>	84
<i>Figura 48. Método barrido.</i>	86

LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 1. Tiempos y movimientos, camión 54.</i>	60
<i>Tabla 2. Tabla de factor 1.01387</i>	74
<i>Tabla 3. Costo total de ventiladores principales y secundarios.</i>	89
<i>Tabla 4. Costo total de los ductos utilizados en los años 2016 y 2017.</i>	89
<i>Tabla 5. Comparación del costo de Dúo-ductos y cable guía.</i>	90
<i>Tabla 6. Categoría de empleados.</i>	90
<i>Tabla 7. Costos de servicios en general.</i>	91
<i>Tabla 8. Costo por metro barrenado para contrapozo.</i>	91
<i>Tabla 9. Número de contrapozos y costo total.</i>	92
<i>Tabla 10. Costo de hacer por mes.</i>	92
<i>Tabla 11. Costo de explosivos por mes.</i>	93

LISTADO DE GRAFICAS

<i>Gráfica 1. Levantamiento, nivel 25.</i>	81
<i>Gráfica 2. Caída de caudal.</i>	82
<i>Gráfica 3. Comparación del porcentaje de costos del departamento de ventilación.</i>	94

1 INTRODUCCION

El presente reporte comprende el periodo de estancias que estuve realizando en Unidad Minera Charcas de Grupo IMMSA, que comprende el 21 de AGOSTO a 21 de DICIEMBRE de 2017, todo comenzó con la inducción de lo que es la unidad minera y los días de 22 de agosto a 25 de agosto se impartieron 7 módulos necesarios con sus respectivas evaluaciones para así poder ingresar a mina a realizar un recorrido para conocer las obras mineras, seguido de esto se asigna a nuestro supervisor, en mi particular caso fui asignado, por decisión propia, al departamento de ventilación a cargo del Ing. José Pablo Sánchez Gutiérrez.

2 GENERALIDADES

2.1 Historia de la unidad minera

La unidad CHARCAS perteneciente al Grupo México empresa líder a nivel mundial en producción de cobre.

Las Primeras explotaciones de mineral en realizarse en esta mina empezaron alrededor de los años 1583 en las vetas Leones y Santa Isabel.

Desde el año 1838 se realizaron varios intentos por explotar el mineral de una manera más moderna en la zona de Charcas, sin ningún éxito.

El grupo ASARCO (American Smelting And Refining Company) invirtió en charcas en el año de 1911, adquiriendo los derechos de explotación de la Compañía Mina Tiro General. Más no fue la única compañía interesada, ya que el grupo Anaconda Mines Company y otras empresas de capital extranjero tuvieron derechos de explotación en Charcas y sus alrededores.

ASARCO quién más tarde se transformó en la Compañía Industrial Asarco, S. A, construyo en 1925 su propia planta de beneficio en Charcas, con tecnología moderna de acuerdo con la época, comenzó con ello el declive de las haciendas de beneficio de los alrededores.

Algunos de los minerales importantes desde el punto de vista económico localizados en las minas de Charcas incluyen Argentita, Esfalerita, Galena, Pirita Y Calcopirita.

La mina de Charcas utiliza para su explotación subterránea el método de Corte y Relleno hidráulico (Cut and Fill) combinado con el método de Curatos y Pilares con bancos descendentes (Room And Pillar). La carga de mineral explotado es llevada a la estación subterránea de triturado. El mineral triturado es llevado entonces a la superficie para su procesamiento en las plantas concentradoras de flotación selectiva, a fin de producir concentrados. La capacidad combinada de las plantas de flotación es de 4,500 de toneladas métricas de mineral al día. El concentrado de plomo producido

en Charcas se vende a terceros en México. Los concentrados de Zinc y Cobre se procesan principalmente en la refinería de Zinc y la fundición de Cobre en San Luis Potosí.

2.2 Localización

El complejo minero de Charcas se encuentra localizado a 110 kilómetros al norte de la ciudad de San Luis Potosí, en el estado del mismo nombre (figura 1). El complejo incluye una mina subterránea y dos plantas de flotación y produce concentrados de Zinc, Plomo y Cobre con cantidades importantes de plata (figura 2) y actualmente la mina Charcas es la mayor productora de Zinc en México.

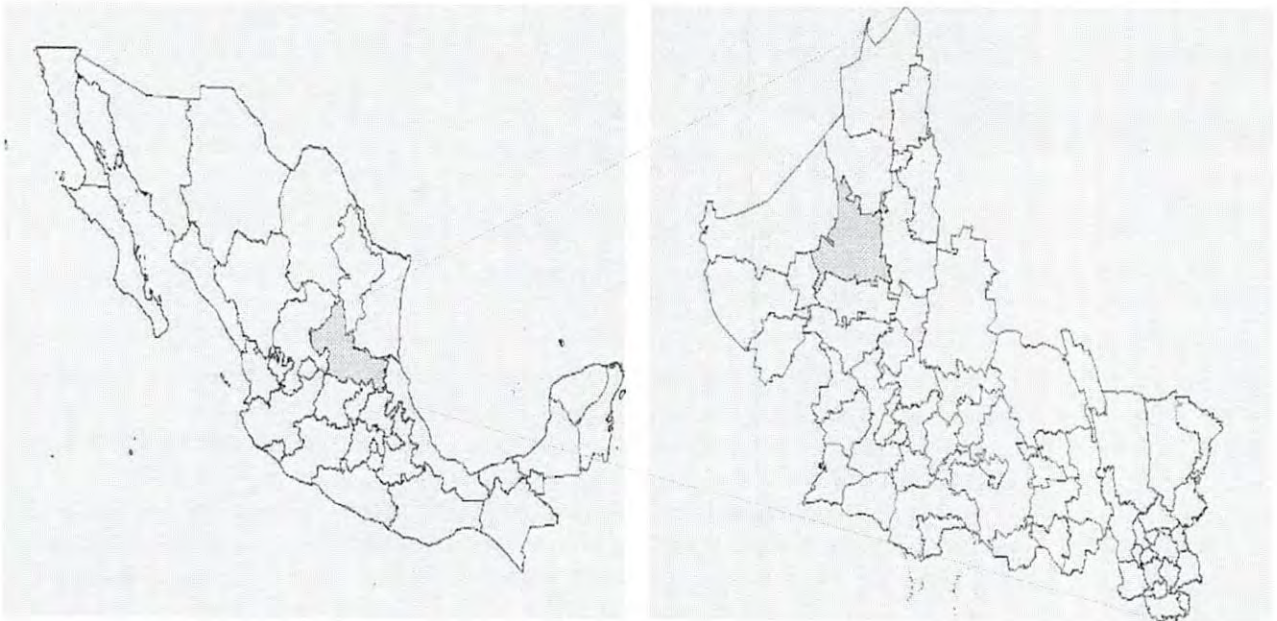


Figura 1. Localización del Estado de San Luis Potosí.

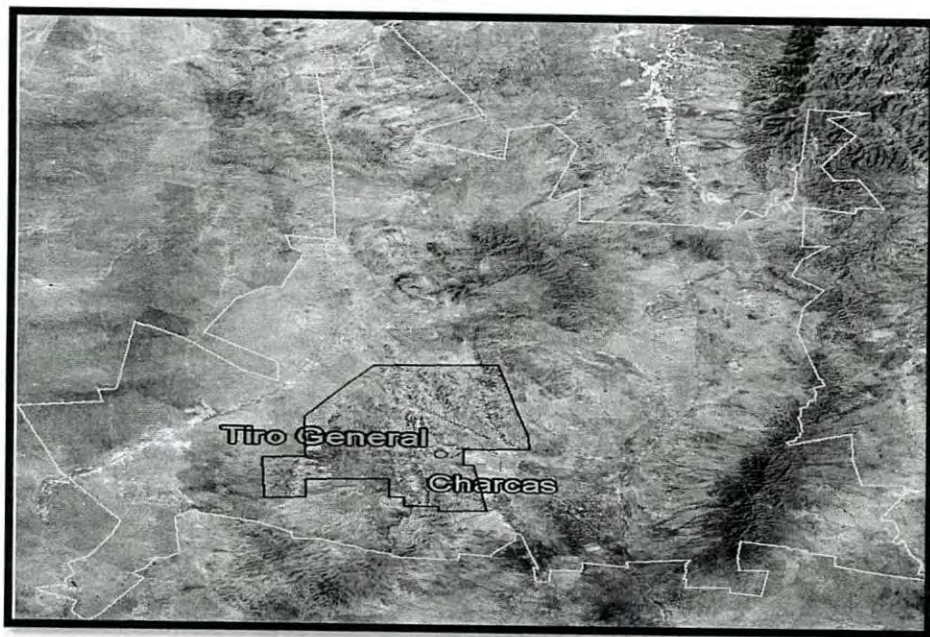


Figura 2. Límites de la ciudad de Charcas



Figura 3. Lote minero, Unidad Charcas

Como se muestra en la **figura 3**, en color azul claro se encuentra el polígono hasta donde se recomendó extender los lotes mineros de la empresa, el polígono amarillo es el límite redefinido del distrito minero charcas, y en tonos naranja, rosa y rojo, se encuentran los lotes mineros propiedad de la empresa.

3 Geología Local

3.1 Fisiografía y geomorfología

El distrito minero de Charcas se encuentra ubicado en la porción centro-oriental de la provincia fisiográfica se le denominada Mesa Central; constituida por sierras de origen tectónico y valles inter-montañosos de origen aluvial, muy cerca del límite occidental de la provincia fisiográfica de las Sierras Bajas, correspondientes a la Sierra Madre Oriental y tectónicamente situada en el límite oriental de los últimos segmentos de la provincia extensional conocida como cuencas y sierras de la república Mexicana.

La sierra de Charcas es una estructura más o menos elíptica con orientación ligeramente NE, truncada en su parte norte por los afloramientos de la sierra El Borrego. La altura máxima de la sierra se localiza en la parte sur de la hoja, en el Picacho Los Lobos con 2,750 msnm. Está limitada al este por el valle de Villa de Arista, cuya altitud es de 1,800 msnm y al oeste por el llano de Santo Domingo con 2,150 msnm En la parte norte la altitud mayor la tiene el cerro La Jarcia con 2,460 msnm.

La sierra de Charcas forma parte de una serie de estructuras con formas muy variadas predominantemente elípticas cóncavas, que sobresalen a todo lo largo y ancho de la Meseta Central; en esos lugares afloran rocas marinas que van desde el cretácico superior, intrusionadas por cuerpos plutónicos terciarios y cubiertas por remanentes de rocas volcánicas de la misma edad. Esta sierra está compuesta principalmente de calizas cretácicas que son más resistentes a la erosión, generalmente presentan perfiles redondeados y drenaje escaso. El ciclo erosivo es de madurez avanzada pudiéndose observar cómo la erosión ha dejado al descubierto rocas triásicas, formando valles hacia el oriente del distrito; constituidos por relleno de aluvión y cubiertos parcialmente por caliche.

3.2 Estratigrafía

La historia geológica de la zona se inicia en el Triásico Superior (Cárnico) con la deposición de una secuencia terrígena de tipos flysch. En la zona que actualmente

ocupa la Sierra de Charcas prevalecía un ambiente somero (nerítico) en donde se desarrolló un complejo deltaico, con depósitos rítmicos de arenas, arcillas y ocasionalmente también depósitos masivos pseudo conglomeráticos, donde se preservaron fragmentos visibles de plantas. En la cima de esta secuencia es notable el contenido de material tobáceo, lo cual indica un extendido volcanismo en la parte emergida del continente al Norte y Este del área.

Al finalizar el Triásico, la cuenca marina había sufrido una acumulación de sedimentos en esta parte o bien un evento orogénico levantó al paquete sedimentario antes citado, de tal manera que sobre ella se depositaron una secuencia de conglomerados, arenas y arcillas de material predominantemente volcánico. Toda la secuencia fue deformada, plegada y levantada por un evento compresivo regional conocido como Orogenia Palizada, que imprimió un metamorfismo de bajo grado (Facies Esquistos Verdes), sobre todo a la secuencia flyschoides. Al evento compresivo siguió un largo período de erosión, durante todo del Jurásico Inferior y gran parte del Jurásico Medio.

3.3 Geología estructural

La principal estructura que se observa en el área es un anticlinorio doblemente buzante con orientación aproximada N-S denominado San Rafael. Existen además varias estructuras anticlinales y sinclinales locales tanto en rocas triásicas como en los flancos de dicho anticlinorio.

Los rasgos estructurales presentes dan evidencia de tres etapas tectónicas: La primera relacionada con el metamorfismo regional que sufrieron las rocas del Triásico, la segunda producto de la Orogenia Laramide y el emplazamiento de cuerpos intrusivos, y la tercera ocurrió en el Plioceno que obedece a esfuerzos de distensión que dieron origen a un sistema de fracturas con orientación Noroeste-Sureste y fallas normales N-S que afectaron las estructuras anteriores.

El sistema de fracturas y fallas de los movimientos orogénicos de la Revolución Laramide y de los esfuerzos tensionales que produjo el emplazamiento del Stock El Temeroso se encuentran mineralizados.

Se definen tres sistemas de estructuras mineralizadas:

- 1.- El formado por las vetas Leones y Santa Isabel, Santa Rosa, La Viejita, Santa Inés, Veta Nueva, San Rafael, Progreso y fracturas rellenas que se encuentran en las Bibianas y El Potosí. Este conjunto presenta un rumbo preferencial al NW con variaciones E-W como en el caso de Las Margaritas, El Potosí y los desprendimientos que tiene la veta San Rafael.
- 2.- Fallas y vetas que se orientan sensiblemente al NE como las vetas San Salvador y San Sebastián.
- 3.- Fallas y fracturas mineralizadas concéntricas que se encuentran en las márgenes del stock El Temeroso. En este sistema se localizan los principales cuerpos mineralizados de reemplazamiento.

3.4 Tipos de yacimientos

En un informe interno IMMSA clasifica los depósitos minerales como una transición de yacimientos pirometasomáticos a hipotermales, dando lugar a cuerpos de reemplazamiento y relleno de fisuras respectivamente, ya que las características físicas y mineralógicas que se muestran en el área mineralizada corresponden a las mencionadas por Lindgren en su clasificación.

Yacimiento (Descripción)

El yacimiento mineral de la unidad charcas es de tipo skarn combinado con reemplazamiento hidrotermal. Ya que se debe a que un cuerpo intrusivo se ascendió y se puso en contacto con las calizas que son de origen marino. Así que el magma fluyo por los estratos y fracturas, así como fallas y diques que había en las calizas, posteriormente llegaron los fluidos hidrotermales que reemplazaron los elementos que se encontraban produciendo una mineralización de calcopirita-sulfuro cobre (Cu), galena-sulfuro de plomo (Pb), esfalerita- sulfuro de zinc (Zn) así como en poca cantidad oro y plata.

Origen: Hipo termal

Tipo: Skarn y reemplazamiento

Estructuras: Vetas, diques, diseminados y vetillas

3.5 Cuerpos de reemplazamiento

Ocurren como masas de mineral de forma irregular y se encuentran encajonados en calizas de la Formación Cuesta del Cura, la cual ha sido reemplazada por sulfuros; conservando su estratificación original dándole a los cuerpos una apariencia bandeada en los que se aprecia una alternancia de las capas de caliza con el mineral emplazado. Los límites son muy imprecisos y solamente se delimitan por fallas o contacto con el intrusivo. Estos cuerpos de reemplazamiento están asociados a zonas de contacto con el intrusivo, ocasionando metasomatismo de contacto con la consecuente formación de zonas de Skarn.

3.6 Yacimientos de relleno de fisuras

Son característicos de los yacimientos hipotermales. Los cuerpos representativos son las vetas, siendo las más importantes las de Leones y Santa Isabel. Este grupo de vetas ocupan una zona de fallamiento en el contacto entre las calizas y la roca intrusiva y generalmente presenta un pórfido en el alto y caliza en el bajo. Es evidente que los depósitos originales estuvieron sujetos a los procesos de oxidación y enriquecimiento supergénico en la parte más superficial, el cual consistió en la solución y deposición de minerales de plata, debido a la percolación de las aguas superficiales (en IMMSA).

3.7 Tipos de roca predominante en el yacimiento

En el yacimiento mineral de la Unidad Charcas podemos encontrar tres tipos de roca, las cuales son:

- Intrusivo, que es de origen ígneo.
- Caliza, que se encuentra en dos tipos, ya sea arcillosa o recristalizada. La caliza arcillosa tiene origen sedimentario, mientras que la caliza recristalizada teniendo el mismo origen ha sido metamorfoseada.

- Skarn, del cual se tiene grosularita y andradita, que es una roca metamórfica resultado de la alteración de la roca caliza, se puede encontrar cercana al intrusivo. Dentro de esta se tienen dos tipos que son endoskarn y exoskarn, su nomenclatura se debe a la cercanía con el cuerpo ígneo, o de que tan retirado se encuentren de la aureola de contacto.

3.8 Mineralogía

- Galena (Sulfuro de Plomo)
- Calcopirita (Sulfuro de Cobre)
- Esfalerita (Sulfuro de Zinc)
- Diaforita (Sulfosal de Plata)
- Argentita (Sulfuro de Plata).

3.9 Cuerpos mineralizados

La unidad se divide en tres minas, teniendo accesos propios y compartidos, y cada una cuenta con una cuota de producción anual, las cuales son las siguientes:

- Mina Aurora, acceso por rampa, tiene una cuota del 25% de la producción total.
- Mina San Bartolo, acceso por rampa y tiro, su cuota es del 50% de la producción total.
- Mina Rey y Reyna, acceso por rampa, tiene una cuota del 25% de la producción total.

4. SEGURIDAD

4.1 Política de la seguridad y salud en el trabajo

Grupo México está comprometido en el ejercicio de la cultura de la prevención y de la participación consciente, unido para alcanzar un ambiente de trabajo seguro y saludable; a través del cumplimiento de la normatividad que se aplica y de la práctica permanente de la mejora continua del Sistema Integral de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo.

4.2 Generalidades de la unidad

El complejo minero Charcas incluye tres minas subterráneas que son, Mina La Aurora, Mina Rey y Reyna, y Mina San Bartolo; con una planta de beneficio de minerales, trabajando por el método de flotación selectiva, produciendo concentrados de zinc, plomo, y cobre, con cantidades significativas de plata como subproducto. La Unidad Charcas se caracteriza por tener bajos costos operativos y minerales de buena calidad, situándose cerca de la refinería de zinc perteneciente al grupo.

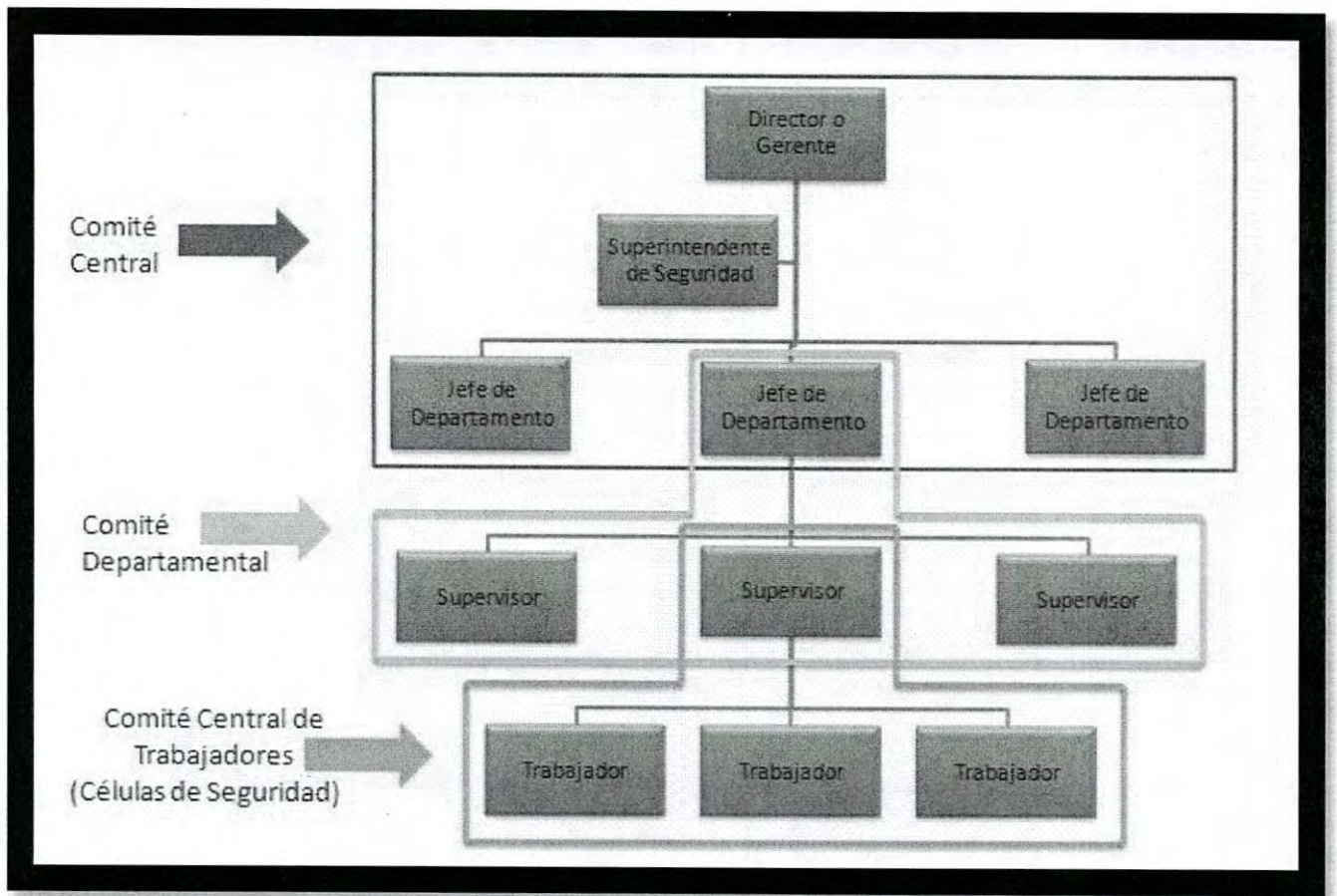


Figura 4. Organigrama del área de mina.

Como se podrá ver en la figura 4 se muestra el organigrama general del área de mina, con su respectiva jerarquía de trabajo sin nombres. A continuación, se muestra un mapa conceptual donde viene representado el organigrama general de mina con nombres y cargos.

Gerente General de la Unidad

Ing. Raúl Guerrero Valdez

Superintendente de Seguridad

Ing. Hugo Luis López

Jefe de Mina

Ing. Martin Quiroz

Superintendente de Operaciones

Ing. Carlos Robles

Jefe de Departamento de Ventilación

Ing. José Pablo Sánchez Gutiérrez

4.3 Seguridad en La Unidad Charcas

Las actividades que se llevan a cabo en la unidad en materia de seguridad tienen como objetivo apoyar en el reforzamiento y verificación de los programas y las condiciones de seguridad, para proteger la integridad de los trabajadores de Minera México. Dichas actividades son las siguientes:

- Cumplimiento normativo.
- Capacitación de seguridad.
- Promoción de la seguridad.
- Organización operativa de seguridad.
- Corrección de actos y condiciones inseguras.
- Higiene industrial.
- Innovación en seguridad.
- Salud ocupacional.

A todo el personal de nuevo ingreso, así como a los practicantes se les imparten cursos de inducción, esto con el objetivo de que se tenga en claro todas las reglas y normas que se deben llevar a cabo tanto en interior mina como fuera de ella, para evitar accidentes e incidentes. También se proporciona el equipo de seguridad el cual consta de lo siguiente: casco, overol, zapatos de seguridad, botas de hule con punta de acero, auto-rescatador, lámpara, cinto, guantes, respirador con filtros ya sea para polvos o vapores, tapones auditivos o sordinas y gafas de seguridad.

4.4 Aspectos del sistema de seguridad, higiene y salud ocupacional

El sistema de administración en seguridad y salud en el trabajo (SIASST) de Minera México, se basa en el estándar OHSAS 18001:2007, las líneas de acción sobre las cuales se sustenta son:

Diagrama de las líneas de acción sobre las cuales se sustenta el SIASST.

- Política. - trabajadores, empleados, y contratistas.
- Organización. - comité central de seguridad, comité departamental, comisión de seguridad e higiene, células de seguridad.
- Sistemas. - sistema integral de administración de seguridad y salud en el trabajo (SIASST), programa de autogestión en seguridad y salud en el trabajo (PASST), sistema de registro de auditorías de seguridad (SIRAS), sistema de información en seguridad y salud ocupacional (SISSO), auditorías inter-compañías.
- Prácticas operativas. - identificación de peligros y riesgos, capacitación y adiestramiento en seguridad, ingeniería de procesos, sistemas de emergencia, procedimientos seguros de trabajo, permisos especiales, contactos personales, pláticas de 5 minutos, orden y limpieza.

4.5 Equipo de seguridad o equipo de protección personal (EPP)

En la minería subterránea se presentan riesgos que pueden ocasionar accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Estos riesgos obligan a las empresas a

desarrollar una estrategia preventiva con el fin de eliminarlos o controlarlos; sin embargo, esto no siempre es posible y se recurre a los equipos de protección personal.

El equipo de protección personal es vital para la seguridad de los trabajadores, es la última barrera entre la persona y los riesgos existentes, y aunque no elimina el riesgo reduce la magnitud de sus efectos sobre el organismo.

4.5.1 Aspectos generales del EPP

Los accidentes más frecuentes en minería subterránea son:

- Caída de rocas desde el techo, las cajas o la frente.
- Caídas de igual y distinto nivel.
- Golpes con herramientas.
- Atrapamientos en partes móviles de las máquinas.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Contacto con energía eléctrica.
- Golpes, atrapamientos y atropellos provocados por máquinas y vehículos.
- Golpes propinados por mangueras de aire comprimido que se sueltan debido a mal acoplamiento y que se proyectan debido a que carecen de cadenilla de seguridad.
- Asfixia y/o intoxicación en lugares mal ventilados, contaminados con humos y gases.
- También existe riesgo por exposición a polvos y ruido que pueden provocar enfermedades profesionales.

Antes de optar por los protectores deben agotarse las posibilidades de controlar los riesgos en su origen, ya que ésta es la solución más efectiva, por ejemplo, aplicando:

- Ventilación natural y forzada.
- Reforzamiento y fortificación.
- Acuñadura.
- Mantenimiento preventivo de máquinas, equipos y herramientas.
- Instalaciones eléctricas normalizadas.

- Capacitación, etc.

El reglamento interno de higiene y seguridad, que debe poseer cada empresa, también hace referencia al equipo de protección personal, como el que se ilustra en la figura 5.

En general, esta reglamentación establece lo siguiente:

- Todos los equipos de protección personal, nacionales o extranjeros, deben ser de calidad certificada.
- Las empresas están obligadas a proporcionar gratuitamente a sus trabajadores los equipos e implementos de protección necesarios, no pudiendo en ningún caso cobrarles su valor.
- Las empresas deben establecer sus reales necesidades de elementos de protección personal para cada ocupación y puesto de trabajo, en relación con los riesgos efectivos a que están expuestos los trabajadores y deberán disponer de normas relativas a la adquisición, entrega, uso, mantención, reposición y motivación en el uso de tales elementos.



Figura 5. Equipo de protección personal.

- Los trabajadores deben cumplir las exigencias establecidas en el Reglamento Interno de su empresa. En lo concerniente al equipo de protección personal están obligados a emplearlo permanentemente, mientras se encuentren expuestos al riesgo.
- Los supervisores deben revisar periódicamente el estado de los elementos de protección y verificar el buen uso por parte de los trabajadores.

4.5.1.1 Recomendaciones generales

Los trabajadores deben recibir información y entrenamiento en el uso del equipo de protección personal, de manera que conozcan:

- Los riesgos propios de su trabajo y el potencial de daño de cada peligro.
- La finalidad y las limitaciones de cada protector.
- La manera correcta de usar, inspeccionar, limpiar, mantener y guardar su equipo de protección personal.
- El procedimiento para solicitar la reposición cuando el protector ya no brinde la protección adecuada.



Figura 6. EPP básico.

4.5.2 Características generales del EPP

- Los equipos de protección personal son propiedad de las empresas, como cualquier máquina o herramienta. Las empresas los proporcionan a los trabajadores expuestos a riesgos para que éstos protejan su salud durante su trabajo.
- Los protectores no eliminan el riesgo, sólo lo reducen. Por eso es indispensable que los trabajadores mantengan una actitud preventiva y los utilicen en forma correcta y oportuna.
- Los protectores brindan seguridad y no comodidad. Por ello es muy importante que los trabajadores los acepten, se comprometan en el buen uso de ellos y se

hagan responsables de su propia seguridad, así como se muestra en la figura 7.



Figura 7. EPP para mina subterránea.

- Los protectores son específicos, existe una variedad de cada tipo para hacer frente a determinados riesgos. Esta característica es muy importante a la hora de seleccionarlos, adquirirlos, distribuirlos y usarlos.
- La duración de los elementos de protección depende del uso y de las condiciones de trabajo. Considerando esto, los trabajadores deben cuidar sus protectores, usándolos correctamente y guardándolos cuando no los empleen.
- El uso, limpieza y mantenimiento de cada protector debe efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Los equipos de protección personal son de uso individual (figura 7).
- No se debe alterar ningún elemento de protección personal, perforándolo, cortándolo, pintándolo o limpiándolo con solventes.

4.5.3 Vestuario y presentación personal

Antes de referirnos al equipo de protección personal comentaremos algo sobre el vestuario en general:



Figura 8. Reflejante en la ropa y de preferencia cabello corto.

- La ropa de trabajo debe tener huinchas reflectantes, así como se muestra en la figura 8, estar en buen estado y ser ligeramente ajustada. No debe tener partes sueltas ni colgantes.
- Tampoco puede estar impregnada con sustancias químicas, combustibles ni inflamables.
- No está permitido utilizar pantalones cortos en los lugares de trabajo.
- Es inconveniente usar cabello largo y/o barba, ello impedirá un buen ajuste del casco sobre la cabeza, de las orejeras sobre los oídos y de la máscara sobre la boca y nariz, lo cual reducirá la eficiencia de los protectores y el nivel de protección (figura 8).
- No se deben usar joyas en el trabajo: aros, anillos, pulseras o cadenas, ya que pueden facilitar un contacto con electricidad o contribuir a un accidente o lesión.

4.5.4 Casco de seguridad

En minería habitualmente se usa el casco de seguridad identificado en la NOM-115-STPS-2009 y NRF-058-PEMEX-2012 como Clase "E" Tipo "II", que protege contra impactos, lluvia, llamas y salpicaduras ígneas. Este casco además tiene ciertas condiciones dieléctricas (figura 9).

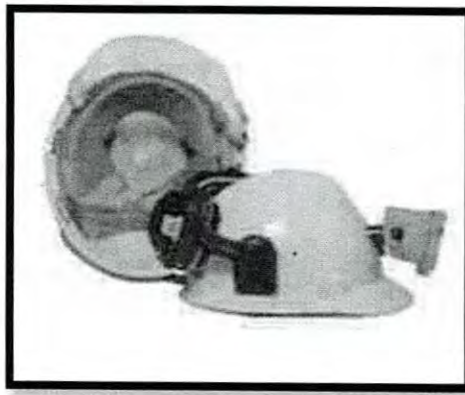


Figura 9. Casco de seguridad clase "E" o tipo II.

4.5.5 Lentes de seguridad

Muchos accidentes de trabajo que ocurren en la minería afectan los ojos. Esto podría evitarse con el simple hábito de usar lentes de seguridad, que impiden la proyección de partículas sólidas o líquidas a los ojos.

- El riesgo de proyección de partículas sólidas y líquidas se presenta en todas las actividades, en trabajos de desarrollo, producción, ingeniería, geología, mantenimiento, contratistas, etc.
- Los trabajadores que emplean herramientas o máquinas neumáticas deben utilizar anteojos de seguridad con protección lateral (figura 10).

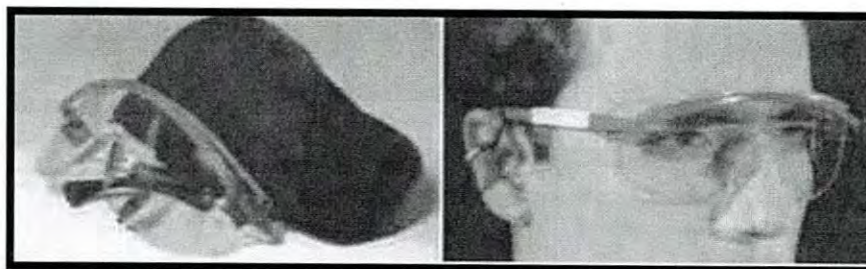


Figura 10. Lentes de seguridad.

4.5.6 Protectores auditivos

- Los tapones u orejeras (figura 11) pueden proteger el sistema auditivo de los trabajadores expuestos a niveles peligrosos de ruido y son excelentes si se han

seleccionado considerando las características del ruido existente en los lugares de trabajo y las características de los protectores auditivos.

- Para lograr una adecuada protección es indispensable que estén limpios, en buen estado y sean bien colocados y utilizados.

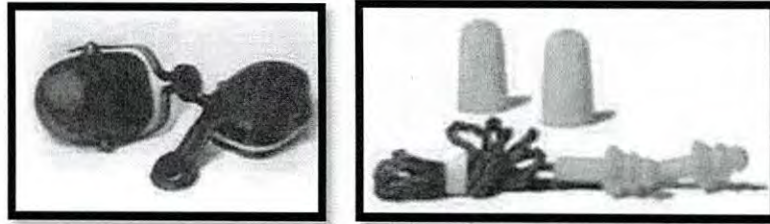


Figura 11. Tapones u orejeras para protección auditiva.

4.5.7 Protector respiratorio

- El protector que se emplea habitualmente es un purificador de aire con filtros de alta eficiencia contra gases y polvo.
- El uso permanente y correcto de este protector evita la “silicosis”, una enfermedad profesional irreversible y altamente incapacitante.
- El protector debe hacer un buen sello sobre la cara, para ello es indispensable estar bien afeitado.



Figura 12. Respirador o mascarilla para polvos o químicos.

4.5.8 Auto rescatador

- Es un protector especial (figura 13), que sólo debe emplearse en caso de incendio en el interior de la mina. Este aparato protege del MONÓXIDO DE CARBONO y sirve sólo una vez para escapar de un ambiente contaminado.
- El auto-rescatador dura aproximadamente una hora en un ambiente con 1% de monóxido de carbono, a 25° Celsius, 95% de humedad relativa y con un flujo continuo de 32 litros por minuto.
- La reacción química con el monóxido de carbono produce calor, por ello el aire que entrará por la boca estará un tanto caliente y seco.
- El auto-rescatador no debe usarse en atmósferas que contengan menos de 19,5% de oxígeno o que contengan otros gases o vapores tóxicos.



Figura 13. Auto rescatador.

4.5.9 Guantes

Los guantes de cuero protegen de la abrasión, pinchazos y laceraciones (figura 14). Su defecto es que al mojarse se ponen rígidos.

Las manos son la parte del cuerpo más afectada por los accidentes de trabajo. Están permanentemente expuestas a riesgos:

- A contactos con herramientas cortantes o punzantes.

- Manipulando materiales y herramientas que pueden ocasionar golpes o deterioro de la piel.

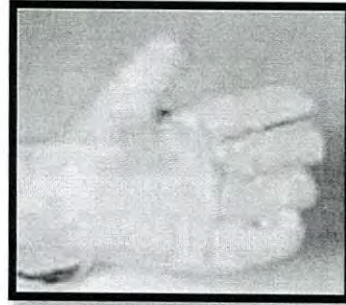


Figura 14. Guantes de cuero o carnaza.

4.5.10 Protector contra caídas

La seguridad contra caídas se logra combinando tres factores: el diseño del lugar de trabajo, los recursos para realizar trabajos en altura y el equipo de protección personal.

El equipo contra caídas incluye:

- Cinturón de seguridad con cuerda salvavidas
- Arnés de seguridad con cuerda salvavidas.
- El equipo debe ser inspeccionado antes de cada uso, con el fin de detectar daños o desgaste excesivo.
- El equipo dañado o con desgaste excesivo debe ser destruido y eliminado.
- Los cinturones de seguridad, arneses y cuerdas que hayan sido usados para detener una caída deben ser destruidos y eliminados para evitar que vuelvan a ser usados.

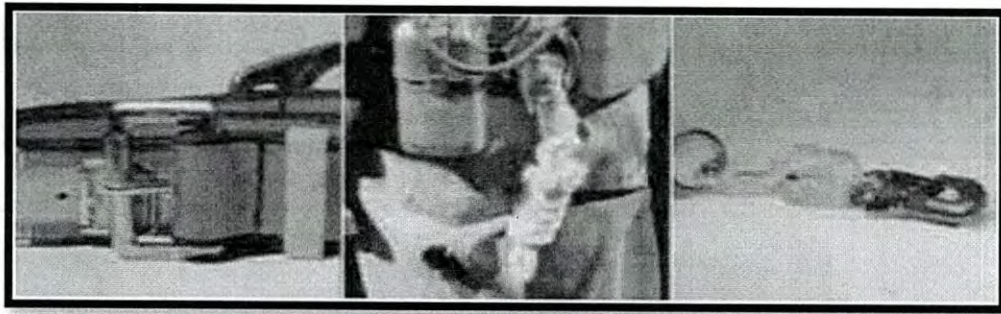


Figura 15. Arnés de seguridad, cinturón de seguridad con cuerda salvavida.

4.5.11 Zapatos y botas de seguridad

- Los zapatos y las botas de seguridad tienen puntera de acero que protege la punta del pie de golpes por la caída de objetos o tropiezos (figura 16).
- También poseen suela antideslizante, que da mayor adherencia contra el suelo y evita resbalones y caídas. - Las botas son impermeables, y son las adecuadas para trabajar en lugares con agua.
- Evite mojar sus zapatos, el agua los pone rígidos y acelera su deterioro.
- Es conveniente limpiarlos diariamente, quitar el barro o suciedad y lustrarlos. Esto mantendrá la flexibilidad del cuero, el zapato será más cómodo y preservará la vida útil del calzado.



Figura 16. Botas de hule con punta de acero.

4.5.12 Lámpara Minera

Lámpara minera (figura 17), vital para la seguridad del minero, le permite trabajar bien y estar atento a los riesgos. Para ello debe estar bien cargada y en buen estado de funcionamiento.



Figura 17. Lámpara minera.

4.6 Tipos de reportes que se realizan en mina

En unidad charcas uno de los reportes más importantes que se realiza día con día para la mejora de la seguridad de los trabajadores para así puedan realizar sus labores mineras, se le denomina SEMÁFORO.

Este reporte abarca lo que es eficiencia de la ventilación en las áreas de trabajo, ya sean rebajes, cruceros u obras de desarrollo mineras como el desarrollo de rampa general, el estado de la roca después de una voladura como lo que es la caída de piedra, las probabilidades de un incendio en las áreas de trabajo, se realiza el reporte ya sea que un equipo diésel este derramando líquidos inflamables ya sea diésel o aceite. Otro de los puntos es la caída al vacío o distinto nivel, ya sea por un contrapozo no señalado, contrapozo mal tapado, metaleras no señaladas, etc. El contacto con corriente eléctrica como en minería subterránea es uno de los más catastróficos ya que en minería subterránea se está operando en lugares húmedos o con filtraciones de agua provocando así grandes acumulaciones de agua en las áreas de trabajo, haciendo así el riesgo eléctrico uno de los más peligrosos debido a que se maneja cables de alta tensión y corriente 440V para la maquinaria de trabajo. El Equipo de

Protección Personal es muy importante en este reporte ya que los supervisores de cada área, o los inspectores de seguridad revisan que los trabajadores de toda la mina estén haciendo uso de su Equipo de Protección Personal ya que al no utilizarlo los trabajadores correrán el riesgo de un accidente laboral que pueda provocar su incapacidad parcial o incapacidad permanente.

El criterio que calificar en este dicho reporte es darle una puntuación de 1 o 0 en las casillas de cada apartado para así a lo último arrojando un puntaje que al mismo tiempo arroja un color ya sea verde (excelente), amarillo (deficiente) y rojo (critica), que califica cada área y así día con día tratar de remediar los lugares críticos de trabajo dentro de mina.

Dentro de la minería es muy importante la producción ya que es lo que hace que la mina funcione, porque sin producción, no hay dinero, sin dinero no hay equipos y personal, y sin personal y equipos no hay mina; así que la importancia de los reportes diarios de producción por áreas es muy importante para así llevar un control de cuanto material es movido, ya sea tepetate, material estéril o mineral que es lo que nos importa más. El reporte lleva el registro del equipo, numero de equipo, área de trabajo, viajes recorridos de mineral o tepetate, turno laboral (1ra, 2da o 3ra), horas trabajadas medidas con el horómetro que el equipo tiene y el diésel gastado en todo el turno. Otro equipo que es medido para llevar un control de producción es de los equipos Jumbos, el reporte de cada jumbo debe de contener número de equipo, de operador, turno, lugar de trabajo (rebaje y obra de desarrollo), número de barrenos dados, ya sean barrenos de corte, barreno de desborde, barrenos de banqueo, barrenos de avance y los barrenos de anclaje; y como en los camiones de acarreo llevan su propio horómetro, se toma el tiempo del horómetro inicial y el tiempo al término, con estos datos calcular la diferencia, dar las horas totales trabajadas de este equipo y se debe de poner las observaciones de cada equipo con la finalidad de saber si se puede poblar para el siguiente turno, mandarlo a mantenimiento o simplemente saber el estado de dicho equipo.

Con estos reportes anteriormente mencionados son de los más significativos para Unidad Charcas, ya que estos son los que abarcan el área de mina y seguridad, para así conocer cuántas toneladas producidas diarias se generan y las áreas seguras de trabajo, en donde cada trabajador se desempeña día con día y corregir áreas inseguras de trabajo, con la intención de prevenir siniestros.

4.7 Amacice de unidad charcas

Una de las actividades más importantes antes de empezar a trabajar dentro de un área, ya sea un desarrollo de una rampa, corte, etc. Se debe de realizar un buen amacice del área en donde se va a trabajar.

4.7.1 Descripción de proceso para amacizar

1. La seguridad del personal presenta en Interior Mina depende de la correcta y adecuada actividad de amacice en las áreas de trabajo.
2. No usar barras de amacice defectuosas y solicitar reemplazo de estas, en óptimas condiciones y longitud adecuada.
3. Transporte la barra llevándola en posición vertical con el propósito de no lesionar o golpear a personas o compañeros que se encuentren cerca del área de traslado de la barra.
4. Amacizar de un lugar seguro, hacia lugares sueltos.
5. Estar de pie en posición adecuada, en piso horizontal en caso de ser posible y libre de obstáculos. Nunca amacizar estando parado sobre piedras o cualquier otro material suelto que pueda ocasionar desequilibrio al moverse.
6. Al iniciar el amacice, verificar y asegurar que no se encuentren persona alrededor de la persona que realiza la actividad ya que pueden ser lesionadas o sufrir un accidente con la misa barra de amacice.
7. Al estar amacizando, mantener la barra alejada del cuerpo.
8. Dejar un espacio libre detrás para poder retroceder.
9. Durante la actividad de amacice, asegurar que el material al momento de caer no puede rodar o saltar repentinamente hacia la persona que realiza el trabajo.

Revisar la dirección en la que se encuentra abierta la piedra, así como la distancia.

10. Revisar y asegurar el riesgo de caída de piedra de cielo o tablas. No hacer confianza de que el material no va a caer por el siempre hecho de tocarlo con la barra.

11. Amacizar correctamente, no dejar material suelto.

12. Durante los trabajos de amacice se realiza las disposiciones siguientes:

- Inspeccionar y amacizar el área de trabajo y accesos, al comienzo, durante y al término de cada turno.
- En caso de detectar inseguridad en el área de trabajo que pudiera estar fuera de control, abandonar el área y notificar al jefe inmediato.
- Nunca utilizar otra herramienta para sustituir a la barra de amacizar.
- Toda piedra que suene hueco y no pueda ser amacizada, debe ser anclada, tumbada con explosivo o sostenida con algún tipo de ademe. Informar al jefe de inmediato.
- Evitar hasta donde sea posible amacizar sobre rezaga inclinada. En caso de estar obligado a amacizar sobre parte inclinada, realizarlo desde un lugar elevado a la parte suelta.
- Al amacizar, asegurar y verificar que las piedras al momento de caer no vayan a golpear tuberías, mangueras, cables eléctricos, etc.
- Nunca amacizar sobre una escalera, a excepción de contra pozos y siempre deberá estar sujeto a un cinto con arnés y línea de vida para evitar caída.
- En caso de amacizar desde el cucharón de un scooptram, informar al supervisor para recibir instrucciones.
- En caso de amacizar desde plataforma, asegurar que el material no vaya a caer sobre la plataforma. Para prevenir caída, debe estar sujeto con arnés y línea de vida.
- Nunca amacizar con o desde la pluma de los Jumbos.

- Revisar minuciosamente las condiciones del cielo y tablas, mediante la inspección visual de las mismas y después de haber regado generosamente el lugar de trabajo.
 - Detectar la condición del cielo y tablas mediante el sonido que produce al golpearlo con la barra (hueco). Esto podría ser una primera indicación de las condiciones del lugar, pero debe tenerse en cuenta, que en el caso de piedras de dimensiones grandes no garantiza que la primera pueda caer o no.
 - Al momento de amacizar un contrapozo, la entrada deberá ser aislada con el barandal y colocar aviso precautorio de que se está realizando la actividad de amacizado.
 - Al terminar el amacice, recoger las barras y llevar al área donde se guarden y se encuentren disponibles para su uso.
- Verificar el amacice del tope hacia afuera del rebaje, tope, crucero, etc.

5. OPERACIÓN MINA

5.1 Funciones de un superintendente de operaciones en minería subterránea

- Dirigir las operaciones de la mina para asegurar que se cumplan los planes de producción de la mina (toneladas y ley) para alimentar al molino de manera segura y eficiente.
- Dirigir el desarrollo de la mina realizado por los equipos del propietario y del contratista para garantizar un avance seguro y eficiente.
- Gestionar los contratos relacionados con la mina para controlar los costos y mantener los cronogramas de la ruta crítica.
- Desarrollar y cumplir con el presupuesto operativo de la mina para controlar los costos de extracción y maximizar el yacimiento.
- Revisar y aprobar los planes mineros (a corto y largo plazo).
- Contribuir a la gestión general de la operación como miembro del equipo directivo superior.
- Coordinar las actividades y requerimientos con los superintendentes respectivos de las áreas de operaciones de mina, ingeniería, mantenimiento, y proceso de molienda.
- Participar en situaciones de emergencia subterráneas en calidad de Oficial de Control de Emergencias/Incendios, responsable de todas las operaciones de rescate y recuperación.
- Promover y responsabilizar a todo el personal minero para que cumplan con las normas de seguridad y alcancen el objetivo de cero daños

5.2 Funciones de un jefe de mina en minería subterránea

- Gerencia y controlar las actividades de la mina con el fin de alcanzar las expectativas económicas planificadas.
- Liderizar las operaciones de la mina, respetando los más elevados estándares de seguridad y verificando el cumplimiento de las normas medioambientales vigentes dentro de la industria.

- Gerenciar pro eficientemente las relaciones con los contratistas, con el fin de optimizar el rendimiento, la confiabilidad y los costos operacionales.
- Asegurar la puesta en práctica de la estructura más adecuada dentro del equipo de producción con el fin de asegurar los más elevados niveles de rendimiento y producción dentro de la mina.
- Dirigir y/o servir como enlace para facilitar la puesta en práctica de todos los proyectos relacionados con la mina de la manera más apropiada.
- Asegurar que, dentro de su área de competencias, se respeten las políticas, estándares y procedimientos establecidos para la industria minera.
- Dirigir y controlar los costos operativos (OPEX), así como las inversiones de capital (CAPEX) en concordancia con los planes aprobados.
- Asegurar la entrega oportuna de las toneladas de metal previstas, respetando la adecuada proporción y gradación de toneladas de materia prima y de desperdicio, en función del plan anual y del presupuesto previsto para tal fin.
- En lo relacionado a la gestión de las operaciones de la mina, recomendar relevantes parámetros de referencia que deban ser alcanzados en las distintas áreas de operaciones, en consecuencia, el candidato seleccionado deberá identificar las mejores prácticas que permitan mejorar los procesos vigentes para alcanzar e incluso exceder los objetivos planificados.

5.3 Funciones de un supervisor de mina subterránea

- Participar en la elaboración, planificación y ejecución del plan de trabajo para asignar las responsabilidades de las actividades a realizar.
- Ejecutar las estrategias, objetivos, políticas y procedimientos del área de operaciones mina y proponer mejoras.
- Apoyar al Jefe de Guardia a dirigir al personal en las operaciones diarias, para asegurar la calidad del trabajo, proporcionando dirección administrativa y técnica, dando cumplimiento a las políticas y procedimientos establecidos.
- Coordinar el traslado y movimiento eficiente del personal durante el refrigerio del turno "A"

- Realizar auditorías y chequeos permanentes de: fuentes de minado, áreas de descarga, polígonos de Minado, ubicación correcta de los equipos de carguío en el frente de minado
- Controlar el trabajo de los equipos de la mina, palas, camiones, cisternas de agua, tractores, motoniveladoras, etc.
Dar soporte técnico en la toma de decisiones, supervisar los trabajos a realizar
Cumplir otras funciones inherentes a su cargo, que le asigne su jefe inmediato.

6. MÉTODO DE MINADO

6.1 Metodología de minado en la unidad charcas

En la Unidad Charcas se explotan minerales de Ag, Pb, Cu y Zn, para su extracción se implementaron dos métodos de explotación: Corte y Relleno con Jal y Tepetate, y Cuartos y Pilares con Bancos Descendentes.

6.2 Corte y relleno con jal y tepetate

A partir del nivel inferior se cuela una frente principal la cual iniciará el sill, que es la preparación de la obra para comenzar con el minado y la extracción del mineral. A partir de esta frente se desarrollan cruceros previamente establecidos, los cuales desbordan hasta configurar los pilares de 6x6 m. con claros de 8 m., se cuela una rampa de acceso al bajo de la estructura con pendiente de entre 12 y 15%. Una vez que el sill se ha terminado de minar se comienza a rellenar hasta alcanzar el contrapiso (figura 18), que de igual manera se encuentra mineralizado, se desborda la cabeza para sacar un segundo y tercer corte, este último acceso deberá quedar con una pendiente de +15%, quedando con estas características cada acceso para tres cortes.

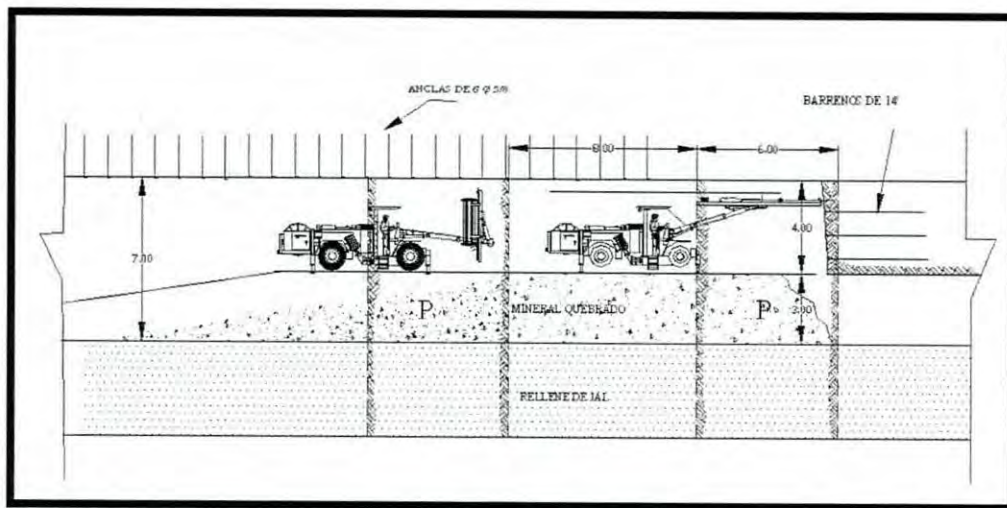


Figura 18. Método de minado utilizado en la Unidad, corte y relleno con jal y tepetate.

6.2.1 Relleno con tepetate

Para emplear este tipo de relleno se utiliza el material generado de las obras de desarrollo.

6.2.2 Relleno con jal

Inicia con la clasificación del 65% de las colas de la planta de beneficio. La pulpa es enviada al interior de la mina a través de barrenos, se distribuye por tuberías y barrenos a los rebajes, el agua se extrae de los rebajes por medio de decantación y percolación con torres de madera forrada con maya de yute.

6.2.3 Relleno combinado

Es la mezcla de los dos métodos de relleno ya mencionados, se utiliza el material generado de las obras de desarrollo y jal seco proveniente de la presa de jales que es enviado por medio de contrapozos al interior de la mina.

6.3 Cuartos y pilares con bancos descendentes

La preparación del rebaje comienza al igual que el método de corte y relleno con la apertura del sill de 4 m. de altura realizando para ello una frente principal y colando cruceros perpendiculares a la frente. La altura máxima del pilar es de 30 m, con sección de 6x6 m, y un claro entre pilares de 12 m, según el estudio de mecánica de rocas realizado al depósito mineral, así como se muestra en la figura 19.

Paralelamente a estas obras, se va desarrollando una rampa descendente al bajo de la estructura mineralizada, con una sección de 5x4 m, y una pendiente de 12%, dando acceso a los subsecuentes bancos, cada 6 m, que será la altura del banco a explotar.

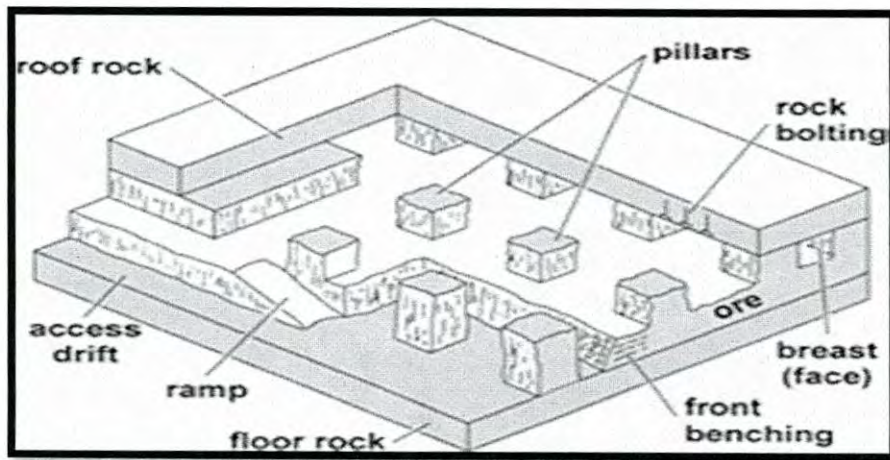


Figura 19. Room and Pillar.

Ahora bien, los pilares no necesariamente deben coincidir con los existentes en el rebaje. Ya que se contará con un pilar de corona que divide estos dos rebajes haciéndolos totalmente independientes. Pero será necesario soportarlo debidamente. Cabe mencionar que un factor importante para la estabilidad en general del rebaje será realizar trabajos de buena calidad en lo que se refiere a barrenaciones y el control de las voladuras y el soporte adecuado posiblemente a los pilares y del pilar de corona.

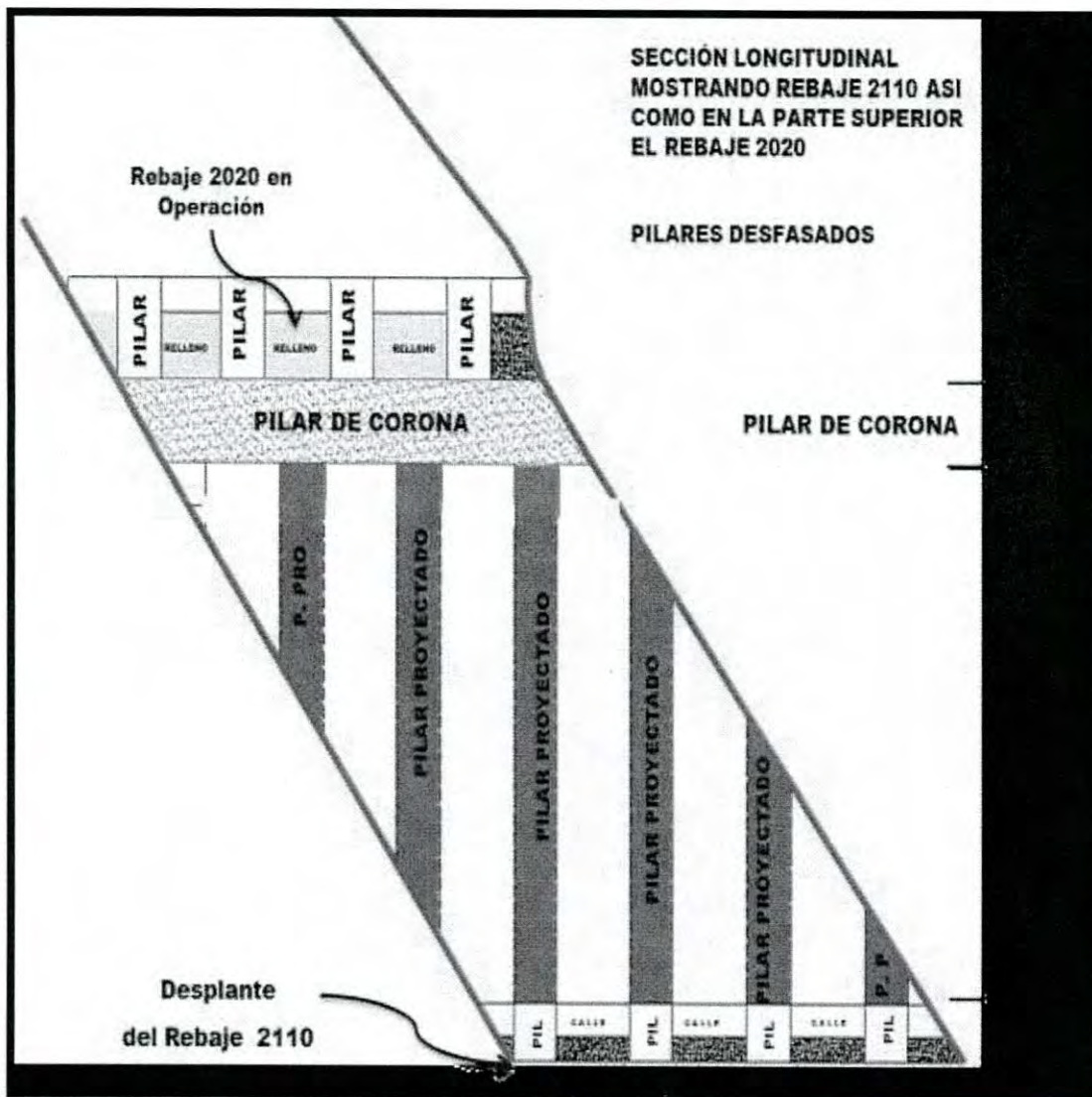


Figura 20. Sección longitudinal del Método Room and Pillar.

6.4 Exploración con barrenación de diamante

La barrenación de diamante es la que se utiliza para la exploración minera como método directo y para conocer la calidad de la roca, así como la mineralización de un depósito. El núcleo que se recupera de la barrenación es el que se manda analizar para conocer su contenido mineralógico (económico).

En interior mina se utilizan máquinas electrohidráulicas en diámetros desde 46mm a diámetros de 2 y 3 pulgadas, mientras que en superficie se utilizan máquinas diésel con sistema wireline en diámetros HQ (4"), NQ (3"), y BQ (2").

Para la exploración del nivel 23 se están utilizando dos máquinas de barrenación de diamante que son la Diamec 262 "Maq CH 2018", y la Diamec 262 "Maq 20U".

La máquina CH 2018 tiene un diámetro BQ (2"), con esta se está corroborando la continuidad de la mineralización longitudinal cortada o encontrada con los barrenos 7629 y 7646, mineral que se encuentra ubicado en el nivel 21, y que con la inclinación de los estratos se está reportando a la elevación del nivel 23.

La máquina 20U con un diámetro de 46mm tiene como objetivo explorar a la elevación del nivel 23, el cuerpo mineralizado del nivel 21 con el rumbo de la sección 50S iniciando la exploración con barrenos horizontales, al momento que se cumpla con el abanico horizontal sistemática, se continuará con los barrenos positivos y negativos.

6.5 Descripción mina

La unidad minera cuenta con minas que son:

- Aurora y Eulalias
- San Bartolo
- Rey y Reina

Esta unidad minera cuenta con una rampa a interior mina que es la rampa general EL REY y es por donde ingresa el personal en unidades motrices o ya sea caminando depende a donde se asigne el personal.

Cuenta con 4 tiros de los cuales 2 están fuera de uso (Bufa y San Fernando) y los otros 2 se están en funcionamiento (Leones y San Bartolo) y están equipados con skips o botes para manto y también está equipado para una calesa que solo se usa en emergencias. La mina cuenta con aproximadamente 248 robinns para ventilación de los cuales además de eso se utilizan como chorreaderos o para pasar tuberías de servicios por ahí (electricidad, agua, aire y rellene hidráulico)

La mina tiene una producción de 3800 toneladas diarias máximas.

Se tiene una vida de la mina estimada alrededor de 8-10 años, aproximadamente de 8 millones de toneladas.

La mina cuenta actualmente con 23 niveles desarrollando accesos para rebajes donde se ubique mineral. Aproximadamente la mayor profundidad de la mina es de 900 metros verticales.

C/Pozos Metaleros (Chorreaderos De Mineral, Descansos Y Acarreo-Extracción De Mineral

De acuerdo con la ubicación de los rebajes se ubican lo que son parrillas o metaleras a donde se lleva el mineral extraído de los cortes de mineral ya que en esta filtra las partículas de dimensiones que pudieran dañar o atorarse en el chute, un martillo hidráulico para que pueda pasar por la parrilla, posteriormente se extrae en un bote o skip sobre el tiro hasta la superficie donde es llevado a planta para su beneficio.

Los descansos (stocks) son áreas donde se pone el material minado para rezagar el tope de manera rápida para comenzar el ciclo de minado lo más rápido posible. Las metaleras contrapozos tipo robinns los cuales se realizan si el rebaje está a una elevación mayor a la parrilla y que tenga una buena eficiencia para la caída vertical de mineral con la ayuda de la gravedad. Estas obras ayudan notoriamente la rapidez y la eficacia del acarreo ya que los equipos no se forzan tanto como los Scoop y los camiones de bajo perfil. Después de que es depositado el mineral cae a un nivel inferior donde es llevado a la metalera o parrilla.

El rezagado es en scooptrams y si el recorrido ya es muy grande se utiliza camiones de bajo perfil, en la actualidad se están poniendo en marcha bandas transportadoras para abastecer el tiro Leones de todas las áreas ya que ese tiro sale directamente en superficie conectado a la planta de beneficio, el tiro San Bartolo lleva un acarreo adicional hacia esta.

La capacidad de los botes del tiro San Bartolo es de 5.2 toneladas y del tiro Leones es de 8.2 toneladas

En la mina se cuenta con dos métodos de explotación, el primero es mediante corte y relleno tradicional, con la variante de dejar carga de piso, el segundo es mediante pilares ascendentes con relleno hidráulico, también en el nivel 10 de la mina se utilizan cuartos y pilares, pero en banqueo descendente.

Este es similar al corte y relleno hidráulico solo que el rebaje se va atacando en forma descendente hasta llegar a la parte baja y final del rebaje.

Características y dimensiones del método de explotación

- Sección: bóveda 5*4 metros
- Cortes: 4 metros de altura
- Bancos: 4 metros de altura
- Pilares: 6 metros de ancho cuadrados
- Claros: 5 metros de ancho

6.5.1 Carga de piso

Esta se da cuando el relleno se da o se ordena darse generalmente un metro y medio antes de ahogar el rebaje hasta el cielo, la carga cae sobre este hueco, se puede trabajar sobre ella mientras se termina el corte y al final de este se extrae la carga de piso, para terminar el ciclo nuevamente se rellena de igual manera que al principio.

6.5.2 Relleno hidráulico

El relleno es el jal proveniente de la planta de beneficio.

Este sale directo de la planta por medio de tubería de plástico de 4 pulgadas hacia un ciclón que es el que clasifica por el tamaño de partícula y de ahí baja por gravedad hacia los rebajes en un contrapozo robins. Los rebajes que actualmente se están relleno son los de los niveles 20, 21 y 22.

6.6 Cuña

Actualmente en la Unidad se trabaja con una cuña de 9 barrenos, cargando solamente cuatro de ellos que tienen un diámetro de 1 3/4", mientras que el del centro y los cuatro de rededor se escarean a 5" y 3 1/2" respectivamente., barrenando con una longitud de 14' y 16'.

Dimensión de la cuña de 9 barrenos, con tiempos de cargado por barreno.

Esta es la cuña propuesta para las voladuras de avance en el Nivel 23, dejando las dimensiones tal y como se muestran, o haciendo una ampliación en la separación de barrenos, debido a la calidad del macizo rocoso, en caso de que este sea muy flojo o deleznable.

6.7 Explosivos

Los explosivos utilizados

Son:

- Alto explosivo: los bombillos de 1 1/4*16 pulgadas para los barrenos con agua
- Stinger: tienen la misma función que el bombillo solo que se utilizan en los barrenos donde no hay agua también es un ahorro en los costos
- Agente explosivo: Super Mexamon
- Explosivo de baja densidad: T1 (bombillos de 1*32 pulgadas.), estos se utilizan para el post-corte (contorno de la obra)
- Cordón detonante: Primacorde
- Cañuela: 8 ft con duración de 7 minutos para poder retirarse de la voladura a tiempo.
- Plastas: para el moneo (rocas que quedan de gran tamaño)

1. Artificios:

- Noneles LP: Largo periodo para cruceros donde se tiene que dar un tiempo más grande porque se tiene que crear la salida de la voladura

- Noneles MS: Milisegundos para los cortes, bancos, desbordes y moneos porque ya se tiene creada la salida de la voladura

El cargado de explosivos consiste en crear las cargas (poner los stinger en los noneles) y acomodar la carga en el barreno para los de producción sin agua. Para los que tienen agua en vez de stinger se colocan hidrogeles explosivos encapsulado en forma de bombillo de 1 ¼ por 16 pulgadas.

Cada nonel tiene un determinado tiempo el cual es el que da el tiempo de salida y así se realice una voladura eficiente, ya que si no se hace del método correcto la voladura no sale.

Ya colocadas las cargas se coloca el mexamon a presión en los barrenos con la ayuda de una olla neumática llamada cargador. Cuando está listo se amarran el cable de los noneles con el cordón detonante (Primacorde) y a este se le amarra la cañuela que es donde se prende la voladura y da un tiempo de 7 minutos para retirarte del lugar.

Los explosivos comerciales no son otra cosa que una mezcla de sustancias, unas combustibles y otras oxidantes, que, iniciadas debidamente, dan lugar a una reacción exotérmica muy rápida que genera una serie de productos gaseosos a alta temperatura, químicamente más estables, y que ocupan un mayor volumen. Para los dos tipos de voladuras que se dan en la Unidad, ya sea de cuele o tumbre se emplea el siguiente explosivo

2. ANFO (súper "mexamon" d)

Es un bajo explosivo tipo granular formado por la mezcla de nitrato de amonio y diésel en una relación de 94.3% y 5.7% respectivamente, cuyo único inconveniente es la falta de resistencia al agua, su densidad es de 0.60 g/cc.

Es un explosivo con gran producción de energía de gases al momento de la detonación, por lo que resulta muy económico en la mayoría de las operaciones.

3. Emulsión (stinger)

Tienen numerosas características poco usuales, la interacción íntima de los combustibles-oxidantes produce detonaciones de muy alta velocidad. Las emulsiones sensitivas se preparan en forma de mezcla de agua en aceite en las existen dos fases presentes, una fase externa y otra fase interna; esto es análogo a la mezcla de agua y aceite.

4. Hidrogel (tovex T1)

Alto explosivo a base de agua especial para voladuras controladas, conocidos como gelatinas. Por su distribución de carga uniforme, es ideal para perfiles de túneles. Ahorra tiempo y aumenta la eficiencia en voladuras controladas, al proporcionar una carga uniforme en la longitud total de los barrenos, previniendo así la sobre excavación. Debido a su longitud, evita el preparar cargas desacopladas con cartuchos pequeños, ahorra tiempo de trabajo en la carga de barrenos verticales y horizontales, cuenta con una excelente resistencia al agua, su producción de gases tóxicos es mínima, y debido al control de voladuras reduce el uso de concreto lanzado.

En la Unidad es utilizado para los barrenos de post-corte.

5. Hidrogel (tovex 100 1" x 8" y 1 1/4"x 16")

Alto explosivo diseñado para uso general en todo tipo de roca, en barrenos de consistencia y fluidez ideales para satisfacer condiciones difíciles de cargado en el barreno. Posee excelente resistencia al agua y su producción de gases tóxicos en mínima. Este hidrogel es utilizado en los barrenos de la cuña, así como los que tienen exceso de agua.

6. Iniciadores (Nonel MS y Nonel LP)

Este iniciador no eléctrico ha sido adaptado para que no se inicie a través de ningún tipo de artefacto eléctrico; lo que implica que solo podrá ser iniciado por

Las series MS (milisegundos) y LP (largo período) de los iniciadores no eléctricos están disponibles en 15 períodos de retardo y en una amplia gama de longitudes, están

diseñados para ser usados en el fondo del barreno e iniciar cargas de alto explosivo, cabe mencionar que su conector en T permite la rápida conexión al cordón detonante.

La diferencia de estos radica en los períodos de retardo, como se muestra a continuación:

7. Cordón detonante

Este cordón es utilizado para encadenar los noneles y así poder llevar a cabo la voladura, en cuanto a su cobertura exterior consta de hilos blancos trenzados y rojos alternos trenzados y adheridos con una mezcla de resina de parafina, presentando un color anaranjado.

8. Mecha ensamblada (cañuela y fulminante)

La mecha ensamblada es un accesorio de voladura, la cual tiene un fulminante ordinario engargolado en uno de sus extremos y un conector para cordón encendedor en el extremo contrario, la cobertura exterior está compuesta de plástico PVC para la cañuela y casquillo de aluminio en el fulminante.

6.8 Plantilla de barrenación

Plantilla de barrenación para avance

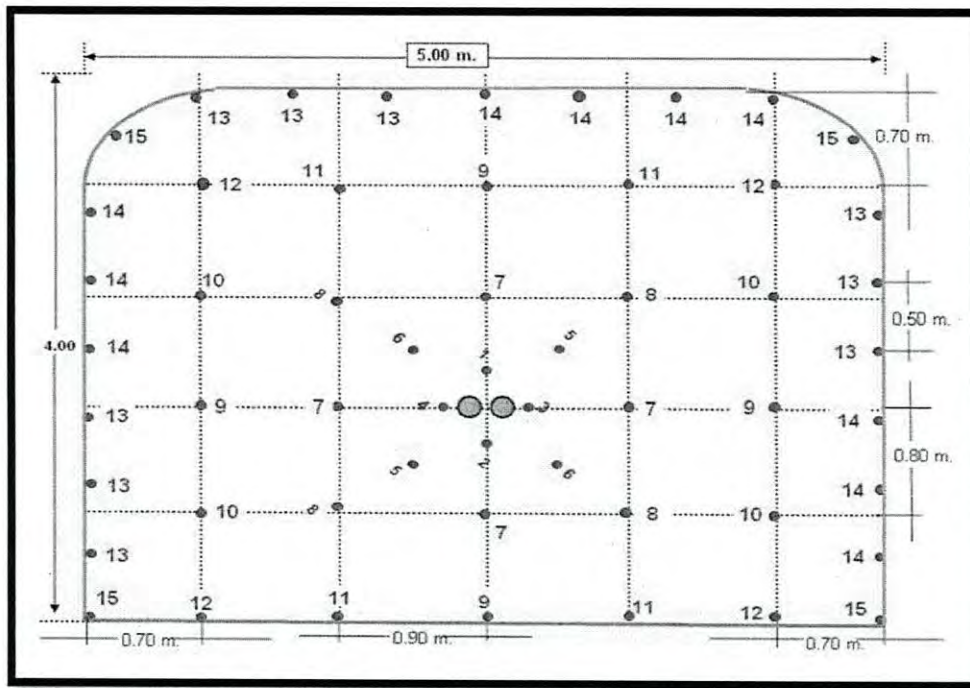


Figura 21. Plantilla de barrenación para avance.

En la Unidad se cuenta con dos plantillas de barrenación, siendo una utilizada para cuele y la otra para tumbe las secciones que se utilizan son de 5 x 4 metros.

Plantilla de barrenación para tumbe (figura 22), donde se observa la marcación de los barrenos de producción, así como su tiempo de iniciación, ya que con esto sabremos donde tendrá la cara libre nuestra voladura.

6.9 Refuerzo y soporte

En la unidad se cuenta con un área de mecánica de rocas que es donde se encargan del soporte de la mina para una mayor seguridad en las áreas de trabajo, ya que con esto se puede reducir el gasto de explosivo además de evitar caídos de roca (palomas y cunas que se puedan aflojar con las vibraciones de las voladuras, fallas y la dirección de la obra conforme a la dirección estratificación de la roca. Para así lograr obtener un ambiente de trabajo seguro.

En este departamento se desarrolló un anclaje sistemático para reforzar el contorno de las obras mineras

6.9.1 Anclaje

Se utilizan 2 tipos de anclas la Split-set y la de varilla corrugada de 5/8. La longitud de las anclas utilizadas en la mina es de 8 ft.

Los barrenos de anclas son realizados con una broca de 1 ¼ pulgadas de diámetro con una barra de 8 ft de longitud.

Se realiza de 2 formas, manual y con la ayuda de un equipo moderno que es un anclador (Jumbo sandvik DS311)

- Manual con la ayuda de una bomba neumática se inserta concreto en el barreno hasta que quede lleno y después se coloca la varilla manualmente hasta que quede completamente insertada.
- La proporción de agua cemento es de 2 bultos de cemento por 6 cubetas de 20 litros y con esa cantidad pueden llenar 3-4 bombas
1 bulto de cemento= 8 barrenos llenos de cemento
- Con un jumbo moderno utiliza cartuchos de cemento que coloca en el barreno y ya lleno de bombillos el mismo equipo coloca el ancla de varilla.

La cuadrícula de anclaje de un metro por un metro, así como se muestra a continuación en la figura 24.

Ya si la calidad de la roca es mala se manda poner malla electrosoldada con anclas Split-set de 8 ft. Cuando ya existe un excesivo resquebrajamiento se ordena lanzar concreto sobre la malla, para evitar intemperismo y dar un sostenimiento adicional en conjunto con la malla y anclas.

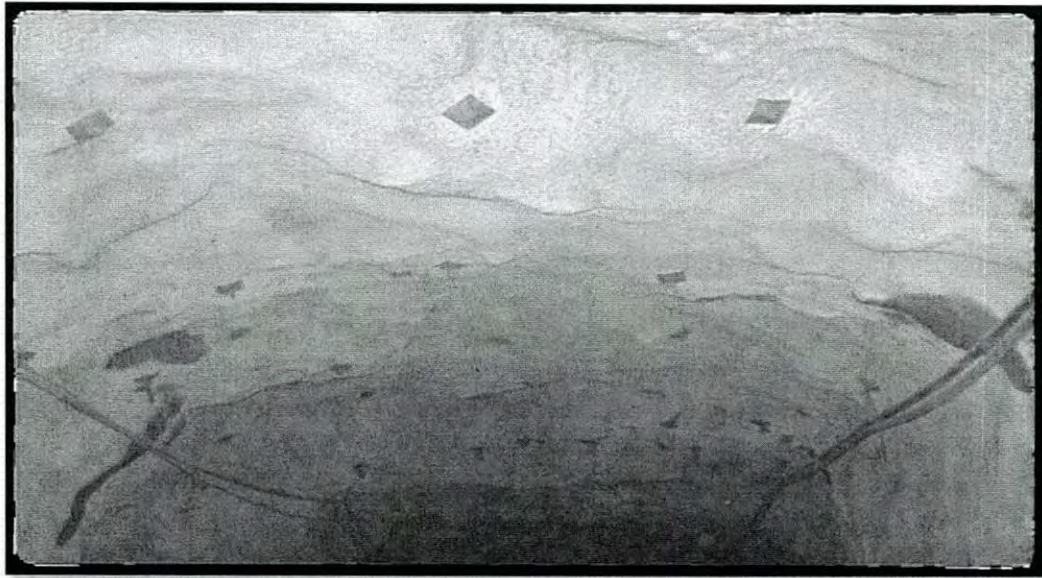


Figura 24. Anclaje.

Fotografía mostrando zona de un rebaje soportado a base de concreto proyectado y posteriormente un anclaje con varilla corrugada embebida en cemento.

7. CARGADO Y ACARREO

Se denomina acarreo al traslado corto de material roto en la mina, es decir que este transporte tiene limitaciones, o tiene un determinado radio de acción, y estarán ubicados en los frentes de operación.

El equipo utilizado para el movimiento de mineral dentro de unidad charcas son los siguientes:

12 Scoop tram Marca: Atlas Copco.

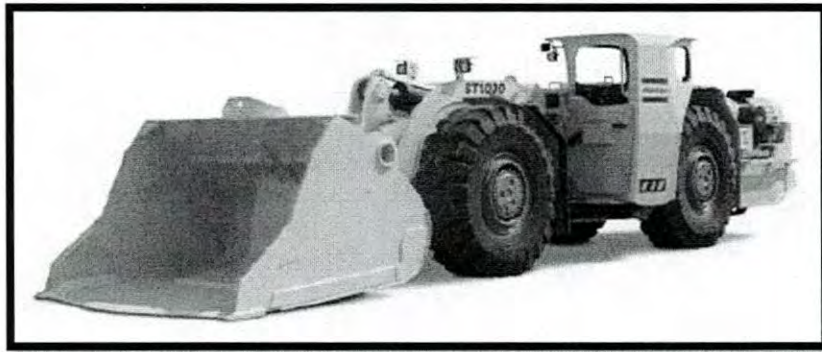


Figura 25. Scoop Tram, marca Atlas Copco.

10 Scoop tram Marca: Sandvik.



Figura 26. Scoop Tram, marca Sandvik.

9 camión Minero Marca: Sandvik.

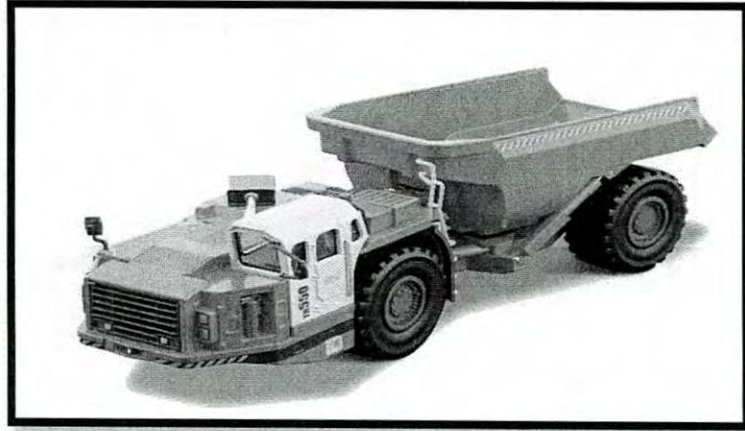


Figura 27. Camión minero, marca Sandvik.

4 camión Minero Marca: Atlas Copco.

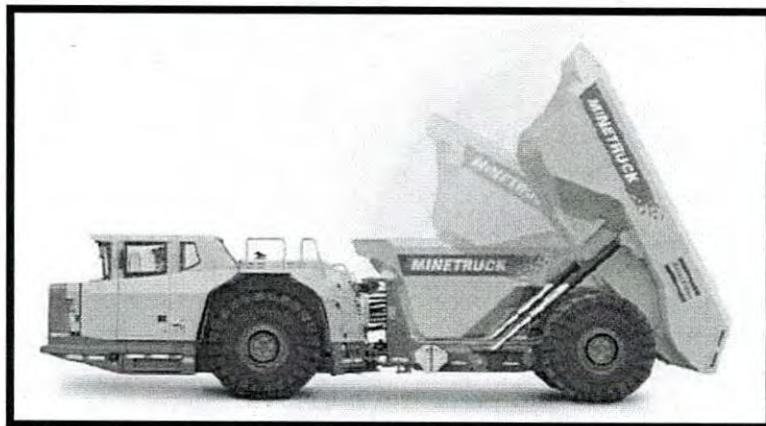


Figura 28. Camión minero, marca Atlas Copco.

2 camión Minero Jarvis Clark

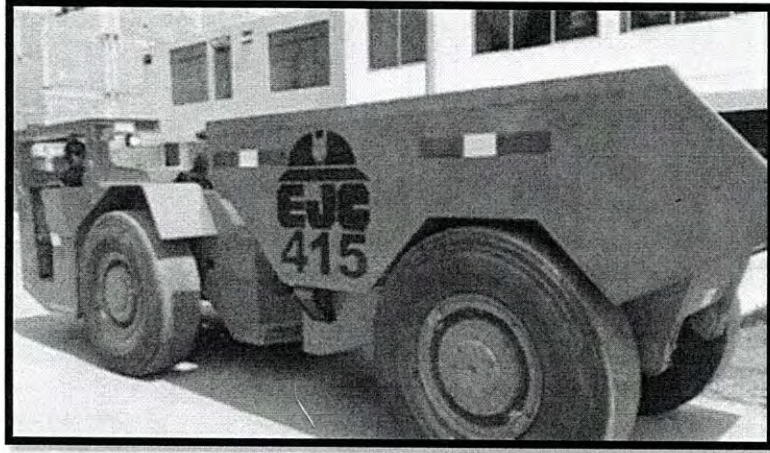


Figura 29. Camión minero, marca Jarvis Clark.

En la siguiente tabla se muestran los tiempos y promedio de estos para la movilización de mineral de un lugar a otro.

Tabla 1. Tiempos y movimientos, camión 54.

TIEMPOS Y MOVIMIENTOS CAMION 54			
FECHA		12/OCTUBRE/2017	
HORA SALIDA DE TALLER		9:01 AM	
HORA INICIO ACARREO		9:31 AM	
NO. DE CICLO	INICIO	FIN	DURACION
1	9:31 AM	9:55 AM	24 MIN
2	9:57 AM	10:33	36 MIN
3	10:37 AM	10:53 AM	17 MIN
4	10:55 AM	11:06 AM	11 MIN
5	11:08 AM	11:18 AM	10 MIN
6	11:20 AM	11:31 AM	11 MIN
7	11:33 AM	11:42 AM	9 MIN
8	11:44 AM	11:52 AM	8 MIN
9	11:54 AM	12:14 PM	20 MIN
10	12:16 PM	12:25 PM	9 MIN
11	12:27 PM	12:34 PM	7 MIN
12	12:36 PM	12:47 PM	11 MIN
13	12:49 PM	12:58 PM	9 MIN
14	1:00 PM	1:11 PM	11MIN
PROMEDIO			13.79 MIN

La distancia recorrida por el camión #54 es de aproximadamente de 1200 metros desde el nivel 24-100 al área de descarga, siendo el área de descarga en una parrilla en el nivel 21.

Dicha parrilla contiene un martillo hidráulico para reducir la roca de sobre tamaño. Como se muestra en la figura 25.



Figura 30. Parrilla con martillo hidráulico, nivel 21.

8. CALCULO DE VENTILACIÓN

En las obras de ejecución de túneles, así como en las labores mineras que no son ventiladas por la corriente principal (fondos de saco), es necesario una ventilación específica para asegurar que tenemos en el frente de trabajo el aire necesario para remover los gases emitidos por los vehículos, voladura u otros como el metano. Es también necesario controlar polvos y temperatura. Esta ventilación es comúnmente conocida como ventilación secundaria o auxiliar.

8.1 Elementos de la ventilación secundaria

Instalación de ventilación secundaria:

- Ventilador
- Tubería
- Accesorios
 - Filtros
 - Silenciadores
 - Cassettes

Ventiladores:

- Neumáticos
- Eléctricos:
 - Antideflagrantes
 - De bolsillo
 - Contrarrotativos

Ventiladores neumáticos

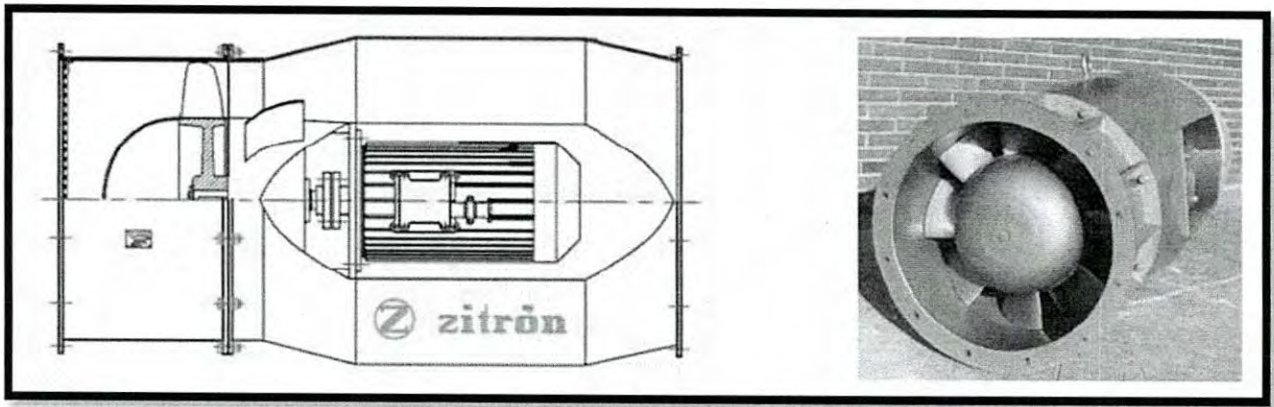


Figura 31. Ventilador, marca Zitron.

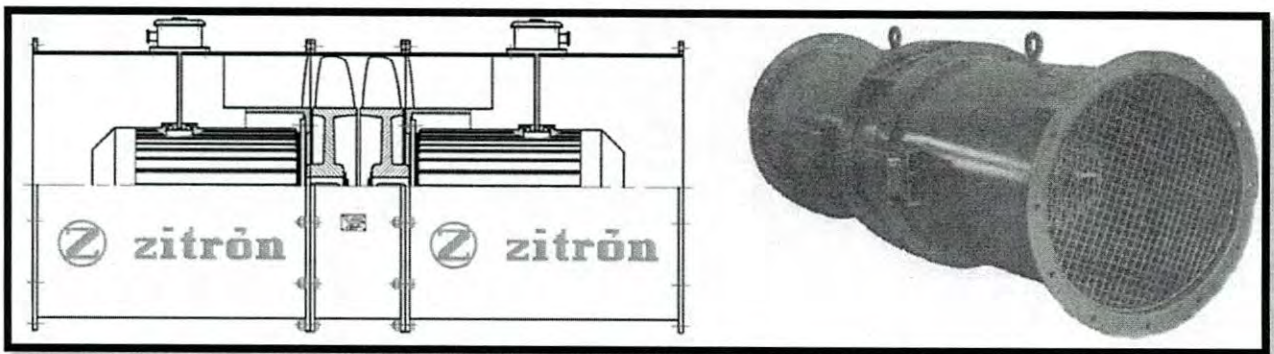


Figura 32. Ventilador, marca Zitron.

8.2 Tuberías o conductos de aire

Los conductos de aire son los elementos necesarios para la circulación de aire en el fondo de saco.

- FLEXIBLES
 - Soplantes lisos
 - Aspirantes con aros de acero
- RIGIDOS
 - Tubería metálica
 - Otras ej. Pueden ser tuberías de polietileno u otros tipos de plásticos

Las tuberías o ductos de ventilación tienen sus diferentes tipos de usos y también tienen sus diferencias entre ellas mismas, existen diferentes tipos de ductos de ventilación como, por ejemplo:

- Metálica
- Flexible lisa
- Flexible reforzada (espiral)

Dentro de la misma instalación de las tuberías de ventilación o más bien llamadas mangas de ventilación, existen sus conexiones de manga a manga para así tratar de no tener fugas de aire por las mismas uniones de ellas, es por eso que se presenta algunas de las uniones más utilizadas dentro de la industria Minera Subterránea

- Collarín de goma
- Collarín metálico
- Cremallera
- Velcro

Ahora que se conoce un poco más de los diferentes equipos de ventilación y sus materiales, se hablará de las diferentes formas de cómo se pueden utilizar los equipos de ventilación, dependiendo de las necesidades que se tengan dentro de las áreas en operación.

8.3 Sistemas de ventilación secundaria

Tipos Principales:

- Soplante
- Aspirante
- Mixto
 - Soplante con apoyo de aspirante
 - Aspirante con apoyo de soplante

8.3.1 Soplante

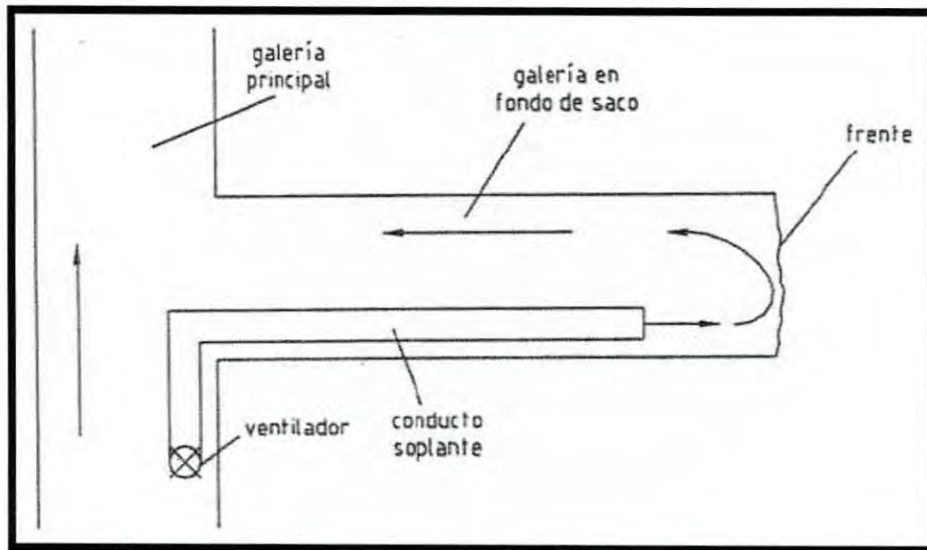


Figura 33. Sistema de ventilación soplante.

En este tipo de sistema de ventilación sirve para la disipación de gases o polvos dentro de la frente de explotación ya que se inyecta aire fresco proveniente de la rampa principal, el aire viciado es sacado por la misma rampa y sea extraído por algún contrapozo de ventilación.

Como se puede ver en la *figura 33* el ventilador es colocado a favor de la corriente de aire para que así se pueda inyectar aire limpio a los topes de trabajo. Un dato importante de la colocación del ventilador a usar, es ponerlo 10 metros antes de la entrada al tope de trabajo, con motivo de que el aire viciado sea soplado del tope de trabajo, cree una nube de polvo y este pueda recircular por el ventilador, es por eso por lo que el ventilador se coloca a esa distancia de la entra del tope de trabajo.

VENTAJAS

- Aire fresco y puro al frente para las personas mejorando las condiciones de la zona de trabajo
- Tubería flexible de bajo coste y poca perdida de carga
- Instalación sencilla
- Bajo coste energético

- Solución económica

DESVENTAJAS

- El retorno de gases y humos es a través del propio túnel, a baja velocidad.
- La proyección de hormigón da lugar a una atmosfera polvorienta con visibilidad reducida.

8.3.2 Aspirante

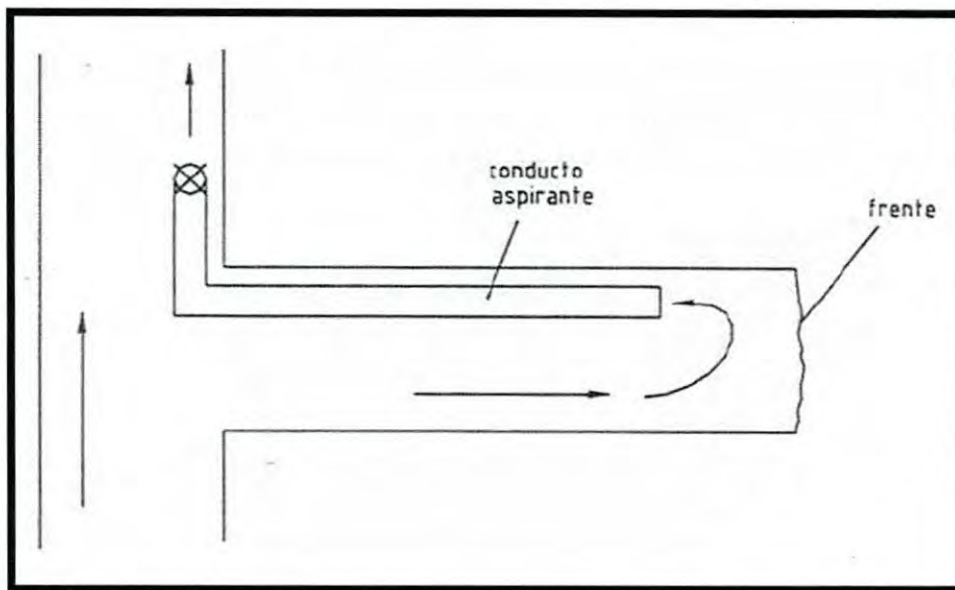


Figura 34. Sistema de ventilación aspirante.

Este tipo de sistema de ventilación es mayor mente utilizado para la rápida disipación de polvos y gases dentro de los topes de trabajo, debido que el aire va a ser aspirado rápidamente por el ventilador y será viciado a la rampa principal *figura 34*.

Los ductos de ventilación a utilizar en este sistema rigurosamente tienen que ser del tipo fijos ya que el mismo ventilador crea una fuerte succión y las mangas flexibles tenderán a succionarse, y así prohibir el paso al aire a viciar del tope de trabajo.

VENTAJAS

- Rápida evacuación del aire contaminado al exterior.

DESVENTAJAS

- El aire que llega al frente del túnel no es puro, está contaminado por los gases del túnel y además se ha calentado.
- Tubería flexible reforzada con mayores pérdidas de carga.
- Instalación más compleja.
- Mayor coste energético.
- Solución más cara que el soplante.

8.3.3 Mixto – soplante con apoyo de aspirante

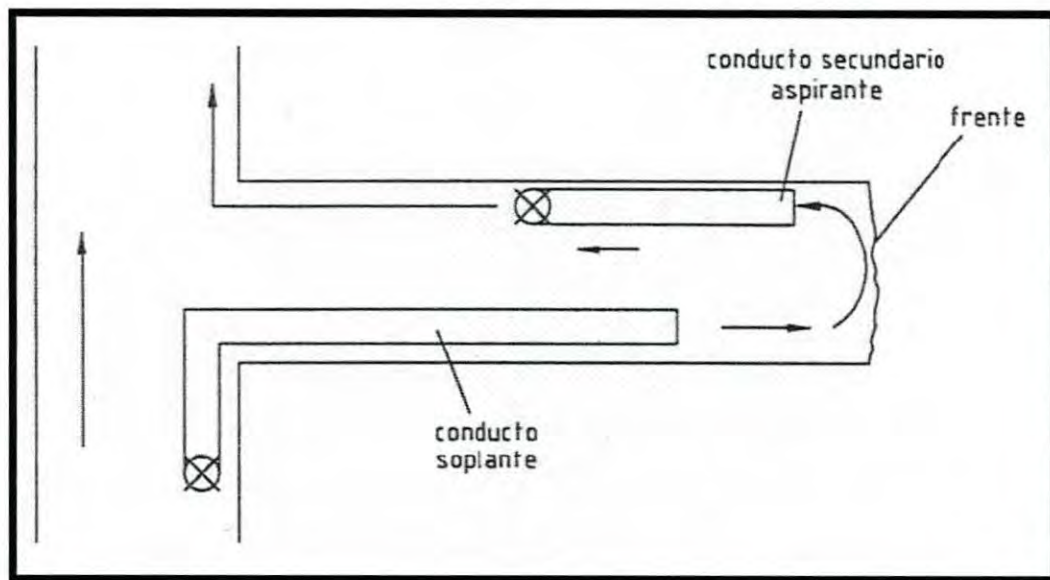


Figura 35. Sistema de ventilación mixto-soplante con apoyo de aspirante.

Como el mismo nombre del sistema lo dice el ventilador que inyecta el aire limpio proveniente de la rampa principal (aire limpio) soplará el polvo y gases para así con el apoyo del ventilador aspirante y expulse los contaminantes rápidamente del tope de trabajo, dando como resultado un circuito de ventilación eficaz, y al tener un circuito de ventilación eficaz los toques de trabajo serán refrescados y libres de contaminantes ya sean polvos o gases, así como se muestra en la *figura 35*.

Este sistema es mayormente utilizado en las minas de carbón ya que en la minería del carbón se trabajan con topes de trabajo contaminados con polvos y gases a mayor concentración que en la minería metálica.

VENTAJAS

- Aire puro en el frente mejorando la condición de la zona de trabajo.
- Utilización de tuberías de lona, fáciles de instalar.
- Baja pérdida de carga en la instalación soplante (baja resistencia al paso del aire).
- Frente de trabajo muy limpio.
- Captación de polvo en el frente.
- Rápido desplazamiento del frente de los humos y gases de la voladura.

DESVENTAJAS

- Los humos se desplazan a lo largo del túnel

8.3.4 Mixto – aspirante con apoyo de soplante

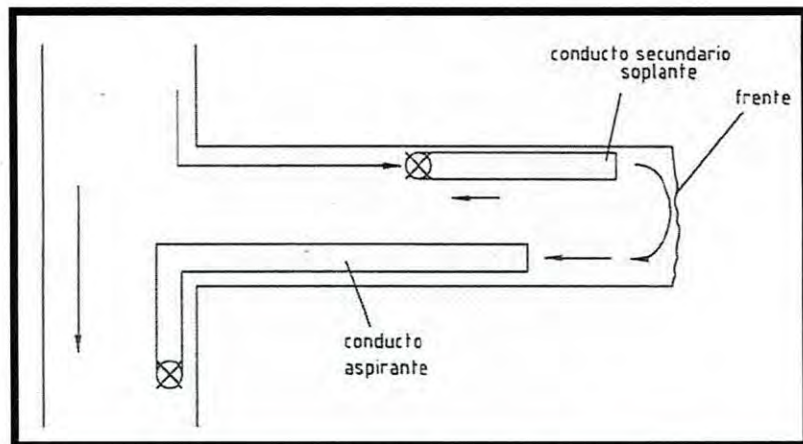


Figura 36. Sistema de ventilación mixto-aspirante con apoyo de soplante.

Este sistema de ventilación secundaria es muy singular (figura 36), el aire limpio entra muy lentamente a los topes y puede existir re-circulamiento de aire por el ventilador soplante, su ventaja es que limpia rápidamente los gases de los topes de trabajo, pero pueden llegar a tener temperaturas altas, dada a la recirculación de aire. Este sistema es muy poco utilizado por su poca efectividad para la limpieza de los topes de trabajo.

VENTAJAS

- Rápida eliminación de los humos y gases en el caso de las voladuras

DESVENTAJAS

- El aire que llega al frente no es puro, al tener que desplazarse por el túnel.
- Las tuberías flexibles ofrecen más resistencia, al tener que ser reforzadas.
- Mayor pérdida de carga de la instalación.
- Mayor potencia instalada.
- Problemas de decantación de polvo en la tubería.

8.4 Metodología de cálculo de ventilación

Características de la tubería

Factor de fricción →	$\lambda = 0.015$ [-]	$\lambda = 0.020$ [-]	$\lambda = 0.025$ [-]	$\lambda = 0.030$ [-]	$\lambda = 0.035$ [-]
Superficie de fuga activa ↓	Excelente <i>Clase S</i>	Muy buena <i>Clase A</i>	Buena <i>Clase B</i>	Normal <i>Clase C</i>	Mala <i>Clase D</i>
$f^* = 5 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ <i>Clase 0</i>	<i>Clase S-0</i> Excelente	<i>Clase A-0</i>	<i>Clase B-0</i>	<i>Clase C-0</i>	<i>Clase D-0</i>
$f^* = 10 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ <i>Clase 1</i>	<i>Clase S-1</i>	<i>Clase A-1</i> Muy buena	<i>Clase B-1</i>	<i>Clase C-1</i>	<i>Clase D-1</i>
$f^* = 20 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ <i>Clase 2</i>	<i>Clase S-2</i>	<i>Clase A-2</i>	<i>Clase B-2</i> Buena	<i>Clase C-2</i>	<i>Clase D-2</i>
$f^* = 40 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ <i>Clase 3</i>	<i>Clase S-3</i>	<i>Clase A-3</i>	<i>Clase B-3</i>	<i>Clase C-3</i> Normal	<i>Clase D-3</i>
$f^* = 60 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ <i>Clase 4</i>	<i>Clase S-4</i>	<i>Clase A-4</i>	<i>Clase B-4</i>	<i>Clase C-4</i>	<i>Clase D-4</i> Mala

Figura 37. Factor de fricción del ducto.

En la *figura37* nos muestra las clasificaciones de los diferentes tipos de instalaciones de ductos de ventilación y con ella sacar una eficiencia de los ductos de ventilación, debido a su colocación y el estado físico de las mangas, a que se refiere estado físico, se refiere a que, si el ducto de ventilación no presenta fugas, rupturas, mala colocación, no está unida a otra manga de forma adecuada, etc.

Para esto nos sirve la tabla de características de tubería, para determinar qué clase de instalación se tienen en los diferentes topes de trabajo.

Ecuaciones de base y algoritmo

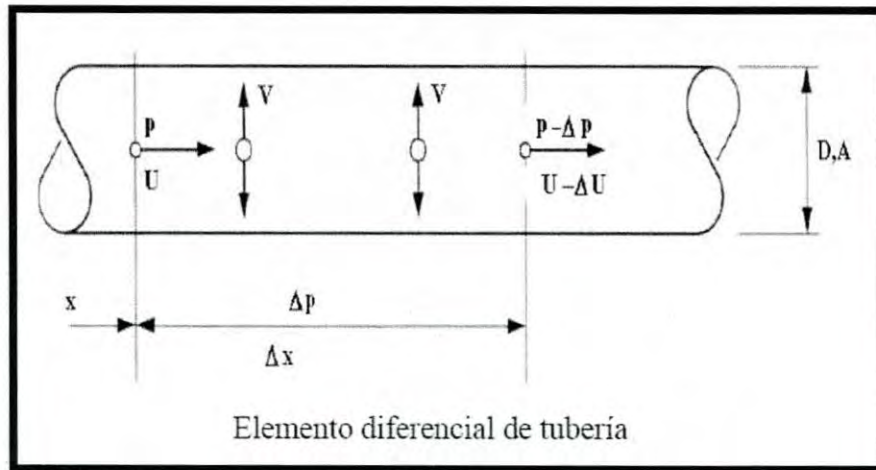


Figura 38. Elemento diferencial de tubería.

$$\Delta Q = \left(\frac{f^* \cdot \pi \cdot D}{10^6} \right) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot p}{\rho}} \Delta x$$

$$\Delta P = 8 \cdot \lambda \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^5} \cdot \Delta x$$

Figura 39. Ecuación del elemento diferencial de tubería.

Debido a estas fórmulas *figura 38* explica a cerca de la afectación en el caudal y presión de aire que se tiene en los ductos de ventilación, en los casos que se tengas fugas de aire, ya sea por rupturas o mala unión de mangas, se podrían calcular con estas fórmulas, se puede determinar la caída de presión del aire en las mangas de ventilación y saber con cuanta presión llega el aire a los topes de trabajo como en se muestra en la *figura 39*.

Es por eso por lo que en ventilación se tiene la manera de optimizar los modelos con los siguientes factores:

- Mayor diámetro de tubería → Menor será la resistencia
- Tramos más largos de tubería → menos juntas y menor cantidad de fugas

Entonces se entiende que, si se tiene una tubería con mayor diámetro, la resistencia que el aire tenga que vencer en la tubería será menor a la que, si se tiene una tubería de menor diámetro.

Esto es un beneficio ya que si se tiene un diámetro adecuado de ducto de ventilación, una buena instalación de ellas, mejor estado físico de los ductos de ventilación, será mayor el aire que llegue a los topes de trabajo y al llegar más aire fresco a los topes, los gases y polvos se disiparán rápidamente, los frentes estarán fresco, y estarán en condiciones óptimas para que el operador pueda continuar con sus labores, sin presentar algún riesgo por intoxicación, golpes de calor o deshidratación.

8.4.1 Cálculo de caudal necesario para un tope de trabajo

Se tiene un promedio de aire requerido a los topes de trabajo; con respecto a los equipos a diésel que se utilizan en turno que son el scooptram, jumbo y las camionetas, con todos estos equipos se obtiene que el flujo de aire requerido por la norma (NOM-023-STTP-2012) es de 16518.93 ft³/min.

Y sacando el promedio para la dilución de gases producidos a través de los explosivos que se queman al producirse voladuras son:

Datos	Unidad.
Humo por kg de explosivo (m ³ /kg)	121.4
Cantidad real usada (Kg)	190
X 60 para convertir a segundos	60
Tiempo deseado diluir el gas. (min)	60

Flujo requerido(m ³ /s)	6.407222222
Flujo req. En (m ³ /min)	384.4333333
Flujo req. En (ft ³ /min)	13576.07095

Figura 40. Datos para la dilución de emisiones de diésel.

Diluciones de emisiones a diésel.

Como referencia orientativa del caudal de aire necesario en lugares con utilización de máquinas Diésel:

Para trabajos con Equipos Diésel Catalizados:

$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 0.04 \text{ (m}^3\text{/s)} \times N^\circ \text{ de operarios} + 0.03 \text{ (m}^3\text{/s)} \text{ CV Diésel}$ Para trabajos con Equipos Diésel No Catalizados:

$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 0.04 \text{ (m}^3\text{/s)} \times N^\circ \text{ de operarios} + 0.05 \text{ (m}^3\text{/s)} \text{ CV Diésel}$

Se tienen que convertir Hp a Caballos de Vapor. (Ya está la conversión en la tabla factor 1.01387)

Tabla 2. Tabla de factor 1.01387

DATOS						
No. De operadores	1	Catalizado		CATALIZADO	Requerimiento de aire m ³ /s	7.7961055
No. De operadores	1	No catalizado			Requerimiento de aire m ³ /min	467.76633
Hp de potencia	250	Catalizado			Requerimiento de aire ft ³ /min	16518.93406
Hp de potencia	250	No catalizado				
				CATALIZADO	Requerimiento de aire m ³ /s	12.9668425
					Requerimiento de aire m ³ /min	778.01055
					Requerimiento de aire ft ³ /min	27475.05357

Se tomó el valor mayor, valor que en este caso es de los equipos diésel 16518.93 ft³/min. Para de allí partir a realizar el cálculo y ver qué tipos de ventiladores cumplen con el caudal requerido.

Formula de Atkinsón:

La Formula Atkinsón considera estos factores y expresa:

$$p = \frac{KCLQ^2}{A^3} \times \frac{w}{1,2} = \frac{KCLV^2}{A} \times \frac{w}{1,2}$$

p = pérdida de presión (Pa)

C = perímetro (m)

L = longitud (m)

A = área (m²)

Q = flujo de cantidad (m³/s)

V = velocidad (m/s)

K = factor de fricción (Ns²/m⁴)

w = densidad del aire (Kg/m³)

El término w/1,2 está incluido en la formula Atkinsón para expresar que los requisitos de presión dependen de la densidad del aire

Figura 41. Formula de Atkinsón.

Con la fórmula de Atkinsón (figura 41) se pueden hacer los cálculos de caudal requerido

Ejemplo:

Cálculos de ventilador con ducto de 30"

P= R+Q2

Por equipo trabajado en tope ciego.

Q= (16,518.93ft³/min)

Voladura de crucero 190 Kg de explosivo

7Kg Anfo X 25 Kg =190 Kg

Q= (13, 576.09 ft³/min)

RESISTENCIA

Diámetro=30'='

Longitud del ducto= 217mts

Perímetro = 76.2cm = 239.38 cm 2.3938mts

Área =0.4560 m²

Coefficiente de fricción = 0.035 (se clasificará mediante el tipo de ducto que se tiene)

Selección de clase de ducto D4 (mala)

Densidad = 0.9501Kg/m³

$$RL = \frac{K+L+P}{A^3} \cdot \frac{\rho_{insitu}}{\rho_{1.2Kg/m^3}} =$$

$$(0.035) (217) (2.3938)$$

$$0.9501Kg/m^3$$

$$RL = \frac{\quad}{(0.4560)^3} = 191.76^*$$

$$\frac{\quad}{1.2 Kg/m^3} = 151.8227Ns^2/m^2$$

$$(0.4560)^3$$

$$1.2 Kg/m^3$$

PRESIÓN

$$P=R+Q2$$

TRANSFORMAR CAUDAL

$$\frac{16,518.93 ft^3/min}{35.3145}$$

$$=467.76m^3/min$$

$$\text{Transformar } \frac{467.76}{60} \text{ m}^3/\text{S} = 7.796 \text{ m}^3/\text{S}$$

$$Q = (16,518.93 \text{ ft}^3/\text{min})$$

$$P = (319.323 \text{ Nm}^2/\text{S}^2) (7.796)^2 = 19,407.698 \text{ Pa}$$

POTENCIA DEL EJE

$$P_{o + Eje} = \frac{P * Q}{1000(\%e)}$$

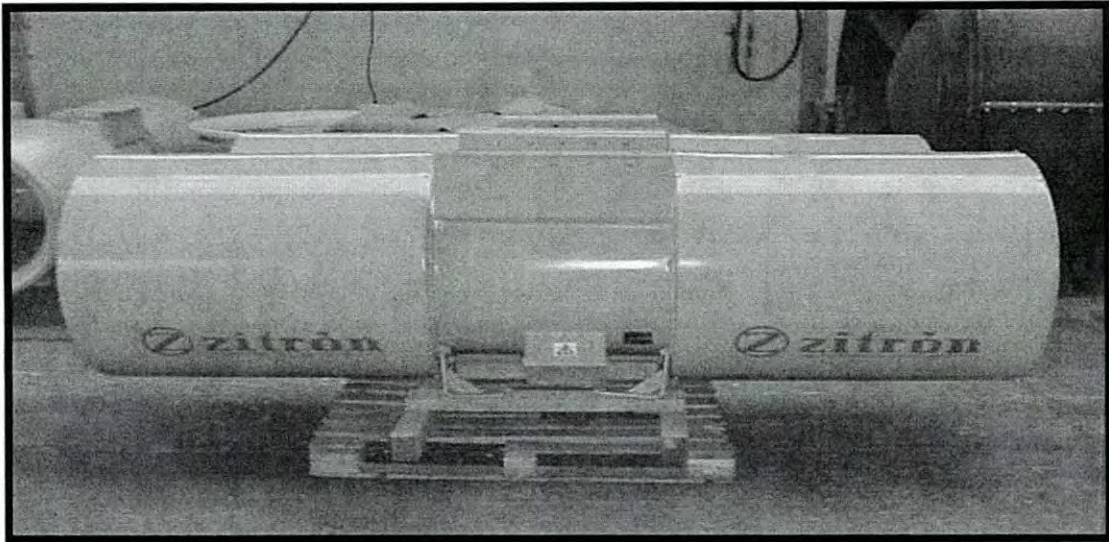
$$(9,227.42 \text{ Pa}) (7.796 \text{ m}^3/\text{S}) (71,936.96)$$

$$P_{o + Eje} = \frac{820}{1000(.82)} = 87.72 \text{ KW}$$

Factor de fricción →	$\lambda = 0.015$ [-]	$\lambda = 0.020$ [-]	$\lambda = 0.025$ [-]	$\lambda = 0.030$ [-]	$\lambda = 0.035$ [-]
Superficie de fuga activa ↓	Excelente <i>Clase S</i>	Muy buena <i>Clase A</i>	Buena <i>Clase B</i>	Normal <i>Clase C</i>	Mala <i>Clase D</i>
$f^* = 5 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ <i>Clase 0</i>	<i>Clase S-0</i> Excelente	<i>Clase A-0</i>	<i>Clase B-0</i>	<i>Clase C-0</i>	<i>Clase D-0</i>
$f^* = 10 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ <i>Clase 1</i>	<i>Clase S-1</i>	<i>Clase A-1</i> Muy buena	<i>Clase B-1</i>	<i>Clase C-1</i>	<i>Clase D-1</i>
$f^* = 20 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ <i>Clase 2</i>	<i>Clase S-2</i>	<i>Clase A-2</i>	<i>Clase B-2</i> Buena	<i>Clase C-2</i>	<i>Clase D-2</i>
$f^* = 40 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ <i>Clase 3</i>	<i>Clase S-3</i>	<i>Clase A-3</i>	<i>Clase B-3</i>	<i>Clase C-3</i> Normal	<i>Clase D-3</i>
$f^* = 60 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ <i>Clase 4</i>	<i>Clase S-4</i>	<i>Clase A-4</i>	<i>Clase B-4</i>	<i>Clase C-4</i>	<i>Clase D-4</i> Mala

Figura 42. Factor de fricción del ducto.

Figura 43. Zitron GEL 7-42.



Para el cumplimiento de $(16,518.93\text{ft}^3/\text{min})$ se tiene $(7.796\text{m}^3/\text{seg})$ haciendo la comparación de los resultados en el cálculo anterior, se necesita una presión de $9,227.42\text{Pa}$) y verificando en la curva característica del ventilador dice que para poder llegar el caudal necesario por un ducto de 30" a una distancia de 217mts siempre y cuando se tengan los ductos de ventilación de la mejor manera en su instalación. Lo cual en este caso no se cumple. Con los resultados de este cálculo dice que se tendría que tener un ventilador de 117Hp y no se cuenta con ese tipo de ventiladores, lo que se busca es una solución para adaptarse a los ventiladores que se tienen y de manera que sea eficiente.

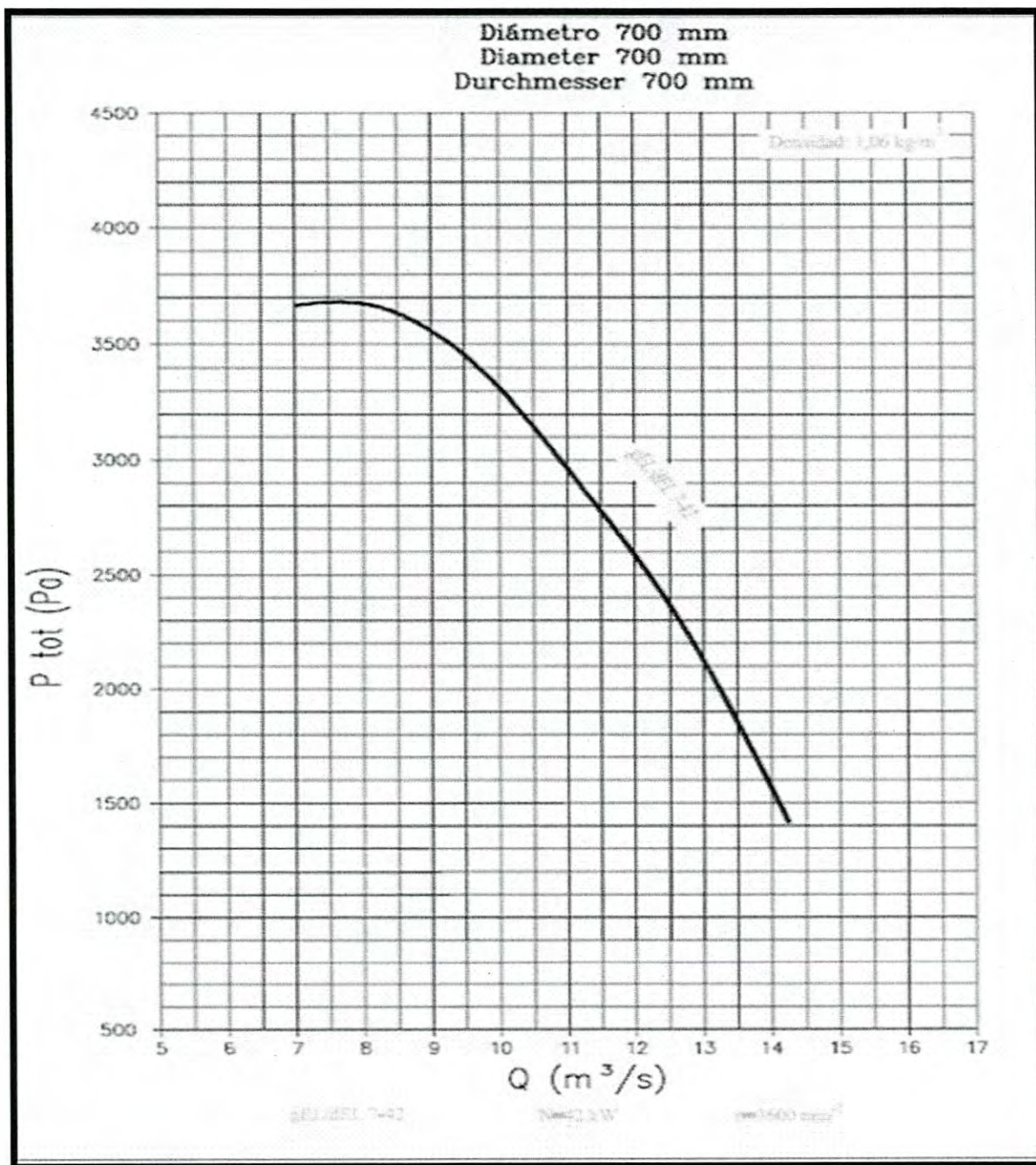


Figura 44. Curva característica del ventilador Zitron GEL 7-42.

9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LAS ESTANCIAS

Al comienzo de las prácticas profesionales dentro de Unidad Charcas fui asignado al departamento de ventilación a cargo del Ing. José Pablo Sánchez Gutiérrez quien es el jefe de departamento.

Las primeras actividades realizadas en interior mina que se encomendaron fueron:

- Familiarización con el departamento.
- Aprender las diferentes actividades que se realizan en interior mina.
- Aprender a realizar cualquier tipo de trabajo minera con seguridad.
- Aprender a colocar mangas de ventilación.
- Colocar los diferentes tipos de ventiladores que se tienen en unidad charcas.

Antes de aprender estas actividades se encomienda una tarea por el supervisor, buscar las diferentes normas que aplican al área de ventilación en minería subterránea.

Se asignó un proyecto después de conocer un poco el departamento y sus necesidades dentro de la mina. Una de las más grandes necesidades dentro de la mina es optimizar la colocación de ductos de ventilación en los diferentes rebajes de los niveles 23, 24 y rampa de desarrollo de nivel 25.

Para llevar a cabo este proyecto se requirió lo siguiente:

- Conocer las dimensiones estándares de los rebajes de dichos niveles.
- Dimensiones del equipo en operación.
- Hacer un levantamiento general de ventilación en el área más afectada o más crítica.

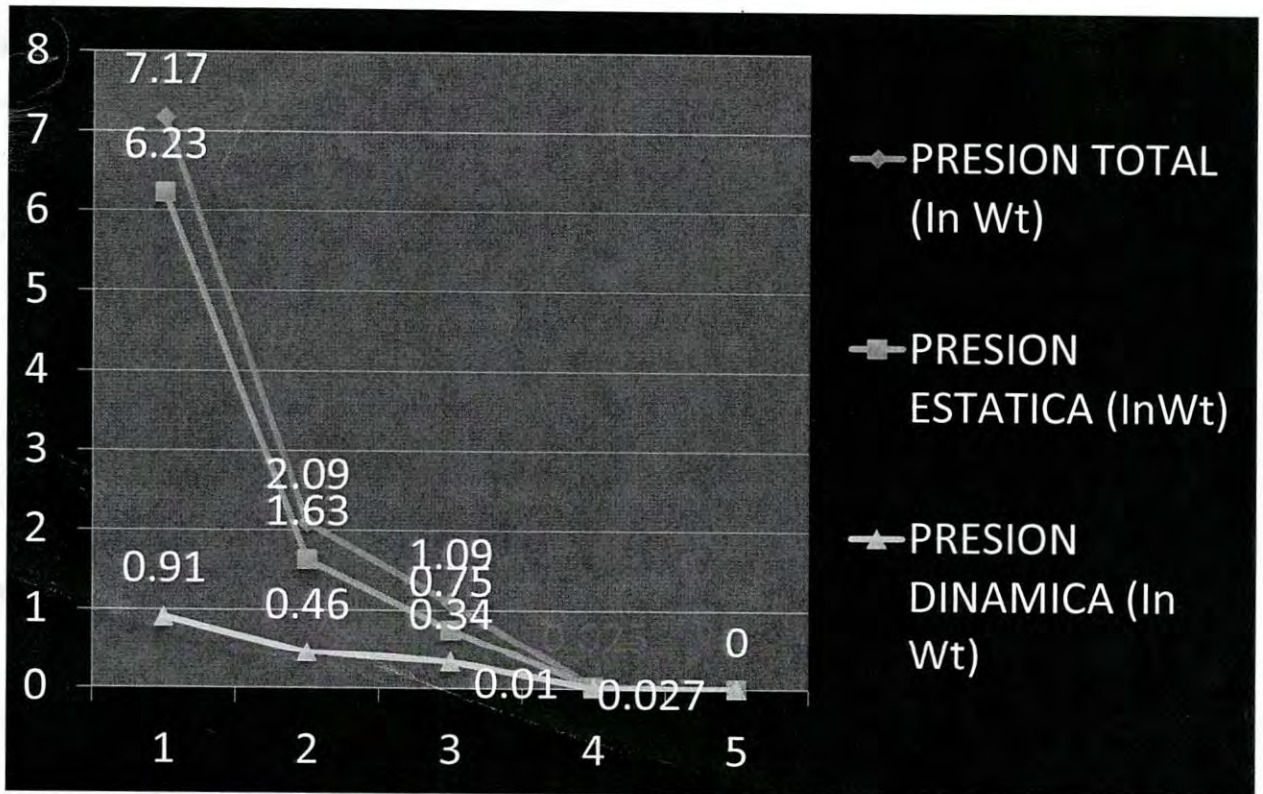
Como primera actividad se realizó el levantamiento general del área más crítica dentro de estos niveles y se llegó a la conclusión que el área de enfoque seria la rampa de desarrollo del nivel 25.

Se realizó el levantamiento general y obteniendo estos resultados:

Como se puede ver en la gráfica de presiones una notoria caída de presión muy pronunciada y esto se debe a lo siguiente:

- Numerosas fugas de aire en el ducto de ventilación.
- Numerosas pérdidas por choque debido a la mala colocación de las mangas.

GRAFICA DE PRESIONES

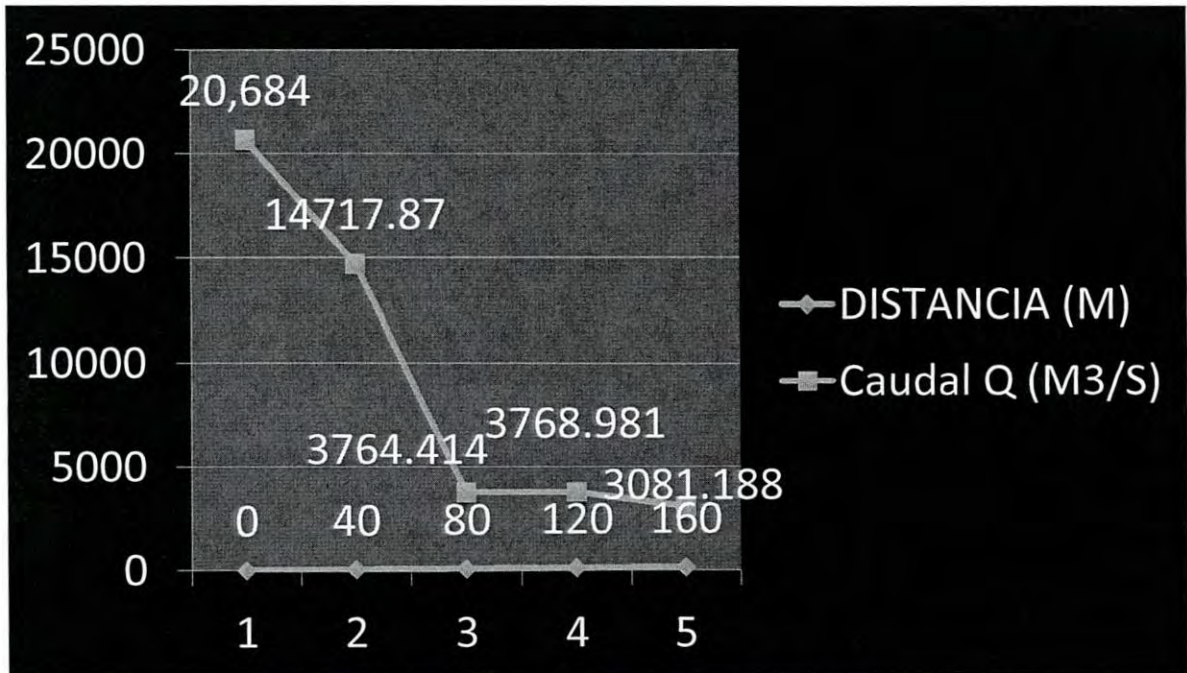


Gráfica 1. Levantamiento, nivel 25.

Como se puede ver en la gráfica de caudales en relación con la distancia, la notable caída de caudal, esto se debe simplemente por las numerosas fugas de aire que se presentan en los ductos. Causas de daño a mangas:

- Ruptura por objetos punzo cortantes.
- Ruptura por roce de equipos que transitan por la rampa.

Gráfica de caudales en relación con la distancia



Gráfica 2. Caída de caudal.

Después de realizado el levantamiento en la rampa del nivel 25, se procede a buscar alguna solución a esta problemática que se tiene de la mala instalación de los ductos de ventilación *Figura 45*.

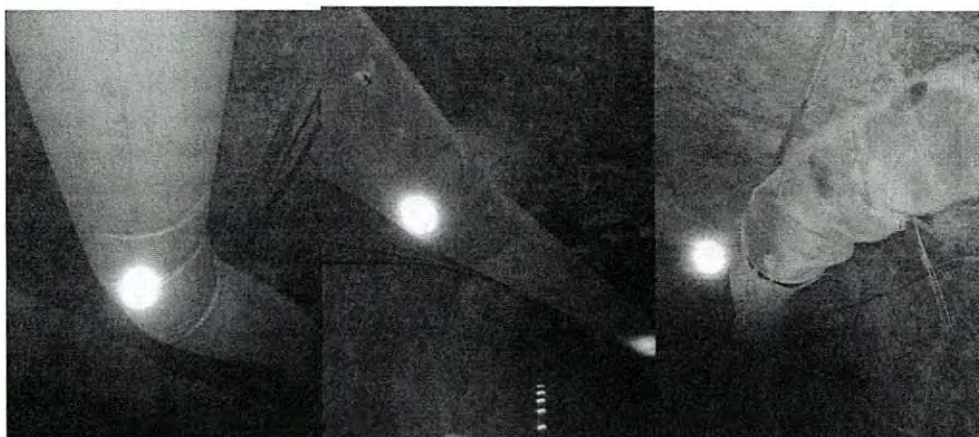


Figura 45. Condiciones de la instalación y condición física de las mangas, nivel 25.

Una de las soluciones que se tenía para esta problemática es utilizar cable guía para así mejorar en un 90% las caídas de presión, y así tratar de darle un continuo mantenimiento a los ductos de ventilación, para mejorar también la llegada de mayor caudal al tope de trabajo y mejorar las condiciones térmicas de este.

Lista de actividades:

- Dar seguimiento a plan de trabajo para la aplicación del nuevo estándar.
- Mediante ductos dobles de menor diámetro, aumentar el caudal de aire y disminuir el riesgo de perforación de mangas con maquinaria.
- Comparar resultados obtenidos con resultados anteriores de ventilación.

Se presentaron diferentes propuestas para el mejoramiento de las instalaciones de ventilación

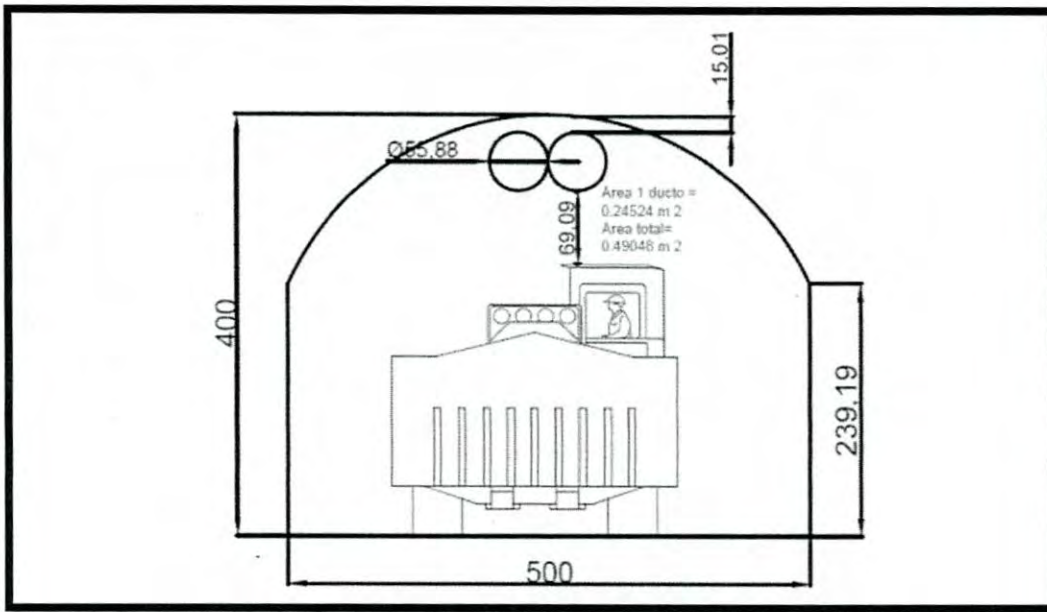


Figura 46. Primera propuesta de duo-ductos

Primera propuesta ductos dobles de ventilación de 55 in para así aumentar el diámetro, por consecuencia disminuir la resistencia y disminuir las pérdidas de presión por la mala instalación visualizar en la figura 46.

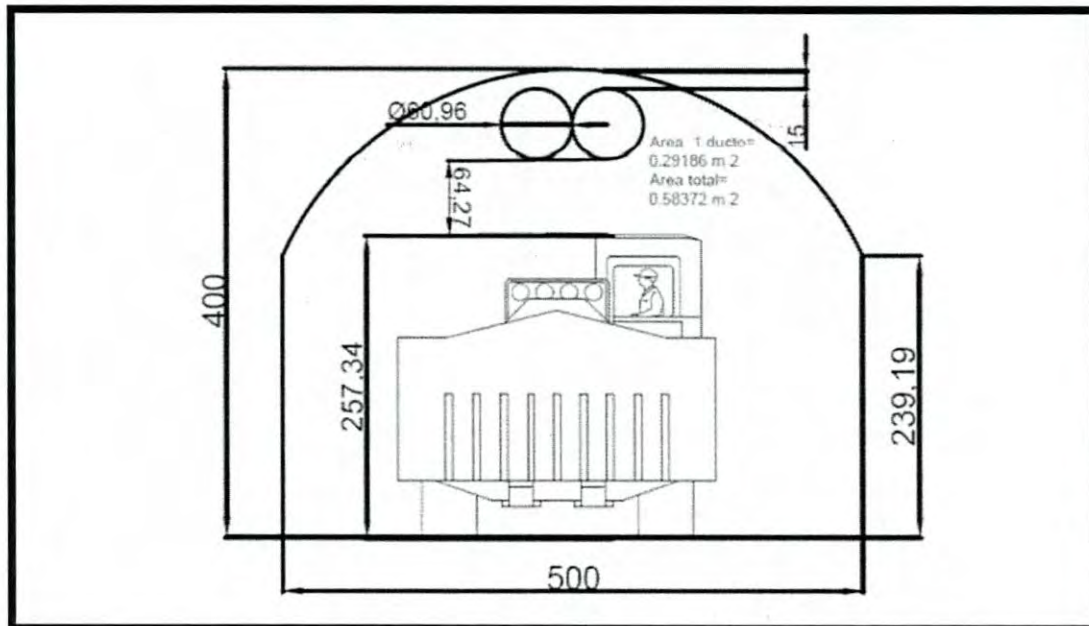


Figura 47. Segunda propuesta de duo-ductos.

Segunda propuesta, colocar ductos dobles de ventilación de 60in para obtener un mayor resultado, visualizar la Figura 47.

Obviamente ambas propuestas deben de ser colocadas con cable guía para mejorar lo antes dicho. Al realizar mediciones de alturas máximas en la rampa del nivel 25 se observa que las dimensiones no cumplen con el estándar de la mina que son de 5 m x 4 m, las dimensiones actuales son de 5 m x 3.40 m y debido a esto resultara muy difícil mejorar la colocación ya que la maquina más grande que se tiene es de 2.57 metros de alto, resulta que el mismo equipo termina rompiendo los ductos por el roce que se tienen por las dimensiones.

Para eso se busca una solución y las más optima es mandar hacer unos dúo-ductos de ventilación de 47 in de diámetro y de manga oval, para que así la maquinaria no dañe los ductos de ventilación.

Después de tener la solución, se inicia con la capacitación de como aprender hacer levantamiento de ventilación. A lo largo de las estancias en unidad charcas realizo varios levantamientos de ventilación como por ejemplo en nivel 18 se hizo el levantamiento de 2 puntos de ventilación

Punto 2 y punto 3, herramientas a utilizar:

- Formato de levantamiento.
- Anemómetro.
- Extensión para anemómetro.
- Cinta métrica.

Procedimiento para realizar el levantamiento de ventilación

1. Se coloca en el punto de ventilación.
2. Colocar el anemómetro en la configuración de toma de velocidad promedio y máxima.
3. Colocar anemómetro en extensión.
4. Se realiza el movimiento de anemómetro de la siguiente manera *figura 48*

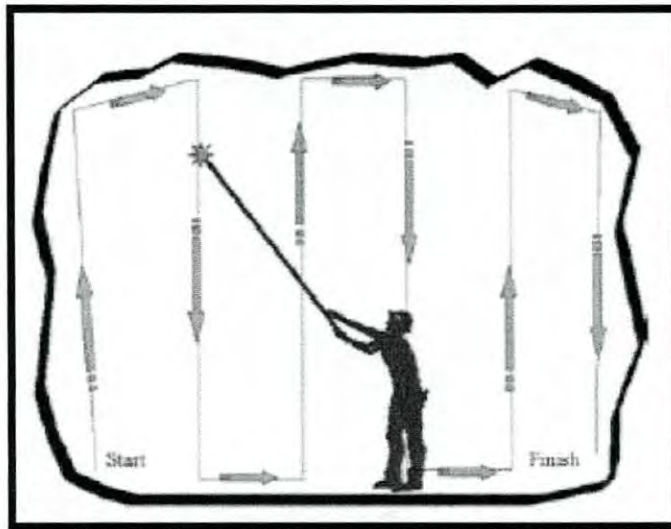


Figura 48. Método barrido.

5. Se ponen los resultados en formato. Nota: el dato que importa más es la velocidad promedio.
6. Se realizan las mediciones del alto y el ancho de la sección del túnel
7. Toma de temperaturas con anemómetro
8. Humedad
9. Presión barométrica
10. Índice de calor
11. Se identifica la sección del túnel para así sacar el área más exacta del túnel
12. Colocarse en el siguiente punto de ventilación y repetir los mismos pasos

Con este levantamiento se determina cuanto aire (caudal) es el que un ventilador extrae por minuto, para así tener datos más exactos de lo que te da el mismo simulador VENTSIM.

Otras de las actividades realizadas fue la elaboración de un manual de cómo colocar mangas de ventilación, para así todo el personal conozca cómo se deben de colocar

los ductos de ventilación y los coloquen de la mejor manera posible y así tener una mejora en las instalaciones.

Otra de las actividades que se asignó fue un “*checklist de observación e inspección de ventiladores secundarios*”, con la finalidad de aprender a levantar reportes de porque un ventilador se averió. Este checklist consiste en inspeccionar los rasgos físicos del ventilador, por ejemplo:

- Ruidos extraños al prenderlo
- Limpieza y estado de la carcasa
- Limpieza de los alabes
- Estado de los filtros de ruido
- Estado de los componentes eléctricos
- Holgura entre los alabes y carcasa
- Estado del cableado eléctrico
- Estado del arrancador

Para esto cada uno de los mencionado tiene sus casillas para señalar si el estado del ventilador es deficiente, regular o bueno, según sea el caso y el criterio de la persona que realice la inspección, y por último se tiene una casilla donde se le puede colocar las observaciones que la persona que realizó la inspección pueda poner sus observaciones más específicas y así tener una idea más definida de cuál fue la razón de la avería.

Una de las actividades que se realiza con mayor constancia a lo largo de estas prácticas profesionales fueron el cambio y colocación de ductos de ventilación a los diferentes rebajes o topes de la mina, para aumentar la eficiencia de la ventilación a los topes de trabajo.

Otra de las actividades realizadas fue la colocación de 100 metros de cable guía a lo largo de la rampa del nivel 25, utilizando las mangas ya colocadas, teniendo como resultado una notable mejora en las condiciones del tope a comparación de antes de

colocar el cable guía, uno de los resultados que resaltó fue el aumento de aire a ingresar al tope de trabajo.

Una de las más grandes pruebas que se tuvieron a lo largo de estos meses fue cuando estuve de encargado del departamento de ventilación, ya que mi supervisor tuvo su periodo vacacional dándome un listado de tareas por realizar a lo largo de su ausencia, por ejemplo.

- Realizar chequeo de rutina de ventiladores principales Zitron 1, zitron 2 y zitron 3, y llenar el formato de chequeo
- Coordinar la movilización de 2 ventiladores averiados
- Hacer levantamientos de diferentes niveles para tener un estándar a la hora de llenado de reporte diario de semáforo.

Estas tareas pusieron a prueba lo aprendido a lo largo de mis estancias en el departamento de ventilación, gracias al esfuerzo, dedicación y el apoyo del personal sindicalizado del departamento, se pudieron llevar a cabo dichas actividades.

Se presentó un contratiempo en el pedido de los dúo-ductos ovales de ventilación, como resultado no se pudo realizar el proyecto de pruebas piloto de ductos de ventilación en rampa nivel 25, entonces fue cuando se comenzó a realizar el análisis financiero del departamento de ventilación, y tomarlo como proyecto.

Se encomendó hacer un análisis económico del departamento de ventilación debido a que no contaban con alguno realizado y se pidió recaudar algunos datos de diferentes departamentos, por ejemplo: Departamento de planeación, departamento de almacén, departamento de mina, contabilidad, recursos humanos, etc. Todo con la finalidad de contar con un informe completo de los gastos mensuales y anuales que se realizan en el departamento de ventilación, un ejemplo de estos datos recaudados fue el número de mangas (mangas lisas y mangas de espiral), fueron gastadas en los años 2016 y 2017 para así comparar las cantidades consumidas de mangas.

9.1.1 Análisis de costos del departamento de ventilación unidad charcas

Dentro del inventario de ventiladores en operación que se tienen actualmente en mina o en mantenimiento son 34 ventiladores dentro del inventario de ventiladores activos. Se sacó una cifra donde se tomó el precio en el cual cada ventilador fue comprado en su respectiva fecha y los resultados fueron los siguientes, combinando ventiladores principales y ventiladores secundarios.

Tabla 3. Costo total de ventiladores principales y secundarios.

TIPO VENTILADORES	DE	COSTO TOTAL DE C/U (dlls)	TOTAL (dlls)
Principales		\$ 919,640.26	\$1,422,180.61
Secundarios		\$ 502,539.74	

Como se ve el costo obvio de los ventiladores principales es más elevado debido a sus dimensiones grandes que se tienen, pero a diferencia de los ventiladores secundarios es un costo elevado, pero se puede justificar por el gran número de ventiladores que se tienen en inventario, son 27 ventiladores secundarios que se tienen como ventiladores en operación y mantenimiento.

Tabla 4. Costo total de los ductos utilizados en los años 2016 y 2017.

TIPO MANGA	DE	AÑO	CANTIDAD	COSTO	TOTAL (PESOS)
ESPIRAL		2016	56	\$ 4260	\$238,560
		2017	48	\$ 4260	\$204,480
LISA		2016	290	\$2106.45	\$610,870.5
		2017	195	\$2106.45	\$410,757.75

Uno de los datos es el costo por metro de la instalación de ductos de ventilación, sacando costos actuales de mangas de ventilación y cable de acero de 1/8

Tabla 5. Comparación del costo de Dúo-ductos y cable guía.

COSTO DE MANGAS OVALES (Pesos)	
Ducto oval de 47" x 27" X 20mts	\$4,550.00 ⁰⁰
COSTO DE CABLE GUIA (Pesos)	
Cable de acero de 1/8" x 150 mts	\$824.00 ⁰⁰

Cable de acero

Cable de acero 1/8 x 75M = \$717.75 PESOS

Cable de acero sin forro 1/8 x 150 M = \$824.00 PESOS

Costo por metro de manga colocada (sin cable guía) = **\$227.5⁰⁰**

Costo por metro de manga colocada con cable guía= **\$233.00⁰⁰**

Tabla 6. Categoría de empleados.

CATEGORIA EMPLEADO	DE	CANTIDAD	RAYA \$ (PESOS)
Operadores de servicios en general		37	\$218.38 ⁰⁰
Chorreadores		52	\$194.93 ⁰⁰

Tabla 7. Costos de servicios en general.

SERVICIOS	GASTO MENSUAL	UNIDAD POR MES
Diésel	280,000	Litros por mes
Gasolina	70,000	Litros por mes
Luz Eléctrica	5,500,000	Kw por mes
Agua	46,000	M ³ de agua
COSTO TOTAL DE LUZ ELECTRICA ANUAL (PESOS)		
Luz eléctrica	\$71,280,000.00 ⁰⁰	

Costo de litro de diésel actualmente **\$14.49 pesos/lt**

Podemos ver el dato de gasto mensual de la luz eléctrica es global de mina, sacando un cálculo del gasto total de luz anual, un porcentaje aproximado por ventilación Primaria y Secundaria es un 11.22% del gasto total ANUAL de luz eléctrica (\$7, 997,616.00)

Tabla 8. Costo por metro barrenado para contrapozo.

DIAMETRO (ft)	PILOTO (dlls)	RIMADO (dlls)	TOTAL (dlls/m)
10	\$311,.76	\$1038.44	\$1350.2
8	\$311.76	\$830.4	\$1142.16

Tabla 9. Número de contrapozos y costo total.

CONTRAPOZOS DE VENTILACION			
CANTIDAD DE ROBINS	METROS LINEALES	COSTO POR METRO (DLLS)	COSTO TOTAL DE ROBINS (DLLS)
187	111,738.3 M	\$1350.2 ⁰⁰	\$139,246,034.7

Con esta tablase proyecta las cantidades de robins que se tienen actualmente unidad charcas, con sus respectivos costos por metro y la cantidad de robins en operación y robins deshabilitados, dando así un hincapié a la moderación de fabricación de contrapozos dado que el costo de fabricación es muy elevado y el tener un exceso de contrapozos puede perjudicar en la estabilidad de la ventilación en toda la mina.

Datos de Operación Mina

Costo general de acero por mes

Tabla 10. Costo de hacer por mes.

MATERIAL	MES	TOTAL, DLLS
ACERO	OCTUBRE	\$81,263.6 dlls

Haciendo un estándar de gasto de acero por año, pensando que el promedio de consumo de acero por mes seria 81,000 dlls se tiene que, anualmente se consume alrededor de **\$972,000.00 dlls** de acero.

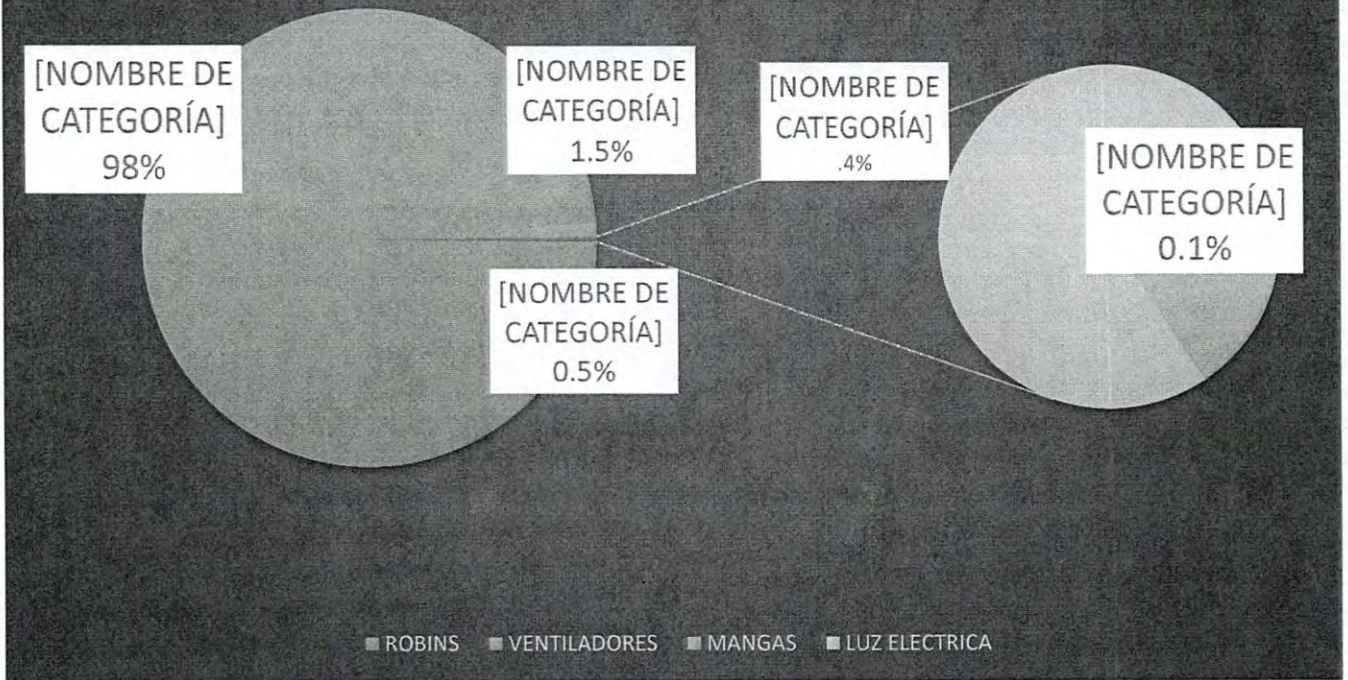
Costo general de explosivo por mes.

Tabla 11. Costo de explosivos por mes.

MATERIAL	MES	TOTAL, DLLS
EXPLOSIVO	NOVIEMBRE	\$89,178.29 dlls

Haciendo la misma operación y suposición de consumo anual, nomás que ahora el material a calcular es el explosivo, el promedio de consumo mensual es de \$89,000.00 dlls mensual, y el consumo anual es de **\$1, 068,000.00 dlls** de explosivo.

VENTILACIÓN



Gráfica 3. Comparación del porcentaje de costos del departamento de ventilación.

10. INFORMACIÓN CURRICULAR

Mis estancias profesionales fueron realizadas en mi 10^{mo} semestre de la carrera de Ingeniero minero metalurgista, siendo mis únicas prácticas profesionales de 4 meses realizadas a lo largo de mi carrera.

La persona a la cual estuve a cargo a lo largo de mis estancias profesionales fue el ING. JOSE PABLO SÁNCHEZ GUTIÉRREZ encargado del departamento de ventilación.

10.1 ¿Qué conocimientos fueron requeridos para realizar la práctica profesional?

Conocimiento adquirido por mis materias ya cursadas a lo largo de mi carrera, pero las materias que más me ayudaron a saber cómo trabajar dentro de una mina subterránea fueron

- Diseño de instalaciones mineras 1 y 2
- Métodos de explotación subterránea
- Minado 1 y 2
- Ingeniería de túneles
- Resistencia de materiales
- Hidráulica aplicada
- Entre otras.

El aprender a trabajar bajo presión me ayudó mucho para mi formación y completar satisfactoriamente mis estancias profesionales.

El saber que estamos trabajando en un lugar donde el riesgo de caída de roca es latente, pero el aprender a trabajar con seguridad e imponernos a trabajar así, ayuda mucho a trabajar en este tipo de lugares como lo son las minas subterráneas.

10.2 ¿Qué conocimientos o habilidades considera que le hicieron falta para la realización de la práctica?

En lo que conlleva conocimiento y habilidades necesarias para realizar mis practicas, no me hicieron falta ningunos ya que uno como estudiante va preparado, gracias a los maestros que me prepararon a lo largo de mi carrera profesional.

11. CONCLUSIONES

En mi estancia en unidad Charcas grupo IMMSA, pude observar como es el trabajo en una empresa de calidad internacional, las políticas de trabajo, seguridad, misión, visión, valores políticas etc.

Mis conclusiones generales son que unidad charcas es una unidad minera en la que se puede aprender mucho y poner en práctica cuestiones y conocimientos esenciales, así como adquirir otro cumulo de conocimientos nuevos en la materia, desde luego que también hay cosas a mejorar dentro de la unidad, pero en general es una muy buena unidad minera y tiene aspectos positivos muy deseables en una empresa de su categoría.

En el tiempo que estuve realizando mis prácticas profesionales en unidad charcas estuve ejerciendo mis labores en el departamento de ventilación, ya que este departamento no se enfoca solamente en un solo rebaje de trabajo, estuvimos trabajando en los diferentes rebajes de los niveles 3,10, 18, 23, 24 y rampa de desarrollo nivel 25. Durante mis estancias pude observar maniobras y colocación de equipo de ventilación, participar en colocación de equipos de ventilación de manera segura, realizar reportes de 6 A's, realizar bitácoras diarias de las actividades realizadas en su tiempo, participar en capacitaciones a las cuales se les impartían a los inspectores de seguridad, participar en las pláticas semanales de seguridad llamadas jueves de amacicé, entre otras actividades realizadas durante este periodo. Puedo decir que la visita a unidad charcas es muy recomendable para cualquier estudiante que quiera adquirir experiencia y conocimientos técnicos para desempeñarse en el mundo laboral del ingeniero minero.

ANALISIS DE LAS EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS

En estas prácticas profesionales de 4 meses la gran diferencia de las minas a cielo abierto a comparación de las minas subterráneas, ya que a mi consideración en la minería subterránea se aplica la minería tal y como la conocemos a lo largo de la historia.

Aprendí a minar las vetas, y que hay que tener obras de tumbe y de desarrollo para poder ir rellenando los lugares de tumbe para que puedan seguir produciendo, ya que el sostenimiento de la mina es uno de los factores muy importantes; en lugares donde se encontraba con filtraciones de agua se deberá de colocar bombas de lodos para así estar bombeando el agua del nivel a un lugar llamado piletas, donde se concentra gran parte de lodos de diferentes niveles, los cuales también son procesados y separados del agua para así reutilizar esa agua.

Otra de las grandes cosas que aprendí en mi estadía en esta mina, fue la importancia de la ventilación en la minería subterránea, ya que ayuda a mejorar las condiciones de trabajo en las frentes de trabajo, ya sean obras de desarrollo o tumbes de mineral. Aprendí a realizar levantamientos de ventilación ya sea de sección o sacar las distintas presiones en los ductos de ventilación para así calcular la eficiencia de los ventilados colocados en los diferentes lugares de la mina.

Otra de las más grandes enseñanzas, que para mí es la más importante, es el trabajo en equipo, ya que estando dentro de la mina subterránea, tanto los trabajadores, supervisores, jefes, o practicantes, nos cuidamos los unos a los otros ya que estando dentro de la mina corremos los mismos riesgos y la meta diaria es salir igual que como entramos a trabajar.