

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y MINAS

MEMORIA DE PRÁCTICAS PROFESIONALES EN LAS  
UNIDADES MINERAS LA "HERRADURA"  
DE FRESNILLO PLC Y "SAUCITO" DE FRESNILLO PLC

Que para obtener título de:

**INGENIERO MINERO**

Presenta:

**ARAIZA BELTRÁN ARTURO**

**1942**

Hermosillo, Sonora.

Mayo del 2017

## 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

## Agradecimiento.

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, a mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, a mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. A mis tíos que han velado por mí durante mi camino para convertirme en profesional, a mis amigos y novia por todos los consejos y su apoyo incondicional durante mi traspaso de estudiante. A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría y conocimientos que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.



# UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas

## ACADEMIA DE GEOMECANICA E INFRAESTRUCTURA MINERA

19 de abril de 2017.

**P.I.M. ARTURO ARAIZA BELTRÁN**  
**Presente.-**

Por este conducto le informo que después de presentar ante los miembros de la **ACADEMIA DE GEOMECÁNICA E INFRAESTRUCTURA MINERA**, su solicitud de aprobación del Tema de Disertación: **MEMORIA DE PRÁCTICAS PROFESIONALES EN LAS UNIDADES MINERAS “LA HERRADURA” DE FRESNILLO PLC Y “SAUCITO” DE FRESNILLO PLC**, 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.A. VICTOR MANUEL CALLES MONTIJO  
**ASESOR:** ING. DAVID ISAAC BUSTAMANTE MONGE

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”

*Juan M. Rodríguez Zavala*  
**DR. JUAN MANUEL RODRIGUEZ ZAVALA**  
**PRESIDENTE DE ACADEMIA**

‘mjri



El saber de mis hijos  
hará mi grandeza

# UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas

## ACADEMIA DE GEOMECANICA E INFRAESTRUCTURA MINERA

27 de abril de 2017.

**P.I.M. ARTURO ARAIZA BELTRÁN**

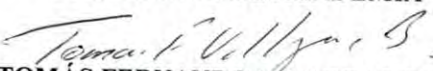
**Presente.-**

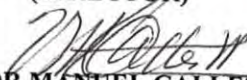
Por medio de la presente, informo a usted que después de analizar su solicitud de aprobación del tema de Disertación: **MEMORIA DE PRÁCTICAS PROFESIONALES EN LAS UNIDADES MINERAS "LA HERRADURA" DE FRESNILLO PLC Y "SAUCITO" DE FRESNILLO PLC**, hemos tenido a bien emitir un dictamen satisfactorio del contenido 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. JUAN MANUEL RODRIGUEZ ZAVALA**  
**PRESIDENTE DE ACADEMIA**

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

  
**M.A. VICTOR MANUEL CALLES MONTIJO**  
**SECRETARIO DEL JURADO**  
**(ASESOR)**

  
**ING. DAVID ISAAC BUSTAMANTE MONGE**  
**VOCAL DEL JURADO**  
**(ASESOR)**

'mjri.

## ÍNDICE

REPORTE DE PRÁCTICAS PROFESIONALES EN MINA LA "HERRADURA" DE FRESNILLO PLC.....	7
Introducción .....	8
1. Ubicación de la mina .....	9
2. Geología .....	10
2.1 Tipo de mineralización.....	11
2.2 Mineralogía.....	12
3. Método de minado .....	13
4. Objetivo del proyecto.....	14
5. Metodología empleada .....	15
6. Consumo y capacidades de tanques .....	16
7. Cargado de diésel y tiempo de recarga .....	17
8. Desarrollo .....	22
9. Resultados obtenidos .....	27
10. Observaciones.....	28
Conclusión .....	29
REPORTE DE PRÁCTICAS PROFESIONALES EN MINA LA "SAUCITO" DE FRESNILLO PLC.....	30
Introducción.....	31
1. Localización de minera Saucito .....	32
2. Curso de inducción.....	33
2.1 Programa de S.T.O.P .....	34
2.2 EPP .....	35
3. Geología.....	36
3.1 Mineralogía. ....	36

3.2 Vulcanismo del yacimiento. ....	37
3.3 Características generales de las vetas de minera Saucito. ....	38
3.4 Recursos y reservas de las vetas de minera Saucito .....	39
4. Operación mina .....	40
4.1 Tiro Jarillas .....	41
4.2 Tiro Saucito .....	41
5. Ciclo de minado.....	42
5.1 Barrenación .....	43
5.2 Carga de explosivo y voladura.....	44
5.3 Ventilación .....	45
5.4 Amacice.....	46
5.5 Rezagado .....	47
5.6 Anclado .....	49
6. Área asignada .....	51
7. Método de Barrenación larga .....	52
Conclusión.....	54

## Figuras

<b>Figura 1.</b> Foto aérea de mina la Herradura. ....	9
<b>Figura 2.</b> Geología simplificada de mina la Herradura .....	10
<b>Figura 3.</b> Foto de veta en el banco .....	11
<b>Figura 4.</b> Fotos del tajo Centauro. ....	13

<b>Figura 5.</b> Horario diseñado para el cargado de diésel en tajo Centauro ....	15
<b>Figura 6.</b> Localización geográfica de la mina .....	32
<b>Figura 7.</b> Diagrama del ciclo del STOP .....	34
<b>Figura 8.</b> Imagen de las vetas de minera Saucito. ....	37
<b>Figura 9.</b> Tiro Jarillas .....	41
<b>Figura 10.</b> Tiro Saucito.....	41
<b>Figura 11.</b> Fotografía tomada de un bommer L1D. ....	43
<b>Figura 12.</b> Anfoloader y blasters. ....	44
<b>Figura 13.</b> Imagen de un de Scooptram ST1530.....	47
<b>Figura 14.</b> Imagen de un de Scooptram ST1030.....	48
<b>Figura 15.</b> Imagen de un de MT42 .....	48
<b>Figura 16.</b> Fotografía tomada a un Boltec MD.....	50
<b>Figura 17.</b> Imagen de un de MT42 .....	50
<b>Figura 18.</b> Imágenes de simbas M4 .....	52

## **Tablas**

<b>Tabla 1.</b> Consumo de diésel. ....	16
<b>Tabla 2.</b> Capacidades de tanques. ....	16
<b>Tabla 3.</b> Tiempo de recarga de diésel. ....	17
<b>Tabla 4.</b> Datos capturados en campo del día 24 de julio del 2015.....	18



<b>Tabla 5.</b> Datos capturados en campo del día 25 de julio del 2015 .....	19
<b>Tabla 6.</b> Datos capturados en campo del día 28 de julio del 2015. ....	20
<b>Tabla 7.</b> Datos capturados en campo del día 29 de julio del 2015. ....	21
<b>Tabla 8.</b> Datos capturados en campo del día 30 de julio del 2015. ....	21
<b>Tabla 9.</b> Datos capturados en campo del día 31 de julio del 2015. ....	22
<b>Tabla 10.</b> Datos capturados en campo del día 1 de agosto del 2015. ....	22
<b>Tabla 11.</b> Recursos y reservas de la veta Saucito .....	39
<b>Tabla 12.</b> Recursos y reservas de la veta Mezquite .....	39
<b>Tabla 13.</b> Recursos y reservas de la veta Jarillas .....	39
<b>Tabla 14.</b> Recursos de la veta Natalia .....	39

## Grafica

- Grafica 1.** En la siguiente grafica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 24 de julio del 2015..... 23
- Grafica 2.** En la siguiente grafica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 25 de julio del 2015..... 24
- Grafica 3.** En la siguiente grafica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 28 de julio del 2015..... 24
- Grafica 4.** En la siguiente grafica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 28 de julio del 2015..... 25
- Grafica 5.** En la siguiente grafica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 28 de julio del 2015..... 25
- Grafica 6.** En la siguiente grafica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 28 de julio del 2015..... 26
- Grafica 7.** En la siguiente grafica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 28 de julio del 2015..... 26
- Grafica 8.** En la siguiente grafica se puede observar el consumo de diésel por turno de los datos capturados en campo y el costo que genera dicho consumo ..... 27



El saber de mis hijos  
hará mi grandeza

UNIVERSIDAD DE SONORA  
DEPARTAMENTO DE CIVIL Y MINAS



Reporte de prácticas profesionales

Practicante:

Araiza Beltrán Arturo

Periodo:

Del 1 de julio del 2015 al 2 de agosto 2015



Unidad HERRADURA



LA HERRADURA

## Introducción.

Este reporte tiene como objetivo dar a conocer los conocimientos adquiridos durante mi periodo de prácticas en la mina la Herradura que se encuentra al noroeste del municipio de Caborca son. La cual se encuentra operando des de 1991 hasta la fecha.

Durante mi periodo de prácticas se me asigno en un proyecto de recargado de diésel y consumo, el cual se empezó a implementar desde el 2015 por pérdidas de tiempo en la producción, en el tajo centauro se observó que el tiempo de cargado diésel del equipo en mina es muy alto, el cual se realiza en un tiempo aproximado de 45 minutos, mientras que el tiempo efectivo de dicha actividad es de 25 minutos. Lo que nos da un tiempo agregado de 20 minutos que corresponde a un 80 % más de lo que se requiere, por lo que se ve afectada la producción de manera directamente, al tener que parar equipo de perforación, acarreo y rezagado en varias ocasiones, lo cual afecta en los ciclos de acarreo y por lo tanto en la producción en la mina.

## 1. Localización de mina Herradura.

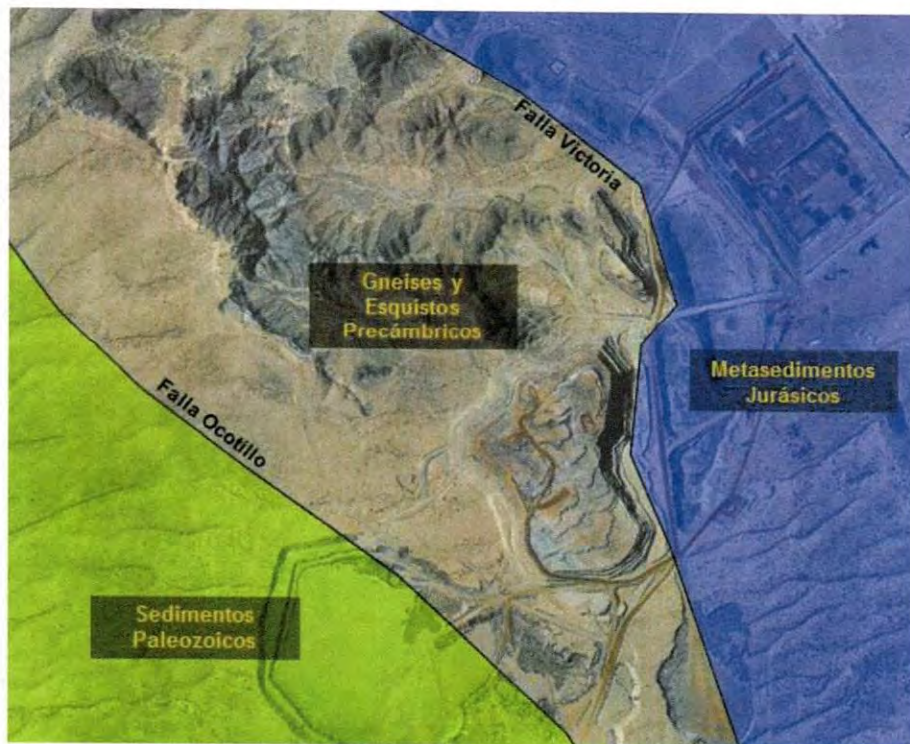
El proyecto la Herradura se ubica a 80 km en línea recta al NW de la ciudad de Caborca, Son. Cuenta con dos importantes vías de comunicación terrestre, la carretera estatal No. 18 Caborca – Peñasco y la carretera internacional Federal No. 2 Hermosillo – Santa Ana – Tijuana. El poblado más cercano a la mina la Herradura es el ejido Juan Álvarez perteneciente al municipio de Caborca, Son.



**Figura 1.** Foto aérea de mina la Herradura.

## 2. Geología de la mina.

El yacimiento La Herradura fue descubierto en 1991 y es un depósito de oro (Au) con ley promedio de 1gr/ton y contenido total superior a los 3 millones de onzas. El distrito minero la herradura se ubica dentro de la provincia fisiográfica denominada “sierras y llanuras sonorenses”, caracterizado por la presencia de rocas metamórficas del proterozoico (gneis y esquistos), rocas sedimentarias del paleozoico (calizas, dolomía y cuarcita), rocas del jurásico inferior (meta sedimentos y meta volcánicas); y también están presentes rocas andesíticas originadas por el sistema de fallas victoria y ocotillo.



**Figura 2.** Geología simplificada de mina la Herradura.

## 2.1 Tipo de mineralización.

La Herradura es un yacimiento mesotermal en zona de cizalla, controlado por un sistema de fallas inversas reactivadas. La mineralización de oro ocurre en vetas y sistemas de vetillas de cuarzo, ubicados en forma de dilatación a lo largo de superficies de fallas desarrolladas preferentemente en el gneis cuarzo feldespato. Las zonas mineralizadas se caracterizan por la presencia de cuarzo, hematita, especularita y wulfenita.



**Figura 3.** Foto de veta en el banco 16.

## 2.2 Mineralogía.

El cuarzo que está relacionado al oro, es cuarzo cristalino y lechoso generalmente se encuentra en forma de vetas y vetillas de bajo ángulo, ocurre de forma masiva o compacta, con óxidos de hierro tales como especularita y limonita, sericita y algunas veces en trazas de albita y calcita.

Minerales accesorios presentes son: hematita, especularita, pirita, wulfenita, galena, anglesita, argentita y fluorita.

Los minerales traza presentes son: calcopirita, bornita esfalerita, oro nativo, electrum, clorargirita y yodargirita.



### 3. Método de minado.

El método de minado es de cielo abierto con bancos de 8 metros.



**Figura 4.** Fotos del tajo Centauro.

La extracción del mineral se lleva a cabo con los diversos equipos que se encuentran operando en la mina la herradura, cuentan con tres tipos de camiones de acarreo que son los 785CAT con una capacidad de 130 ton, los 789CAT con una capacidad de 180 ton y los 793CAT con una capacidad de 220 toneladas. Además cuentan con cinco palas mecánicas, dos son 6060CAT con una capacidad de cucharón de 60 ton y las otras tres son 6050CAT con una capacidad de 50 ton también cuentan con cuatro cargadores frontales 994CAT con una capacidad de 35 ton.

El material extraído si es estéril lo manda a las tepetateras, si tenía una ley de corte de .33gr a 1gr lo mandan a los patios de lixiviación y si es mayor a 1gr la ley del mineral lo mandan a la planta lixiviación dinámica.

#### 4. Objetivo del proyecto de cargado de diésel.

Es definir los tiempos de carga reales de combustible a los equipos móviles que se encuentran operando en la mina, tanto de acarreo como de cargado y además identificar los factores que provocan retraso en el cargado del combustible.

## 5. Metodología empleada.

Este proyecto está enfocado en el cumplimiento del horario (figura 5), que se diseñó para facilitar el cargado de diésel en el área de operación mina, en la cual se tiene que verificar que la pipa de diésel este recargando los equipos en la hora asignada para evitar pérdidas de tiempo, su incumplimiento puede llegar a generar pérdidas que afectarían a la producción de la mina.

El recargado se lleva acabo cuando el equipo cuenta con un 50% de diésel en el tanque para evitar fallas en el motor y/o filtros del diésel.

TURNO 1 RA				TURNO 2 A			
	07:00	09:00	ROTARIAS TRACTORES		17:00	18:00	TRACTORES
	09:00	12:00	CAMIONES		18:00	21:00	CAMIONES
	12:00	15:00	RECARGA		21:00	00:00	RECARGA
	15:00	16:30	ROTARIAS		00:00	01:00	ROTARIAS
	15:00	16:30	CARGADORES		00:00	01:00	ROTARIAS
	04:40	06:30	PALA 03		01:00	03:00	CARGADORES
	10:00	12:00	PALA 10		19:00	21:00	PALA 04
	15:00	17:00	PALA 201		02:30	04:30	PALA 05

**Figura 5.** Horario diseñado para el cargado de diésel en tajo Centauro.

## 6. Consumo de diésel y capacidades de tanque.

Tomando en cuenta las siguientes tablas podremos observar el consumo de diésel (tabla1), que tienen actualmente los equipos y las capacidades de los tanques (tabla2), que se encuentran operando en la mina.

**Tabla 1.** Consumo de diésel.

EQUIPO	CONSUMO DIESEL		
	LITROS/HORA	LITROS/TURNO	LITROS/DIA
785 B,C	125.78	1257.79	2515.58
789 C	132.08	1320.81	2641.62
789 D	133.21	1332.11	2664.21
793 F	171.61	1716.06	3432.11
CF- 994	180	1800.00	3600.00
PA-6050	300	3000.00	6000.00
PA-6060	400	4000.00	8000.00
TR-D10	60	600.00	1200.00

**Tabla 2.** Capacidades de tanques.

EQUIPO	CAPACIDADES	
	(litros)	50%
785 B,C	1890	945
789 C	3218	1609
789 D	3785	1892.5
793 F	4921	2460.5
CF- 994	3800	1900
PA-6050	10200	5100
PA-6060	11000	5500
TR-D 10	1200	600

## 7. Cargado de diésel y tiempo de recarga.

El cargado de diésel de los equipos se efectuará según el horario correspondiente en el equipo y/o turno. Para localizar la mayoría de los equipos auxiliares, se cuenta con el apoyo de control vehicular. La recarga de los camiones será en las áreas asignadas de cargado de diésel (tepetateras, estación de combustible), por su parte las palas se recargarán en los paros programados o en las horas asignadas.

El tiempo de cargado del diésel puede variar dependiendo de la capacidad del tanque, la siguiente (tabla 3) muestra el flujo de la bomba de diésel.

**Tabla 3.** Tiempo de recarga de diésel.

FLUJO BOMBA DIESEL	
litros	Tiempo /min
15000	38
14200	36
13400	34
12600	32
11800	30
11000	28
10200	26
9400	24
8600	22
7800	20
7000	18
6200	16
5400	14
4600	12
3800	10
3000	8
2200	6
1400	4
600	2

## 8. Desarrollo.

En las siguientes tablas se anexan los tipos de equipos que se cargaron en el turno de primera con la pipa de diésel 16, como los litros recargados, el tiempo de recarga y la hora que se llevó acabo.

**Tabla 4.** Datos capturados en campo del día 24 de julio del 2015.

24 de julio del 2015			
pipa de diésel 16			
Operador: Francisco Cristino Núñez			
Equipo	Litros	Tiempo de recarga de diésel (min)	Hora de recarga
tractor 28	279	00:42	07:30
tractor 21	280	00:45	07:45
tractor 50	292	00:48	08:05
tractor 22	209	00:34	08:15
camión 34	1003	02:27	09:10
camión 63	614	01:45	09:35
camión 25	998	01:50	09:50
camión 24	1195	03:26	10:36
camión 26	1364	03:57	10:40
camión 53	962	01:46	10:40
camión 23	1311	03:53	10:55
camión 62	1765	05:00	11:03
rotaria 20	713	02:02	02:20
rotaria 19	556	01:33	02:24
rotaria 16	980	02:43	02:30

**Tabla 5.** Datos capturados en campo del día 25 de julio del 2015.

25 de julio del 2015			
pipa de diésel 16			
Operador: Francisco Cristino Núñez			
equipo	litros	tiempo de recarga de diésel (min)	hora de recarga
tractor 28	608	01:47	07:58
orquesta 18	456	01:18	08:06
tractor 00	475	01:23	08:10
camión 27	1249	03:37	09:00
camion36	1998	05:44	09:13
camión 26	1294	03:47	09:14
camión 22	1234	03:36	09:19
camión 214	1040	03:01	09:27
camión 31	1054	03:08	09:29
camión 34	1357	04:00	09:34
camión 25	971	02:50	09:48
camión 37	1167	03:23	10:00
camión 30	1090	03:09	10:23
camión 209	482	01:17	10:30
camión 201	1216	03:30	11:06
rotaria 20	773	02:11	02:03
rotaria 16	850	02:25	02:07
rotaria 19	766	02:10	02:12

**Tabla 6.** Datos capturados en campo del día 28 de julio del 2015.

28 de julio del 2015			
pipa de diésel 16			
Operador: Francisco Cristino Núñez			
equipo	litros	tiempo de recarga de diésel (min)	hora de recarga
tractor 28	109	00:18	07:22
tractor 00	321	00:56	07:40
tractor 201	930	02:43	07:55
CF 00	476	01:21	08:03
rotaria 18	111	00:24	08:47
rotaria 16	301	00:51	08:48
rotaria 20	390	01:05	09:01
camión 40	1610	04:39	09:32
camión 212	1015	02:58	09:41
camión 213	926	02:41	09:42
camión 51	1800	05:18	09:49
camión 47	1373	03:54	10:00
camión 209	392	01:10	10:05
camión 203	877	02:35	10:08
camión 201	974	02:52	10:14
camión 211	816	02:18	10:16
camión 214	600	01:43	10:19
camión 25	1241	03:36	10:22
camión 30	1091	03:00	10:30
camión 207	836	02:27	10:34
pipa de agua 23	402	01:13	10:38
pipa de agua 21	510	01:30	10:40
camión 32	600	01:45	10:45
camión 26	1429	04:06	11:02
rotaria 04	805	02:09	11:17
pipa de agua 32	726	02:10	02:52



De manera similar se anexaron los tipos de equipos que se cargaron en el tu segunda con la pipa de diésel 19, como los litros recargados, el tiempo de recarga y la hora que se llevó acabo.

**Tabla 7.** Datos capturados en campo del día 29 de julio del 2015.

29 de julio del 2015			
pipa de diésel 19			
operador: Alonso Valdez			
Equipo	Litros	tiempo de recarga de diésel (min)	hora de recarga
rotaria 16	360	01:04	01:57
rotaria 20	960	02:39	02:02
rotaria 18	736	02:00	01:59
CF 14	1728	04:51	02:24
pala 201	3405	09:44	02:35
pipa agua 202	123	00:23	02:55
CF 8	1452	04:09	02:56
tractor 201	506	01:07	03:19

**Tabla 8.** Datos capturados en campo del día 30 de julio del 2015.

30 de julio del 2015			
pipa de diésel 19			
operador: Alonso Valdez			
Equipo	Litros	tiempo de recarga de diésel (min)	hora de recarga
rotaria 16	1078	03:00	02:17
rotaria 18	778	02:18	02:29
rotaria 20	988	02:50	02:25
camión 51	1009	02:48	03:15
moto 35	317	00:53	03:18
camión 68	1589	04:30	03:21
camión 60	740	02:00	03:27
camión 66	2309	06:35	03:38

**Tabla 9.** Datos capturados en campo del día 31 de julio del 2015.

31 de julio del 2015			
pipa de diésel 19			
operador: Alonso Valdez			
equipo	Litros	tiempo de recarga de diésel (min)	hora de recarga
camión 46	3158	08:42	02:11
CF 8	988	02:40	02:23
pala 201	5602	15:33	02:34
rotaria 18	600	01:43	02:53
rotaria 20	789	02:07	02:57
rotaria 16	936	02:32	03:01
moto 202	354	01:00	03:21
camión 41	653	01:36	03:42

**Tabla 10.** Datos capturados en campo del día 1 de agosto del 2015.

1 de agosto del 2015			
pipa de diésel 19			
operador: Alonso Valdez			
equipo	Litros	tiempo de recarga de diésel (min)	hora de recarga
rotaria 22	267	00:41	01:41
rotaria21	953	02:37	01:44
rotaria 14	66	00:08	01:48
rotaria 17	250	00:37	01:58
pala 3	7087	17:40	02:00
pala 5	7842	19:38	02:40

## 9. Resultados.

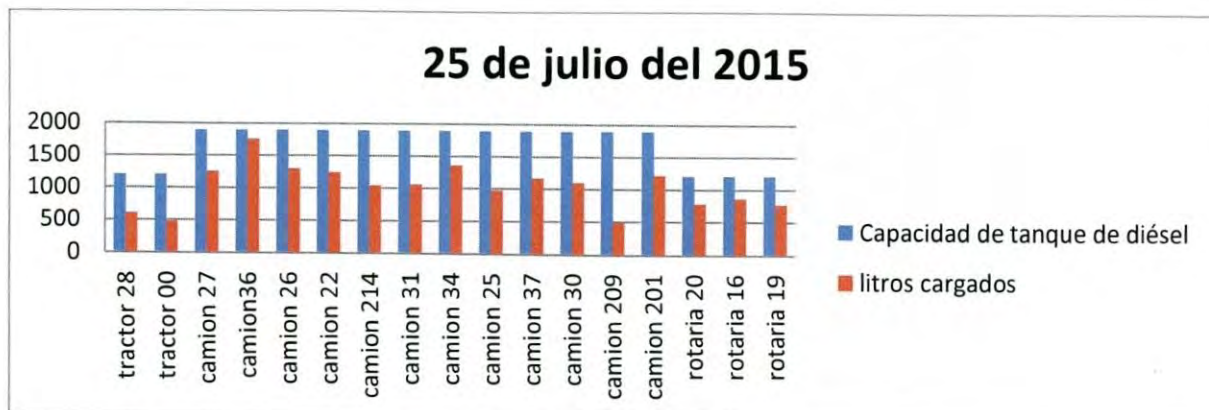
En las siguientes graficas podemos ver la comparación de las capacidades de los tanques de diésel contra los litros cargados en el turno de primera, que se realizaron con la pipa de diésel 16.

La mayoría de las recargas se efectuaron cuando el equipo contaba con el 50% de diésel en el tanque.

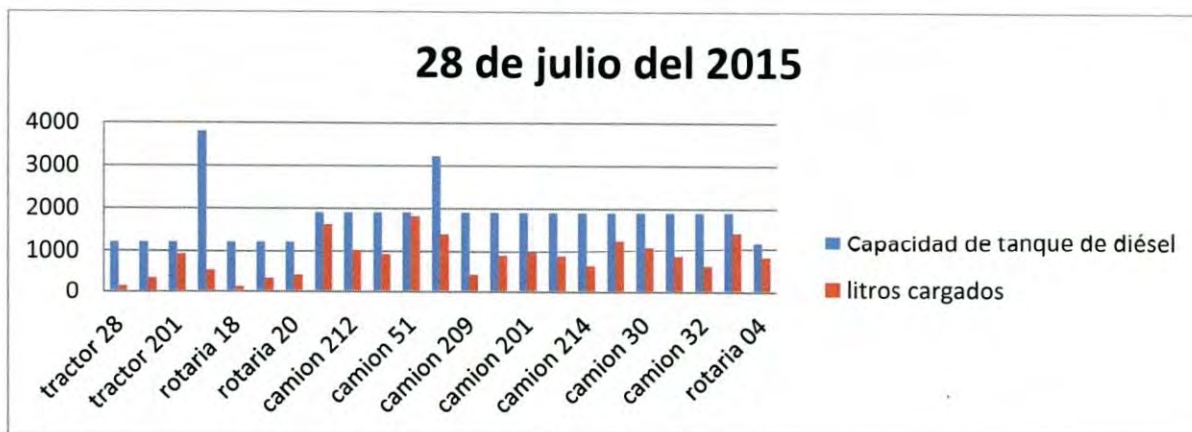
**Grafica 1.** En la siguiente gráfica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 24 de julio del 2015.



**Grafica 2.** En la siguiente gráfica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 25 de julio del 2015.

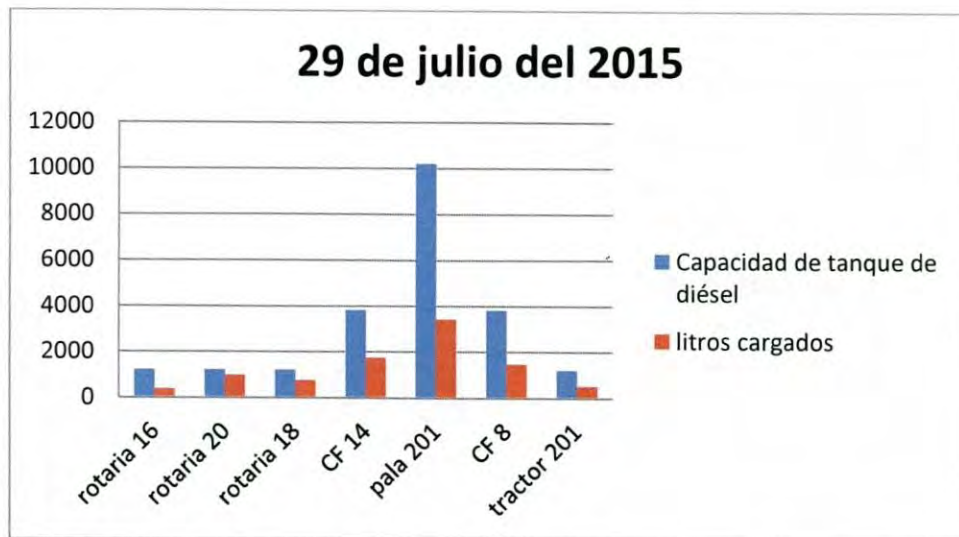


**Grafica 3.** En la siguiente gráfica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 28 de julio del 2015.

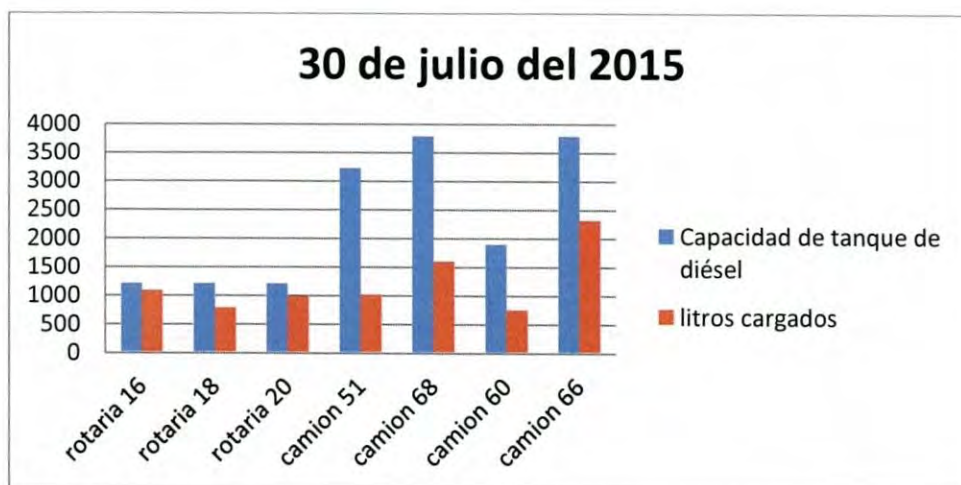


De manera similar se generaron las gráficas para ver la comparación de las capacidades de los tanques de diésel contra los litros cargados en el turno de segunda, que se realizaron con la pipa de diésel 19.

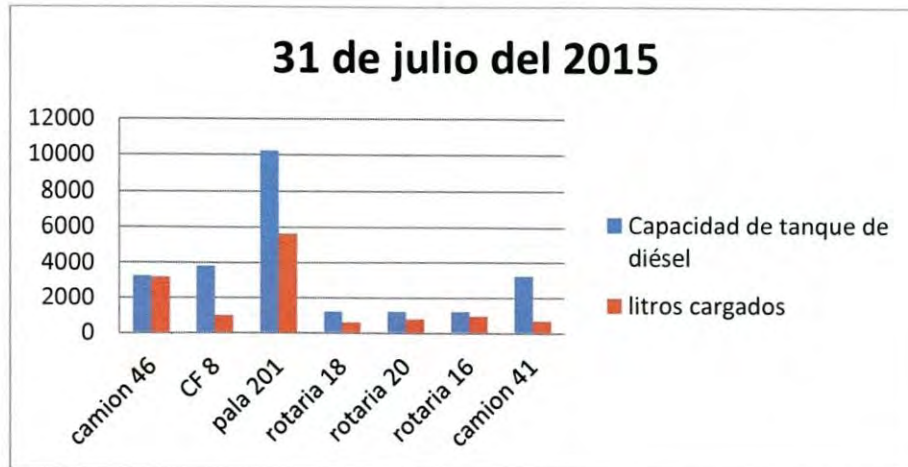
**Grafica 4.** En la siguiente grafica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 29 de julio del 2015.



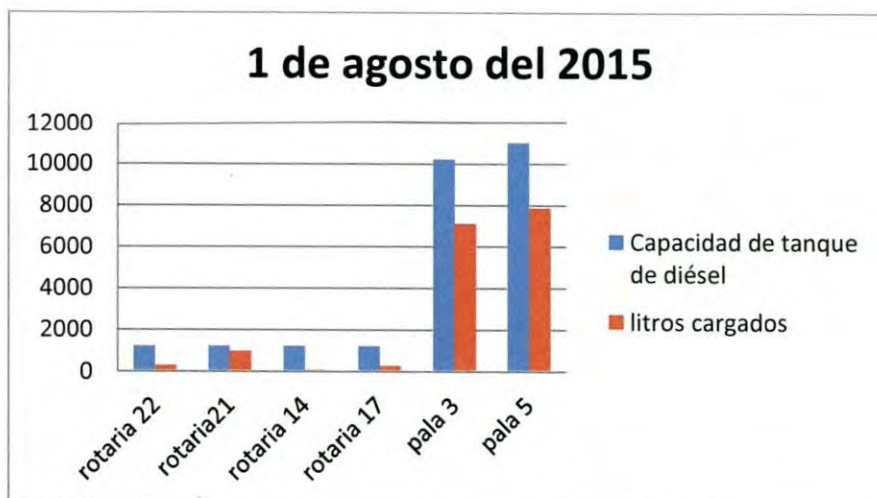
**Grafica 5.** En la siguiente grafica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 30 de julio del 2015.



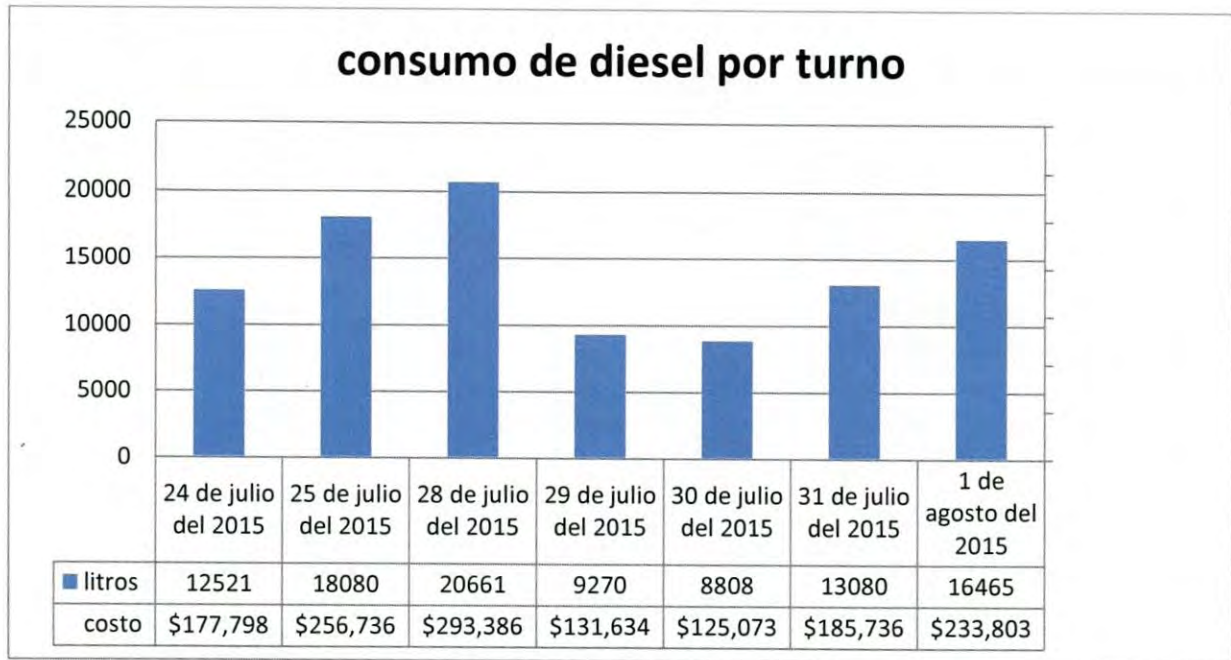
**Grafica 6.** En la siguiente grafica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 31 de julio del 2015.



**Grafica 7.** En la siguiente grafica se compara la capacidad del tanque del equipo y los litros recargados del día 1 de agosto del 2015.



Finalmente se puede observar en la tabla el consumo de diésel que se llevó acabo por turno y también podemos ver el costo generado por dicho consumo.



**Grafica 8.** En la siguiente grafica se puede observar el consumo de diésel por turno de los datos capturados en campo y el costo que genera dicho consumo.

## 10. Observaciones.

Con los datos capturados de las recargas de diésel en los turnos de primera y segunda durante mi periodo de prácticas, se observó que el cargado diésel se realizó conforme al horario establecido pero hubo sus excepciones de equipos que fueron a recargar con menos del 50% de diésel en su tanque. Esto podría afectar la operación del equipo ya que la falla de diésel puede dañar el sistema de inyección y también puede provocar el paro de motor con la consecuente pérdida de producción por la falta de equipos operando.

La falta de combustible en afectaba en tres aspectos en la producción:

- 1.- el tiempo de paro ocasiona pérdidas en la producción.
- 2.- se crea un acto inseguro porque se puede provocar un accidente.
- 3.- los sistemas de inyección de los equipos se dañan, causando pérdidas económicas graves ya que estos sistemas son muy caros.



## Conclusión.

Durante mi periodo de prácticas se me asignó en un proyecto de recargado y consumos de diésel, en el cual me pude dar cuenta de cómo los tiempos de cargado puede afectar directamente la producción de la mina.

En este proyecto se detectó que la producción de la mina se ve afectada por el paro de equipos a la hora de ser cargados, por eso se asignaron áreas específicas aparte de la estación de combustible para evitar aglomeramientos de camiones a la hora de recargar diésel, también se vio otro factor que perjudica la producción, que son cuando los equipos se quedan sin combustible, porque tanto el operador como el supervisor no llevaban bien los rendimientos.

Otro aspecto importante que me lleve durante mi periodo de prácticas fue el saber el gasto que se genera diaria mente en la mina por el consumo del diésel para mantener los equipos operando.

## Introducción.

En el presente reporte se describe la operación de la Mina Saucito que pertenece a la empresa de Fresnillo plc. Se encuentra operando en el municipio de Fresnillo, Zacatecas. Esta mina se dedica a la extracción de concentrado de plata, oro, plomo y zinc. La operación de la mina es subterránea y el proceso de aprovechamiento del mineral es a través de dos bocaminas, Fátima y Jarillas, que cuentan con túneles, rampas y rebajes, así como de dos tiros para su extracción (manteo) a superficie.

## 1. Localización de minera Saucito.

El proyecto se encuentra localizado geográficamente en la zona centro del municipio de Fresnillo (figura 6), del estado de Zacatecas, a 8 km. De la unidad de Fresnillo, cercano al poblado de Valdecañas y Saucito del poleo. La principal vía de acceso es a partir de la ciudad de Fresnillo, localizada aproximadamente a 63 kilómetros al noroeste de la ciudad de Zacatecas transitado por la carretera federal No. 94



**Figura 6.** Localización geográfica de la mina

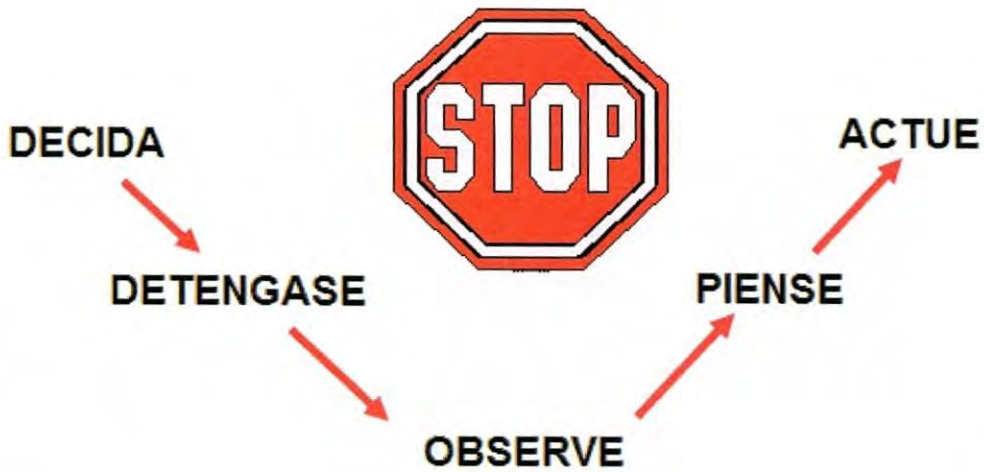
## 2. Curso de inducción.

Fresnillo plc es una empresa dedicada a la exploración, explotación y beneficio de minerales, comprometida en prevenir la contaminación, garantizando un lugar seguro y saludable para su personal, estableciendo buenas relaciones con las comunidades vecinas, cumpliendo con los requisitos legales y otros, mejorando continuamente los procesos productivos a través de un Sistema de Gestión Integral y orientada a trabajar bajo una cultura de desarrollo sustentable.

Antes de entrar a la mina llevamos un curso de inducción en el cual se nos impartió durante toda nuestra primera semana de prácticas profesionales, en el cual vimos las políticas de seguridad e higiene de Fresnillo plc, como todos los procedimientos y reglas que teníamos que llevar a cabo durante nuestro periodo en la mina.

## 2.1 La unidad cuenta con el programa de S.T.O.P. (figura 7)

El programa consiste en fijar estándares de seguridad, que demuestren el compromiso de cada uno de nosotros con la seguridad y la pongamos en igualdad con respecto a la calidad, la moral, los costos y la producción.



*Figura 7.* Diagrama del ciclo del STOP

- **DECIDA:** Otorgue máxima prioridad a la seguridad.
- **DETENGASE:** Preste toda su atención al área de trabajo.
- **OBSERVE:** Busque actos inseguros y condiciones inseguras
- **PIENSE:** Determine en qué forma la seguridad podría verse afectada por todo aquello que ha observado.
- **ACTUE:** Aplique su buen juicio para eliminar actos inseguros y condiciones inseguras y así prevenir las lesiones.

2.2 Para poder entrar a la mina teníamos que contar con nuestro equipo de protección personal (EPP). El cual se nos dio después de terminar el curso de inducción.



Casco y lámpara



Botas de hule



Guantes



Zapato de seguridad



Cinturón de seguridad



Respirador



Lentes de seguridad



Sordinas



Detector de monóxido



Detector de corriente



Overol



Autorescatador

### 3. Geología del yacimiento.

La geología del área está dominada por andesitas en la parte superior que superyacen a una secuencia rítmica de Lutitas y Areniscas, están cubiertas por una columna de conglomerados, piroclásticos y derrames del Terciario; principalmente de carácter riolítico que llega a tener una potencia de hasta 500 m.

La mineralización económica se conforma de vetas epitermales tipo Bonanza, con valores de Au-Ag y Pb-Zn hacia su porción inferior.

#### 3.1 Mineralogía.

Bandeamiento rítmico con cuarzo, calcita, clorita, hematita, galena (grano grueso), esfalerita y pirita, típico de relleno de fisura.

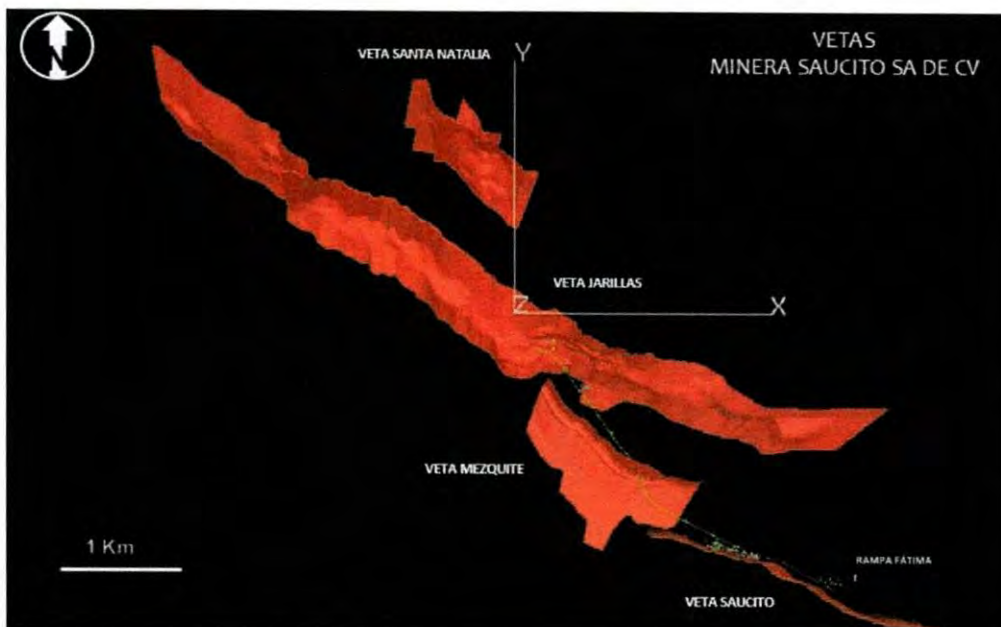
Se presenta también mineralización de sulfosales de plata (negras), sulfosales de plata (rojas), acantita, calcocita, arsenopirita, electrum y algo de calcopirita.

### 3.2 Vulcanismo del yacimiento.

El vulcanismo y extensión relacionados a tectonismo tipo “Basin and Range”, es el responsable de haber generado fluidos hidrotermales ricos en elementos volátiles.

Estas vetas forman parte de una serie de lineamientos estructurales generadores de posibles zonas de extensión favorables para formar clavos mineralizados, en donde actualmente se realiza exploración para incrementar los recursos del proyecto.

De acuerdo con la mineralogía, tipo de alteración y ambiente tectónico, se interpreta que las vetas del área Saucito (figura 8) son del tipo de sulfuración intermedia.



**Figura 8.** Imagen de las vetas de minera Saucito.



### 3.3 Características generales de las vetas de minera Saucito.

Veta Saucito: se conoce por medio de barrenos a lo largo de 2,500m con rumbo casi E-W y buzamiento al S con 70° promedio. Ha sido detectada desde los 170 m hasta 900 m de profundidad. Su espesor es variable desde 0.60 a 4.50 m con promedio de 1.57m.

Veta Mezquite: se conoce por barrenos a lo largo de 1,400m con rumbo NW60°SE y buzamiento al SW con 50° promedio. Está dividida por una aparente zona de falla, la cual desplaza la veta. En el lado E la veta es más ancha y más enriquecida que la porción W. Ha sido detectada desde los 130m y hasta los 1,100m de profundidad. Su espesor es variable desde 0.45 a 7.58m con promedio de 2.85m.

Veta Jarillas: se conoce por medio de barrenos, a lo largo de casi 7,000m con rumbo general NW70°SE y buzamiento al SW con 65° promedio. Ha sido detectada desde los 160 m y hasta 1,150 m de profundidad. Su espesor es variable desde 0.40 a 14.20 m con promedio de 3.60m.

Veta Santa Natalia: está compuesta por cuatro estructuras. El rumbo general es NW50°SE y buzamiento al SW con 69° promedio. Ha sido detectada desde los 190 m y hasta 840 m de profundidad. Su espesor es variable desde 0.50 a 6.31 m con promedio de 3.72 m.

### 3.4 Recursos y reservas de las vetas de minera Saucito

**Tabla 11.** Recursos y reservas de la veta Saucito.

Veta Saucito	Toneladas	Ancho(m)	Au (g/ton)	Ag (g/ton)	Pb (%)	Zn (%)
Recursos	2,932,343	0.99	2.85	338	0.69	0.90
Reservas	915,930	2.30	2.47	257	0.42	0.54

**Tabla 12.** Recursos y reservas de la veta Mezquite.

Veta Mezquite	Toneladas	Ancho(m)	Au (g/ton)	Ag (g/ton)	Pb (%)	Zn (%)
Recursos	2,752,100	3.87	1.16	236	1.40	2.07
Reservas	139,572	3.55	0.81	436	0.68	1.41

**Tabla 13.** Recursos y reservas de la veta Jarillas.

Veta Jarillas	Toneladas	Ancho(m)	Au (g/ton)	Ag (g/ton)	Pb (%)	Zn (%)
Recursos	25,399,684	3.63	1.36	356	1.55	2.85
Reservas	8,173,950	6.97	1.63	403	1.87	3.42

**Tabla 14.** Recursos de la veta Natalia.

Veta Natalia	Toneladas	Ancho(m)	Au (g/ton)	Ag (g/ton)	Pb (%)	Zn (%)
Recursos	5,218,986	2.55	0.50	295	0.73	1.63
Reservas						

#### 4. Operación mina.

Los accesos principales para el interior mina son las rampas Jarillas y Fátima las cuales llevan una pendiente del 15 % y una sección de 5x4.5 metros, en los desarrollos principales (cruceos y rampas de servicios) son de 4x4.5 metros.

La mayoría del personal sindicalizado entra a la mina por las calesas que se encuentran operando en los tiros Saucito y Jarillas.

La mina Saucito está dividida en tres áreas las cuales son: Jarillas (oriente, central, poniente), Mesquite y Fátima. Son las zonas más importantes de la mina con una producción de:

- 3000 toneladas de Jarillas central y oriente
- 2000 toneladas de Fátima y Mesquite
- 3000 toneladas de Jarillas poniente

El mineral explotado es manteado por dos tiros de extracción; el tiro Jarillas mantea 20 botes por hora con una capacidad de 14 toneladas y el tiro Saucito 20 botes por hora con capacidad de 6 toneladas. Entre los dos tiros en el transcurso de un turno de 12 horas, mantean a superficie aproximadamente 4,800 toneladas de mineral.

A continuación se muestran los detalles técnicos de los tiros para el manto:

#### 4.1 Tiro Jarillas

- Profundidad de 630 metros.
- Diámetro final 6.50 metros.
- Capacidad 6,000 TPD.
- Cuenta con malacate de producción y servicios de doble tambor con poleas montadas sobre la torre y guías rígida de acero.
- Torre cuadrada de 48 metros de altura.



**Figura 9.** Tiro Jarillas

#### 4.2 Tiro Saucito

- Profundidad de 587 metros.
- Diámetro de 5.50 metros.
- Capacidad de 3,000 TPD.
- Malacate de producción y servicios de fricción montados en la torre y guía de cable.
- Torre cuadrada de 51 metros de altura.



**Figura 10.** Tiro Saucito

## 5. Ciclo de minado



## 5.1 Barrenación

La barrenación se lleva acabo con diversos equipos que se encuentran operando en la mina ya sea por contratista o personal sindicalizado. Cuentan con jumbos de las marcas atlas copco (boomer S1D-DH y L1D).

Las brocas que usan para barrenar los desarrollos son de 7/8", para plantillas de perforación es de 1m x 1m, con cuña de 5, 7 o 9 barrenos.

El Boomer L1D (Figura 6) es un moderno equipo hidráulico de perforación frontal utilizan una barra de 16ft, se encontraba operando en una frente que se estaba acondicionando para la barrenación larga.



**Figura 11.** Fotografía tomada de un bommer L1D.

## 5.2 Carga de explosivo y voladura.

El cargado de explosivos es una de las actividades de las cuales se debe de tener más noción y con mayor importancia en la operación de la mina, ya que representa uno de los gastos más fuertes de la compañía. Para esto se debe de realizar los cálculos de las plantillas los cuales nos dirán cuanta cantidad de explosivo va hacer necesario para cada voladura y así evitar los sobrantes y el sobrecargado. En la mina cuentan con un horario de voladura en el turno de primera 6:00 a 06:30 am, turno de segunda 6:00 a 06:30 pm y tenían un avance aproximado de 3 a 4 metros por pegada.

Tipos de explosivos que se utilizaban en la mina:

- Mexamon
- Emulsión de 1x8".
- Emulsión de 1x16".
- Emulsión de 1x32".
- Booster( en la barrenación larga )
- Noneles
- Conectores Ikon( para la barrenación larga)
- Blasters ( olla para colocar mexamon)

El cargado del explosivo es realizado con dos quipos, son los anfoloader y blasters (Figura 12).



**Figura 12.** Anfoloader y blasters.

### 5.3 Ventilación.

Después de cada voladura se deja ventilar al área de la misma un tiempo de aproximadamente 1 hora.

La mina es ventilada por medio de citrones ubicados en los contrapozos y ventiladores que distribuyen el aire por medio de mangas. Las mangas son de 32" y 36" de diámetro con una longitud de 20 metros.

Se debe suministrar al interior de la mina un volumen de 1.5 m<sup>3</sup>/min por cada trabajador y 2.13 m<sup>3</sup>/min por cada caballo de fuerza de la maquina activada por motores de combustión diésel.

Cuentan con 18 extractores de la marca zitron, los cuales 13 son extractores de 200 mil ft<sup>3</sup>/min y 5 de 120 mil ft<sup>3</sup>/min.

### 5.4 Amacice.



En la mina se cuentan con un procedimiento de cuatro pasos para llevar acabo el amacice.

1.- Localización de la zona a amacizar: consiste en hacer una observación visual de la zona a amacizar, teniendo cuidado de no situarse en lugares donde pudiera haber rocas sueltas.

2.-Dirección de avance al amacizar: se debe buscar el lugar más estable y llevarlo a cabo a través de terreno macizo hasta dejarlo seguro. Es mala práctica amacizar directamente aquella roca que se ven abiertas, ya que podemos situarnos bajo otra roca que puede estar suelta.

3.- Posición correcta al amacizar: el trabajo debería ubicarse a la mayor distancia posible del punto en que caerá la roca. La inclinación de la barra debería no ser mayor a  $45^{\circ}$  para evitar deslizamientos de roca por la propia barra de amacice.

4.-Uso de la barra de amacizar: la barra de amacice es una herramienta especial diseñada para detectar y tumbar rocas, la punta sirve para hacer hueco en la roca, por el otro extremo se usa para hacer palanca.

## 5.5 Rezagado.

El nivel principal de acarreo es el 1764, es donde se encuentran dos parrillas con una apertura de 1.70 m en las cuales se depositan el mineral. Después de pasar por la parrilla pasa a una quebradora de quijada para reducir su tamaño un 70%, para después ser manteado a la superficie.

Se tienen diversos equipos para realizar el rezagado de los topes. Son tres tipos de Scooptram ST1530, ST1030, ST14 de la marca atlas copco, en el acarreo tiene camiones de bajo perfil MT42 atlas copco y dompes del contratista Ledesma de 14 m<sup>3</sup>

ST1530 es de 15 toneladas métricas para grandes operaciones de interior, incluyendo trabajos de explotación, producción minera y desescombro de túneles.



**Figura 13.** Imagen de un de Scooptram ST1530

ST1030 es una fiable cargadora de interior de 10 toneladas métricas. Está equipada con una cabina para el operador de diseño ergonómico para una productividad sin igual en cualquier mina.



**Figura 14.** Imagen de un de Scooptram ST1030

MT42 es un camión de interior articulado de 42 toneladas y alta velocidad, que ofrece una seguridad y productividad.



**Figura 15.** Imagen de un de MT42

## 5.6 Anclado.

Se puede realizar con dos equipos, el Boltec MD o con un Boltec 235 H. Los equipos pertenecen a la marca atlas copco, y usan anclas de varilla corrugada marca encinal de grado 42 ( $4200 \text{ Kg/cm}^2$ ), con diámetro de  $5/8$  " y  $3/4$  " con una longitud de 2.4m y 3m, la varilla cuenta con un ojillo de 2.54 cm .Utilizan una placa de soporte fabricada con material estructural con una resistencia a la tensión de  $3516.17 \text{ Kg/cm}^2$ , el espesor es de calibre 9; en cada ancla se utilizan de 10 a 15 cartuchos de cemento, el cartucho de cemento tiene un diámetro de 2.54 cm y longitud de 35 cm. En caso de que se ocupe meter malla electro soldada se ocuparan meter 8 anclas por malla para su sostenimiento.

El anclaje se llevará a cabo perpendicularmente a la estratificación. El espaciamiento entre las anclas variar mucho por la calidad del macizo rocoso de hasta 0.5 m a 1.5 m, esto dependerá mucho de la calidad de la roca.

La Boltec MD es un anclador totalmente mecanizada para longitudes de ancla de 1.5 a 3.5 metros, lleva 10 anclas en su carrusel alcanzando alturas de techo de hasta 9.5 metros.



**Figura 16.** Fotografía tomada a un Boltec MD.

La Boltec 235 H es un anclador totalmente mecanizada para longitudes de ancla de 1.5 a 2.4 metros, lleva 10 anclas en su carrusel alcanzando alturas de techo de hasta 8.5 metros



**Figura 17.** Imagen de un de MT42

La única diferencia entre los dos equipos es que el MD traer un brazo extra para el enmallado

## 6. Área asignada.

El área que se me asignó durante mi periodo de prácticas profesionales fue Jarillas poniente (minada por barrenación larga), en esta área cuentan con 42 topes los cuales están en producción por contratistas y personal sindicalizado.

También se cuenta con la estación de bombeo natalias, la cual tiene 5 bombas con una capacidad de bombeo de 3200 litros por hora, dos piletas de 100 metros de largo, 10 metros de alto y 5 metros de ancho con una capacidad de 5,000 m<sup>3</sup> por pileta.

### Personal y datos generales del área asignada:

Superintendente: Jesús Arbaiza

Asesor: Gerardo de luna

Supervisores: Francisco Carrillo, Alberto López, Camilo Estrada

Ley promedio: 400 Ag gramo por tonelada

Producción diaria requerida: 3000 ton/diarias

Rocas encajonantes: intercalación de lutitas y areniscas

Problemas más comunes en el área: bombeo, maquinarias en mantenimiento, así como tuberías caídas y con la planeación de las obras.

## 7. Método de Barrenación larga.

La barrenación larga la lleva a cabo la empresa contratista Osos Ocampo, los barrearnos son realizados con dos equipos simba M4 de la marca atlas copco.



**Figura 18.** Imágenes de simbas M4

La barrenación larga consiste en tener un nivel principal de extracción de mineral y subniveles de aproximadamente 30 metros de altura, a partir de los cuales se podrá realizar la barrenación larga en forma descendente. La plantilla de barrenación es de 1x2.5 metros el diámetro de los barrenos es de 4" y se darán 4 barrenos por línea o más bien dependiendo de la potencia de la veta. La extracción del mineral será a través del nivel inferior por los diferentes cruceros de extracción localizados en la contra frente a lo largo de todo el bloque a minar.

El relleno de tepetate tiene el propósito de hacer que el mineral de las voladuras de la barrenación larga, escurra hacia los cruceros, para realizar el rezagado final. Para evitar la dilución del mineral se colocan mangas que señalan a los operadores cuando lleguen al relleno.

El máximo espacio abierto que se podría dejar entre el tope de la barrenación larga y el tope de relleno es de 30 metros para evitar desprendimientos del alto, así también, el sistema de soporte más adecuado de las obras de preparación. Si las condiciones de las rocas son muy malas, el relleno se deberá llevar tan cerca como sea posible del banco de barrenación.



## Conclusión.

Fue una gran experiencia haber formado parte de la fuerza laboral de la empresa minera Saucito en esta corta estancia, pero satisfactoria tanto académicamente como personal me ha sido muy útil para mi formación, ya que pude poner en práctica los conocimientos adquiridos en el transcurso de mi carrera académica de ingeniero minero; así como también darme cuenta de la importancia de tener una buena comunicación tanto con tus superiores como personal a cargo para facilitar las labores mineras en las que estaremos sometidos en nuestras jornadas de trabajo.

Otro aspecto importante que me llevo sobre la minería subterránea es la importancia del llevar de la mano al desarrollo con la producción y tampoco olvidarnos de tener una buena planeación porque sin ella se nos dificultarían nuestras labores en la mina afectando nuestra producción.