

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y MINAS



EL SABER DE MIS HIJOS
HARA MI GRANDEZA

**MEMORIA DE PRÁCTICAS PROFESIONALES EN LAS MINAS "MERCEDES"
DE PREMIER GOLD MINES LIMITED Y "DOLORES" DE PAN AMERICAN
SILVER CORP.**

PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO MINERO

PRESENTADO POR: MANUEL FRANCISCO LÓPEZ LÓPEZ

HERMOSILLO, SONORA. JUNIO DEL 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 Geomecánica e Infraestructura Minera

06 de junio de 2018.

P.I.M. MANUEL FRANCISCO LÓPEZ LÓPEZ
Presente.-

Por medio de la presente, informo a usted que después de analizar su solicitud de aprobación del Tema: **MEMORIA DE PRÁCTICAS PROFESIONALES EN LAS MINAS "MERCEDES" DE PREMIER GOLD MINES LIMITED Y "DOLORES" DE PAN AMERICAN SILVER CORP**, 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"

M.C. ELIZABETH ARAUX SANCHEZ
PRESIDENTE DE ACADEMIA

M.C. TOMÁS FERNANDO VILLEGAS BARBA
PRESIDENTE DEL JURADO
(DIRECTOR)

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

ING. BRENDA MARÍA QUIJADA MAYORQUIN
VOCAL DEL JURADO
(ASESOR)



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas
Academia de Geomecánica e Infraestructura Minera

14 de mayo de 2018.

P.I.M. MANUEL FRANCISCO LÓPEZ LÓPEZ

Presente.-

Por este conducto le informo que después de presentar ante los miembros de la **ACADEMIA DE GEOMECAÁNICA E INFRAESTRUCTURA MINERA**, su solicitud de aprobación del Tema: **MEMORIA DE PRÁCTICAS PROFESIONALES EN LAS MINAS "MERCEDES" DE PREMIER GOLD MINES LIMITED Y "DOLORES" DE PAN AMERICAN SILVER CORP**, 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:	M.C. TOMÁS FERNANDO VILLEGAS BARBA
ASESOR:	M.C. GÉNESIS LUISANA AGUIRRE LÓPEZ
ASESOR:	ING. BRENDA MARÍA QUIJADA MAYORQUIN

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"

M.C. ELIZABETH ARAUX SANCHEZ
PRESIDENTE DE ACADEMIA

AGRADECIMIENTOS

Quiero darle gracias a Dios por permitirme culminar esta etapa tan importante en mi vida y ser mi guía en todo momento para poder llegar hasta aquí.

A mi familia, en especial a mis padres Manuel Francisco López Luna y Bertha Alicia López Ruiz que no tengo palabras para agradecer su gran esfuerzo y el apoyo incondicional que me han dado para salir adelante en todos estos años de vida.

Gracias a todos mis amigos y compañeros que hicieron más grata mi etapa como estudiante en la universidad, por brindarme su amistad y compartir buenas experiencias.

Gracias a todos los maestros del departamento de ingeniería civil y minas que me ayudaron en mi carrera profesional, por el aprendizaje y sus buenos consejos, en especial a M. C. Tomás Villegas, Dr. Juan Manuel Rodríguez, M. C. Génesis Aguirre, Ing. Brenda Mayorquin.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. MINA DOLORES	9
3. INFORMACIÓN GENERAL	10
4. GEOLOGÍA Y MINERALIZACIÓN	11
5. TIPO DE DEPÓSITO.....	12
6. UBICACIÓN.....	13
7. POBLACIÓN.....	14
8. HISTORIA.....	15
9. SEGURIDAD	16
10. ÁREA DE GEOLOGÍA.....	17
10.1 BMT	17
10.2 POLIGONOS.....	19
11. ÁREA DE PLANEACIÓN.....	20
11.1 PLANIFICACIÓN A LARGO, MEDIANO Y CORTO PLAZO	22
11.2 FASES	22
11.3 BANQUETAS DE RETENCIÓN	25
11.4 TALUD	25
11.5 TAJO.....	25
11.6 RAMPA	25
12. ÁREA DE TOPOGRAFÍA	26
12.1 MARCACIÓN DE PISOS	26
12.2 MARCACIÓN DE CRESTAS Y PATAS	27
12.3 MARCACIÓN DE BARRIDOS.....	27
12.4 MARCACIÓN DE PLANTILLAS DE BARRENACIÓN.....	28
12.5 MARCACIÓN DE BARRENOS BMT.....	28
12.6 MARCACIÓN DE BARRENOS PARA EXPLORACIÓN.....	29
12.7 LEVANTAMIENTO DE TALUD	29
12.8 LEVANTAMIENTO DE NIVEL DE AGUA.	30
13. ÁREA DE OPERACIÓN - BARRENACIÓN.....	30
13.1 PRE-CORTE.....	31
14. ÁREA DE OPERACIÓN - VOLADURA	32

14.1	VOLADURA ELECTRÓNICA.....	33
14.2	VOLADURA PIROTÉCNICA.....	36
14.3	TACO.....	37
14.4	EXPLOSIVO.....	37
15.	ÁREA DE OPERACIÓN – CICLO DE ACARREO.....	39
15.1	ACARREO.....	39
15.2	FLOTILLA DE EQUIPOS USADOS EN MINA DOLORES.....	40
15.3	EJEMPLOS DE ALGUNOS EQUIPOS.....	41
15.4	TORRE DE CONTROL.....	43
16.	ÁREA DE METALURGIA.....	43
16.1	LABORATORIO DE METALURGIA.....	44
16.1.1	CUARTEO.....	45
16.1.2	TITULACIÓN.....	46
16.2	PLANTA DE TRITURACIÓN.....	47
16.3	PLANTA DE AGLOMERACIÓN.....	50
16.4	MERRIL CROWE.....	53
17.	MINA MERCEDES.....	55
18.	OBJETIVO.....	56
19.	UBICACIÓN.....	57
20.	HISTORIA.....	58
21.	MINERALIZACIÓN.....	58
22.	SEGURIDAD MINA.....	59
22.1	REGLAS DE ORO.....	59
22.2	USO DEL EPP.....	59
22.3	USO DEL AUTORESCATADOR.....	60
22.4	PEACE.....	60
22.5	TRIANGULO DEL FUEGO.....	61
22.6	TIPOS DEL FUEGO.....	61
22.7	MÉTODO DE EXTINCIÓN DEL FUEGO.....	61
22.8	TIPOS DE EXTINTOR.....	62
23.	PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES.....	63
24.	UNIDADES MINERAS.....	64

25.	CONTROL DE ACCESO A MINA.....	65
26.	LEYES.....	65
27.	SECUENCIA DE MINADO	66
27.1	BARRENACIÓN.....	66
27.2	CARGADO.....	68
27.3	VOLADURA	70
27.4	VENTILACIÓN	71
27.5	REZAGADO Y ACARREO.....	72
27.6	AMACIZE	73
27.7	FORIFICACIÓN	74
28.	ESTADO DE FLOTA	76
28.1	CAMIONES.....	76
28.2	SCOOP TRAM.....	77
28.3	BOOMER.....	77
28.4	BOLTEC.....	77
28.5	EQUIPO AUXILIAR.....	77
29.	METODO DE MINADO	79
29.1	VENTAJAS.....	79
29.2	DESVENTAJAS	79
29.3	OVER CUT.....	79
29.4	UNDER CUT	80
30.	RELLENO.....	81
31.	PLANTA DE PASTA.....	82
32.	SERVICIOS MINA	83
33.	PLANTA DE BENEFICIO	85
34.	CONCLUSIÓN.....	87
35.	REFERENCIAS	88

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Logo de la empresa.....	10
FIGURA 2. Mapa Geología regional.	12
FIGURA 3. Mapa ubicación Mina Dolores.	13
FIGURA 4. Ubicación satelital de Mina Dolores.	14
FIGURA 5. Logo de empresa Secorp	16
FIGURA 6. Ejemplo de BMT	17
FIGURA 7. Detector de BMT	18
FIGURA 8. Realización de polígono para identificar el mineral.	20
FIGURA 9. Ejemplo de minesight en oficina de trabajo.....	21
FIGURA 10. Fase 8 oeste.....	23
FIGURA 11. Fase 9 A.....	23
FIGURA 12. Fase 9 C.....	24
FIGURA 13. Fase 7.	24
FIGURA 14. Fase 8 sur (al fondo).	25
FIGURA 15. Tajo	26
FIGURA 16. Ejemplo de marcación de piso.	27
FIGURA 17. Ejemplo de marcación de terraplén.....	27
FIGURA 18. Marcación plantilla de barrenación.....	28
FIGURA 19. Representación de BMT en campo.	29
FIGURA 20. Levantamiento de talud con estación total.	29
FIGURA 21. Presa.....	30
FIGURA 22. Rotarias usadas para barrenación.	31
FIGURA 23. Broca de 7 ½ para barrenos de producción.	31
FIGURA 24. Realización de barrenos de pre corte.....	32
FIGURA 25. Iniciador electrónico y booster.....	34
FIGURA 26. Tagger.....	34
FIGURA 27. Amarre de barrenos a harness.....	35
FIGURA 28. Digi shot (blaster) y harness.....	35
FIGURA 29. Nonel conectado a booster.	36
FIGURA 30. Relleno en los barrenos.	37

FIGURA 31. Forma de cargado de Anfo, emulsión o mezclas al barreno.	38
FIGURA 32. Flotilla de Camiones.....	40
FIGURA 33. Rotaria Atlas Copco	41
FIGURA 34. Tractor.....	41
FIGURA 35. Pala.....	42
FIGURA 36. Topador.....	42
FIGURA 37. Torre de control.....	43
FIGURA 38. Columnas representadas como patios de lixiviación.....	44
FIGURA 39. Cuarteador de muestras.....	45
FIGURA 40. Prensa para prueba de resistencia de glómeros en patios.	46
FIGURA 41. Área de titulación.....	47
FIGURA 42. Trolva y grizzli.....	48
FIGURA 43. Criba vibratoria	49
FIGURA 44. Módulos de criba banana	49
FIGURA 45. Depositación de mineral en forma de cono.	50
FIGURA 46. Molino de barras.....	51
FIGURA 47. Tanque agitador.	51
FIGURA 48. Filtros prensa.....	52
FIGURA 49. Solución rica proveniente del clarificador.	53
FIGURA 50. Diagrama de flujo proceso Heap Leachin	54
FIGURA 51. Ubicación Mina Mercedes	57
FIGURA 52. Triángulo del fuego.....	61
FIGURA 53. Extintor	62
FIGURA 54. Barrenación	66
FIGURA 55. Emulsión	69
FIGURA 56. Operador cargando una cuña.	69
FIGURA 57. Logger.	70
FIGURA 58. Scoop tram	72
FIGURA 59. Control para manejo de scoop tram.	72
FIGURA 60. Camión de volteo para el acarreo.	73
FIGURA 61. Retroexcavadora.	73
FIGURA 62. Tope enmallado con pernos de anclaje y zarpeado.....	75

FIGURA 63. Seccion donde se uso marcos ligeros.....	75
FIGURA 64. Equipo Alpha para zarpeo.....	76
FIGURA 65. Over cut.....	80
FIGURA 66. Under cut.....	80
FIGURA 67. Equipo usado para transporte de pasta.	82
FIGURA 68. Ubicación donde van los servicios.	84

1. INTRODUCCIÓN

Esta es una memoria de prácticas para obtener el título como ingeniero minero, que comprende de la realización de dos prácticas profesionales, en mina superficial y subterránea. El valor de estas prácticas son 21 créditos en el plan de estudios de la carrera de ingeniero minero.

En mina superficial el alumno tuvo la oportunidad de realizar las prácticas profesionales en Mina Dolores de Pan American Silver Corp. donde se pudo apoyar y aprender en distintas áreas de la mina. El periodo de esta práctica comprendió del 14 de diciembre 2017 al 12 de enero 2018. Las áreas de práctica fueron las siguientes:

- Planeación
- Metalurgia
- Topografía
- Barrenación y Voladura
- Operación

Mina Mercedes de Premier Gold Mines Limited, fue la mina que le abrió las puertas para realizar las prácticas profesionales en el ámbito subterráneo, que comprendió de 39 días consecutivos, pero en este caso solo en el área de operación.

Este documento detalla la forma de trabajar de las dos minas, apoyándose con fotografías y explicaciones de lo realizado. Se buscó aplicar en campo los conocimientos adquiridos en la universidad. Se presencio el ciclo de minado completo tanto en minado superficial como en subterráneo y, además, como se coordinan las diferentes áreas para trabajar para un mismo objetivo.



PAN AMERICAN
— SILVER —

2. MINA DOLORES

COMPAÑÍA MINERA DOLORES S.A DE C.V

3. INFORMACIÓN GENERAL

Compañía Minera Dolores S.A. de C.V. es una mina a cielo abierto que pertenece a la empresa canadiense Pan American Silver Corporation, que la adquirió en 2012, cuando compró Minefinders Corporation Ltd. Minera Dolores se dedica a la exploración, explotación y comercialización de minerales metálicos en la mina de oro y plata a cielo abierto, en la cadena montañosa Sierra Madre en Chihuahua, México. La firma se constituyó en 1991.

Actualmente existe un proyecto de minado subterráneo, donde se espera iniciar como mina este año. Se usará el método “barrenación larga” y ocurrirá simultáneamente con la explotación a cielo abierto.



FIGURA 1. Logo de la empresa.

4. GEOLOGÍA Y MINERALIZACIÓN

Dolores se encuentra dentro del cinturón volcánico de la Sierra Madre Occidental, un terreno metalogénico muy conocido por sus depósitos epitermales de metales preciosos. La parte inferior del arco comprende los batolitos calcoalcalinos del Cretácico superior al Terciario temprano y las rocas volcanosedimentarias equivalentes conocidas como la "Serie Volcánica Inferior". Representan la actividad magmática hace unos 80 a 40 millones de años y fueron seguidos por dos períodos de erupción ignimbrita a principios del Oligoceno y el Mioceno temprano. Colectivamente, estos constituyen la 'Serie Volcánica Superior'.

Las fallas más importantes, de oeste a este, son las fallas Chupacabras, San Francisco y East. La Falla de San Francisco y su pared lateral albergan la mayor parte de la mineralización en Dolores. El muro inferior inmediato y la pared colgante de la falla de San Francisco forman un corredor de intrusiones ígneas de aproximadamente 500 m de ancho que sigue ampliamente a la falla.

La mineralización de plata y oro en Dolores está alojada en brechas hidrotérmicas de tendencia norte-noroeste y zonas de vetas laminadas del orden de 5 a 10 m de ancho. La mayoría de la mineralización de alta ley ocurre a lo largo de tres estructuras principales que proporcionaron el conducto para fluidos que contienen metales. La mineralización de plata y oro identificada en la superficie en Dolores se extiende sobre un área de 4000 m de largo y hasta 1000 m de ancho. El grado de mineralización en profundidad y a lo largo de la huelga aún no se ha definido completamente.

La mineralización de mayor grado se produce dentro de la brecha de San Francisco, una brecha hidrotermal y zona de stockwork bien definida y continua que se produce en la pared inferior inmediata de la Falla post-mineral de San Francisco. La brecha tiende más lejos de la falla hacia el norte hasta que se une a una segunda zona importante de brechas conocida como la Brecha de Alma María.

Las brechas hidrotermales tienen las leyes más altas de plata y oro y pasan a los trabajos de stock de vetas. Las venas son delgadas, raramente de más de 30 mm,

y tienden a presentarse en forma de enjambres. Las leyes económicamente explotables ocurren cuando las vetas están lo suficientemente espaciadas.

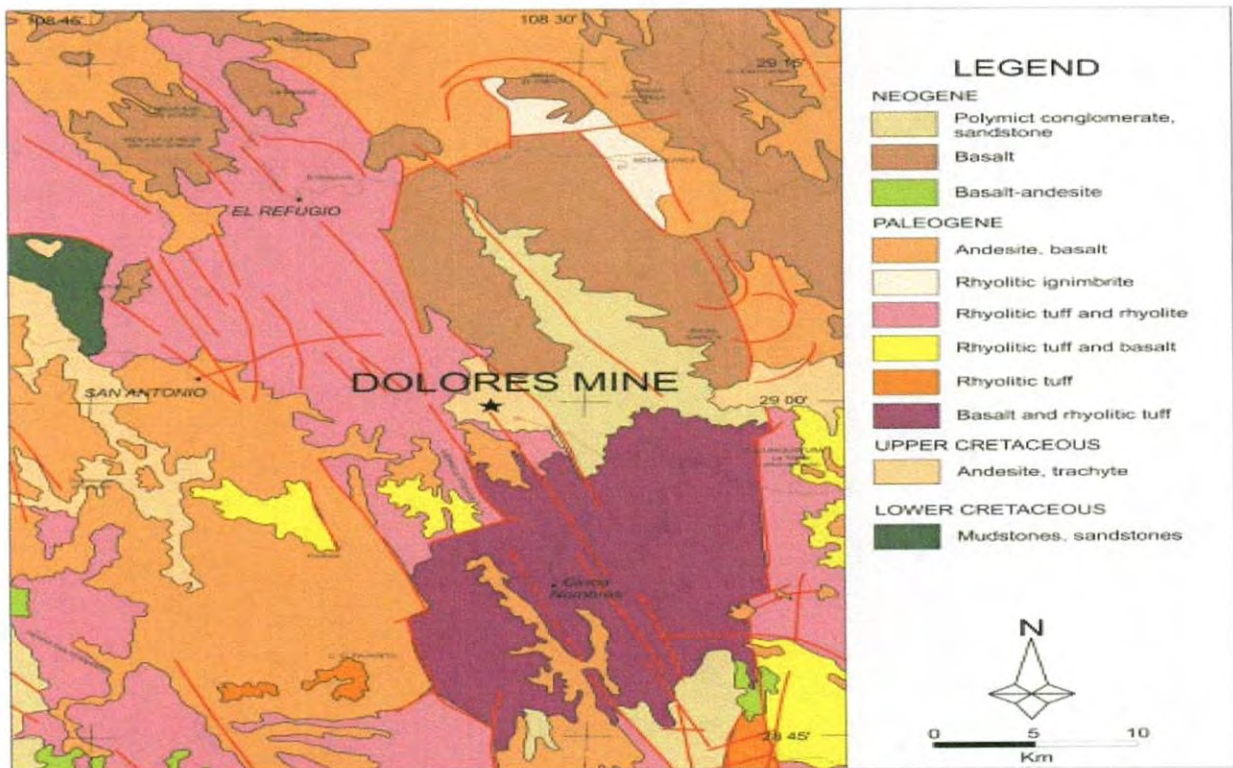


FIGURA 2. Mapa Geología regional.

5. TIPO DE DEPÓSITO

Venas epitermales, stockwork, breccias y reemplazos.

Mineralización de plata y oro se presenta estructuralmente controlada, de baja a media sulfuración de vetas epitermales, stockworks de sílice, breccias y reemplazos.

6. UBICACIÓN

La mina Dolores está ubicada en el estado de Chihuahua, México, aproximadamente a 250 km al oeste de la ciudad de Chihuahua, a $29^{\circ} 00'$ de latitud norte, $108^{\circ} 32'$ de longitud oeste. Pan American posee el 100% de la propiedad de la mina Dolores y de las concesiones mineras, a través de su subsidiaria de propiedad absoluta, Compañía Minera Dolores S.A. de C.V.

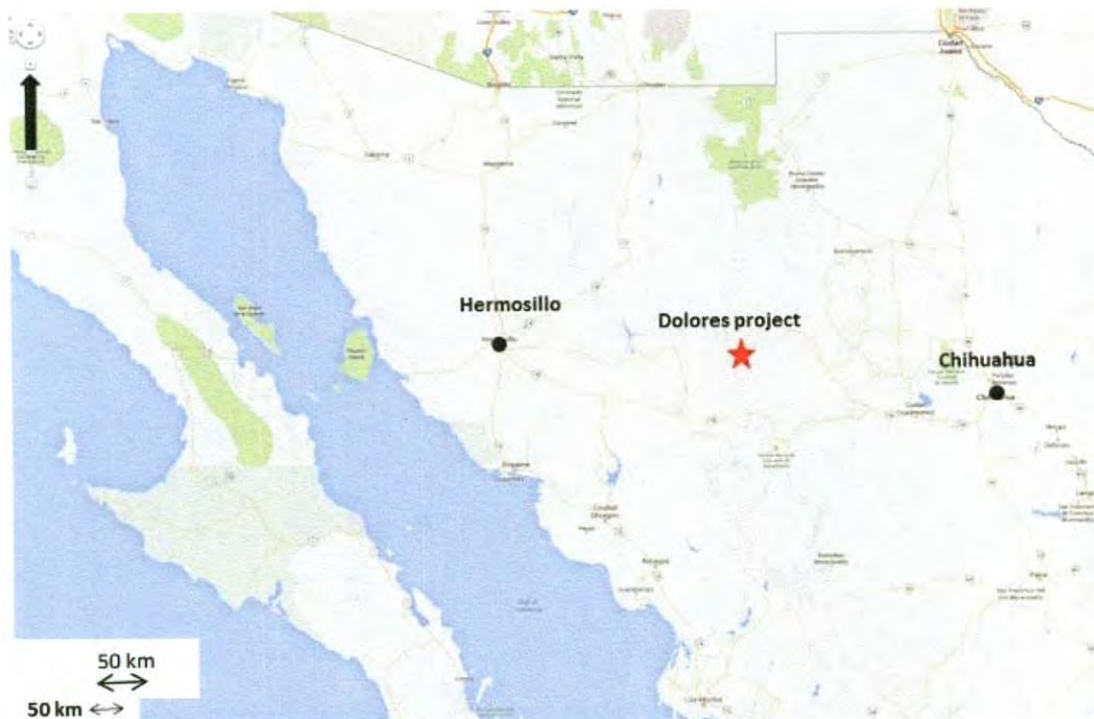


FIGURA 3. Mapa ubicación Mina Dolores.

El mineral de Dolores se encuentra localizado en las coordenadas geográficas $28^{\circ}59'22''N$ $108^{\circ}32'21''O$ y a una altitud de 1480 metros sobre el nivel del mar, se encuentra en una de las zonas más accidentadas de la Sierra Madre Occidental, por lo que las comunicaciones son muy difíciles por el terreno, siendo a través de brechas que la unen con la población de La Libertad y con la cabecera municipal Madera.



FIGURA 4. Ubicación satelital de Mina Dolores.

Los derechos minerales de la propiedad se mantienen bajo tres concesiones mineras contiguas con un área total de 27,700 hectáreas que cubren todos los recursos minerales y las reservas y la infraestructura de la superficie. Pan American realiza los pagos necesarios para mantener las concesiones mineras y tiene acuerdos que otorgan derechos de superficie y acceso legal a las operaciones mineras, y para conocimiento de Pan American, todas las obligaciones requeridas para la realización de las operaciones mineras en Dolores se encuentran actualmente en buen estado.

7. POBLACIÓN

En la localidad hay 116 hombres y 119 mujeres. La relación mujeres/hombres es de 1.026. El ratio de fecundidad de la población femenina es de 2.74 hijos por mujer. El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 5.11% (6.9% en los hombres y 3.36% en las mujeres) y el grado de escolaridad es de 4.58 (4.21 en hombres y 5.00 en mujeres).

8. HISTORIA

El surgimiento del mineral de Dolores se da en 1772, la zona es descubierta por gambusinos provenientes de Sonora hacia el año de 1860, quienes le dan el nombre de San Francisco, posteriormente es adquirido por la familia Casavantes y su socio Louis Friend, quien a su vez le vende al Sr. Tracy.

En 1898 una compañía americana adquirió las propiedades por un monto de 50,000 dls. Desde entonces la explotación ha sido sistemática, obteniendo producciones con valor de 750,000 dls. Por tonelada, siendo la tercera parte en oro y lo demás de plata. Posteriormente, la compañía mencionada vende a Dolores Mining Company por un total de 1,250,000 dls, quién abandona sus cooperaciones debido a los conflictos de 1920, así como a un incendio ocurrido en las instalaciones de la planta; de aquí que dos exempleados formaran la compañía denominada Chávez y Aguayo extrayendo 368,274 toneladas de mineral, cerrando para el año de 1929 debido a la depresión mundial. Durante la década de los 60's hubo alguna actividad desarrollada principalmente por gambusinos sobre obras ya existente. En 1981 el Consejo de Recursos Minerales realiza estudios geológicos, topográficos, de muestreo, rehabilitación de obra y acondicionamiento de caminos a petición de Lievano Sáenz O.

En 1994 la compañía minera Minefinders Ltd adquiere nueve concesiones mineras con un total 27,700.07 ha obteniendo con esto el 100% de los derechos del proyecto, el cual está actualmente en operación. A partir de 1995 Minefinders Corporation Ltd., ha realizado estudios geológicos en una superficie de 12 km², 6 km² de mapeo de detalle y 14.9 km con estudios geofísicos (magnéticos, de resistividad y polarización inducida), así mismo ha llevado a cabo exploración mediante barrenación de circulación inversa y a diamante. Durante el 2000 el Consejo de Recursos Minerales realizó la cartografía geológico-minera, geoquímica y geofísica escala 1: 250,000 de la región.

9. SEGURIDAD

En Compañía Minera Dolores se cuenta con seguridad industrial y seguridad corporativa, para mantener controlado cualquier inconveniente que se pueda presentar en el daño a las personas, maquinaria e infraestructura en campamento y mina.

Secorp es la empresa encargada en mantener el control de entrada y salida de vehículos. Esta empresa al presentarte en caseta te pide nombre, credencial de trabajo, número de empleado y departamento donde laboras.

Política de Seguridad e Higiene

Pan American Silver México tiene como recurso más importante sus trabajadores, aceptando la responsabilidad de mantener la integridad física de su personal y contratistas, así como sus instalaciones, maquinaria y equipo.

En la aplicación de esta política deberán de participar de forma proactiva todas aquellas personas que tengan relación directa o indirecta con Pan American Silver México y donde se incluyen: empleados, contratistas y proveedores.

Para la observancia de esta política Pan American Silver México mantiene comunicación constante con autoridades, para asegurarse que cada proyecto y operación cumpla con los reglamentos, normas y procedimientos de trabajos seguros y saludables.



FIGURA 5. Logo de empresa Secorp.

10. ÁREA DE GEOLOGÍA

El departamento de geología es el encargado de la exploración de las áreas en busca de mineral. El muestreo se hace mediante una perforadora de circulación inversa (RC) estas muestras les indican los minerales encontrados en la zona y sus concentraciones. Las muestras son enviadas para su análisis al laboratorio de metalurgia, los resultados de estos determinaran la forma en la cual la zona explorada será explotada.

10.1 BMT

Durante los procesos de voladura, geología interviene con el uso de BMT (Blast Movement Technologies). Los BMT son unas esferas hechas de un polímero resistente (ver figura 6), son ubicados en puntos estratégicos de las voladuras en barrenos de 4 metros de profundidad. Estas esferas se enlazan a un dispositivo HandHeld Nautiz X8, su ubicación (antes de la voladura) es registrada con ayuda de un GP5200 Detector (ver figura 7). Se pueden colocar hasta cuatro en una sola voladura para obtener la data necesaria para su análisis.



FIGURA 6. Ejemplo de BMT.

Después de la voladura, se hace un levantamiento en busca de los BMT, con ayuda de un detector y el Nautiz X8. Al encontrar el punto en el que estos se encuentran, se marcan nuevamente con ayuda del GPS. Por medio de un software llamado BMM Explorer, los puntos iniciales y finales de los BMT en la voladura son comparados, generando un modelo del movimiento que la voladura tuvo durante su realización. Esto ayuda a delimitar las zonas en las cuales ahora se ubica el mineral y donde no lo está. Esta información es compartida con el departamento de Topografía con el fin de que la zona sea marcada en campo. Una vez que la zona se marca con banderas, geología se encarga de delimitar la zona utilizando los puntos marcados con banderas como referencia, definiendo así las zonas de material que irá a quebradora, a stock y a tepetatera.



FIGURA 7. Detector de BMT.

10.2 POLIGONOS

Personal de geología, también llamados poligoneros, son asignados a las zonas marcadas con el fin de supervisar que el rezago de material se esté realizando de manera correcta. El poligonero debe estar en contacto con el personal encargado del rezago del mineral por medio de radio. Debe llenar un formato con los movimientos que se realizan.

Los polígonos se atacan por el alto para evitar dilución. Los equipos de carga tienen una luz para indicar a los camiones el destino del material cargado:

- Verde: (alta ley): Aglomeración
- Rosa (media ley): Quebradora Primaria
- Rojo (media ley): Quebradora Primaria
- Amarillo (ley Baja): Quebradora Primaria
- Azul: Tepetate: Tepetateras

Los polígonos son creados en base a las estructuras resultantes en el análisis realizado en el software Minesight. Las estructuras son analizadas por el geólogo, quien va determinando las formas que los polígonos deben establecerse, comenzando con las leyes más altas, una vez que estos polígonos son determinados, se hacen modificaciones a estos polígonos si son necesarias, de estas modificaciones se realizan en base a la siguiente ley más alta. Si existen zonas en las cuales se deja mineral por no tomar tepetate, esto debe corregirse, lo correcto sería diluir en lugar de abandonar. Los polígonos deben tener anchos de mínimo 7m y tan largos como sea necesario para tener una relación de recuperación rentable.

Una vez delimitados los polígonos (ver figura 8), estos se atribuyen de acuerdo a sus características, esto con el fin establecer los datos pertenecientes a cada polígono para que esa información pueda ser utilizada por el departamento de planeación mina. La información ya establecida es convertida en un archivo de AutoCAD, esto para que el área de Topografía pueda llevar esos polígonos a campo, marcarlos con las banderas y posteriormente el equipo de geología pueda delimitarlos para su acarreo.

En el archivo de los polígonos se incluyen leyes de oro y plata, tonelaje, volumen, color y destino según las características de cada polígono de forma individual.



FIGURA 8. Realización de polígono para identificar el mineral.

11. ÁREA DE PLANEACIÓN

El área de planeación debe estar en constante comunicación con las distintas áreas de mina, se encarga de planificar a corto y largo plazo la forma de trabajo en mina.

Este departamento es el encargado de realizar los planes de minado y de mantener el control en el diseño de la mina. Para ello, se apoya de las áreas de Topografía y Geología. Topografía entrega los avances y marca en campo los puntos para perforación; y geología entrega los avances de la exploración mina, así como los resultados de ensayos para la determinación de las leyes de los materiales a mover.

En el área de Planeación se realiza lo siguiente:

- Creación de rampas y frentes de trabajo
- Realizar plan de voladura
- Realizar plan diario

- Inventarios de producción
- Control sobre las toneladas movidas diarias, como de tepetate y mineral.
- Reporte mensual
- Actualización del plano diario en mina
- Plan alimentario



FIGURA 9. Ejemplo de minesight en oficina de trabajo.

El planeador debe conocer los trabajos que todas las otras áreas realizan, para ello se hacen los puebles antes y después de cada turno. Los supervisores de las otras áreas le informan sobre los sucesos importantes y tareas que se realizaron en el anterior turno, además, se establecen los trabajos a realizarse en el turno que está por iniciar.

Esta área también está encargada en el diseño de plantillas de barrenación. Estas dependerán de la zona en donde se va a disparar. La plantilla más predominante es el tresbolillo. El tamaño de las plantillas es de 4x4 m en zona mineralizada, 5x5 m en zona de tepetate y 4.5x4.5 m en zonas mixtas.

Los encargados de la planeación utilizan software para realizar su trabajo, pasando por AutoCAD y predominando en minesight (ver figura 9). En este último se encuentra el diseño general de la mina.

11.1 PLANIFICACIÓN A LARGO, MEDIANO Y CORTO PLAZO

- **Largo Plazo:** La planificación de largo plazo define una envolvente económica en función de las reservas mineras disponibles, sobre la cual se trabajará para establecer un plan minero anual, estableciendo el tamaño de la mina, el método, capacidad de producción, secuencia de explotación, y el perfil de leyes de corte. Se Incorpora variables más bien promedio y generales, debido a que el tamaño del problema a resolver, no permite un mayor nivel de detalle, considerando las heurísticas utilizadas actualmente.
- **Mediano Plazo:** La planificación de mediano plazo, por lo general, abarca un horizonte de tiempo trianual y anual, y produce planes de producción orientados a obtener las metas productivas en el corto plazo definidas en el largo plazo. Permite asegurar el presupuesto de operaciones y retroalimentar la planificación de largo plazo.
- **Corto Plazo:** El horizonte de tiempo de esta planificación es diario, semanal, mensual y trimestral. Es en esta instancia de planificación donde se debe analizar los recursos utilizados en la operación de la mina. Debe recopilar la información operacional de modo de retroalimentar la planificación de mediano plazo.

11.2 FASES

El tajo se divide en fases o áreas de trabajo para tener acceso al mineral de tal manera que se mantenga la relación de descapote. Actualmente se está trabajando con 5 fases:



FIGURA 10. Fase 8 oeste



FIGURA 11. Fase 9 A



FIGURA 12. Fase 9 C



FIGURA 13. Fase 7.



FIGURA 14. Fase 8 sur (al fondo).

11.3 BANQUETAS DE RETENCIÓN

Los bancos tienen 7.5 metros de altura y 9.11 metros de ancho.

11.4 TALUD

Utilizan taludes de triple banco.

11.5 TAJO

El tajo tiene un talud inter-rampa de 52 grados y los taludes de los bancos tienen 70 grados.

11.6 RAMPA

Todas las rampas tienen 10% de pendiente.



FIGURA 15. Tajo

12. ÁREA DE TOPOGRAFÍA

El área de topografía es de suma importancia, ya que otras áreas dependen de este para alcanzar sus objetivos, como por ejemplo el área de planeación necesita que topografía le entregue distintos levantamientos y marcaciones para tener actualizado el diseño general de mina.

El área de Topografía se encarga de:

12.1 MARCACIÓN DE PISOS

Cuando se marca piso, se representa con una bandera azul (ver figura 16), si es corte se representa con una bandera amarilla y para terraplén o relleno se representa con una bandera roja (ver figura 17).



FIGURA 16. Ejemplo de marcación de piso.



FIGURA 17. Ejemplo de marcación de terraplén.

12.2 MARCACIÓN DE CRESTAS Y PATAS

Se deben marcar crestas y patas de los bancos donde se está trabajando, es una forma eficaz de llevar a software lo que está en campo, se necesitan estas dos marcaciones para poder triangular y crear un sólido que represente los bancos, donde pueden obtener su volumen y calcular la rezaga.

12.3 MARCACIÓN DE BARRIDOS

Se marcan los barridos para obtener un área aproximada entre los bancos, y hacer más real el diseño en software.

12.4 MARCACIÓN DE PLANTILLAS DE BARRENACIÓN

Con la ayuda de GPS se marcan las plantillas de barrenación (ver figura 18), colocando banderas blancas en cada punto que se debe barrenar, en estas banderas se escribe el número de voladura, número de barreno y profundidad que se debe de barrenar.



FIGURA 18. Marcación plantilla de barrenación.

12.5 MARCACIÓN DE BARRENOS BMT

Estos barrenos los pide el área de geología, en estos barrenos introducen una pelota, que les ayuda a saber el desplazamiento de la voladura y así identificar las áreas donde cae el tepetate y las diferentes leyes, después de esto usan polígonos para que no se diluya tanto en la rezaga.



FIGURA 19. Representación de BMT en campo.

12.6 MARCACIÓN DE BARRENOS PARA EXPLORACIÓN

Geología solicita la marcación de estos barrenos para seguir explorando el área y estar informados sobre el yacimiento.

12.7 LEVANTAMIENTO DE TALUD

Cada mes se hace un levantamiento con la estación total, levantando el talud que se ha creado en el transcurso del mes para ir actualizando el plano con que se trabaja mensualmente.



FIGURA 20. Levantamiento de talud con estación total.

12.8 LEVANTAMIENTO DE NIVEL DE AGUA.

Se hace un levantamiento en la presa (ver figura 21) y en el arroyo para saber el nivel del agua.



FIGURA 21. Presa

13. ÁREA DE OPERACIÓN - BARRENACIÓN

La barrenación se realiza en desarrollos de obras mineras para exploración o explotación, cuyo fin es hacer agujeros que, posteriormente, serán rellenados con explosivos para su detonación.

Existen varios mecanismos de barrenación, pero los más utilizados en el campo son:

- Percusión: Mediante golpes.
- Rotación: Va rotando

En la barrenación se usan rotarias de Atlas copco (ver figura 22), la barra tiene 9 metros de longitud, y se barrena a un diámetro de 7 ½. La broca es Puma domo con botones de tungsteno de ¾ pulgada (ver figura 23).



FIGURA 22. Rotarias usadas para barrenación.



FIGURA 23. Broca de 7 ½ para barrenos de producción.

13.1 PRE-CORTE

El pre corte utiliza barrenos cargados ligeramente; con espaciamentos cerrados y que se disparan antes de las voladuras de producción. El propósito del pre corte es el de formar un plano de fractura a través del cual las grietas radiales de la voladura de producción no puedan pasar. Secundariamente, el plano de fractura formado

puede ser cosméticamente aceptable y permitir el uso de taludes con mayor pendiente y que requieren de menor mantenimiento. Se usan brocas con diámetro de 4 ½ y se barrena a 30 grados de inclinación.



FIGURA 24. Realización de barrenos de pre corte.

14. ÁREA DE OPERACIÓN - VOLADURA

La voladura tiene como objetivo el arrancar el material involucrado desde su lugar original, de modo que este material triturado puede ser cargado y retirado.

La empresa encargada en el servicio al barreno es HANKA, esta empresa usa los siguientes productos en compañía minera dolores:

- Agente explosivo (ANFOSESI)
- Nitrato de amonio
- Cordón detonante
- ANFO subterráneo

- Emulsión de nitrato de amonio
- 1 x 39
- 1 ½ x 39
- Booster 1 Lb.
- Fortel Gianite 6 x 40 pulgadas (18.2 kg)
- Tovex 700 2 x 16 pulgadas (25 kg)
- EMULEX 1 x 8 pulgadas (25 kg)
- Fortel Gianite 5 x 30 pulgadas (13 kg)
- Firex started 500 ft / 152 m
- Firex Quick 17 Ms 30 ft/9m
- EZTL 33 Ms 30 ft/9m
- EZTL 42 Ms
- EZ-DET 17/500 50ft/15m
- EZ-DET 17/500 80ft/24m
- EZ-DET 17/500 40ft/12m
- EZ-DET 17/500 20ft/6m
- Firex Started 1000 ft/304m
- Digishot 50 ft
- Harness
- Bolsas de gas
- Drifter
- Cordón detonante

NOTA. Las voladuras se realizan todos los días a las 2:00 pm, mediante voladuras electrónicas y voladuras pirotécnicas.

14.1 VOLADURA ELECTRÓNICA

Las voladuras electrónicas se llevan a cabo en mineral, permiten un mayor control en cuanto a tiempos y desplazamiento del mineral detonado. Esto permite mantener niveles bajos de dilución. En estas voladuras se usan iniciadores electrónicos, este

iniciador se engancha al booster (ver figura 25), el cual es arrojado al fondo del barreno, se levanta 0.5 metros al final de sub-barrenación.



FIGURA 25. Iniciador electrónico y booster.

Cuando se están cargando los barrenos se puede proceder al taggeo, se utiliza un tagger que es un dispositivo donde se almacenan y activan los barrenos listos para dispararse (ver figura 26).

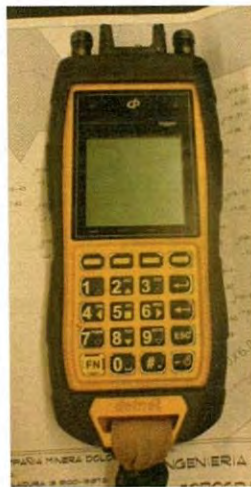


FIGURA 26. Tagger

Al final que estén los barrenos cargados y confirmados con el tagger (ver Figura 26), se procede al amarre, se utiliza un cable llamado harness, este es distribuido por

las líneas de barrenación, donde los iniciadores mediante mordazas son conectados a este. Como se muestra en la figura 27.



FIGURA 27. Amarre de barrenos a harness.

El harness consiste en dos cables, uno amarillo y otro verde, estos son conectados al blaster para almacenar todos los barrenos y posteriormente dar inicio a los tiempos como se muestra en la figura 28. Ya que se hayan metido los tiempos de la voladura en el blaster, se puede proceder al disparo.



FIGURA 28. Digi shot (blaster) y harness.

14.2 VOLADURA PIROTÉCNICA

El Pirotécnico se realizan en zonas de tepetate por lo general, con tiempos entre barrenos de 17 milisegundos y tiempos de inicio de la carga de 500 milisegundos, además, se utilizan retardos de 33 y 42 milisegundos.

En esta voladura se ceba de igual forma que la voladura electrónica, la diferencia es que aquí se usan noneles (ver figura 29), en estos ya vienen los tiempos predeterminados, y con la ayuda de retardos superficiales se les da la secuencia requerida.

Al final se distribuye un started donde son conectados los noneles de cada barreno, este es un rollo de cable de 300 metros en este caso, que se aleja de la voladura y se conecta a la explosora, donde este dispositivo le da inicio al disparo.



FIGURA 29. Nonel conectado a booster.

14.3 TACO

El taco es el relleno de la parte superior del barreno con material estéril. Su misión es la de retener los gases producto de la explosión, durante fracciones de segundos, suficientes para evitar que los gases fuguen por la boca del barreno, de esta manera trabaje por completo en el proceso de la fragmentación de la roca.

Para tapar el barreno usan criba como se muestra en la figura 30.



FIGURA 30. Relleno en los barrenos.

14.4 EXPLOSIVO

Se usa ANFO y EMULSIÓN, el uso de estas dependerá del tipo de terreno donde se programe el disparo, se tiene que tomar en cuenta si es terreno húmedo o seco.

En terreno húmedo, se verifica la cantidad de agua en los barrenos, de esta manera se toma la decisión en la forma de cargarlo.

Las mangas, que son bolsas de plástico, se usan cuando el barreno tiene máximo un metro de agua, al usar estas mangas el cargado es como en terreno seco.

Cuando el barreno contiene más de un metro de agua se procede a bombear, después se usa una manga para cargarse igual, esto se realiza siempre y cuando el barreno no se vuelva a llenar de agua. En caso de que el barreno se llene de agua después de haberlo desaguado, se carga con alto explosivo los cuales son resistentes al agua.

Para el uso de diferentes mezclas se basan en el tipo de zona donde se encuentra la voladura, ya que la dureza de la roca varía (ver figura 31). En zonas de mineral usan mezclas de 20/80 y 30/70.

Las mezclas 50/50 y 70/30 son resistentes al agua.



FIGURA 31. Forma de cargado de Anfo, emulsión o mezclas al barreno.

15. ÁREA DE OPERACIÓN – CICLO DE ACARREO

15.1 ACARREO

El transporte consiste en el accionamiento, las instalaciones, mecanismos y disposiciones necesarias para desplazar los materiales mineros desde el punto de carga hasta su lugar de descarga o su destino final. Las funciones que debe realizar el transporte son las siguientes:

- Mover el mineral arrancado, materia prima que es el fundamento de la mina que se explota.
- Mover el estéril que se produce como consecuencia de la explotación del yacimiento.
- Mover el material necesario para realizar las labores mineras.
- Mover la maquinaria y útiles necesarios para efectuar el arranque con garantías

El supervisor en turno se encarga de reducir los tiempos muertos que se presentan durante el turno. Los tiempos muertos se puede deber a los enlaces de turno, hora del lonche, tiempos de espera en áreas de cargado y descarga. Así como también por el cargado de combustible y servicio de lubricación.

Se lleva a cabo una logística para las salidas de los camiones del estacionamiento hacia su área de trabajo:

- Distribuir a los grupos de personal antes de empezar su jornada.
- Revisar la maquinaria antes de iniciar.
- Ciclo de acarreo.
- El supervisor define el orden de los camiones.
- Los camiones sin diésel deben ser los últimos en salir, para aprovechar el tiempo de desfasamiento y cargar combustible.



FIGURA 32. Flotilla de Camiones

15.2 FLOTILLA DE EQUIPOS USADOS EN MINA DOLORES

- Komatsu HD185
- 777 – F Caterpillar
- 777 – G Caterpillar
- 773 – D Caterpillar
- Komatsu PC 3000
- Komatsu PC 1250
- Cargador frontal w-900 Komatsu
- Cargador 992-k Caterpillar
- Cargador 998-k Caterpillar
- Excavadora 336 Caterpillar
- Cargador w-600 Komatsu
- D9T Caterpillar
- Tractor 3-75 Komatsu
- Rotarias Atlas Copco DM45

- motoniveladora gd825 Komatsu
- CS68-b Vibro Compactador
- HD185 Komatsu (sistema de riego)

15.3 EJEMPLOS DE ALGUNOS EQUIPOS



FIGURA 33. Rotaria Atlas Copco



FIGURA 34. Tractor



FIGURA 35. Pala



FIGURA 36. Topador

Producción en tajo: Aproximadamente 14,000 toneladas producidas de mineral.

60,000 toneladas de material movidas por turno entre tepetate y mineral.

15.4 TORRE DE CONTROL

Torre de control siempre está al tanto de todo lo sucedido en operación. Ayudan a tener un mejor control en el sistema operativo.



FIGURA 37. Torre de control

16. ÁREA DE METALURGIA

Esta área se divide en:

- Laboratorio de Metalurgia
- Planta de trituración
- Planta de aglomeración
- Patios de lixiviación
- Merrill Crowe

16.1 LABORATORIO DE METALURGIA

Es monitoreo y control de calidad en micro proceso, en el laboratorio se realizan pruebas a pequeña escala sobre las actividades que se hacen en plantas de trituración, aglomeración, patios y Merrill Crowe.

El laboratorio cuenta con columnas que simulan los patios de lixiviación como se muestra en la figura 38. Cada columna representa un mes de patio, estas columnas son para tener la recuperación de oro y plata que se tiene en patios, como su tasa de riego, control de pH y porcentaje de humedad, todo esto es para tener estimaciones a pequeña escala sobre los resultados reales de los patios. Si llega a presentarse un problema puede encontrar la solución desde el laboratorio.

Las columnas se instalan con tubos alineados, se riegan 11 lts/hr m² a 1200 ppm (partes por millón), se hizo un estudio y lo óptimo es usar 1200 ppm porque si lo subes de 1200 ppm la recuperación va a aumentar, como también el costo, aunque se recuperara a un menos tiempo pero llegaría un momento en que la recuperación llegue a un límite y ya no recuperara más, en cambio sí usas menos de 1200 ppm la recuperación baja y se recuperaría a un menor tiempo, se tiene que tomar en cuenta los tiempo los costos y el mineral a lixiviar.



FIGURA 38. Columnas representadas como patios de lixiviación.

16.1.1 CUARTEO

La planta de trituración toma muestras cada 180 segundos, este muestreo es enviado a laboratorio de análisis, se envían aproximadamente 300 kg. Esta área homogeniza y cuartea para tener una muestra más representativa, después mandan alrededor de 20 kg a laboratorio de metalurgia donde ellos homogenizan con glomeros y cuartean, para llevar el mineral cuarteado a prensa. Donde realizan una prueba.



FIGURA 39. Cuarteador de muestras

Se usa una prensa, que es una simulación a pequeña escala para estudiar la resistencia de los glomeros (ver figura 40), para saber cómo van a actuar en los patios de lixiviación, en este caso que la solución baje y no se tape.



FIGURA 40. Prensa para prueba de resistencia de glomeros en patios.

16.1.2 TITULACIÓN

La titulación es un procedimiento cuantitativo analítico de la química. Con la titulación puede determinar la concentración desconocida en un líquido añadiéndole reactivos de un contenido conocido. La titulación es un procedimiento relativamente sencillo que no requiere un despliegue de aparatos técnicos para determinar la concentración de sustancias conocidas disueltas.

Realizan la prueba de titulación para saber el consumo de cianuro y tener un control de ello.



FIGURA 41. Área de titulación.

16.2 PLANTA DE TRITURACIÓN

Este proceso inicia cuando el camión descarga el mineral en la tolva de trituración. Esta tolva tiene una capacidad de 200 toneladas, cuando se realiza la descarga va directo a un grizzly (ver Figura 42). El grizzly hace una función muy importante en el proceso, si el mineral es grueso y se necesita reducir para seguir en el proceso el grizzly lo quiebra y va hacia la trituradora primaria (quijada), si el mineral es fino y es óptimo para pasar a la siguiente etapa del proceso sin necesidad de ser quebrado por la trituradora primaria se cae en una criba que está en el grizzly y este pasa por una banda transportadora donde ya su tamaño es el indicado para seguir al siguiente punto del proceso. Cuando hay complicaciones en la tolva hacia la trituradora de quijada como taparse con una roca de gran tamaño, a un costado se tiene un martillo para quebrar la roca y disminuir su tamaño al adecuado.



FIGURA 42. Tolva y grizzli.

Este proceso cuenta con aspersor de polvos. Es un líquido que se inyecta al mineral en ciertas áreas de la banda transportadora. Este aspersor de polvos ayuda a tener mayor recuperación de oro y plata, ya que se disminuye de gran manera que el mineral este generando polvo.

Cuando el mineral ya fue disminuido por la quebradora primaria (quijada) va en bandas transportadoras hacia la criba vibratoria (ver figura 43), la cual cuenta con dos camas, consiste en desplazar el mineral en la criba, y el mineral que este menor e igual a 1.5 pulgadas se cae por los hoyos de la criba y pasa las dos camas para llegar a una banda transportadora que va directo a las cribas bananas.



FIGURA 43. Criba vibratoria

El mineral que es retenido en las camas o módulos de la criba vibratoria sigue en bandas hasta llegar a la quebradora secundaria (trituradora de cono), esta trituradora sigue disminuyendo su tamaño, para seguir en una banda que los lleva a las cribas banana (ver figura 44), cada criba de estas tiene tres tolvas, con dos módulos cada una, el mineral que pase por los módulos significa que su tamaño es el indicado para llegar a la etapa final.



FIGURA 44. Módulos de criba banana

Por último, se deposita en cono, y el mineral que se retuvo en los módulos sigue otra etapa para disminuir su tamaño que es la quebradora terciaria, para quebrar el mineral que hizo falta y posteriormente enviarlo al cono. El material de este cono va cayendo a un túnel, donde cae a una banda transportadora que los lleva a patios de lixiviación (ver figura 45).

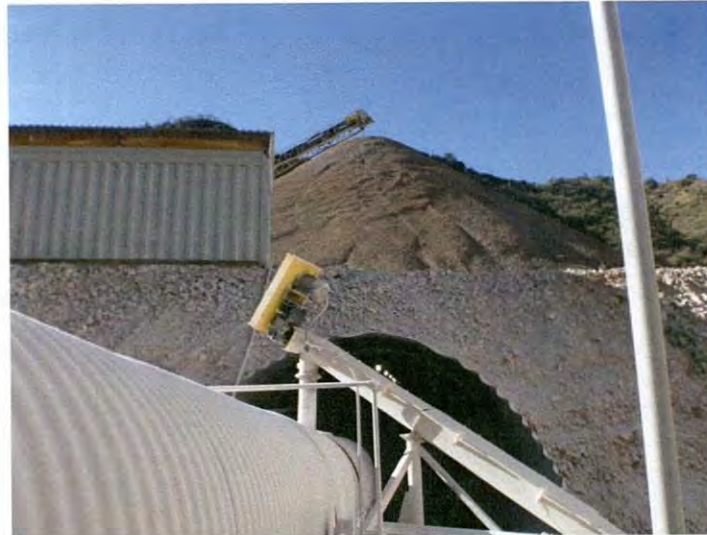


FIGURA 45. Depositación de mineral en forma de cono.

16.3 PLANTA DE AGLOMERACIÓN

La planta de aglomeración inicio operaciones a mediados del año 2017. Esta planta se requirió por las características del mineral sulfuroso de la mina subterránea. Esta es una planta de molienda, llamada así porque al final se aglomera (antes de la aglomeración se echa cal para una mayor resistencia y después se aglomera). Hasta el momento de la realización de la práctica la mina subterránea era considerada proyecto.

El mineral se recibe de mina a un tamaño de 6 pulgadas.

La Alta ley va directo a planta de aglomeración, donde la primera molienda es un molino de barras (ver figura 46), en este molino se le inyecta cianuro y lo reduce a 1600 micras, la pulpa resultante de este molino se bombea a un molino vertical (molino de bolas) se le conoce como re-molienda y lo reduce a 425 micras, todo el

mineral que no esté a 425 micras no sigue el proceso y vuelve a ingresar al molino de bolas, como un circuito cerrado.



FIGURA 46. Molino de barras.

Toda la pulpa que pasó el molino de bolas y redujo su tamaño al indicado, es bombeada al tanque agitador, donde es agitado durante 6 horas para después salir del tanque (ver figura 47). Este tanque es la lixiviación dinámica que se inyectado aire y contiene unas aspas que lo va agitando, se lixivía a 3000 ppm o a 425 micras.



FIGURA 47. Tanque agitador.

Cuando transcurren las 6 horas es bombeado a los filtros prensa (ver figura 48), en esta etapa el material se cuele, donde la solución filtrada del 60% es trasladada al clarificador, y el sólido que sobra casi no tiene valores, pero es trasladado en bandas transportadoras a patios, donde antes se le inyecta zinc y cemento, el cemento es solo para darle más resistencia al sólido cuando sea regado con cianuro, posteriormente del silo de cemento, pasa a la aglomeración, que consiste en depositar el sólido y agregarle fuerza centrífuga, y el equipo gira de manera constantes hasta que se forman glómeros, que son pequeñas bolitas que van directo a patios en la banda transportadora.



FIGURA 48. Filtros prensa.

La solución rica que se filtró, entra al clarificador, donde esta se limpia aún más, este clarificador está lleno de pequeñas bolitas que hacen que la suciedad se quede en ellas y solo pase la solución rica.



FIGURA 49. Solución rica proveniente del clarificador.

16.4 MERRIL CROWE

Llegan 1500 m³/hr de solución cianurada proveniente de patios, esta solución se bombea al filtro clarificador, este filtro quita los sólidos y clarifica aún más la solución dejándola más limpia. Esta solución clarificada se va a la torre de desoxigenación, donde se tiene trabajando una bomba de vacío que extrae los gases y quita el oxígeno, su principal función es quitar el oxígeno. La solución sigue bombeándose hasta llegar a una bomba de inyección, que inyecta solo la solución rica a filtros prensa, pero antes que llegue a filtros prensa, se dosifica de zinc desplazando los valores de oro y plata. En los filtros prensa se queda solo lo precipitado (solución rica), lo demás que es la solución estéril se filtra al tanque barren donde le reponen cianuro para subirlo a 800 ppm y ser utilizado en patios para riego. La solución rica que se quedó en filtros prensa va al área de refinación. En esta área pasa por el horno de retoria, una rampa de secado durante 24 horas, de aquí sale el material calcinado y lo mandan al horno de inducción, en este horno usan fundentes para separar las escorias, estas se van a otro proceso para ser concentrado o ser enviado como relave, lo demás sigue el proceso para llegar al producto final, el dore.

Nota: El proceso de Merrill Crowe es de alta seguridad. No se permiten fotografías.

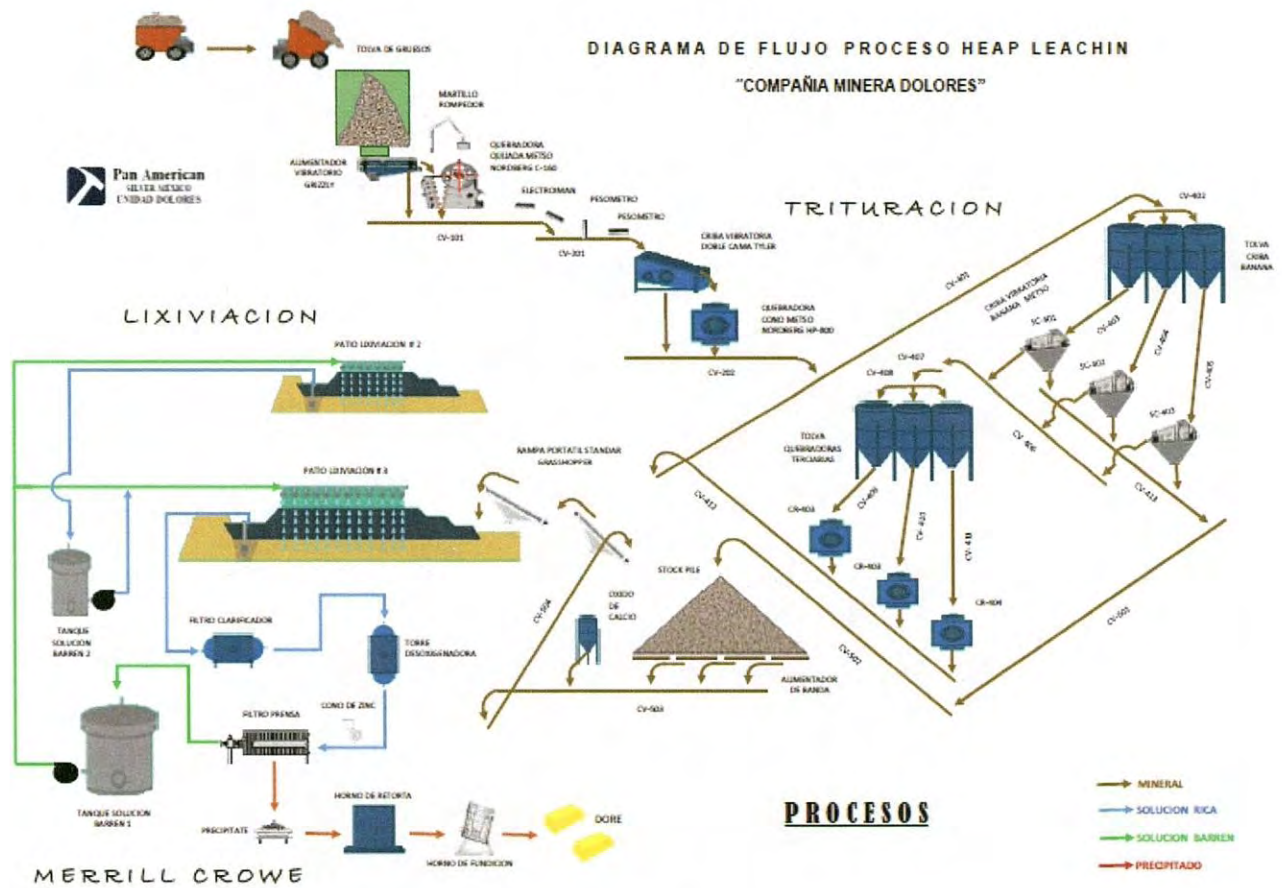
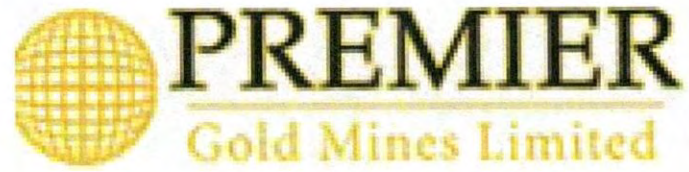


FIGURA 50. Diagrama de flujo proceso Heap Leachin.



17. MINA MERCEDES

MINERA MERCEDES MINERALES S. De R. L. De C. V.

18. OBJETIVO

Reforzar los conocimientos adquiridos en mi carrera profesional, como también conocer de una manera detallada y presencial el método de minado utilizado, como su secuencia de minado de inicio a fin.

19. UBICACIÓN

Proyecto Mercedes está ubicado al Noroeste de México, en el estado de Sonora. Se encuentra en la carretera Magdalena – Sinoquipe kilómetro 67.5, en el municipio de Cucurpe. Actualmente tiene fácil acceso y un área relativamente aislada.



FIGURA 51. Ubicación Mina Mercedes.

20. HISTORIA

- 1907-1935 Anaconda Copper Mining Company (Tucabe Gold mine)
- 1935-1942 Minera Oro Chico (Mina Las Mercedes)
- 1943-1993 Desarrollo de trabajos a pequeña escala (Gambusineo)
- 1993-2002 Meridian Gold Co. (Entonces como FMC Oro Company)
- 2002-2004 Fischer-Watt Corp.
- 1999-2005 Minera Meridian Gold regresa a explorar
- 2007- Yamana Gold adquiere Meridian Gold (Mina Mercedes)
- 2016 – Premier Gold Mines Limited

21. MINERALIZACIÓN

- La mineralización se encuentra en un depósito epitermal de baja sulfuración
- Basamento de roca volcánica de composición andesítica
- Las zonas mineralizadas muestran una combinación de morfologías vena, stockwork y brechas que cambian rápidamente de dirección y buzamiento.
- Las zonas varían en anchura desde menos de un metro a las zonas de la vena / stockwork / brechas compuestas de hasta 15 metros de ancho.
- Longitud de las venas varía de 100 metros a más de 3 kilómetros.
- Alteración propilitica, potásica, sericitica y silicificación.

22. SEGURIDAD MINA

La seguridad en empresa “Premier Gold Mines Limited” es muy importante, y abarca temas que todo empleado debe conocer para entrar a mina, antes de comenzar a trabajar obligatoriamente se debe tomar el curso de inducción y seguridad, el cual dura 5 días donde se llevan a cabo los siguientes temas e información:

Lema de la empresa: “NINGUNA TAREA ES TAN IMPORTANTE O URGENTE QUE DEBA REALIZARSE SIN SEGURIDAD”.

22.1 REGLAS DE ORO

- Portar tu licencia interna de conducir
- Trabajo en espacios confinados
- Uso del EPP (equipo de protección personal) especial para trabajar con riesgo de caído
- Jamás se presente al trabajo bajo o posesión de efecto de drogas y/o alcohol

¿Qué hacer cuando se escucha una alarma?

- Mantener la calma
- Ubicar la salida de emergencia
- Ir al punto de reunión

22.2 USO DEL EPP

Overol, Sordinas, lentes, guantes, cinto con autorrescatador, respirador, botas con casquillo.

Brigadas: Se cuentan con 17 brigadistas en Mina, 5 en planta y 16 en administración.

Premios adquiridos por la mina:

- Empresa socialmente responsable ganadora por 4 años seguidos

- Industria limpia

22.3 USO DEL AUTORESCATADOR

- Abrir
- Levantar el seguro
- Retirar tapa
- Jalar arnés
- Jalar el clip para nariz
- Sostenerlo y estirar arnés
- Poner la boquilla en la boca
- El clip en la nariz (para respirar solo por la boca)
- Colocar arnés de frente

22.4 PEACE

Herramienta que nos ayuda a realizar nuestras tareas con seguridad.

- Nos sirve de apoyo para evitar accidentes
- Sirve para recordar al trabajador y la forma correcta de realizar un trabajo
- Todos lo deben aplicar

22.5 TRIANGULO DEL FUEGO



FIGURA 52. Triangulo del fuego.

22.6 TIPOS DEL FUEGO

- Materiales solidos inflamables
- Líquidos inflamables
- Fuegos metálicos
- Fuego de grasas y aceite de cocina

22.7 MÉTODO DE EXTINCIÓN DEL FUEGO

- Enfriamiento: El agente más utilizado en este método es el agua.
- Sofocación: Consiste en la eliminación del O_2

22.8 TIPOS DE EXTINTOR

- Clase A: el agente es el agua tipo B: especial para materiales o líquidos flaméales.
- Tipo C: El agente extintor es el bióxido de carbono, se resalta la no-conductividad eléctrico.
- Clase D: (metales combustibles) que incluye litio, sodio, aleaciones de sodio y potasio, magnesio y compuestos metálicos.
- Clase K: Hechos a base de acetatos de potasio.

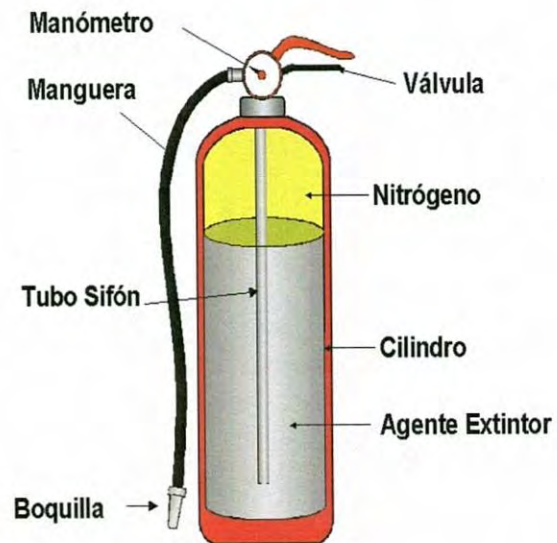


FIGURA 53. Extintor.

23. PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES

Consiste en extraer el agua de mina y ser usada en el proceso. Se capta toda el agua que se usa en baños y en otros lugares por tuberías o cárcamos para después tratarse y ser reutilizarla.

El agua se trata a través de una biomasa que hace que se limpie el agua. La biomasa es una formula completa con microorganismos, estos se comen todas las impurezas del agua. Se le da todo lo necesario a la biomasa para que hagan su trabajo, ya que son indispensables en el tratado del agua.

En 24 horas la biomasa limpia el agua, posteriormente pasa al clasificador, se sedimenta la biomasa y se separan los microorganismos.

El principal desecho es la biomasa que ya no funciona cuando llegan a una edad madura, esta biomasa pasa a otro proceso para retirar los residuos peligrosos y desecharlos.

Información relevante:

- Se trata el 100% de agua de servicios
- 26 m³ de agua diarios son tratados en el área administrativa, planta y mina de servicios.
- 72 m³ de agua son tratados en Campamento.
- Esta planta tarda 24 horas en realizar este tratamiento de agua residuales, la naturaleza tarda 6 meses en realizar este proceso.

24. UNIDADES MINERAS

Mina Mercedes cuenta con 7 unidades subterráneas, los cuales son:

- Corona de Oro
- Casa Blanca
- Brecha Hill
- Lagunas
- Barrancas
- Diluvio
- Klondike

Corona de Oro, Brecha Hill y Casa Blanca son las tres unidades que se conectan, se cuentan con dos rampas, una para acceso directo a Corona de Oro y otra para Casa Blanca, Brecha Hill se puede ingresar por cualquiera de las dos rampas.

Lagunas y Barrancas también se conectan en un nivel, cabe mencionar que tanto Lagunas como Barrancas tienen una rampa de acceso.

Las 2 unidades faltantes Diluvio y Klondike son unidades independientes, cada una cuenta con su propia rampa de acceso.

25. CONTROL DE ACCESO A MINA

Para Ingresar a mina es obligatorio llevar tu EPP completo, se debe dejar tu credencial de la empresa y recoger tu ficha personal, después apuntar tu nombre, hora de ingreso, numero de ficha y firma, solo así se podrá ingresar a interior mina.

En el acceso a cada obra habrá un tablero para fichas, toda persona que ingrese deberá de manera obligatoria poner su ficha. Al salir de esa obra se deberá retirar la ficha y así sucesivamente en todas las obras que se ingrese.

26. LEYES

- Tepetate 0.5 gr/ton – 1 gr/ton
- Marginal 1 gr/ton – 2.9 gr/ton
- Baja 2.9 gr/ton – 5 gr/ton
- Media 5 gr/ton – 10 gr/ton
- Alta 10 gr/ton - ...

Todo lo que sale de mina, se descarga en patios, después se coloca una bandera de cierto color para identifica su ley.

- Stock – Blanca
- Azul -Tepetate
- Amarilla – Marginal
- Verde – Baja
- Roja – Media
- Anaranjada - Alta

27. SECUENCIA DE MINADO

27.1 BARRENACIÓN

Consiste en penetrar la roca usando un equipo especializado para esta tarea a una profundidad requerida, para posteriormente ser cargada con explosivo.

En este caso es para desarrollo de obras mineras para exploración o explotación, cuyo fin como antes mencionado es hacer agujeros que, posteriormente, serán rellenos con explosivos para su detonación.

Brocas usadas:

- Broca para barrenos de piso 2 ¼ "
- Broca para produccion 1 7/8 "
- Broca escareadora 4 "



FIGURA 54. Barrenación.

Los manómetros que usa un Boomer son las siguientes presiones y estándares:

- Agua debe de ser mayor a 3.5 bar
- Aire de 6 a 8 bar
- Rotación entre 35 – 45 bar
- Percusión baja (emboquillado) 130 – 170 bar
- Percusión alta (plana) 180 bar
- Avance
- Presión del dämpfer (amortiguamiento) 45 bar
- Presión lubricación de 6 a 8 bar

A los operadores se les da indicaciones previas para la barrenación, cada operador de Boomer debe tener una libreta de plantillas de barrenación, donde vienen plantillas para cada zona y tamaño de sección, ya sea seco, húmedo, secciones 4 x 4 m, secciones 3.5 x 4 m, entre otras.

En casos especiales por la calidad de la roca o características del terreno a barrenar, el operador está autorizado a cambiar la cuña de lugar, para lograr una mejor barrenación.

El diseño de la plantilla de barrenación es una serie de cálculos para colocar y distribuir los barrenos de una manera que sea lo más eficiente y económico posible, así dando el mejor avance posible, en estos cálculos intervienen factores como el diámetro del barreno, diámetro de los barrenos escareados, profundidad, número de barrenos, bordo y espaciamiento.

27.2 CARGADO

En minería se usan los explosivos químicos, que son la mezcla de elementos combustibles y oxidantes en que generalmente el oxígeno es el elemento oxidante.

El cargado consiste en llenar los barrenos realizados previamente con explosivo para posteriormente ser disparados. El explosivo es distribuido por Austin Power (ver figura 54).

Para realizar esta actividad se usa:

- Anfo
- Emulsión de alta y baja densidad (Bombillos de 1 x 8", 1 x 39", 1 ½ x 39")
- Nonel
- Cordón Detonante
- Ikon
- Jardex
- Logger

INICIADORES: son los encargados de que se transmita la energía suficiente para iniciar el proceso de la voladura como el cordón detonante, nonel e ikon.

AGENTES: encargados de hacer la liberación de gases a presión elevada lo que causara el desplazamiento de la roca previamente fracturada, basados en energía de burbuja como el anfo.

DETONADORES: encargados de hacer la fracturación de la roca.



FIGURA 55. Emulsión

Los explosivos son almacenados de una manera que los iniciadores son guardados en un área distinta de los explosivos por seguridad.

Los cargadores usan un equipo que facilita el cargado de explosivo como se muestra en la figura 55, la usan para cargar los barrenos a una altura que no se puede hacer normalmente.



FIGURA 56. Operador cargando una cuña.

27.3 VOLADURA

Horario de Voladura en Corona de Oro, Casa Blanca, Brecha Hill, Lagunas y Barrancas.

- 6:30 - 7:00
- 12:30 - 13:00
- 18:30 - 19:00
- 00:30 - 01:00

Pegadas libres en mina Klondike y Diluvio, se informa en el pueblo la hora.

El supervisor debe cerciorarse que no exista ninguna ficha en todos los tableros de la mina antes de iniciar voladura.

Se usa un dispositivo electrónico para darle inicio a la voladura llamado logger, es el que activa el disparo desde superficie, en este caso en COM (centro operación mina), gracias al cable de disparo que se encuentra en toda interior mina que llega hasta superficie.



FIGURA 57. Logger.

27.4 VENTILACIÓN

En interior mina usan mangas, para dirigir y hacer llegar el aire a los niveles y topes que son requeridos, para así el trabajador tener un área óptimo para realizar su tarea.

La ventilación en mina mercedes está compuesta por ventilación natural, ventiladores principales y ventiladores secundarios. El aire viciado se extrae por medio de los ventiladores principales Alphair® con una potencia que varía de 150 hp a 250 hp, dichos ventiladores están comunicados a los diferentes niveles mineros a través de tiros verticales o "robins".

Por otra parte, los ventiladores secundarios de las marcas zitron®, spendrup® y hurley®, se encargan de trasladar el aire limpio a las diferentes rampas y frentes de las minas en unidad mercedes. La potencia de estos ventiladores varía entre 70 hp hasta ventiladores de dos motores de 100hp c/u.

En interior mina usan mangas, para dirigir y hacer llegar el aire a los niveles y topes que son requeridos, para así el trabajador tener un área óptimo para realizar su tarea.

27.5 REZAGADO Y ACARREO

Para el rezagado se usan scoop tram, su función es cargar el mineral proveniente del disparo para depositarlo en los camiones (ver figura 57), y así el camión llevarlo a patio.



FIGURA 58. Scoop tram.

Cuando el area que se esta rezagando es critica o peligrosa, en cuestiones de caidos de roca, para seguridad del operador no se maneja manualmente si no que el operador usa un control (ver figura 58) y se aposiciona en un lugar seguro donde pueda ver y asi trabajar.



FIGURA 59. Control para manejo de scoop tram.

El cucharon de los scoop tram pueden cargar 7 toneladas, de las cuales con dos cucharones llena un camion, en casos como el tepetate se trata de llenarlo un poco mas.



FIGURA 60. Camion de volteo para el acarreo.

27.6 AMACIZE

El amacizar es la operación mas elemental en cualquier obra minera subterranea para evitar la caida imprevista de roca sobre los trabajadores. Es la tecnica para detectar y tumbar toda roca o cuarton que se encuentre suelto o con posibilidades de caer, para evitar que estos se caigan en un momento imprevisto.

Se debe amacizar dependiendo del lugar de trabajo que se vaya a ejecutar, ya sean desarrollos, rebajes, ademas, anclaje o contrapozos, pero en primer lugar las zonas que se han disparado y los lugares donde labora y transita personal.

Esta tarea la realizan con Retroexcavadoras, las cuales amacizan con la “uña” de la retro.



FIGURA 61. Retroexcavadora.

Después de terminar de amacizar si es necesario regresa el scoop tram a limpiar el área.

27.7 FORIFICACIÓN

La fortificación en labores mineras constituye una importante contribución a la seguridad en labores subterráneas. Por lo tanto, los encargados de esta importante labor minera tienen una gran responsabilidad y deben estar seguros de que su trabajo este bien hecho. La fortificación en labores mineras tiene los siguientes objetivos básicos:

- Evitar derrumbes
- Proteger a los trabajadores, equipos, herramientas y materiales
- Evitar deformaciones de las labores subterráneas

La fortificación se usa para soporte de la mina, y así tener un área más segura de trabajo.

En Mina Mercedes se usa lo siguiente para el soporte:

- Mallas
- Pernos de Anclaje
- Concreto lanzado
- Marcos ligeros
- Dywidag (Varilla de anclaje con concreto)

El anclaje es con pernos spleet set, estos trabajan por fricción soportando aproximadamente 7 toneladas, estas anclas tienen una longitud de 2.30 m..

El mallado se pone 1.5 m hacia arriba del piso y se insertan 6 spleet set por malla.

El concreto lanzado o "shoot creet" consiste en cubrir con una capa de concreto el área que se requiere fortificación.

Los marcos ligeros son un soporte adicional dependiendo del ancho de las cámaras o comportamiento de las rocas, se utiliza para reforzar más el área.

El Dywidag es una varilla de anclaje con concreto soporta de 12 a 16 toneladas.



FIGURA 62. Tope enmallado con pernos de anclaje y zarpeado.

Para la fortificación se usan equipos especiales llamados Boltec de Atlas Copco, su función es primeramente barrenar donde se pondrá el ancla, después con unas pinzas se agarra una malla, para después colocarla donde se requiere, ya que esta en posición se introduce el ancla en el lugar anteriormente barrenado, y el perno hará que la malla se quede sostenida a la tabla o cielo.



FIGURA 63. Sección donde se usó marcos ligeros.

En mina mercedes los que se encargan del concreto lanzado es la empresa contratista "Ro-k", los operadores de dicha empresa usan un equipo especial llamado "Alpha" que les facilita la tarea para cubrir el concreto en las areas requeridas.



FIGURA 64. Equipo Alpha para zarpeo.

28. ESTADO DE FLOTA

28.1 CAMIONES

Se cuentan con 10 camiones kenworth, conocidos como camiones de Volteo con capacidad maxima de 16 toneladas. Son usados especialmente para el acarreo en mina. Estos camiones demuestran tener una buena potencia ya que sin ella les seria imposible subir la rampa con carga. Trabajan con Revoluciones y doble traccion.

28.2 SCOOP TRAM

Se cuentan con 8 Scoop Tram de los cuales son 7 de atlas copco y 1 de sandvic. El panel de instrumentos presenta un sistema de alarmas y una pantalla de fallos de códigos de motor. Cuenta con un motor diesel cummins.

28.3 BOOMER

Se cuentan con 4 Boomer de atlas copco (14 ft y 16 ft). Dos de estos Boomer cuentan con su propio compresor ayudandolo a inyectar el agua y aire a una presión mayor. Los Boomer restantes trabajan con la presión desde superficie.

28.4 BOLTEC

Se cuentan con 4 Boltec llamados Ancladores, la ayuda de estos equipos es fundamental en el momento de fortificar. Cuenta con dos brazos para estar enmallando y anclando al mismo tiempo. Funcionan con los servicios agua y electricidad.

28.5 EQUIPO AUXILIAR

Se cuenta con 1 boomtruck: esta grua cuenta con un brazo mecánico para levantar peso en general y/o acarreo de materiales pesados

Se cuenta con 3 anfo loger: son equipos utilizados para el cargado de explosivo, cuentan con una olla donde es depositado el anfo, como también una canastilla para el cargado en las alturas.

Se cuenta con 3 SL: se usa para el área de servicios, para el traslado de bombas, mangas, cables eléctricos y servicio en general. Son llamados "scissors", el cual tiene una canastilla para el trabajo en las alturas que es usada en la instalación de servicios

Se cuentan con 2 pipa de riego: estas pipas cuentan con 10 000 Litros de capacidad.

Se cuenta con 1 stope mate: este equipo es una perforadora que solo realiza barrenos de forma vertical y horizontal, funciona solo con aire comprimido y agua. Usa barras de 1.20 m y 1.80 m. Anteriormente fue usado para barrenación larga.

Se cuenta con 1 trauco: llamado así por un Gerente que trabajó en Mina Mercedes, este equipo anteriormente fue un boltec, lo usaban como anclador, posteriormente por las circunstancias fue transformado mecánicamente a una perforadora, primeramente fue usado para barrenación larga. Actualmente se usa para despate y descabece como también barrenos de sondeo.

Se cuentan con 3 retroexcavadoras: usados principalmente para el amacize y otros casos se le instala una canastilla para realizar actividades en las alturas.

Mixer: se cuentan con 5 equipo mixer con una capacidad de 7 m³ también llamados "trompos", usados para el transporte de pasta específicamente a Lagunas y Barrancas. Empresa Ro-K usa este equipo para el concreto lanzado, estos cuentan con una capacidad de 1 m³.

Martillo: se cuenta con 1 martillo instalado en patio para la disminución de roca que debe ser quebrada a un tamaño decaído para entrar a la quebradora primaria.

29. METODO DE MINADO

El metodo utilizado en mina Mercedes es el “cut and fill”, o “corte y relleno”, en el cual se usan dos variantes que son “under Cut” y “over Cut” los cuales significan minar ascendente y descendente, conocidos como “descabece” y “despate”.

Este metodo de explotacion es aplicado a depositos metalicos de origen sedimentario. El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril (relleno), que sirve de piso de trabajo a los obreros y al mismo tiempo permite sostener las paredes, y en algunos casos especiales el techo.

29.1 VENTAJAS

- La recuperación es cercana al 100%.
- Es altamente selectivo, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar.
- Es un método seguro.
- Puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- Se adecua a yacimientos con propiedades físico-mecánicas incompetentes.

29.2 DESVENTAJAS

- Costo de explotación elevado.
- Bajo rendimiento por la paralización de la producción como consecuencia del relleno.
- Consumo elevado de materiales de fortificación.

29.3 OVER CUT

Consiste en minar descendente el banco, después de ya haber explotado todo un nivel, se tiene que buscar la mejor área tomando en cuenta la inclinación para empezar el despate.

29.4 UNDER CUT

Consiste en minar ascendente al banco.



FIGURA 65. Over cut.



FIGURA 66. Under cut.

30. RELLENO

La selección del material de relleno está en función de varios factores, tales como el tipo de relleno que se pretende emplear y su disponibilidad, es necesario contar con la cantidad necesaria de material de relleno en tiempo y forma, de lo contrario se detendrá el ciclo de minado

Una de las características es que el material de relleno se encuentre disponible en cantidad suficiente dentro del área de la mina.

Que se pueda obtener rápidamente. Que se pueda preparar y que se pueda colocar dentro de la excavación, al costo más bajo posible.

Otra característica es que se pueda colocar dentro de los rebajes sin entorpecer las demás operaciones de producción. Que posea algunas propiedades cohesivas. Que produzca una superficie de trabajo nivelada y consistente, capaz de soportar el peso y el tránsito de equipos móviles. Que en todo su conjunto sea un material de bajo costo.

En mina mercedes usan la pasta de relleno proveniente de la presa de jales.

Se tiene una planta de pasta para el tratado y preparacion de ella, para darle una mejor calidad.

Se prepara generalmente con 1% de cemento, en unidades Corona de Oro, Casa Blanca y Brecha Hill se transporta mediante tuberia desde superficie, en las demas unidades se transporta por medio de equipos llamados trompos.



FIGURA 67. Equipo usado para transporte de pasta.

31. PLANTA DE PASTA

La planta de pasta (past plant) se compone del proceso de mezclar la pulpa con un contenido de 0 a 2.0 ppm de cianuro de la presa de jales, mezclado con cemento, con el objetivo de obtener pasta, el cual se usa como relleno para el CAF.

Los jales provenientes de la planta de procesos se mandan con un sistema de bombeo hacia la planta de past plant, la cual pasa por bandas para ser mezclada con cemento. Esto se determina dependiendo del porcentaje de sólidos, se manejan recetas de 2% y 8 % de cemento en base a jales secos. La densidad de jales secos es de 2.54 ton/m³.

En Mina Mercedes los jales varían en porcentaje de sólidos de 50 a 55 %. Para hacer llegar la pasta a las áreas que se rellenaran mina mercedes cuenta con 3 barrenos comunicados en diferentes áreas específicas. Los cueles funcionan con sistema de gravedad.

- Barreno 1. Se comunica con los niveles 960-940 de corona de oro. (fuera de servicio)

- Barreno 2. Se comunica desde el nivel 1040 de Corona de Oro, hasta 860 de Brecha Hill y niveles del 1000 al 960 de casa blanca.
- Barreno 3. Se comunica en el nivel 1080 al 1060 de Casa Blanca. Cubriendo gran parte de mina, en cambio las minas Lagunas y Barrancas se transporta el relleno en trompos hacia sus tolvas en sus puntos estratégicos.

32. SERVICIOS MINA

El area de servicios mina son los responsables del bombeo y electricidad, ellos se encargan de bombear el agua donde sea necesario para crear un mejor ambiente de trabajo, como tambien se cambiarlas o repararlas cuando sea necesario. En cuestiones de electricidad son los encargados de las bahias electricas que son los que suministran la energia para los equipos mineros, instalan cables con plogas por toda la mina para hacer llegar la energia a donde sea requerida.

En cuestiones de ventilacion solo se encargan en la instalacion de mangas y ventiladores.

La tuberia usada en mina mercedes es la siguiente:

Tuberia de 6 " 36 L/s

Tuberia de 4 " 18 L/s

Tuberia de 2 " 8 L/s

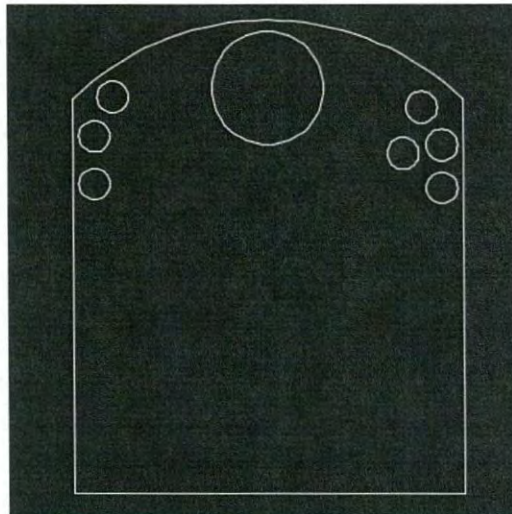


FIGURA 68. Ubicación donde van los servicios.

En el lado izquierdo van los servicios electricos, los cuales son el cable de disparo, el cable de comunicación y el cable de corriente electrica.

En el lado derecho se encuentran los sevicios como lo son de agua, pasta, bombeo y presion de aire.

En el centro se encuentra las mangas de ventilación.

33. PLANTA DE BENEFICIO

Comienza con la extracción de mina subterránea, donde los camiones lo llevan a patio. Después un cargador frontal lo deposita en una tolva donde pasa por una trituradora donde disminuye el tamaño y lo deja entre 20" y 4" para posteriormente seguir en una banda transportadora y llegar a una trituración secundaria para dejar el mineral a 3/8", después va a un silo.

Se utiliza el proceso Merrill-Crowe, que consiste en la clarificación de la solución que contiene los valores disueltos de oro y plata, provenientes de la etapa de lixiviación con cianuro.

Lo principal en este proceso es la alimentación del mineral hacia la planta, todo inicia de los patios donde está depositado dicho mineral. Por medio de un equipo cargador frontal, el cual alimenta la tolva con un diámetro de roca de 20". La alimentación de la tolva pasa a la primera quebradora dando como producto de 4", pasando a la quebradora secundaria y terciaria dando como resultado un diámetro 3/8", mismas que van a alimentar al contenedor principal de finos el cual va pasar al molino principal. Al momento de transportarse el mineral triturado de 3/8" se le agrega cal para controlar el Ph, junto con solución cianurada y agua, la cal ayuda a controlar el cianuro para cuando tenga contacto con el agua no se transforme en ácido cianhídrico.

Los finos con las sustancias mencionadas se transportan al molino principal. En el molino de bolas principal nos entrega un fino de 44 a 55 micras, en caso de que no logren obtener este tamaño pasan a un alimentador que regresa las partículas al molino de bolas. Ya obteniendo el fino requerido pasa por cyclone cluster que es el encargado de filtrar los de finos del molino hacia un trash screen la cual elimina la basura existente. Los finos se dirigen hacia el proceso de lixiviación, pero antes de eso existe una pre-lixiviación para acelerar la recuperación del oro y plata. Por consecuencia pasa a lavado contracorriente el cual la solución cuenta con un químico floculante que hace que los lodos se concentren en la parte de debajo de las cribas.

La solución rica pasa al proceso de Merrill-Crowe. Las pulpas sobrantes se mandan al proceso de détox, que significa desintoxicación del cianuro, se le agregan químicos que reducirá las partes por millón de cianuro de las pulpas, agregando metabisulfito de sodio, catalizadores y sulfato de cobre, el cual transforma la pasta a un cianato, que se transporta hacia las presas de jales, que en Mina Mercedes la utilizan para el relleno.

En el proceso de Merrill-Crowe se transporta la solución rica en oro y plata provenientes del lavado contra corriente a la tolva clarificadora, manda el solución a un taque de solución significativa sin clarificar para precipitar el oro y plata. La solución precipitada fluye por un filtro clarificador que pasa a un tanque desaireador la cual extrae el oxígeno disuelto en la solución, pasa al filtro precipitado. La solución final se transporta a refinería y fundición, pasa por tratamiento de zinc, removiendo el agua de la solución. La solución rica pasa a fundición para la obtención del dore. Este proceso tarda alrededor de 24 horas.

34. CONCLUSIÓN

Las empresas donde el alumno tuvo la oportunidad de realizar las prácticas profesionales en este caso Premier Gold Mines Limited y Pan American Silver Corp. son empresas con un gran ambiente laboral donde una de sus principales preocupaciones es la seguridad del trabajador, llevando a cabo numerosas razones para que sean una empresa de ejemplo en muchos aspectos.

Durante la estancia en Mina Dolores se realizaron actividades de distintas áreas donde todas trabajan para el mismo propósito. Le enseñaron aspectos básicos y concretos en la forma más óptima para extraer el mineral y dar un resultado positivo en los avances deseados.

En el caso de Mina Mercedes fue algo más interesante y complejo por ser minado subterráneo. El alumno adquirió conocimientos sobre el método de cut and fill y sus variantes como aspectos básicos en la forma más óptima para realizar una barrenación y llegar al avance deseado, como también cálculos básicos para la creación de una plantilla de barrenación.

Se presenció el ciclo de minado completo en ambas minas adquiriendo conocimientos prácticos del minado superficial y subterráneo que complementan la teoría vista en clase, como también se pudo entender mejor todo el trabajo que hay de tras del producto final.

Él pudo observar de cerca el trabajo y la responsabilidad que realiza cada supervisor de área, adquiriendo más conocimiento y tomando como enseñanza cada consejo y comentario de parte de ellos, así se tuvo una mejor experiencia de lo que es trabajar en mina.

35. REFERENCIAS

http://www.construccionminera.cl/fortificacion-subterranea-firmeza-y-seguridad/#.Wu_zxlgvzIU

http://oa.upm.es/21848/1/20131007_PERFORACION_Y_VOLADURA.pdf

<http://www.minas.uchile.cl/investigacion/lineas-de-investigacion/125879/disenio-y-planificacion-minera>

<http://www.mundominero.mx/presentaciones/yamana.pdf>

<https://www.panamericansilver.com/spanish/operaciones-proyectos/mexico/dolores/>

<https://www.panamericansilver.com/spanish/wp-content/uploads/2016/04/DoloresTechnicalReport-December312016.pdf?x73248>

<https://quimicoglobal.mx/mina-mercedes-en-sonora/>