

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



**MEMORIA DE  
PRÁCTICAS PROFESIONALES  
EN COMPAÑÍA HANKA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO MINERO**

PRESENTA:  
**OSCAR ALONSO CANO HERNÁNDEZ**

# 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

05 de abril de 2018.

**P.I.M. OSCAR ALONSO CANO HERNANDEZ**  
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 **MEMORIA DE PRACTICAS PROFESIONALES EN COMPAÑÍA HANKA**, 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:

<b>DIRECTOR:</b>	<b>DR. JUAN MANUEL RODRIGUEZ ZAVALA</b>
<b>ASESOR:</b>	<b>M.C. GENESIS LUISANA AGUIRRE LÓPEZ</b>
<b>ASESOR:</b>	<b>ING. BRENDA MARIA QUIJADA MAYORQUIN</b>

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 RODRÍGUEZ ZAVALA**  
**PRESIDENTE DE ACADEMIA**





"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"

# UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

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

27 de abril de 2018.

**P.I.M. OSCAR ALONSO CANO HERNANDEZ**

**Presente.-**

Por medio de la presente, informo a usted que después de analizar su solicitud de aprobación del Tema **MEMORIA DE PRACTICAS PROFESIONALES EN COMPAÑÍA HANKA**, 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"**

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

*Juan M. Rodríguez Zavala*  
**DR. JUAN MANUEL RODRIGUEZ ZAVALA**  
**PRESIDENTE DEL JURADO**  
**(DIRECTOR)**

*Genesis Elisana Aguirre López*  
**M.C. GENESIS ELISANA AGUIRRE LÓPEZ**  
**SECRETARIO DEL JURADO**  
**(ASESOR)**

*Brenda María Quijada Mayorquin*  
**ING. BRENDA MARIA QUIJADA MAYORQUIN**  
**VOCAL DEL JURADO**  
**(ASESOR)**



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

**División de Ingeniería**

**Reporte de Prácticas Para Obtener Título de Ing. Minero**



**Oscar Alonso Cano Hernández**

## **Dedicatoria**

Primero que nada quiero darle gracias a Dios por haberme dado la fortaleza de seguir adelante cuando todo lucía complicado, cuando no sabía si continuar o buscar otros caminos, cuando todo se volvía un reto pero fue cuando comprendí que los retos, son para los valientes.

A mis padres, a quienes les debo todo lo que soy, estoy eternamente agradecido por todo el amor que siempre me han brindado, ustedes siempre han sido un ejemplo para mí. Gracias por enseñarme desde pequeño a luchar por mis sueños, y este logro es gracias a ustedes.

A mi hermano, por haber estado siempre conmigo y apoyado en todo.

A mis tíos Liz y David, por hacerme sentir como en casa durante estos años, por el esfuerzo y apoyo que siempre me brindaron, sus buenos consejos y compañía muchas gracias por todo.

A Alci, te agradezco el apoyo que me has brindado y la paciencia, esos buenos consejos y por ayudarme a ser una mejor persona.

A Ing. Gerardo Blanco, por haberme dado la oportunidad de realizar a mis prácticas profesionales, por resolver mis dudas y aconsejarme.

A Ing. Juan Carrizoza, por haberme ayudado durante mis prácticas, y por compartirme sus conocimientos.

A Dr. Juan Manuel Rodríguez por el apoyo y la paciencia que me brindo como profesor y durante este proceso de titulación.

A mis profesores y compañeros, que sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas.



## Contenido

Introducción.....	5
Localización.....	7
Geología.....	8
Procedimiento cargado de barrenos (Servicio al Barreno).....	9
Señalización del área.....	9
Censado de barrenos .....	9
Sembrado .....	12
Cebado .....	13
Cargado de barrenos .....	14
Tapado de barrenos .....	15
Conos chinos .....	15
Programación de iniciadores .....	16
Voladura .....	18
Análisis P80.....	19
Sismógrafo .....	21
Reporte que arroja el sismografo .....	22
Utilización de aceite quemado en la fabricación de heavy anfo .....	24
Conclusión.....	26
Bibliografía .....	27

## Introducción

Como estudiantes de la carrera ingeniería en minas, se realizaron prácticas profesionales en la Compañía Industrial Hanka S.A de C.V., la cual presta sus servicios a la empresa Buenavista del Cobre de Grupo México. El periodo en el que se realizaron las prácticas profesionales fue del 01 de Julio de 2015 al 30 de Agosto de 2015. Las actividades que realizamos en dicha empresa correspondieron al área de explosivos. Que fueron en servicio al barreno, los tipos de mezclas que se utilizan dependiendo el terreno y las clases de explosivos utilizadas en trabajos de minería. También se vieron análisis de fragmentación de roca (P80), que nos sirve para saber el tamaño de roca que nos quedó después de la voladura, ahí sabremos si se está utilizando el explosivo adecuado. Otro tipo de análisis que se vio es el del sismógrafo, con este se sabe las ondas acústicas y vibratorias que ocasiona la voladura, se analiza que no sobrepase los límites permitidos (2 pulgadas/segundo para la onda sísmica y 138 decibeles para la onda acústica).



## **Hanka**

Hanka se estableció en 1984, con el propósito de crecer junto con la industria minera mexicana. Gracias a los esfuerzos de un equipo de trabajo talentoso, bien preparado y honesto, Hanka se convirtió en el principal proveedor de productos y servicios de voladura de roca en la región noroeste de México.

### **Misión**

Proporcionar "Soluciones creativas y confiables" para la mejora del rendimiento comercial de nuestros clientes, los beneficios de los empleados y el bienestar de la comunidad.

### **Visión**

Ser reconocidos como "El Socio Estratégico" elevando los estándares de productividad de la minería y la construcción en México, a través de la entrega de un mayor valor agregado a ambas industrias de una manera sostenible, respetuosa y confiable.

### **Ideología central**

- Una dedicación total a la calidad, la seguridad y la fiabilidad.
- Comprometido con la responsabilidad y el bienestar de la comunidad.
- Una visión de que Hanka existe gracias a nuestros clientes y para mejorar a nuestros clientes.
- Respeto profundo, confianza, justicia y afecto por el individuo.

### **Soluciones**

- Servicios al barreno
- Nitrato de amonio técnico
- Agentes explosivos
- Explosivos altos
- Sistemas de iniciación
- Servicios técnicos
- Sismógrafos

## Localización

La mina Buenavista del cobre se encuentra en la ciudad de Cananea Sonora, localizada al noreste del estado a 297 kilómetros de la capital Hermosillo, y a 61 kilómetros de la frontera con Estados Unidos de América en Naco. Comunicada con las poblaciones de Imuris-Agua prieta por la carretera federal N°2. La ciudad de Cananea se encuentra en una elevación de 1620 m s. n. m.



Figura 1. Vista satelital de mina Buenavista del cobre



## Geología

Las principales rocas en la zona de cananea son de origen ígneo, de igual forma se presentan rocas sedimentarias y metamórficas. La fuerte alteración y mineralización se extiende en una franja de 10 kilómetros de largo y 3.5 kilómetros de ancho.

Las rocas sedimentarias se han catalogado como las más antiguas, de la edad Paleozoica y se asume un basamento Precámbrico. La cuarcita es la formación más antigua. Se han clasificado en dos grupos en el sistema de fallas antiguas para el control estructural, uno con rumbo N 60° W y el otro N 40° W, existe otro grupo de fallas que conserva un rumbo de norte-sur N 30° E.

Las rocas volcánicas son las que más abundan en todo el distrito de cananea, (la edad de las rocas es Post-Paleozoico), de las cuales hay tres formaciones: Elenita, Henrietta y Mesa, dichas estas de la más antigua a la más joven.

La formación de Elenita principalmente es de traquita y riolita. La formación de Henrietta contiene latita, tobas y riolitas. La formación Mesa está compuesta de tobas bien estratificadas.

También hay tres tipos de intrusivas porfídicas las cuales son feldespático, cuarzo-feldespático y cuarcífero, estas dependen del contenido de fenocristales de cuarzo.



## Procedimiento cargado de barrenos (Servicio al Barreno)

- **Señalización del área:** Lo primero que se tiene que hacer es señalar, esto se lleva acabo con conos reflejantes o letreros (Fig. 2), para que el personal de mina esté enterado y tome las medidas de seguridad necesarias en las distintas áreas de cargado, esto con la finalidad de que todo el personal quede enterado que hay una zona de riesgo.



*Figura 2. Señalizando área*

- **Censado de barrenos:** consiste en revisar las condiciones físicas del barreno, como son profundidad, presencia de agua, etc. Este procedimiento se hace con una sonda, la cual tiene graduado cada metro y cuenta con una plomada en la punta la cual permite que la sonda llegue hasta el fondo del barreno (Fig. 3). En Buenavista del Cobre los barrenos son de 17 metros de profundidad, 12"  $\frac{1}{4}$  de diámetro con bancos de explotación de 15 metros utilizando una sub barrenación de 2 metros para el control de los pisos.





*Figura 3. Censando barreno*

Cuando un barreno esta corto, menos de 13 metros se le indica al operador de la rotaria para que haga la rehabilitación del mismo, si el barreno tiene agua, dependiendo de la cantidad con la que cuente se toma la decisión si se bombea desde el fondo del barreno se gasifica con camión Triplex (Fig. 4).



*Figura 4. Camión triplex*

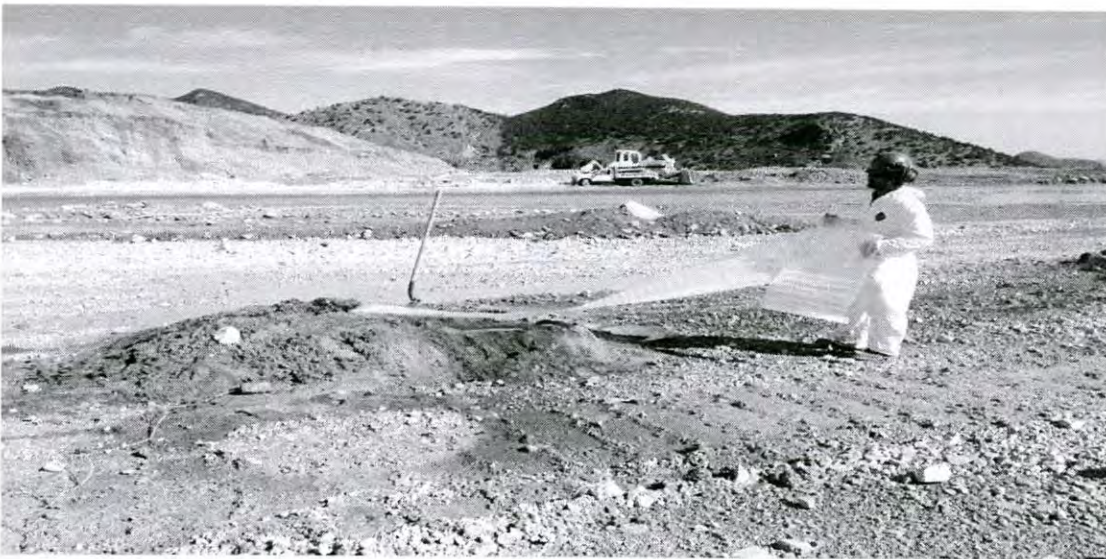


También puede desaguar el barreno con el equipo de bombeo para posteriormente colocar un layner (Fig. 6) que nos servirá como aislante de la carga explosiva con la humedad que haya en el barreno para evitar que se diluya parte del explosivo.

- En esta imagen (Fig. 5) podemos observar que había un barreno con agua, se le indico al operador del carro bomba que iniciara el desagüe del barreno



*Figura 5. Equipo de bombeo*



*Figura 6. Colocando layner en un barreno donde el equipo de bombeo le retiro agua*



- En algunas ocasiones se utilizan las bolsas de gas (Fig.7), está compuesta por vinagre y carbonato, cuando el barreno tiene lodo o  $\frac{1}{2}$  metro de agua se le coloca la bolsa, en caso especial la mina Buenavista del Cobre tiene obras subterráneas (cavernas) ya que anteriormente la mina era subterránea y hay partes donde aún se encuentran túneles, entonces cuando se está echando la mezcla al barreno esta puede que se esté yendo por un túnel. Entonces se le coloca la bolsa de gas de tal manera que está quede por encima de la obra, para que la mezcla solo quede en el barreno.



*Figura 7. Bolsa de gas*

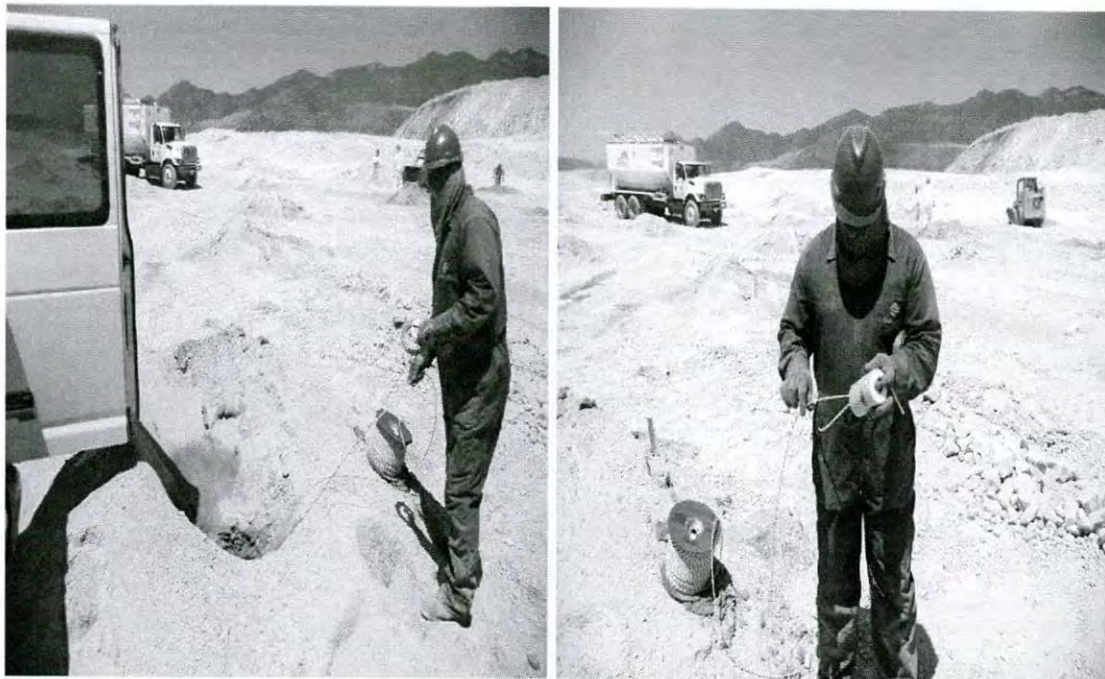
- **Sembrado:** consiste en colocar a cada barreno el iniciador a utilizar (Digishot, E\*Star, Daveytronic), así como la carga de fondo alto explosivo (Booster 2 lb) (en la fig. 8 podemos observar cómo se fueron dejando los materiales a utilizar).





*Figura 8. Sembrando*

- **Cebado:** consiste en introducir el iniciador junto con la carga de fondo al interior del barreno (Fig.9), se utiliza cordón detonante junto con el iniciador el cual se utiliza de respaldo en caso de ser necesario.



*Figura 9. Cebado*



- **Cargado de barrenos:** consiste en cargar los barrenos con explosivo el cual se realiza por medio de camiones mezcladores (Fig.10), utilizando mezclas de Heavyanfo dependiendo de las condiciones del barreno y dureza de la roca del área a cargar, por ejemplo:

1.-Si el barreno tiene agua, o si es una roca muy dura se utiliza;

Mezcla (50% Emulsión -50% ANFO)

Mezcla (70% Emulsión – 30% ANFO) → mezcla dopada o

Gasificada (se utiliza en barrenos con agua)

2. Si la roca es de dureza blanda o media se utiliza:

Mezcla (20% Emulsión - 80% ANFO) (30% Emulsión - 70%ANFO)

Hay diferentes tipos de mezclas, Hanka en la mina Buenavista del cobre utiliza el Heavyanfo debido a la variación de dureza de la roca blando, duro, muy duro. Un Heavyanfo es la combinación de ANFO (energía de gas) y emulsión (energía de choque).

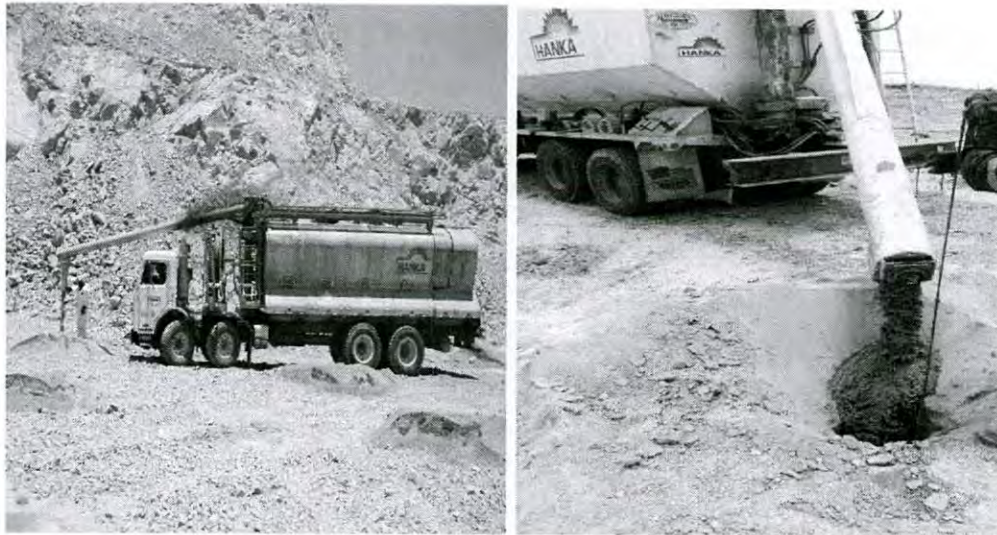


Figura 10. Cargando barrenos



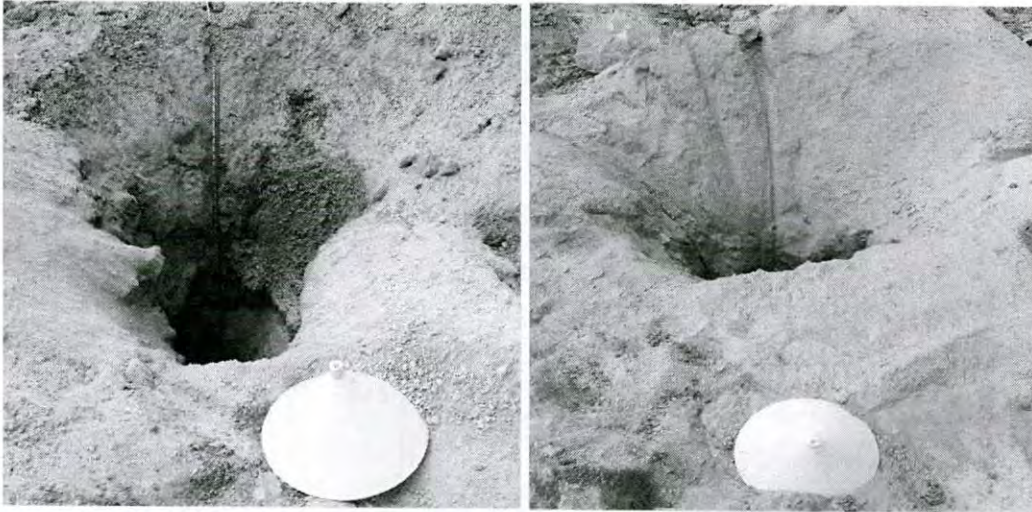
- **Tapado de barrenos:** a esta actividad también se le nombra como taqueo (Fig.11), y esta se realiza después de tener la carga explosiva en el interior del barreno (Heavyanfo) la cual se efectúa con el detritus (este es el material que deja la rotaria cuando se está haciendo el barreno), cuando no se cuenta con suficiente detritus, se solicita a personal de mina grava o tierra para realizar dicha actividad.



*Figura 11. Tapando barrenos*

- **Conos chinos:** El tapón de energía (conos chinos Fig.12) se ponen después de la mezcla (explosivo), se le echa 1 metro de tierra y después se le coloca el cono para continuar con el tapado del barreno. Su finalidad es aprovechar la energía del explosivo para obtener una fragmentación adecuada, para evitar tener proyección de roca (roca en vuelo) ó escopeteo de barrenos, se utiliza también cuando hay maquinaria caída o no se puede mover y esa cerca de la voladura, para evitar golpear el equipo con alguna roca.





*Figura 12. Conos chinos*

Hanka en Buenavista del cobre solo hace servicio al barreno, pero en casos especiales realiza las actividades que desarrollan otras empresas como son la programación de los iniciadores electrónicos, diseño de voladura y detonación de la misma.

- **Programación de iniciadores**, se realiza con el logger o tagger (Fig.13) según el tipo de iniciador, con esto conlleva a etiquetar cada uno de los iniciadores, tomando la parte final del iniciador y conectándola al logger, este lee el iniciador y se le pone el número de iniciador y el tiempo de disparo, dependiendo de la secuencia del diseño.



*Figura 13. Logger*



Una vez etiquetados cada uno de los iniciadores se encadenan con un cable muy frágil que se llama harness wire, el cual pasa por todos los barrenos quedando comunicados todos al harness, realizando un Test una vez encadenado todos los barrenos de la voladura para asegurarse de que no haya quedado ningún iniciador sin conectar, una vez realizado el Test se pasa la información del logger a la caja de disparo (Fig.14).

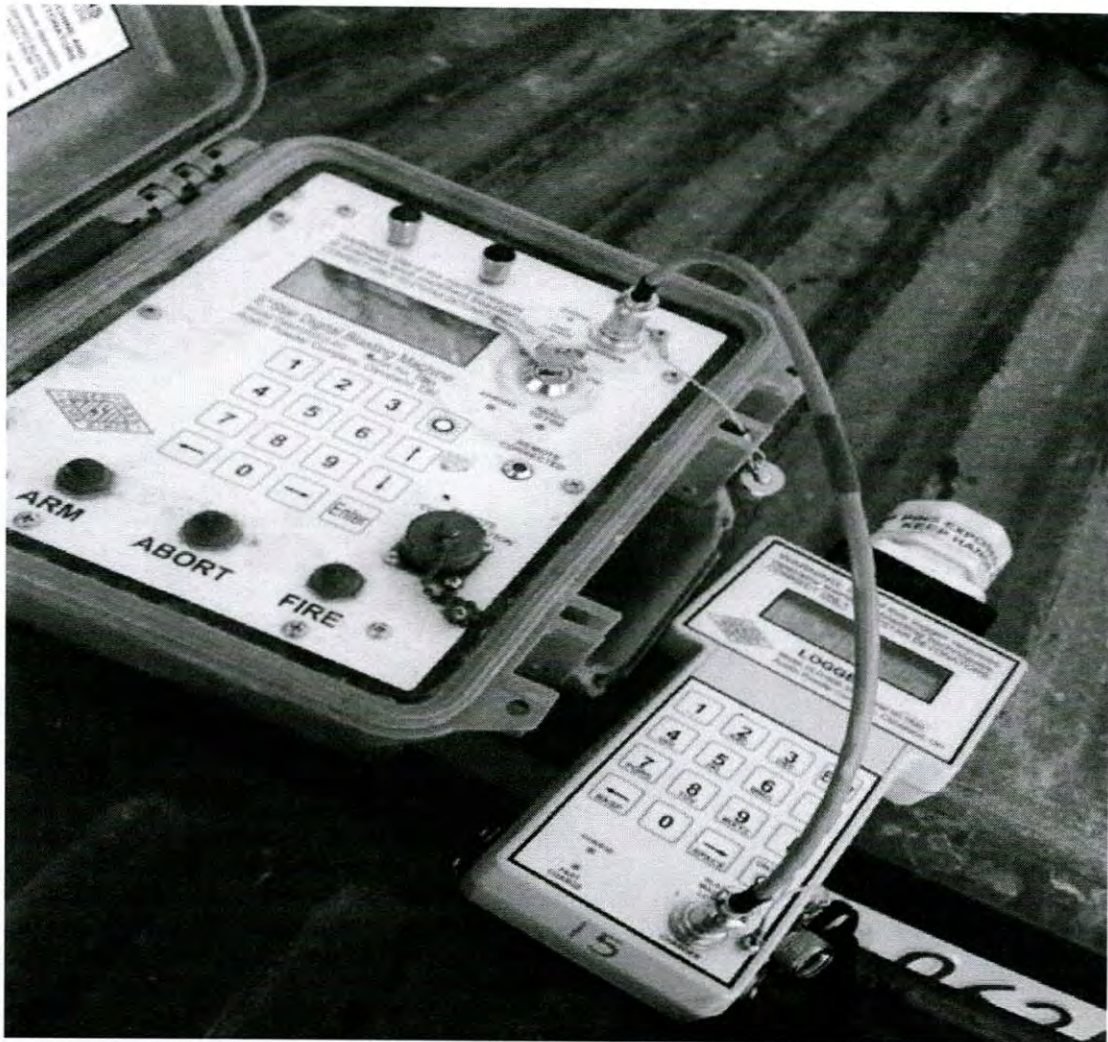


Figura 14. Pasando información de Logger a Blaster



- **Voladura:** Por último se procede a la iniciación de la voladura la cual se realiza por medio de la caja de disparo Blaster. En la Fig. 15 podemos observar algunas voladuras que se realizaron en Mina Buenavista del cobre.



*Figura 15. Voladura*



## Análisis P80

Dentro de las actividades que realiza Hanka también está el análisis de fragmentación reporte denominado como P80, el cual consiste en tomar fotografías en las frentes de ataque de cada banco donde se esté moviendo mineral ( Fig. 16), la cual se realiza con 2 bollas de 9 ¼ de pulgadas, las cuales sirven de referencia para que el programa a la hora de realizar la corrida compare el tamaño de las rocas con el de las bollas y así determine los distintos porcentajes de tamaño de roca que hay en cada una de las fotografías, esto con el propósito de saber qué tamaño de roca se está enviando a la quebrado primaria.



*Figura 16. Comparando rocas fragmentadas con las bollas*

El software se llama split enginner y portametric, es un proceso que se realiza de manera semanal y en casos especiales.

El P80 es un dato que cada mina se pone como objetivo según sus necesidades y tamaño de lo que puede recibir la quebradora, en este caso el P80 es bueno ya que la quebradora acepta hasta 60" por lo que este material no tiene problema de ser recibido por la quebradora.

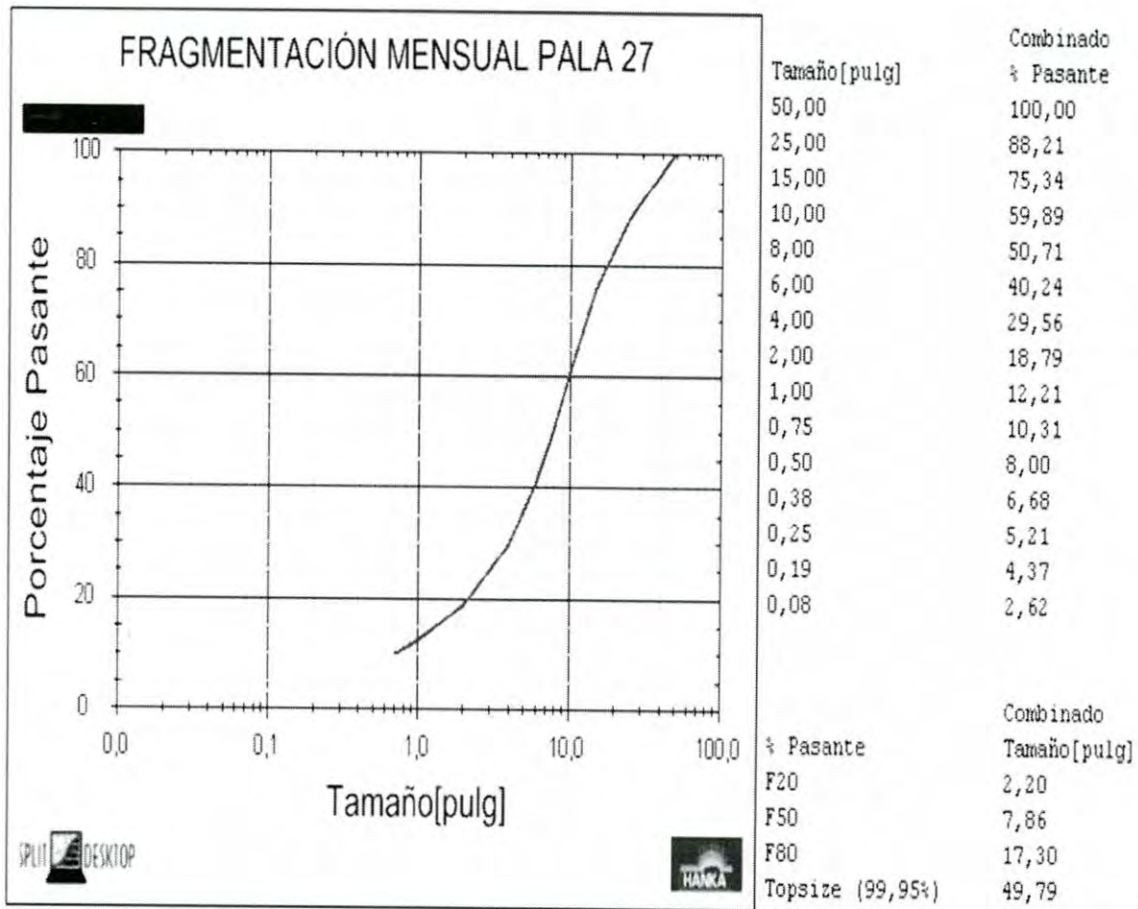


Figura 17. Tabla análisis de fragmentación P80 en split engineering



## Sismógrafo

Diariamente en cada voladura se coloca el sismógrafo para llevar un control en la medida y registro de la intensidad y frecuencia de las vibraciones sísmicas y ondas acústicas, producidas por las voladuras, el sismógrafo está compuesto por el geófono, que registra las vibraciones de la tierra, el micrófono que registra las ondas acústicas y la caja procesadora que almacena y después por medio del software se descarga la información.

El software es el blastware, se utilizan 3 sismógrafos de la marca instancel y la distancia varía de acuerdo al punto de la voladura y el punto que se quiere cuidar. Sin son oficinas, quebradoras, ciudad etc.

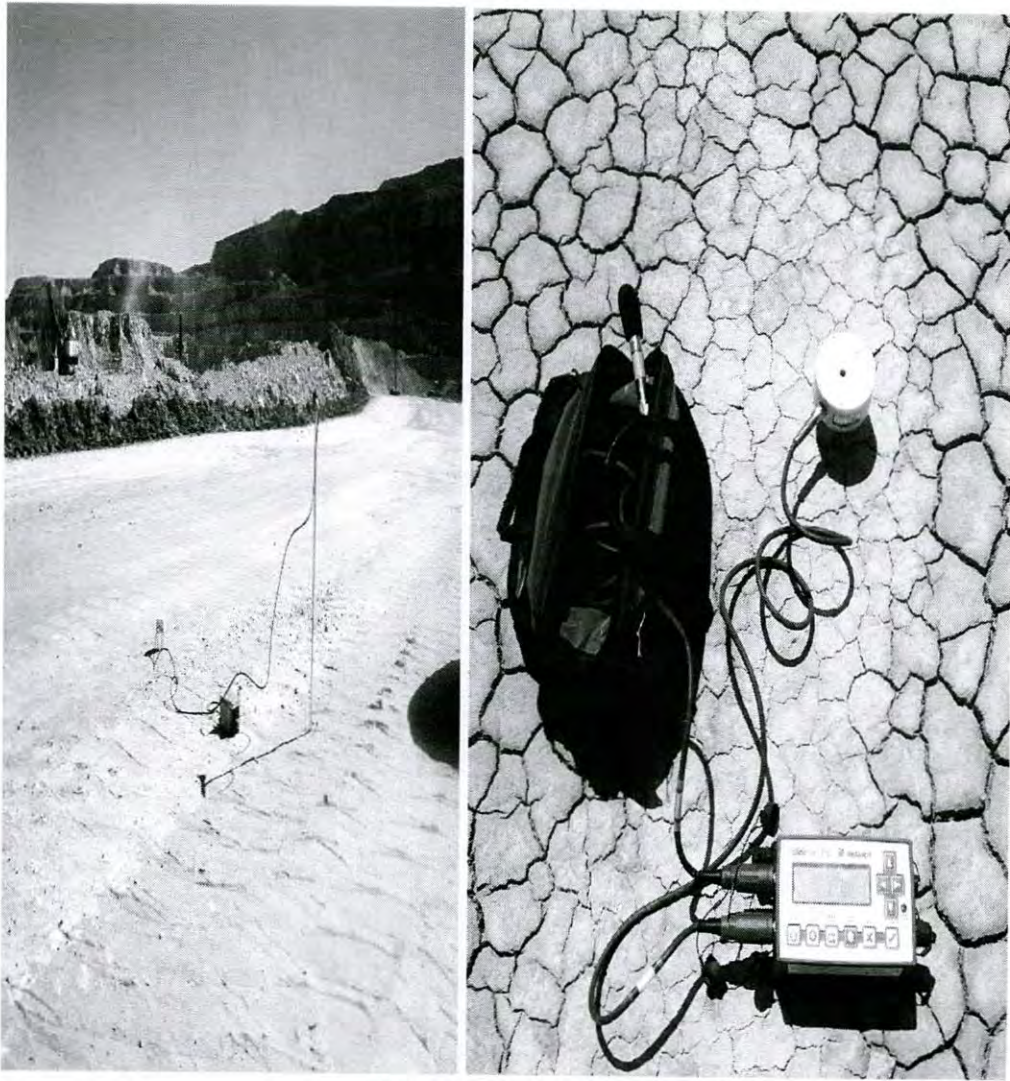


Figura 18. Sismógrafo

## Reporte que arroja el sismografo

Es la representación de las ondas que se generan por la detonación del explosivo lo cual nos dice que hubo lecturas de velocidad de partícula y presión de aire (golpe de aire) muy bajas lo cual no genera daño a casas habitación con material de yeso, concreto etc. lo que se aprecia son frecuencias bajas que por la distancia y el tipo de roca por la cual viaja la onda esta fue perdiendo intensidad que al momento de pasar por donde estaba el sismógrafo detecto la amplitud de la frecuencia fue grande y la velocidad de partícula fue menor.

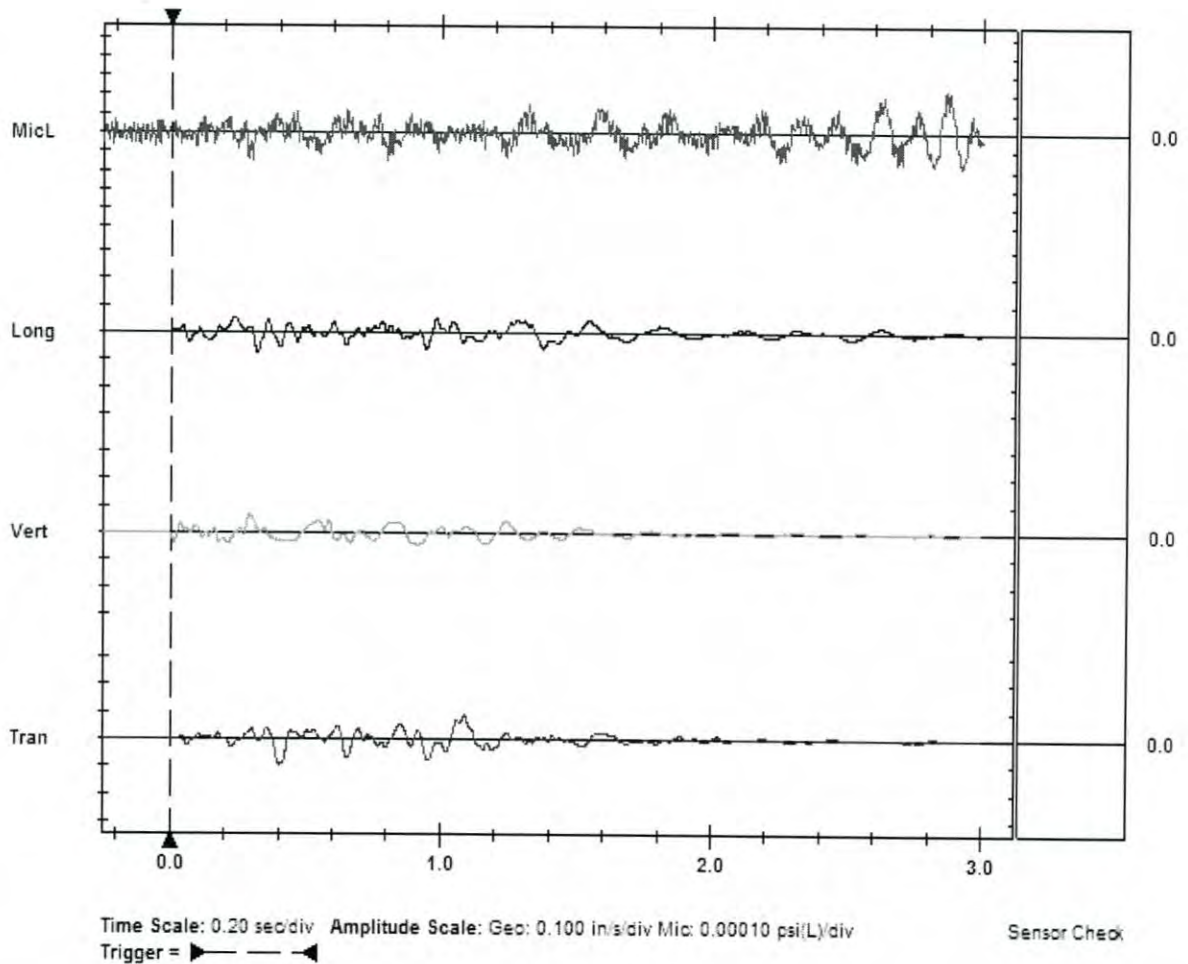


Figura 19. Tabla de reporte de sismógrafo



Nivel de activación del geófono

Date/Time Vert at 14:34:27 December 2, 2014  
 Trigger Source Geo: 0.00500 in/s  
 Range Geo: 10.00 in/s  
 Record Time 3.0 sec at 1024 sps  
 Job Number: 1  
 Operator/Setup: Operator 1/MP13070.nsb

Serial Number MP13070 V 10-80 Minimate Pro 4  
 Battery Level 3.3 Volts  
 Unit Calibration January 10, 2014 by Instantel  
 Geo1 Calibration SE12958, January 10, 2014 by Instantel  
 Mic Calibration SL12723, January 10, 2014 by Instantel  
 File Name MP13070\_20141202143427.IDFW

Fecha de calibración del sismógrafo

Notes  
 Location: CANANEA SONORA  
 Client: BUENAVISTA DEL COBRE S.A. DE C.V.  
 User Name: HANKA  
 General: MONITOREO DE VOLADURAS CANANEA

Extended Notes

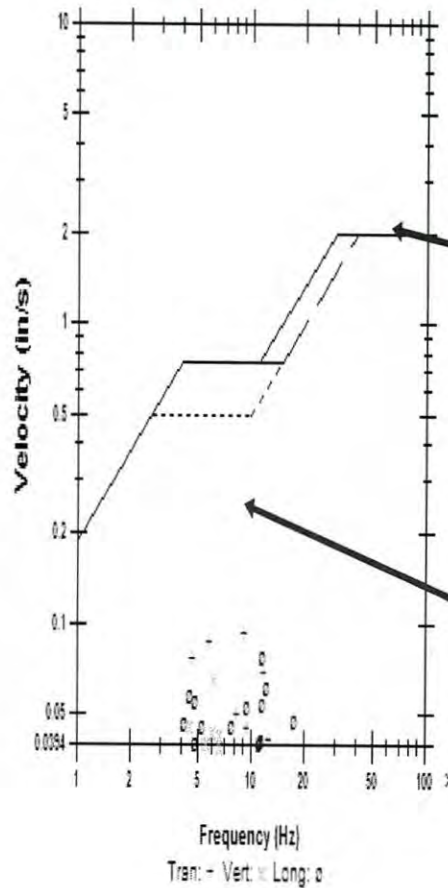
Microphone Linear Weighting  
 PSPL 98.1 dB(L) at 2.883 sec  
 ZC Freq 8.4 Hz  
 Channel Test Disabled

Lectura del golpe de aire

	Tran	Vert	Long	
PPV	0.0931	0.0681	0.0779	in/s
ZC Freq	9.1	6.1	12	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.401	0.289	0.318	sec
Peak Acceleration	0.0173	0.0165	0.0173	g
Peak Displacement	0.00228	0.00158	0.00178	in
Sensor Check	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	---	---	---	Hz
Overswing Ratio	---	---	---	
Peak Vector Sum	0.111 in/s at 0.401 sec			

Lectura pico y tiempo en que se generó

USBM RI8507 And OSMRE



Limite del rango seguro

Área de rango seguro > 2 In/seg

Figura 19.1 Datos del reporte de sismógrafo

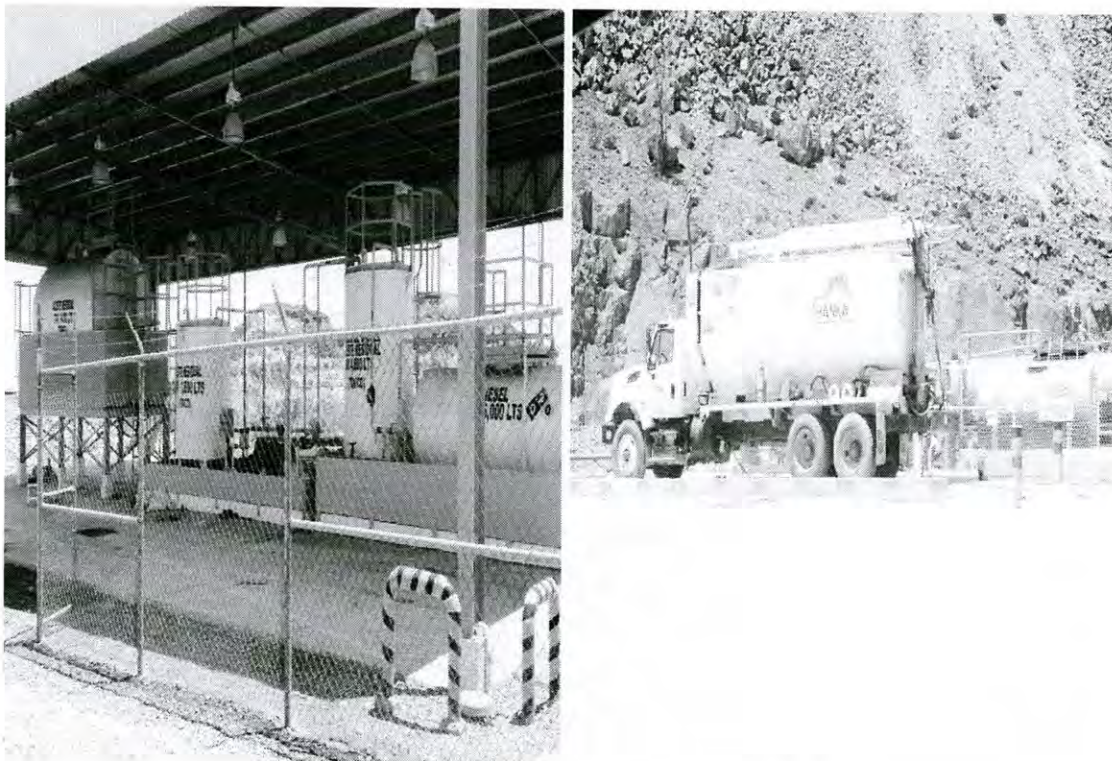
## Utilización de aceite quemado en la fabricación de heavy anfo

Dentro de las mejoras que ha hecho Buenavista del cobre para ayudar a disminuir la contaminación del medio ambiente y tener un ahorro es la utilización del aceite quemado en la fabricación de las distintas mezclas que se manejan en esta unidad minera, producto que se obtiene de la maquinaria pesada.

Esta se diseñó hace 22 años por Ing. Gerardo blanco.

Primeramente inicio utilizando una proporción de 50% de diésel y 50% de aceite, posteriormente se incrementó la proporción de aceite a un 60% y la del diésel a 40%. Hoy en día las proporciones que se manejan son de 70% de Aceite y 30% Diésel.

Estos cambios se analizaron previamente en la fragmentación de las distintas áreas de explotación que no fueran afectadas por la proporción mayor de aceite quemado en la fabricación de Heavy Anfo. Se tiene contemplado incrementar esta proporción a un 80% Aceite y 20% Diésel, siempre y cuando la dureza y la fragmentación de la roca lo permitan.



*Figura 20. Depocito de aceite*



R. 180340

En la Figura 21 se puede ver  
Que la mezcla contiene  
Aceite y Diésel



*Figura 21. Mezcla aceite y diesel*

En la Figura 22 se observa que  
solo contiene Diésel, se puede  
saber por el color



*Figura 22. Mezcla diesel*

## Conclusión

Fue muy interesante nuestra estancia en la mina ya que pudimos apreciar de cerca como realmente es el trabajo, tuvimos un muy buen asesor ya que todas las dudas que obteníamos él nos las explicaba detalladamente. El objetivo de llevar a cabo estas practicas profesionales en mina operación, fue una oportunidad muy importante, ya que brinda herramientas extras y complementa la preparación que obtuvimos en la escuela, ya que solo teníamos conocimiento teórico y a partir de estas prácticas adquirimos lo práctico, lo cual es fundamental para nuestra carrera ya que vamos mejorando las habilidades que hemos ido adquiriendo. Comprendimos que es sumamente bueno llevarse bien con los trabajadores ya que no solo depende de nosotros sino que ellos hacen la mayor parte del trabajo, apreciamos su amplio conocimiento y experiencia en el área

Otro punto muy importante fue la seguridad, ya que en estos tipos de trabajos se tiene que tener mucho cuidado, todos los días tener los mismos cuidados, evitar andar bromeando, nos tocaron dos accidentes durante nuestra estancia y estos se pudieron evitar. Después de dos semanas de aprendizajes y consejos, nos dejaron supervisar solos, y ahí es cuando se puso en práctica todo, hubo algunos problemas pero es cuando uno tiene que sacar su capacidad de resolver problemas y al mismo tiempo adquirir experiencia para ya saber de qué forma afrontarlos si se vuelven a presentar. Fue una gran lección esta estancia fue corta pero de mucho aprendizaje ya que uno como encargado tiene una gran responsabilidad.



## Bibliografía

<http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=3571>

<http://www.geonica.com/prod/136/218/Equipos-GEOFISICA-/Sismografos-para-Voladuras-y-Vibraciones/index.html>

<http://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/uso-de-explosivos-en-mineria/>