



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARÁ MI GRANDEZA

UNIVERSIDAD DE SONORA



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y MINAS

MEMORIA DE PRÁCTICAS PROFESIONALES EN LAS MINAS "EL PEÑASQUITO" DE  
GOLD CORP Y "MILPILLAS" DE SERVICIOS INDUSTRIALES PEÑOLES, S.A. DE C.V.

Para que obtenga el Título de:

INGENIERO MINERO

PRESENTA

JESUS ANTONIO HERNANDEZ GERMAN

Hermsillo, Sonora Febrero 2014

# 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

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo titulado "Memoria de prácticas profesionales en las minas "El Peñasquito" de gold corp y "Milpilllas" de servicios industriales peñoles, s.a. de c.v." es el resultado del constante estudio y principalmente de mi experiencia en las Minas. Adicionalmente muchas de la afirmaciones y conclusiones que se van a encontrar en el trabajo es producto de la interacción con personal técnico de estas unidades mineras, con personas de las oficinas.

Sin lugar a duda la presentación de mis prácticas profesionales me ayudó mucho tanto como estudiante porque demostré mis habilidades que tengo y que adquiriré, y también como persona porque descubrí que siempre puedo dar más de lo que he dado y sacar lo mejor de mí, y que si puedo lograr todo lo que me proponga.

Me ayudo también a estar preparado para enfrentar al nuevo ciclo de mi vida que me espera al egresar de la universidad, a estar preparado para poder enfrentarme y poder ingresar al mercado laboral, porque cuento ya con una experiencia que tal vez es mínima pero de suma importancia. Me llevo la gran satisfacción por haber concluido satisfactoriamente la realización de mis prácticas profesionales y de haber aprendido algo nuevo para mí.



# GoldCorp Unidad El Peñasquito

# Reporte #1

1.- INTRODUCCIÓN.....	5
2.- HISTORIA.....	6
3.-LOCALIZACIÓN.....	7
4.- OPERACIÓN MINA.....	9
4.1.- PRODUCCIÓN.....	9
4.2.- SISTEMA DE EXPLOTACION APLICADO.....	10
4.3.- EQUIPO Y MAQUINARIA UTILIZADO.....	13
4.4.- PUNTOS Y LUGARES IMPORTANTES DENTRO DE OPERACIÓN MINA.....	23
5.- VOLADURAS.....	25
5.1.- PERFORACIÓN Y VOLADURAS.....	25
5.2.- EXPLOSIVOS UTILIZADOS EN MINA PEÑASQUITO.....	27
5.3.- CARGADO DE LOS EXPLOSIVOS.....	29
5.4.- SELECCIÓN DEL EXPLOSIVO.....	31
5.5.- DETONADORES.....	31
5.6.- PARAMETROS DE DISEÑO.....	34
5.7.- TIPOS DE ENERGIA.....	37
5.8.- EFECTO DE LOS GASES.....	37
5.9.- EJECUCUON DE LA VOLADURA.....	38
6.- SEGURIDAD.....	39
6.1.- LAS 7 REGLAS DE ORO.....	40
7.- SERVICIOS TECNICOS.....	41
7.1.- TOPOGRAFIA.....	41
7.2.- GEOLOGIA.....	44



7.3.- PLANEACION.....	47
8.- MODULAR.....	49
8.1.- MASTERLINK.....	50
8.2.- PROVISION.....	51
9.- CONCLUSIONES.....	54



## 1. INTRODUCCIÓN

La llegada a minera PEÑASQUITO comenzó con dos días de ardua inducción enfocada a la seguridad, medio ambiente, proceso de óxidos, planta de sulfuros, enfermería, primeros auxilios, manejo y utilización de extinguidores.

El beneficio con que cuenta esta mina se debe primordialmente a la productividad del oro y plata procesada gracias al gran tonelaje que diario se remueve.

La mina en conjunto lleva un proceso de operación, encargado de la producción diaria del material removido, mediante numerosos puntos a relucir en toda la explotación. El método utilizado para la extracción del oro y plata en los óxidos es la lixiviación con cianuro, un proceso eficaz y controlable. Para sulfuros el método utilizado en la separación del mineral es el de flotación.

Minera PEÑASQUITO trabaja bajo estrictas normas de seguridad y medio ambiente, mejorando así la producción, haciéndola un proceso extraordinariamente controlado y seguro.



## 2. HISTORIA

En 1998, Western Silver adquirió la propiedad de PEÑASQUITO a su anterior dueña, Kennecott.

Los estudios de prospección del yacimiento se iniciaron en 1999.

Posteriormente Glamis Gold Inc. adquirió a Western Silver en mayo de 2006.

En 2007 Glamis Gold determinó la existencia de un yacimiento de oro de clase mundial, el cual fue vendido posteriormente a la canadiense Goldcorp Inc., que opera en México a través de la subsidiaria Minera PEÑASQUITO.

La inversión inicial de la iniciativa estaba estimada en US\$ 882 millones, para el desarrollo de un proyecto diseñado para procesar 100.000 toneladas por día de mineral. No obstante, Goldcorp reevaluó las reservas del yacimiento, incrementando su nivel de oro explotable en un 31%, el de plata en un 50%, el de plomo y zinc en un 60%. Tras esa revaluación, la inversión inicial se elevó a los US\$1.600 millones actuales, los que fueron financiados íntegramente a través de la Bolsa de Valores de Toronto de Canadá.

Tras el aumento de reservas, la compañía proyectó una operación con capacidad para tratar en las instalaciones 130.000 toneladas por día de mineral, la que se espera que entre en operaciones a mediados de 2011.



### 3. LOCALIZACIÓN

Minera PEÑASQUITO se localiza en la parte noreste del Estado de Zacatecas, en el Municipio de Mazapil, a 250 Km. de la capital del estado. Su altura es de 1950 metros sobre el nivel del mar.

Tiene una extensión territorial de 12,063 Km<sup>2</sup>, sus colindancias son al norte con el Estado de Coahuila y el Municipio de Melchor Ocampo, al sur con el Municipio de Villa de Cos, al oriente con el Municipio de Concepción del Oro y el Estado de San Luis Potosí, al poniente con el Estado de Durango.





El acceso principal a la zona es por la Carretera Federal 54 Zacatecas- Saltillo, kilómetro 250, llegando a la comunidad de Pabellón entronca la carretera Pabellón-Mazapil recorriendo 15 Kilómetros hasta llegar a Mazapil. Y luego toma la carretera que va hacia Nieves 8 kilómetros pavimentados y 4 kilómetros de terracería.





## 4. OPERACIÓN MINA

### 4.1. Producción

La producción que maneja minera PEÑASQUITO se debe gracias a su personal tan efusivo, a su excelente maquinaria y su buena planeación que día con día se ve involucrada en el proceso.

La producción se maneja de la siguiente manera:

El material que se remueve diariamente es clasificado y mandado a diferentes puntos, según sea su contenido, puede ser de acumulación o beneficio.

- **Sulfuro a quebradora**

El sulfuro extraído es llevado a la quebradora, pues es el material con mayor ley o contenido de mineral que va directamente al proceso de molienda y flotación donde se recupera un 60% de oro y un 70% de plata. Su promedio de producción varía aproximadamente en las 100,000 toneladas por día. Y es la preferencia de la mina.

- **Sulfuro a stock**

Los stocks son depósitos de material mineral sulfuroso, en forma de almacén, pues sirve de reserva para la producción instantánea en una situación ocasional de necesidad. En mina PEÑASQUITO se cuenta con cinco stocks repartidos según su composición del material depositado. El número de material mandado es muy variado y todo depende del material mandado a quebradora, así como del material removido.

- **Remanejo de stock a quebradora**

Estos materiales producidos son sulfuros, que son materiales no aprovechados en su momento para mandarse a quebradora por motivos no planeados, pero finalmente es material removido y se toma como producción. Son diferentes y muy variables los números de remanejo, pero puede llegar a ser un porcentaje muy considerable en toda la producción.



- **Oxido**

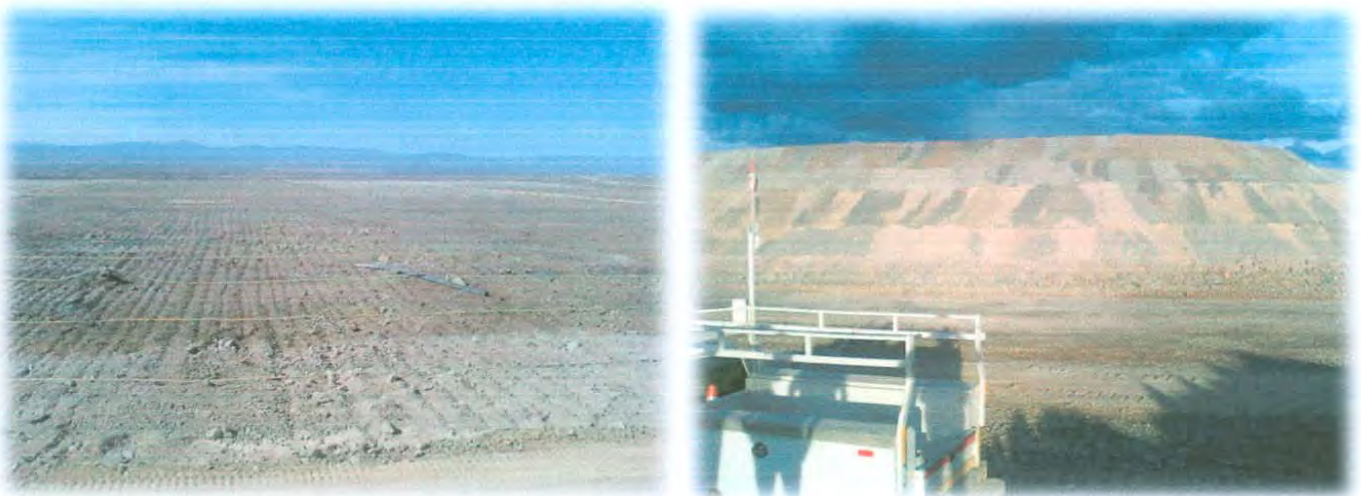
Es el material oxidado con alta ley de oro y plata, para este material es necesario otro método de extracción y beneficio, el sistema utilizado es la lixiviación con cianuro altamente toxico donde se recupera un 40% de oro y un 60% de plata. Es mandado a los patios de lixiviación para su continuo proceso. Se manda según se requiera el tonelaje.

- **Tepetate**

También llamado material estéril, es removido y mandado a las tepetateras, lugar donde se apila el material en camas o niveles, estas tienden a tener una estructura piramidal. Y presa de jales, donde llega todo el material resultante del proceso de molienda y flotación. La extracción de tepetate está por arriba de las 250,000 toneladas por día. Este material no es costeable y siempre se trata de buscarle un uso aprovechable.

- **Presa de jales**

Aquí es enviado una fuerte cantidad de tepetate, para reforzar las paredes de la misma. Debido a su mala planeación, la presa de jales ha estado en riesgo de desbordarse, motivo por el cual se utiliza una gran cantidad de tepetate para elevar los bordes.





## 4.2. Sistema De Explotación Aplicado.

El sistema de explotación que utiliza PEÑASQUITO se basa en la planeación primaria de la operación a la obra minera.

En este proceso se involucra la designación del terreno, la preparación de los bancos por medio de las voladuras y pre cortes, la creación de accesos como rampas y rampas auxiliares, el tumbe de material, la rezaga o cargado del material para su transporte, y el acarreo del material.

El tumbe del material auxiliado por la voladura consiste en el desprendimiento del material fracturado. Por arranque o tumbe se entiende como el conjunto de operaciones necesarias para separar la roca del macizo rocoso donde se encuentra. En la mayoría de las ocasiones es necesario, además, romper la roca en trozos suficientemente pequeños para facilitar los procesos posteriores (carga y transporte). El arranque mediante explosivos es el más utilizado. Para poder cargar el explosivo, se requiere hacer barrenos en la roca y distribuirlos de tal manera que a cada barreno se le dé una secuencia de detonación y vaya dando salida uno en secuencia de otro.

La rezaga consiste en el proceso de carga del material detonado a los equipos de acarreo, este proceso consiste en llevar una secuencia de referencias estructuradas y planeadas ubicadas en el interior del tajo. La maquinaria utilizada para la operación de cargado o rezaga son 4 palas electromecánicas marca Bucyrus, con una capacidad máxima en el cucharón de 120 toneladas, 3 cargadores marca komatsu WA1200 con una capacidad en el cucharón de 50 toneladas. En este proceso se requiere cuidar el equipo debido al trabajo tan áspero y duro que se realiza con él.

El acarreo es por parte de los camiones marca komatsu 930E con una capacidad de carga de 310 toneladas, estos camiones se mueven a una velocidad de 6 a 15 km/h según sea su carga, esta velocidad lenta ayuda a la protección y buen funcionamiento del equipo, dándole prioridad al cuidado de las llantas. El acarreo es una operación

bastante controlada pues en todas las operaciones hay 2 supervisores y un jefe de turno al pendiente de cualquier incidente o manejo de toda la operación en la mina.



### 4.3. Equipo Y Maquinaria Utilizado

#### PALA BUCYRUS.



Permite una carga útil de 120 toneladas y su cuchara tiene una capacidad máxima de 61 metros cúbicos, ocupa una energía eléctrica de 7,200 volts para realizar su trabajo. Esta pala electromecánica tiene un precio en el mercado de los 25 millones de dólares. Se le da un servicio de mantenimiento cada 250 hrs de servicio, se checan los cables de tensión y siempre se mantiene engrasado el pistón de ataque, su peso es superior a las 2,000 toneladas.

En minera PEÑASQUITO la Bucyrus produce alrededor de 100,000 tons por turno. La mina cuenta con 4 palas electromecánicas Bucyrus.



## CAMIÓN DE CARGA KOMATSU 930E.



El camión de carga komatsu 930 E, tiene una capacidad de transporte de 320 toneladas cortas por viaje, es el medio de transporte del material rezagado en mina, esta camión tiene un costo en el mercado de 4 millones de dólares. Se le da su mantenimiento cada 250 hrs. cada camión aquí en PEÑASQUITO hace alrededor de 15 a 17 viajes por turno.

Se hace el llenado de diesel cada 24 hrs con una capacidad de almacenamiento de diesel de 4,200 litros.



## CARGADOR KOMATSU WA1200



Con el balde de mayor capacidad en su clase, de 20 m<sup>3</sup> (metros cúbicos) en su versión estándar y una fuerza de ruptura de 130.000 Kg. el cargador komatsu WA1200 es un equipo preparado tecnológicamente para aumentar la confianza y mejorar la productividad, lo que nos permite afrontar con altas expectativas cualquier desafío.

En minera PEÑASQUITO el cargador frontal produce alrededor de 40,000 tons por turno. La mina cuenta con 3 cargadores frontales Bucyrus.

## TOPADOR KOMATSU WD900



El topador WD900 es de gran utilidad en la mina, pues su función principal es juntar la rezaga y apilarla en el comienzo del corte, otra utilidad muy frecuente del topador es el apoyo a quitar todo el material en las rampas de acceso u otra cosa que se necesite de mover con su gran fuerza.

Komatsu WD900 cuenta con 853 HP y 100 toneladas de peso de trabajo.



## TRACTOR KOMATSU ID 475



Al igual que el topador el tractor es una maquinaria para juntar la rezaga o material sobrante del proceso minero, este también tiene un uso muy importante que es el de nivelar y expandir pisos, pues el tractor tiene mayor fuerza de empuje gracias a su sistema de orugas que brinda mayor peso, estabilidad y agarre al piso.

El tractor komatsu 475 cuenta con una potencia de 850 Hp y 108 toneladas de peso de trabajo.

En minera PEÑASQUITO cuenta con 6 tractores komatsu 475, situados en presa de jales, patios de lixiviación, interior tajo y tepetateras.

## MOTONIVELADORA KOMATSU GD825A



Este equipo es utilizado en la minería para el apoyo del nivelado de pisos y caminos, pues maneja una cuchilla de 12 a 16 ft. Con la que recoge todo el material excedente del camino y lo distribuye de manera uniforme, en su paso va dejando una colilla de material llamado cordón, pero que a su proceso este quedara distribuido por el camino con el paso de varias moteadas.

## MOTONIVELADORA KOMATSU GD825A



Este equipo es utilizado en la minería para el apoyo del nivelado de pisos y caminos, pues maneja una cuchilla de 12 a 16 ft. Con la que recoge todo el material excedente del camino y lo distribuye de manera uniforme, en su paso va dejando una colilla de material llamado cordón, pero que a su proceso este quedara distribuido por el camino con el paso de varias moteadas.

## CAMION KOMATSU 785 TRANSFORMADO EN “PIPA”



Al camión de carga komatsu 785 se le quito la tolva y se le adapto un contenedor de agua, “una pipa”, este equipo se utiliza en el riego de caminos para su compactación y aplacar el polvo que al paso de los camiones se genera.

El agua disparada de la pipa es agua residual no potable pero muy útil para este proceso, la pipa cuenta con cuatro dispersores en la parte trasera y un cañón delantero para su factible propósito.

En minera PEÑASQUITO se cuentan con 4 camiones komatsu 785 transformados en pipas.

## MARIMBA CATERPILAR 35FLT



La marimba Caterpillar es el designado de suministrar lubricantes y combustible, su principal objetivo es atender al llenado de diesel. Tiene 4 compartimentos donde puede almacenar hasta 12mil litros de diesel en total.

## CAMION DE APOYO A CABLES ELECTRICOS (CABLE TRUCK)



El camión diesel de cables se ocupa de recoger y acomodar el cable trifásico alimentador de las palas electromecánicas. Este cuenta con un carrete mecánico que se encarga de levantar y retirar el cable. También cuenta con una grúa de apoyo.

## EQUIPO DE BARRENACION DE EXPLORACIÓN



El propósito general del equipo de barrenación de exploración es examinar y explorar el terreno, en busca de algún yacimiento.

La barrenación saca un testigo (núcleo) en el cual los geólogos determinan la composición de los bancos en un rango de los 10 mts verticales.

Esta máquina de barrenación diesel, perfora el terreno donde no se ha hecho aún la exploración, con el fin de delimitar bien las áreas para las referencias según sea la composición del material.





## PIT VIPER 351



El equipo de perforación de barrenos de voladura Pit Viper Serie 351 que tiene un motor cummins de 12 pistones con 1500 HP, puede usarse en perforación de barrenos inclinados o verticales hasta una profundidad de 65 pies (19,8 m), y para perforación de barrenos de voladura de hasta 16" (406 mm) de diámetro.

El sistema de avance con cable del PV-351 genera 125.000 lb (56,700 kg) de carga en la broca y 60.000 lb/pie de fuerza de tiro. La velocidad de retracción es de 158 pies/min (0.8 m/s). Este sistema es liviano y de operación suave produce una vida más larga y menores costos operacionales respecto a los sistemas tradicionales de cadena o cremallera y piñón. Por el bajo peso del sistema de cable, el PV-351 puede operar a "torre viva" (Live Tower), que permite elevarla y bajarla sin bajar el cabezal de rotación. Un sistema de tensionado automático ajusta la tensión del cable, eliminando pérdida de tiempo de perforación para tensionarlo.



#### 4.4. Puntos y lugares Importantes Dentro De Operación Mina

**Miradores:** puntos de acceso a una visión elevada del tajo para su planeación y desarrollo del mismo, estos se encuentran ubicados en puntos estratégicos en diferentes direcciones alrededor de la mina.

**Stock:** Acumulación de material mineral producido, pero, no aprovechado en su momento, debido a una demora o falla de la producción en operación mina.

**Patios de lixiviación:** Tiradero de material donde se procesa el mineral oxidado con el método de lixiviación con cianuro para su separación del material estéril, este tiene una recuperación del 40% de su ley original.

**Tepetatera:** Depósito del material estéril no aprovechado para un fin costable, este muestra una estructura de pirámide, en base a camas de material que se colocan una encima de otra.

**Polvorín:** Lugar donde se almacenan los explosivos para su uso en voladuras, como anfo, gelatinas, cordones detonantes, etc.; donde no pueden coincidir en el mismo almacén con detonadores, fulminantes y conectores de superficie. Los Polvorines están monitoreados por la SEDENA, estos deben cumplir con altos estándares de calidad y seguridad.

**Pozos:** Sistema de extracción del agua de los mantos friáticos dentro o cerca de la obra minera, estos se controlan mediante una método de bombeo, su uso principal es abastecer a la mina de agua natural para sus diversos usos, y para controlar la filtración de agua al fondo de la mina.

**Truck shop:** Taller del equipo mecánico y eléctrico de la mina, en este se repara y da mantenimiento a todo equipo en funcionamiento de operación mina.



**Estacionamiento:** Lugar designado para el paro y descanso de los equipos de producción minera.

**Niveles o elevaciones:** Conforme va bajando la obra minera del tajo va disminuyendo la elevación del piso con respecto al nivel del mar, cada banco o nivel de la mina son 15 mts más por debajo de la elevación principal al comienzo del tajo.

**Plantillas de barrenación:** Consisten en colocar barrenos diseñados adecuadamente e individualmente dentro de una relación geométrica entre ellos y la cara libre.

**Presa de jales:** Donde se almacena el resultante mineral posterior al proceso de molienda y flotación. Este se recopila mediante un sistema de clasificadores, donde es bombeado el material extraído del proceso de molienda y flotación hacia la presa.

**Quebradora:** Es una herramienta que nos permite desfragmentar la roca en partes pequeñas para el fácil beneficio del material, y hacer más factible el siguiente proceso de molienda y flotación.

**Subestaciones:** Planta de alimentación de energía eléctrica hacia el equipo de mina, planta de beneficio, talleres, almacenes y campamentos.

**Rampas:** Acceso inmediato hacia la obra minera, con inclinación en base a la horizontal regularmente al 10 %, también pueden ser rampas auxiliares para facilitar el acceso de un nivel a otro.

## 5. VOLADURAS

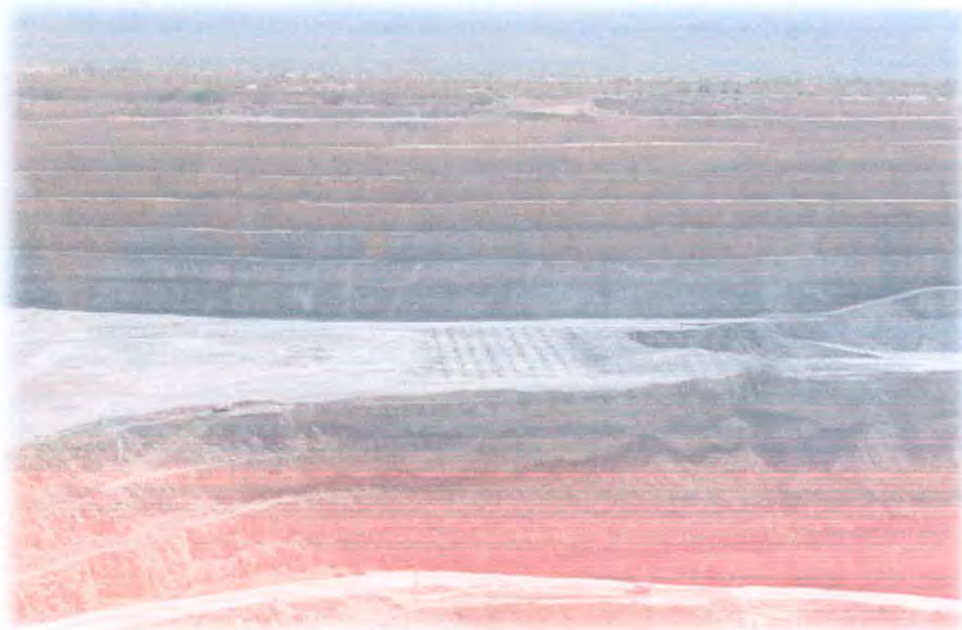
### 5.1. Perforación y Voladuras

Como ya sabemos una voladura es la acción de fracturar o fragmentar la roca, el suelo duro, mediante el empleo de explosivos. Las mismas se realizan para lograr un objetivo predeterminado en este caso como ya se expuso es fragmentar la roca para una más rápida y fácil extracción del mineral, las voladuras pueden ser controladas o no.

Para realizar una voladura es necesario primero realizar un barrenos (es una excavación cilíndrica realizada por una máquina de perforación) y al proceso se le conoce como barrenación.

#### Perforación

La perforación en mina se hace con la perforadora Atlas Copco modelo Pit Viper 351, esta perforadora hace barrenos de 11 pulgadas de diámetro y 16 metros de longitud, la broca utilizada es una broca tricónica con insertos de carburo de tungsteno, los barrenos se hacen de acuerdo a la plantilla diseñada por el departamento de voladuras y planeación que posteriormente son enviados por medio de Dispatch, y se realizan los barrenos en el lugar programado.



## **Voladuras**

Una voladura es una fragmentación de la roca por medio de una detonación de explosivos la cual tiene un diseño y una planeación determinada para cada tipo de roca, terreno, etc., se crea una plantilla para ser seguida por las Pit Viper via GPS por medio del Dispatch.



Entre los principales objetivos de esta área son una buena fragmentación, una menor dilución y minimizar vibraciones, a bajos costos.

- **Fragmentación**

En este punto la fragmentación es la ruptura de la roca y la cual debe de presentar una fragmentación uniforme, para eliminar el exceso de material de sobre tamaño, minera PEÑASQUITO busca la optimización de la fragmentación.

- **Minimizar Vibraciones**

También se busca la disminución de los efectos secundarios que pueda provocar la voladura ya sea en el talud o en rampas aledañas a la plantilla donde se produjo la voladura, como lo dice la minimización de las vibraciones para un mejor resultado.

- **Dilución**

Aquí el concepto de dilución hace referencia a programar y controlar el desplazamiento de la masa rocosa y voladura con el fin de evitar que el tepetate y el mineral se mezclen demasiado.

## **5.2. Explosivos utilizados en Mina El Peñasquito**

En PEÑASQUITO se utilizan básicamente dos tipos de explosivos el ANFO y los Altos Explosivos también llamados Emulsiones.

### **ANFO**

Es un producto explosivo formado por la mezcla de nitrato de amonio y aceite mineral combustible (comúnmente diesel) en una relación de 94.3% de nitrato de amonio y 5.7% de diesel. ANFO es la abreviación de las siglas en inglés Ammonium Nitrate and Fuel Oil. El uso del ANFO se ha generalizado debido a su costo y a su alto contenido de energía. Actualmente todos los explosivos que existen en el mercado industrial son comparados contra un ANFO de características ideales como son una densidad de 0.84g/cc y una excelente absorción de diesel.





## Emulsiones

Este es el nuevo concepto en la fabricación de los productos explosivos, es el más reciente producto desarrollado en la tecnología de los explosivos comerciales.

En la introducción de las emulsiones en la minería, sucedió lo contrario a lo acontecido en la introducción de otros productos explosivos, las emulsiones fueron adoptadas rápidamente, su aceptación mundial se debe a sus características y eficiente desempeño en las aplicaciones.

Las emulsiones tienen numerosas características poco usuales, la interacción íntima de los combustibles-oxidantes produce detonaciones de muy alta velocidad.

Las emulsiones sensitivas se preparan en forma de mezcla de agua en aceite en las que existen 2 fases presentes, una fase externa y otra interna; esto es análogo a la mezcla de agua y aceite.

Ambas fases están separadas, pero con una agitación apropiada y un emulsificante, un líquido puede ser disperso en otro, formando una emulsión.

La fase interna está compuesta de una solución de sales oxidantes suspendidas, rodeadas por la fase externa de combustible.

La emulsión se estabiliza contra la separación de líquido por una agente emulsificante. El emulsificante actúa como puente entre el oxidante y el combustible, siendo un lado compatible con el oxidante y otro con el combustible. La emulsión así formada es sensitivizada por aire.

### 5.3. Cargado de los Barrenos

El cargado de los barrenos se hace mediante un MMU, por sus siglas en inglés Mobile Mixer Unit traducido al español Unidad Móvil Mezcladora, ya que inyecta ANFO, Emulsiones y la mezcla de ambas en porcentajes definidos, el camión tiene en la parte trasera un contenedor donde se depositan las distintas sustancias, el contenedor tiene capacidad de almacenar hasta 6 toneladas de ANFO, 14 toneladas de Emulsión, 1200 litros de diesel para mezcla y 800 litros de gasi (también explosivo pero menos utilizado).

La forma de llenado del barreno es a través de un inyector con la posibilidad de ser dirigido hacia el barreno y de allí es de donde sale el explosivo ya sea ANFO o la mezcla que se utiliza, el camión MMU tiene la capacidad de ser programado para inyectar una cantidad determinada de agente explosivo pero también puede ser manejado de forma manual.







Al cargar un barreno hay que tomar en cuenta los factores de dicho barreno y a partir de allí dejar una configuración determinada para dicho barreno, en general se les deja un taco de entre 6 y 7 metros, el taco es la distancia entre la superficie y la altura que alcanza el explosivo dentro del barreno, para después taparlo con grava, esto se hace con el motivo de que la energía de la explosión, de forma sencilla de explicar, no tenga salida para arriba y busque fragmentar a su alrededor, cosa contraria cuando se le deja un taco de aire no es solo aire, pero se le deja un espaciamento entre el agente explosivo y la capa de grava por lo general se acostumbra que sea de 1 metro, el motivo de esta configuración es que la energía producida por la explosión del agente explosivo pierda un poco de fuerza y ya que tiene un espacio de salida antes de llegar a la capa de grava que se le pone encima y así no fragmentar más roca de lo planeado.

$\varnothing$  = Diámetro del barreno

B = Bordo

E = Espaciamento

T = Taco

H = Altura del barreno

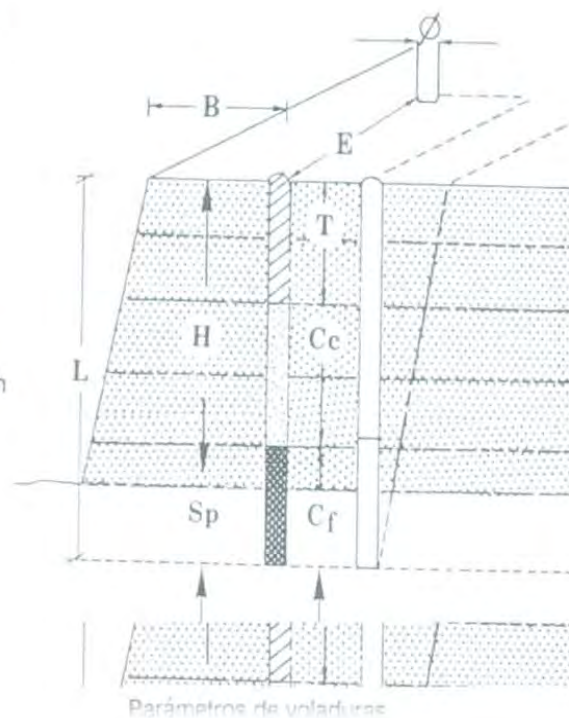
L = Longitud de perforación

Sp = Subperforación

cf = Carga de fondo

cc = Carga de columna

H = Altura del barreno





#### 5.4. Selección del Explosivo

El explosivo debe ser seleccionado de acuerdo a la necesidad o requerimiento de fragmentación o con base a las condiciones en que se encuentre el área considerada para la voladura, los factores que pueden afectar en la elección del agente explosivo varían desde la dureza del terreno, hasta si tiene agua, etc., en los terrenos no muy duros basta con cargarlos con ANFO, cuando son de consistencia más dura se usa una mezcla de ANFO y Emulsión y por ejemplo si el barreno se encontrara lleno de agua se cargaría con emulsión o se realizaría una combinación adecuada para las características del terreno, entonces tenemos a considerar que:

- Explosivos con alta presión de detonación, generan mayor cantidad de fracturas nuevas en la roca.
- Por un lado: rocas resistentes, duras y masivas requieren explosivos de alta presión de detonación.
- Por otro lado: rocas poco resistentes, blandas y fracturadas solo requieren la acción de los gases.

#### 5.5. Detonadores

En dispositivos de iniciación minera PEÑASQUITO utiliza dos tipos de iniciadores, que son el Handidet y el sistema I-kon, a través de la empresa contratista Orica.





- **Handidet**

Iniciador no eléctrico con retardo de superficie e interior del barreno, es un componente fácil de usar en aplicaciones de voladuras de secuencia no eléctricas. Usados para oleoductos, zanjas, canteras, minas a cielo abierto y en obras de construcción. Los iniciadores Handidet son fáciles de conectar, fáciles de verificar y proporcionan tiempos exactos de retardo de superficie e interior del barreno.

- **Sistema I-kon**

El sistema i-kon™ es el Sistema Electrónico de Voladuras más avanzado y reconocido por el mercado, cuyo diseño le permite ser utilizado en voladuras difíciles y con alto valor. En general su uso está orientado a operaciones en superficie y trabajos subterráneos.

El Sistema básico de i-kon™ consiste en detonadores digitales programables y equipos de control i-kon™ – Logger y Blaster.

Los detonadores son colocados dentro de los barrenos sin un tiempo de retardo asignado. El tiempo es asignado durante el proceso de cargado de los barrenos. Este proceso puede realizarse de varias maneras:

a) Iniciar sesión después de cargada la voladura. Una vez que todos los barrenos son cargados, el Logger es conectado a un extremo del cable o línea de conexión (Harness Wire) y el personal encargado de la voladura debe comenzar a conectar cada detonador a la línea de acuerdo a la secuencia de diseño de disparo correcta. En la medida que cada detonador dentro del pozo es conectado a la línea, el tiempo es asignado a dicho detonador y es descargado a través del diseño de voladura SHOTPlus®-i o sobre la base de un auto-incremento programado en el Logger o introduciendo manualmente el tiempo de retardo a través del teclado del Logger.



**Diámetro de barrenación.-** Es muy importante en el comportamiento del explosivo como en las necesidades de producción, además de que influye directamente en la velocidad de detonación del explosivo.

**Tipo de plantilla.-** Para tener una buena distribución de barrenos y obtener buena fragmentación, últimamente se ha estado usando un solo tipo de plantilla que es a tresbolillo, ya que tiende a provocar mayor giro y desgarramiento de la piedra y menor tendencia de corte a lo largo de las líneas de barrenos. En este tipo de plantilla se pueden hacer toda clase de conexiones.



**Número y líneas de barrenos.-** Las dimensiones de las plantillas están determinadas por el diámetro de la barrenación, dureza de la roca y disposiciones de minado.

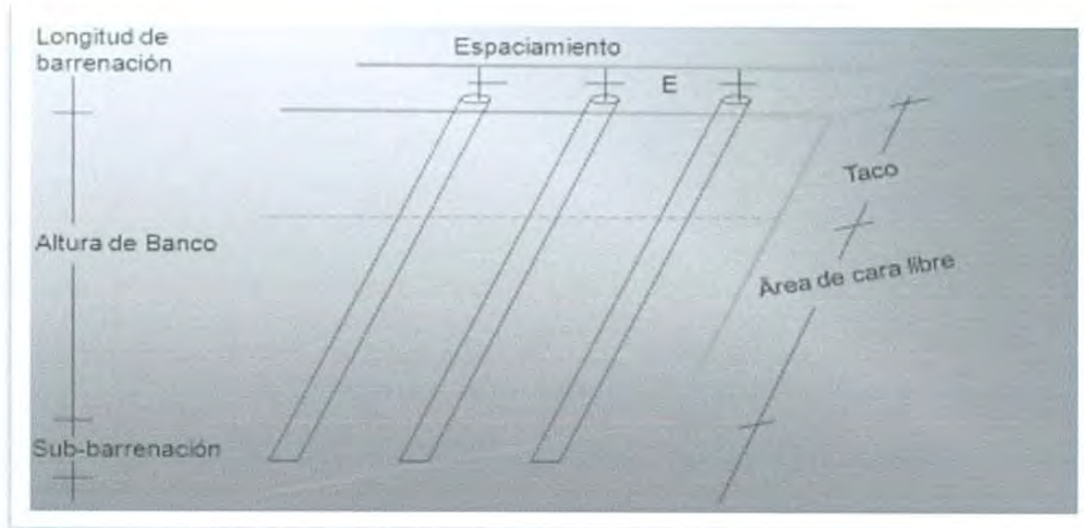
**Espaciamiento.-** Es la distancia que existe entre cada barreno de la misma línea.

**Bordo.-** Es la distancia que existe entre el barreno de una línea a otra.

**Cara libre.-** Tiene un efecto significativo en el desempeño de la voladura, incide directamente en la fragmentación y desplazamiento del material.

**Altura de banco.-** En Peñasquito la altura utilizada es de 15 metros.

**Sub-barrenación.-** Consiste en la barrenación que se da por debajo del banco. La cual es necesaria para el completo fracturamiento de roca sobre el piso, es buena para que la pata lleve su nivel adecuado.

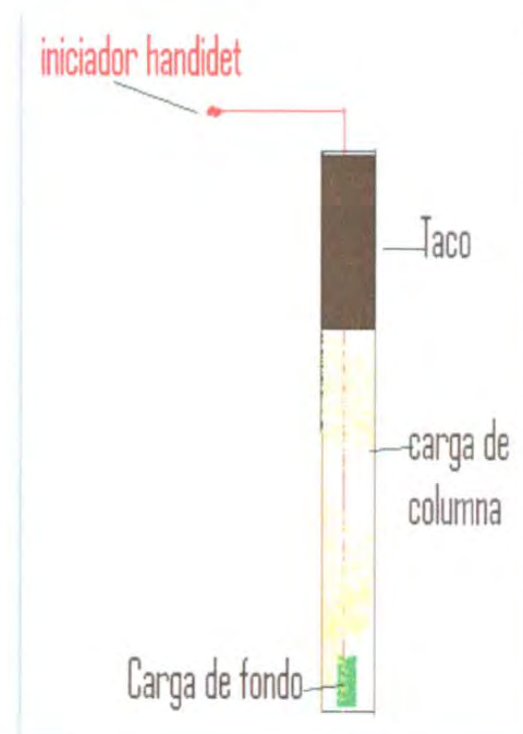


Un barreno consta de tres parámetros muy importantes que son: carga de fondo, carga de columna y taco o luz.

**Carga de fondo.-** Es el explosivo que colocamos en el fondo de barreno y que tiene como objetivo producir la energía de choque para fracturar al macizo rocoso.

**Carga de columna.-** Por lo general es anfo y se coloca en la parte baja y media del barreno. Es la encargada de generar la energía de gas.

**Taco.-** Última porción del barreno que se carga con material inerte para confinar la carga explosiva por el mayor tiempo posible optimizando el efecto de la misma. La longitud depende de las propiedades de la roca, el diámetro del barreno, el tipo de material empleado, la energía disponible según el tipo de explosivos y el contenido de agua en la barrenación.



## 5.7. Tipos de Energía

En una voladura se produce una gran cantidad de energía. Esta la dividimos en energía útil y energía de desperdicio.

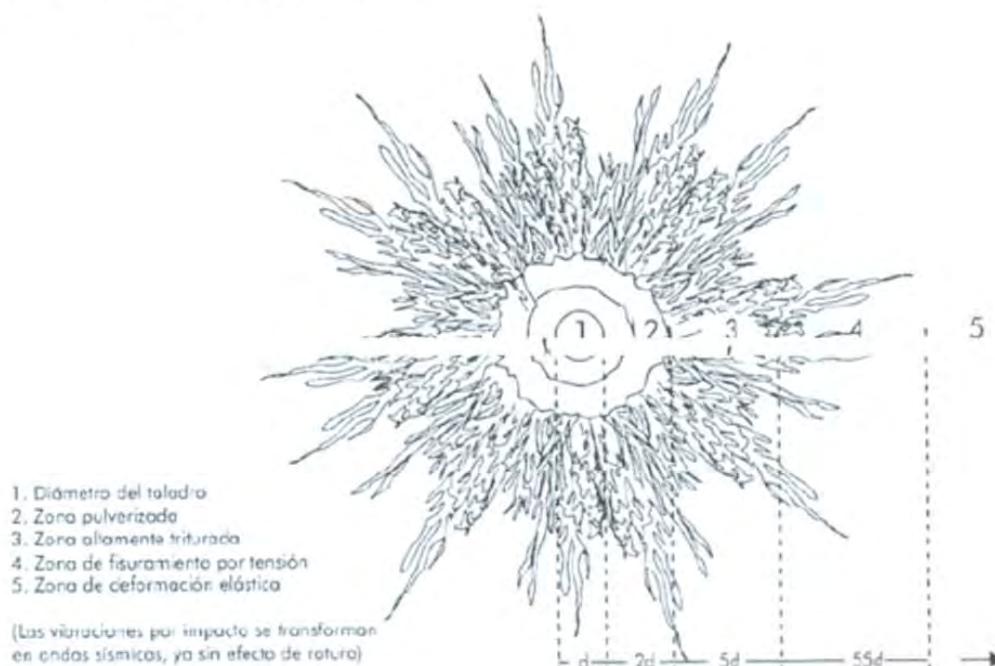
Tenemos que diseñar nuestra voladura para aprovechar lo más que se pueda la energía útil, y que la energía de desperdicio sea la menor posible, ya que nos genera ruidos, vibraciones, luz y calor.

La energía útil de una voladura se divide en dos tipos: energía de choque y energía de gas.

La energía de choque o presión de detonación, provocada por la carga de fondo produce el fracturamiento del macizo rocoso, y el calor necesario para activar la carga de columna. La presión repentina (súbita) fragmenta en lugar de desplazar.

La energía de gas es la presión que ejercen los gases formados en la descomposición del explosivo. Y su trabajo consiste en el desplazamiento del material previamente fracturado al introducirse a través de las grietas formadas.

## 5.8. Efecto de los Gases





## 6. SEGURIDAD

La seguridad en Goldcorp es lo más importante, “Querer”, “Pensar” y “Actuar” son los tres principios básicos que tiene que adoptar todo miembro de la corporación.



Los accidentes en el trabajo pueden prevenirse, porque el 96% de estos se deben a actos humanos inseguros totalmente controlables.



Las medidas de seguridad que se deben de tomar en mina son necesarias para realizar las actividades de la manera más segura y estas son:

- Dar prioridad a equipos de rescate (ambulancias) y a equipos que transporten material peligroso.
- Mantener limpios caminos y rampas así como bien humedecidas para evitar demasiado polvo.
- Tomar distancia entre los equipos y siempre avisar de nuestra posición.

La seguridad es lo principal al estar dentro de la mina y en todos los lugares de trabajo y se debe contar con el equipo de protección personal, compuesto por:

- ✓ Casco
- ✓ Guantes
- ✓ chaleco reflejante
- ✓ Zapatos de seguridad
- ✓ Tapones auditivos
- ✓ Lentes de Seguridad



### 6.1. Las 7 Reglas de Oro de Minera Peñasquito

1. Conducción con conocimiento y precaución.
2. Adecuada planeación de maniobras de izaje y levante.
3. Utilización de equipo de protección personal aprobado.
4. Seguridad en trabajos de altura.
5. Aislamiento de energía (eléctrica, hidráulica, etc.)
6. Apto para trabajar.
7. Permisos para tareas críticas.





## 7. SERVICIOS TECNICOS

Los servicios técnicos es el conjunto de áreas que en coordinación con operación mina se complementan para llevar al cabo las actividades mineras en tiempo y forma, los servicios técnicos se dividen en diferentes áreas las cuales son: Planeación a corto plazo, Planeación a largo plazo, Topografía y Geología.

### 7.1. Topografía

El departamento de topografía se refiere a toda la medición y monitoreo en X, Y & Z de la mina en general como los caminos, bancos, presa de jales, tepetateras, patios de lixiviación entre otros. La topografía es de suma importancia para el control del diseño estructural e identificación de los distintos minerales en la mina, determinando límites y trazos de medición mediante las herramientas de GPS y Estación total principalmente.

Topografía en sí, apoya a las áreas más importantes de la mina tanto en lo ingenieril como en lo operacional.

Los puntos más importantes de levantamiento topográfico sin duda son los avances de los bancos, tepetateras, patios de lixiviación, etc. Para que se pueda estimar una cierta cantidad de producción, actualizar los planos y poder determinar el lugar a perforar en los días posteriores, así como el control de tonelajes movidos en "x" cantidad de tiempo.

### GPS

Es el último procedimiento de levantamiento cinemático en tiempo real de topográfica basada en tecnología GPS. Todos los procedimientos topográficos dinámicos emplean tiempos breves de observación y permiten al operador trasladarse entre las estaciones. Estas técnicas incluyen los métodos de trabajo denominados estático-rápido, cinemática, pseudocinemático y ahora, por último, cinemático en tiempo real.



El método cinemática en tiempo real (RTK) se adhiere a todos los principios tradicionales de trabajos cinemáticos, pero produce resultados topográficos de alta precisión instantáneamente. En consecuencia, el operador conoce, mientras realiza la observación, la precisión con la cual determina las coordenadas de los puntos que visita.

Tanto los métodos de trabajo cinemático en tiempo real como en pos procesado determinan la posición exacta de un receptor móvil en relación con otro de referencia cada vez que los instrumentos realizan mediciones, ya estén en movimiento o estacionarios. Ahora, con el potencial RTK, el operador puede determinar instantáneamente la posición de la unidad móvil con precisión de centímetros. Por lo tanto, los trabajos cinemáticos en tiempo real permiten al operador navegar con precisión a aquellos puntos que desee situar. Esta técnica es ideal para trabajos de replanteo y de localización, es decir, en todos los casos que sea necesario ocupar un punto de coordenadas específicas conocidas.



Como en los trabajos de cinemáticas tradicionales, el método RTK necesita un procedimiento de iniciación y el seguimiento continuo de cuatro satélites (SV). Pero a diferencia del método cinemática tradicional, el operador sabe siempre cuántos SV's está siguiendo tanto con el receptor de referencia como con el receptor móvil.



## ESTACION TOTAL

Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), leds de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y la posibilidad de guardar información en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales. Vienen provistas de diversos programas sencillos que permiten, entre otras capacidades, el cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz y cálculo de distancias.

Comúnmente la estación total se utiliza para hacer mediciones de más precisión que el GPS y en lugares que este pierde la señal de radio o no identifica suficientes satélites para triangular. Tanto para GPS y estación total, se exportan los datos medidos a una PC en formato ya sea DXF o CSV, de cualquier forma hay convertidores eficaces como el DXFcreator para utilizar el formato óptimo en los distintos programas como Autocad o Mine sight.





## 7.2 Geología

La geología del área se conforma por rocas que se encuentran dentro del geosinclinal mexicano, que consiste en sedimentos calcáreos y carbonatados de los periodos Jurásico y Cretácico.

Un gran stock de granodiorita se cree que subyacen en toda la zona y los sedimentos se cortan por numerosos diques, sills y stocks intrusivos de composición félsica intermedia con una profundidad aproximada de 1.5 a 2 Km.

Hay dos estilos dominantes de la mineralización de sulfuro y mineralización de óxido en la superficie, cada uno de los cuales alberga potencialmente mineralización económica:

- Rocas sedimentarias en stock con vetillas de sulfuros en depósitos caracterizado por Chile Colorado.
- Sulfuros en vetillas en brechas caracterizado por Peñasco-Azul
- Depósitos secundarios de óxidos de 30 a 40 millones de años.

Está formado en un complejo de series de pequeños stocks de pórfidos de cuarzo y diques félsicos. La mineralización está compuesta de venas de esfalerita, galena argentita, sulfosales, entre otros.

En el depósito de PEÑASQUITO se tiene una formación tipo caracol donde primero se depositaron aproximadamente 2.5 Km. de espesor de sedimentos marinos, luego arcillas, después apareció un intrusivo, provocando fracturas y una forma cónica (diatrema), donde al permanecer el intrusivo dio lugar a fallas grandes donde se provocó el derrumbe y un acomodamiento formando lo que se conoce como Peñasco Brecha. La diatrema tiene dimensiones de 300 m E-W y 450 m N-S.

El departamento de Geología de la mina se encarga de hacer levantamientos estructurales de taludes que sirve para conocer la estabilidad, tipo de roca, contactos litológicos así como de la barrenación de exploración por rotación inversa (RC) donde



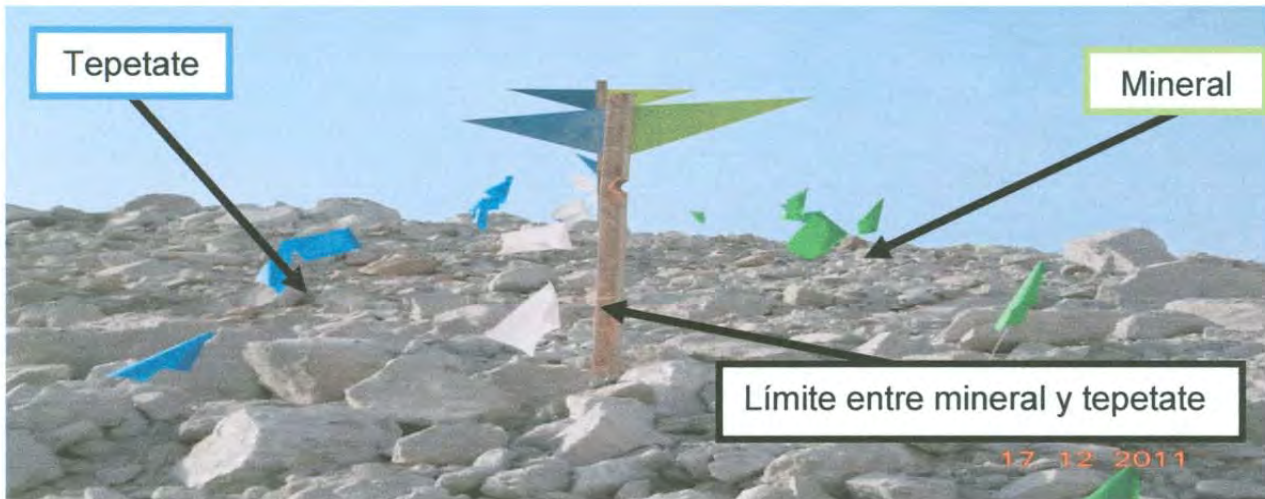
el espacio de cada barrenos es de 25 metros en la cual se saca una muestra cada metro para conocer más a fondo la litología y saber el contenido de mineral que hay, y el logeo que sirve para identificar el tipo de roca que sale de la barrenación y sacar los porcentajes de mineral, esta información se envía a planeación y a topografía, el levantamiento de muestras se toma cada 5 y 15 metros y se manda al laboratorio para ser analizadas y conocer los valores en mineral que contiene la muestra, después regresa esta información a geología para realizar los mapas geológicos de la mina, y posteriormente enviar dicha información al departamento de planeación y voladuras.

### **SONDEOS DE CONTROL DE LEYES.**

En muchas explotaciones se precisa un control geológico-minero más preciso que el que proporciona el proyecto, lo que obliga a efectuar sondeos de control de leyes, a malla más cerrada que la de investigación y submúltiplo de ella. Estos sondeos se perforan una vez retirado el estéril de recubrimiento, por lo que no suele haber problemas para situarlos exactamente en sus posiciones teóricas. La malla de sondeos se replantea y se marca sobre el terreno, empleando los métodos ya conocidos.

En otros casos es suficiente con analizar el detritus de los barrenos de voladura. Esto supone levantar topográficamente la situación de cada barrenos, para esta operación se suele disponer de poco tiempo.

A partir de los análisis realizados sobre muestras de sondeos de control de leyes o de barrenos se determinan, sobre plano, las separatrices entre zonas de mineral y estéril, en ocasiones, estas líneas se marcan sobre el terreno, para facilitar la tarea del equipo de producción, evitar pérdidas y la contaminación de mineral.



## CLASIFICACION DE BRECHAS RELACIONADAS A MINERALIZACION

### **Brechas magnatico-hidrotermales**

- Chimeneas de brechas tipo pórfido (cuerpos de brecha asociados a sistemas porfídicos)

### **Brechas hidromagmaticas**

- Freáticas
- Depósitos epitermales.
- Depósitos tipo pórfido.
- Kuroko (sulfuros masivos).
- Freatomagmáticas
- Sistemas mar-diatrema.
- Depósitos tipo pórfido y epitermales.

### **Brechas magmáticas (volcánicas)**

- Diatremas volcánicas
- Tipo pórfido y otros depósitos.

### **Brechas intrusivas**

- Con matriz intrusiva

### **Brechas tectónicas**

- Fracturamiento frágil en fallas.



### 7.3. Planeación

La minera PEÑASQUITO es una mina planeada para un mínimo de 20 años, con una profundidad de 2,000 a 1,160 metros sobre el nivel del mar.

Se manejan distintos tipos de leyes en sulfuro y óxidos, en sulfuros se manejan de un 0.35 a 0.40 gr/ton en Au, 25 gr/ton en Ag, de 0.30 a 0.40 gr/ton en Pb y de un 0.60 a 0.70 gr/ton de Zn. En la planta de óxidos se beneficia Au y Ag con leyes de 0.1 a 0.4 gr/ton y de 11 a 13 gr/ton respectivamente.

Actualmente en peñasquito se están desarrollando la 4ta etapa de las 8 etapas de desarrollo que conlleva el proyecto, sin dejar de mencionar un segundo tajo, llamado Chile Colorado el cual su implementación está en puerta, con una profundidad de 2,000 a 1,430 metros sobre el nivel del mar.

Diariamente se mandan aproximadamente 95,000 toneladas de sulfuros a planta y en total se mueven 432,000 toneladas de material.

En ingeniería se realiza el plan diario, semanal, cada seis semanas y lo que denominamos a largo plazo (planes que exceden a un año).

Para realizar dichos planes se basan principalmente en la maquinaria disponible y las obras de prioridad del momento, es decir que la producción que se tendrá a un corto o largo plazo en peñasquito se comenzará calcular por la capacidad de producción de palas y cargadores, los cuales están moviendo alrededor de 5,200 toneladas y 2,000 toneladas por hora respectivamente, que en teoría las palas debieran producir 6,000 ton por hora, también se debe tomar en cuenta la capacidad de acarreo de los camiones que son 290 toneladas por viaje, así mismo el tiempo de acarreo que los camiones manejan. Otro factor de planeación que está dentro de los tiempos de acarreo en la actualidad son las demoras en camiones que están trabajando en el transporte de tepetate para el refuerzo de la presa de Jales, que tienen un promedio de



1:15 horas lo cual no se tenía en los planes iniciales de largo plazo y esto provocara una reducción considerable en producción, por el momento se tiene truncada una de las cuatro palas con las que cuenta la minera PEÑASQUITO por dicho motivo (insuficiencia de camiones o largas distancias).

En pocas palabras la mina cuenta con 4 palas y 3 cargadores trabajando con una producción de 5,200 toneladas y 2,000 toneladas por hora respectivamente para tener en una producción diaria (20 horas de trabajo) un más menos de 432,000 toneladas por día, de las cuales estamos mandando un aproximado de 337,000 toneladas de material entre la presa de jales, tepetateras y patios de lixiviación y por ende 95,000 toneladas de sulfuros a trituradora primaria.

Teniendo este estudio, se puede saber qué tipo de ley se va a necesitar para mandar a planta y así localizar a los equipos en la posición optima de trabajo.

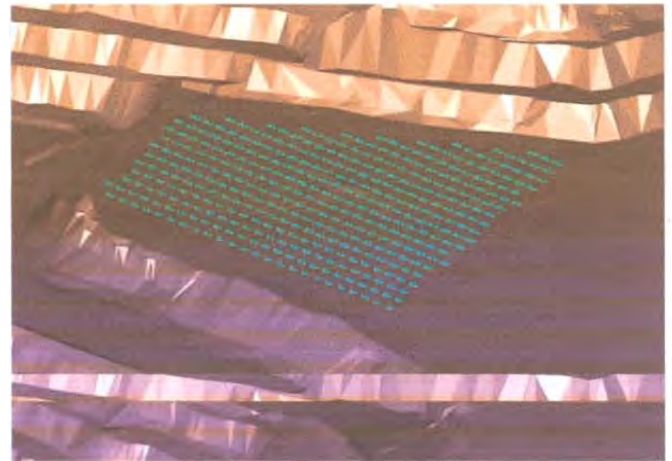
Después de saber qué cantidad se puede producir y en qué calidad nos las pide el cliente. Con la ayuda de los departamentos de geología, topografía y marketing se empezaran los planes con herramientas de software como Autocad y Mine sight principalmente, para empezar se tienen que ver los avances por medio del programa dispatch en las distintas áreas de trabajo, tanto en stocks, tepetateras, patios de lixiviación, presa de jales y el tajo, así como en los mapas geológicos.

Ya obtenidos los avances de volúmenes y tonelajes movidos, ya sean diarios, semanales, etc. y teniendo conocimiento del rendimiento de maquinaria antes mencionado, se puede fácilmente calcular que cantidad de área que se avanzará en determinado tiempo y lo que es más importante, que área es la precisa para cumplir con los requerimientos de los clientes (% de ley requeridos).





- Análisis de cada área en las celdas.



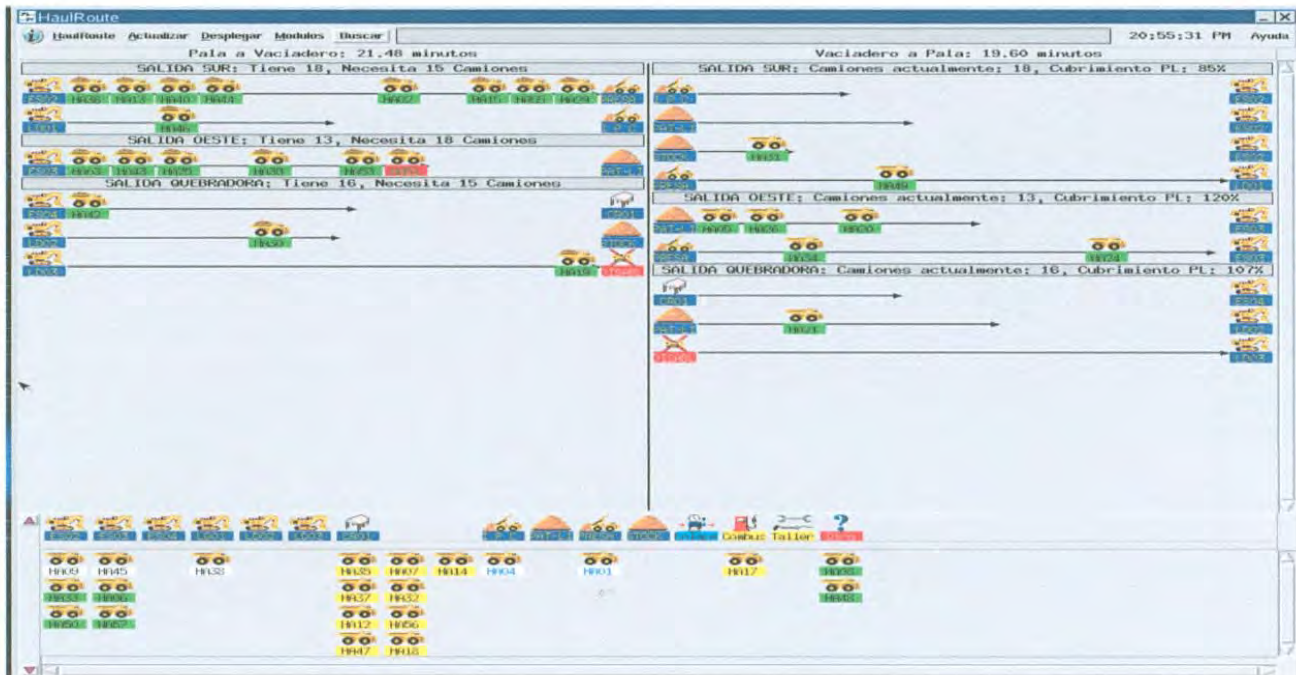
- Plantilla de barrenación

Debemos considerar las variables de planeación que ocurren minuto a minuto ya que comúnmente se tienen algunos desatinos debido que el factor humano y de maquinarias no son 100% controlables, por lo cual el plan se va moldeando a la meta de día a día.

## 8. MODULAR

El sistema dispatch es una solución de administración minera proactiva que permite implementar sus estrategias de producción utilizando un extenso grupo de herramientas mineras. Usando hardware de campo de última generación, el sistema dispatch entrega una productividad mejorada y una eficiencia aumentada a través de una probada optimización de flota. Modular ha instalado casi 200 sistemas dispatch alrededor del mundo y con un sólido registro de 30 años de resultados superiores, se ha convertido en el estándar de la industria para programas de administración minera. Este sistema está disponible tanto para mina abierta como para mina subterránea.

Dispatch es un sistema que nos permite optimizar la operación de mina así como administrar de manera eficiente los equipos, y de esta manera evitar los tiempos perdidos así como la acumulación de camiones en palas, cargadores y quebradoras, nos permite también controlar los ciclos de acarreo así como asignar a cada camión su lugar y destino.



DISPATCH funciona por medio de una torre de control, esta torre cuenta con una antena transmisora y receptora de señal a cada uno de los equipos.

### 8.1. MasterLink

La red MasterLink entrega un gran ancho de banda para transmitir altas tasas de información, en un resistente hardware móvil diseñado especialmente para la minería a cielo abierto. Aplicaciones intensivas de video y gráficos, información de signos vitales de equipos en tiempo real, guiado de máquinas. Todo se puede hacer a través de esta extensión inalámbrica hacia su infraestructura de red fija. Todos los sistemas MasterLink usan la tecnología 802.11 estándar de la industria y ofrecen capacidades de interface y diagnóstico del sistema, transferencia segura de información y remolques con energía solar resistentes y clasificados para climas fríos.

## 8.2. ProVision

La solución de guiado de máquinas, ProVision utiliza GPS incrementado para proporcionar navegación continua y guía a los operadores de equipos, aumentando la productividad y facilitando la consecución de objetivos y tareas planificadas. El intercambio de información en tiempo real entre Operadores y Planificación reduce el remanejo, las cargas son direccionadas y la topografía manual. Las soluciones ProVision también muestran la posición de equipos y riesgos cercanos y emiten advertencias basadas en su proximidad.

Las soluciones de guiado de maquinaria ProVision están disponibles para las palas, camiones, cargadores, retroexcavadoras, perforadoras y bulldozers.





Cada uno de los camiones cuenta con un sistema independiente de GPS que recibe información de su posición en coordenadas UTM NAD 27 y este sistema a su vez transmite la información a la torre de control mediante una red WI-Fi de antenas y repetidores de señal ubicados en toda la mina. La información recibida en la torre de control nos muestra la ubicación, nombre del operador, condiciones del equipo, así como niveles de combustible.

**301990**  
Sys M/L  
Truck 24V SK

**HARDWARE**

Part No.	Description
301990	MasterLink™ Hub 24V SK
301992	2.4-GHz Radio Module (SD) (See required for system)
301295	LED Flasher
301915	Small Color CC
300793	GPS Antenna Kit*
302218	Install Kit
302217	Accessory Kit

**CABLES**

Part No.	Description
300993	CAN-A Cable (80 ft.)
300997	LVDS Radio Cable (20 ft.)
300998	LVDS Radio Cable (50 ft.)
301992	Power Cable (50 ft.)
101998	Geop (LMR155) GPS Cable (50 ft.)
301795	Optional Digital In/Out (DIO) Cable / Underhood (UO) Cable
301796	Optional Serial Interface Cable

\* 300793 is available in the 302218 kit. See also 300794 (DIO) kit for more information.

NOTES

1. For more information, contact the manufacturer of the equipment.

2. Cable lengths are provided as a guide only. Installation in 30 ft. or 50 ft. lengths is recommended.

3. Diagram is for reference only.

4. See also 301795 and 301796 for more information.

**MODULAR**

**DWG-1015561 (Rev A)**

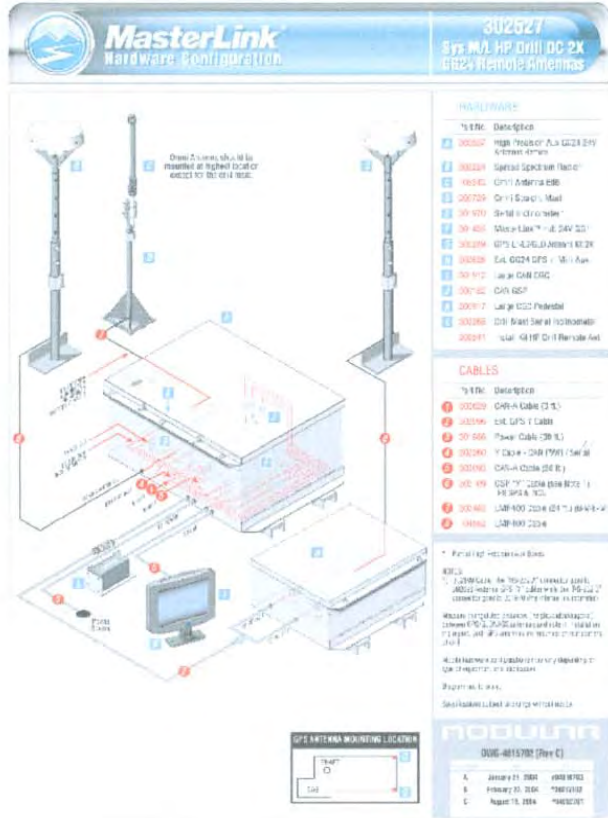
Rev	Revision	Date
A	December 1, 2002	482004781

**Serial Number Data (U-Kit)**

Part No.	Part No.	Part No.	Part No.	Part No.	Part No.
CAT 787	201107	201203	302217	302217	303027
CAT 788	201107	201203	302217	302210	303027
CAT 789	201107	200908	302217	302210	303027
CAT 785	201107	200908	302217	302210	303027
CAT 777	201107	201203	302217	302210	303027
Herricks 9386	201107	201113	302217	302210	303004
Herricks 9388	201107	201113	302217	302210	303004
Herricks 7391	201107	201113	302217	302210	303004
Herricks 6935	201107	200908	302217	302210	303004



El sistema que utilizan las perforadoras PIT VIPER 351 es un poco diferente ya que en este se instalan dos GPS DE PRECISIÓN que le permite localizarse en las plantillas de barrenación y en específico en los barrenos con una precisión de +/- 10cm





## 9. CONCLUSIONES

El tiempo pasado en la unidad minera PEÑASQUITO fue un ciclo de aprendizaje, pudimos obtener datos más verídicos de que es y cómo se trabaja en una mina a cielo abierto.

En la escuela solo hablan teóricamente de fórmulas y definiciones, que muchas veces no tienen sentido en la realidad.

En la práctica muchas veces se tienen que dejar de priorizar esas teorías y usar la habilidad, ya que necesariamente las cosas no son perfectas para aplicarles una fórmula, y ahí es cuando uno tiene que saber cómo afrontarlo.

Particularmente tuvimos la oportunidad de visitar distintos departamentos y así tener un enfoque más amplio que nos ayude a aumentar nuestro aprendizaje, me pude dar cuenta de la forma como se trabaja en la mina. Todo es un trabajo en equipo, las cosas funcionan mejor así, ya que los distintos departamentos que se encuentran en labor, interactúan para mejorar y tener un mayor aprovechamiento de los recursos minerales explotados, aumentando la eficiencia y eficacia de la mina.

En una unidad minera a veces hay desacuerdos y falta de comunicación entre los distintos departamentos, provocando desacuerdos, falta de organización y pérdidas, pero finalmente es posible llegar a arreglos, mejorando la actividad de la mina.

A pesar de estas situaciones, en la minera PEÑASQUITO, existe un buen ambiente de trabajo y compañerismo, que sin descuidar su labor hay momentos de alegría.

Todo lo aprendido por parte de ingenieros, operadores y otro personal que trabaja en peñasquito, es conocimiento que enriquece mi formación, y será de gran utilidad en mi futuro camino laboral.



# Peñoles Unidad Milpillas

# Reporte #2





<b>1.- INTRODUCCIÓN.</b> -----	<b>3</b>
<b>2.- HISTORIA.</b> -----	<b>4</b>
<b>3.-LOCALIZACIÓN.</b> -----	<b>5</b>
<b>4.- GEOLOGIA.</b> -----	<b>6</b>
<b>5.-OPERACIÓN MINA</b> -----	<b>7</b>
<b>5.1.- METODOS DE EXPLOTACION.</b> -----	<b>7</b>
<b>5.2.- CICLO DE PRODUCCIÓN.</b> -----	<b>9</b>
<b>5.3.- EXTRACCION DEL MINERAL.</b> -----	<b>12</b>
<b>5.4.-PLANTA DE BENEFICIO</b> -----	<b>15</b>
<b>5.5.- PRODUCCIÓN.</b> -----	<b>16</b>
<b>6.- VOLADURAS.</b> -----	<b>17</b>
<b>7.- SEGURIDAD.</b> -----	<b>19</b>
<b>7.1.- POLITICAS DE SEGURIDAD DE PEÑALES.</b> -----	<b>19</b>
<b>7.2.- PRINCIPIOS DE FILOSOFIA DE SEGURIDAD.</b> -----	<b>19</b>
<b>7.3.- COMISION DE SEGURIDAD E HIGIENE.</b> -----	<b>20</b>
<b>7.4.- REGLAS DE CERO TOLERANCIA.</b> -----	<b>20</b>
<b>7.5.- PRIMEROS AUXILIOS.</b> -----	<b>21</b>
<b>7.6.- STOP.</b> -----	<b>21</b>
<b>7.7.- SEGURIDAD.</b> -----	<b>24</b>
<b>7.8.- PREVENCION DE ACCIDENTES POR CAIDOS DE ROCA.</b> -----	<b>24</b>
<b>8.- CONCLUSIONES.</b> -----	<b>26</b>





## 1. INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo es sobre lo aprendido durante la práctica realizada en Compañía Minera La Parreña S.A. de C. V. unidad Milpilllas, durante un periodo de tres semanas de los días del 10 de Diciembre del 2012 al 29 de Diciembre del 2012.

El apoyo que obtuve en esta unidad fue gracias a personal administrativo de nuestra Universidad y a la compañía Minera la Parreña, que me brindaron apoyo en complementar mis estudios en Ingeniería en Minas, un muy buen trato y atención al llegar a esta unidad minera.

La mina de Milpilllas comenzó a operar en el año 2005. Actualmente tiene una producción promedio de 4000 toneladas diarias de mineral de cobre. El acceso a las obras subterráneas se logra por el tiro general llamado Santa Cruz. Un segundo acceso lo proporciona la rampa Guadalupe, cuya función principal es la entrada de aire limpio al interior de la mina. El tiro cuenta con una profundidad de 563 metros, el fondo se encuentra en la elevación 902. El tiro conduce a varios niveles de producción que son el nivel 1280, nivel 1100 y el más profundo el nivel 992. La infraestructura más importante para el cargado y extracción del mineral se encuentra entre el nivel 992 y el nivel 937, y consiste en una estación de trituración, tolva de finos, equipo de cargado para los cartuchos y un equipo para facilitar el desalojo del agua capaz de bombear 6,000 galones por minuto hacia la superficie.

## 2. HISTORIA

En 1998, Grupo Peñoles adquirió Rancho Milpillas, y en 1999 un proyecto de exploración se llevó a cabo por esta empresa y Codelco (productores de cobre más importantes del mundo). Más de 100,000 metros de perforaciones de prueba por Minera Cuicuilco y Grupo Peñoles, estableció que la minería subterránea sería económicamente viable en combinación con la operación en el lugar de una planta de extracción por solvente de cobre grande (SX). El "proyecto de cobre Milpillas" fue lanzado en 2001, con la producción de cátodos de cobre de alta pureza a partir de 2006. En 2009 se llevaron a cabo proyectos clave: la construcción de una nueva piscina de desbordamiento para aumentar la capacidad de retención de agua, la fase inicial de la ampliación de los patios de lixiviación y la instalación de un transportador de apilamiento radial en una de ellas. En 2011 vio un aumento del 19,8% en la producción en comparación con el año 2010.



### 3. LOCALIZACIÓN

La unidad minera Milpillas se localiza en el municipio de Santa Cruz en el estado de Sonora, el cual colinda con los Estados Unidos de América y se encuentra entre los municipios de Cananea y Nogales.

Para acceder a la unidad se parte de la ciudad de Hermosillo con rumbo a la localidad de Nogales por la carretera federal no.15, en el poblado de Imuris se toma la carretera federal No. 2 que conduce a la ciudad de Cananea, en el kilómetro 64 (Cuitaca, Sonora), se toma un camino de terracería con dirección norte, aproximadamente a 15 kilómetros se encuentra la ranchería de Milpillas y de ella, se recorren 3 kilómetros en dirección hacia el este para llegar a la unidad minera. El recorrido en terracería se estima en 30 minutos.

La unidad se localiza a una altura sobre el nivel del mar de 1,450 metros y tiene unas coordenadas geográficas Latitud  $31^{\circ} 07' 00''$  N, Longitud  $110^{\circ} 20' 00''$  W.

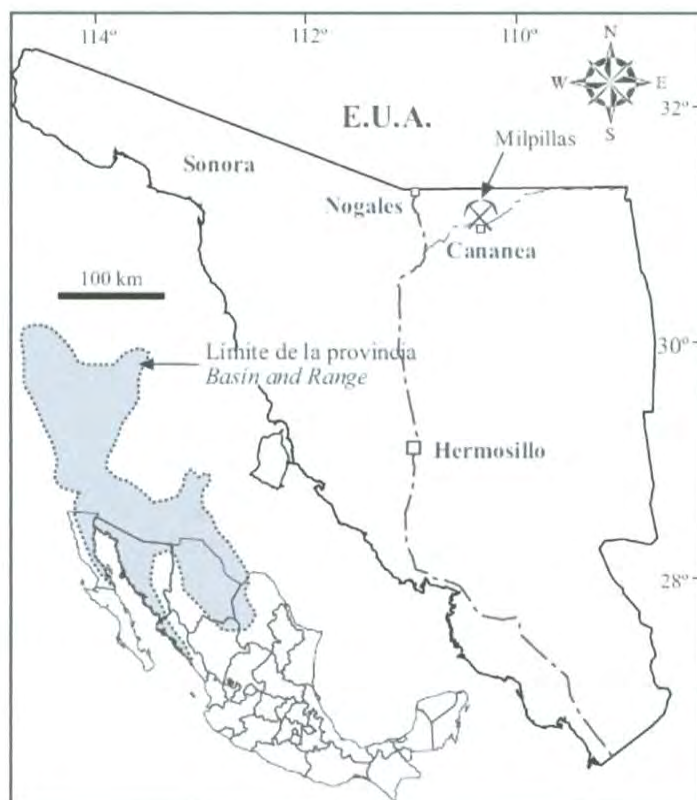


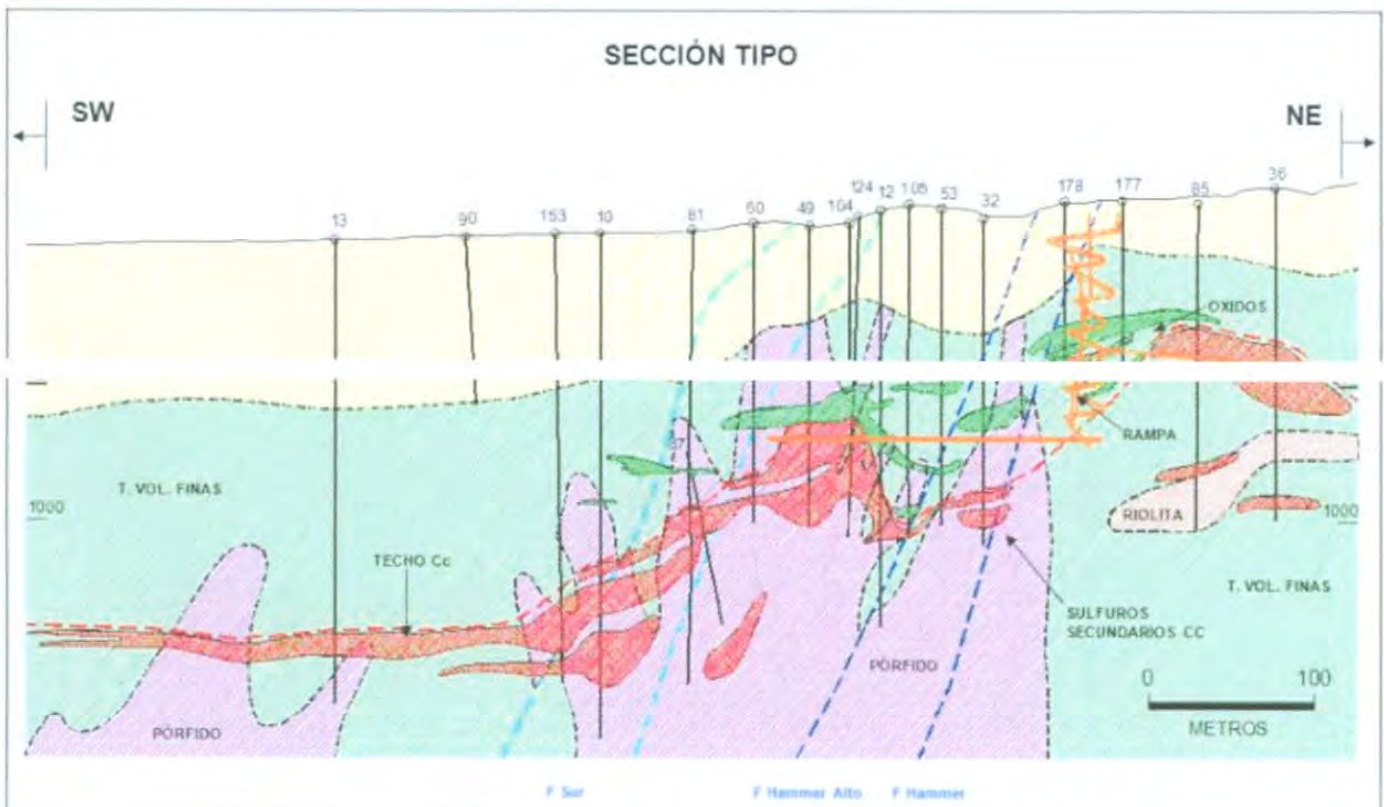
Figura 1. Mapa de México mostrando las ubicaciones de Sonora (negro), la del yacimiento Milpillas y su posición respecto a la provincia *Basin and Range* (zona gris).

#### 4. GEOLOGIA

El yacimiento es un pórfido de cobre, sepultado por un potente paquete de conglomerados Terciarios y encajonado en rocas volcánicas e intrusivas tipo pórfido de edad Mesozoica. Una zona superior arcillosa de lixiviación ácida, una zona intermedia de oxidación y depositación de óxidos de hierro y cobre, una zona inferior con depositación de sulfatos producto de alteración supergénica y sulfuros secundarios y una zona profunda de sulfuros primarios y alteración hipogénica.

Existen al menos seis mantos mineralizados superpuestos principales. Los tres más cercanos a la superficie, asociados a la zona de óxidos consisten de: óxidos verdes (brocantita, calcantita, malaquita, azurita y crisocola), óxidos rojos (cuprita, delafosita y cobre nativo) y óxidos negros (neotocita, melaconita, silicatos hidratados de cobre, manganeso y fierro y óxidos e hidróxidos de manganeso con cobre). Por lo menos dos supergénicos profundos, principalmente calcocita con escasa covelita, asociados a la zona de sulfuros secundarios y uno combinado intermedio.

El cuerpo de mineral menos profundo se localiza a unos 80 metros por debajo del contacto de las rocas encajonantes con el aluvi3n, la mineralizaci3n est3 constituida por sulfatos, carbonatos y sulfuros secundarios de cobre.





## 5. OPERACIÓN MINA

### 5.1. Métodos de Explotación

La compañía minera La Parreña, Unidad Milpillas se encarga de la extracción del mineral llamado Malaquita, convirtiéndolo mediante procesos químicos en cátodos de cobre de una ley de 99.99% de pureza, que finalmente termina en su venta.

El proceso de extracción de este mineral se basa en la combinación de varios métodos de explotación:

- Cuartos y pilares.
- Corte y relleno.
- Tumba sobre carga.

#### Cuartos y pilares

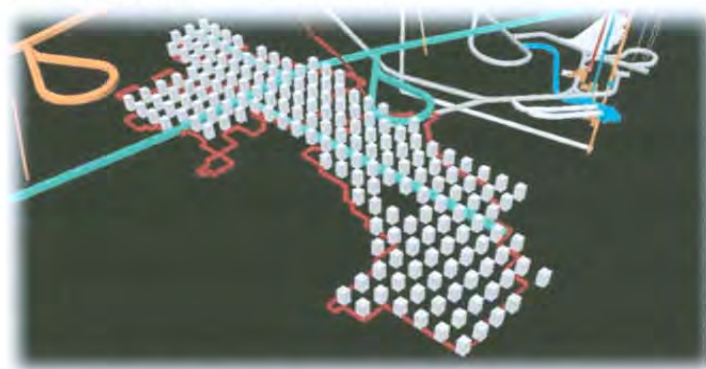
Consiste en excavar lo más posible el cuerpo mineralizado dejando pilares de mineral que permiten sostener el techo de material estéril.

Las dimensiones de las cámaras y de los pilares depende de la mayor o menor competencia de la roca sobrepuesta (estabilidad del techo) y también de la roca mineralizada (estabilidad de los pilares), como del espesor del manto y de las presiones existentes.

Por lo general los pilares se distribuyen en una disposición o arreglo lo más regular posible, y pueden tener una sección circular, cuadrada o rectangular semejando un muro. Las cámaras abiertas tienen forma rectangular o cuadrada.

Consideraciones de diseño:

- Estabilidad del techo
- Resistencia de los pilares
- Espesor del depósito
- Profundidad de la mina



Pilares: 8x8 metros, Cuartos: 6x5.5 metros y 4.5x5 metros

## Corte y Relleno

El minado por corte y relleno es producido removiendo el mineral en una serie de cortes horizontales y/o verticales, remplazando el mineral por material de desecho creando un vacío sobre el relleno que permita que el proceso continúe.

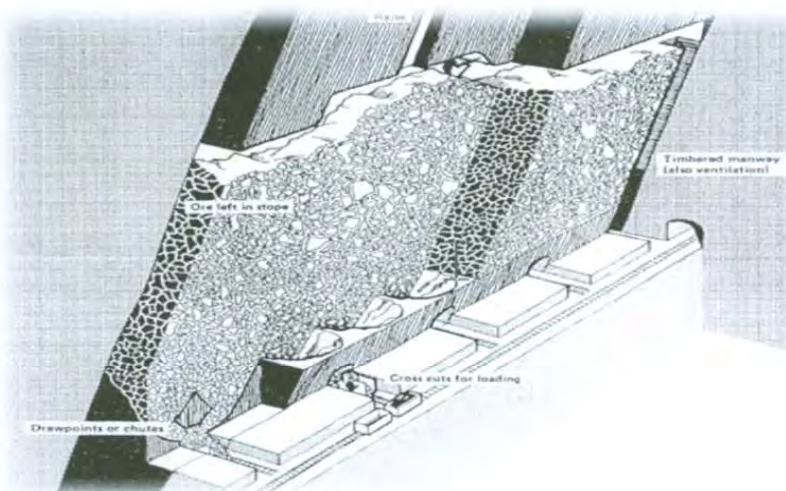


## Tumbe sobre Carga

Se corta el cuerpo de abajo hacia arriba y horizontalmente dejando el material tumbado como piso para seguir cortando.

Descripción general del método

- Es un método de explotación ascendente.
- Se excava el mineral en tajadas horizontales en secuencia ascendente.
- Utiliza el mineral quebrado del ciclo anterior como piso para continuar con el ciclo de minado siguiente.
- Se necesita dejar almacenado alrededor del 60% del mineral en el rebaje.

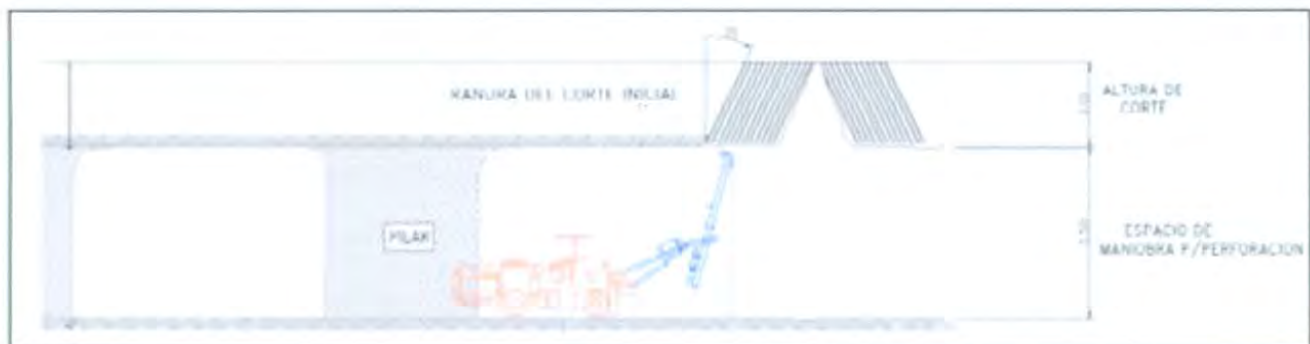


## 5.2. Ciclo de Producción

### Barrenación

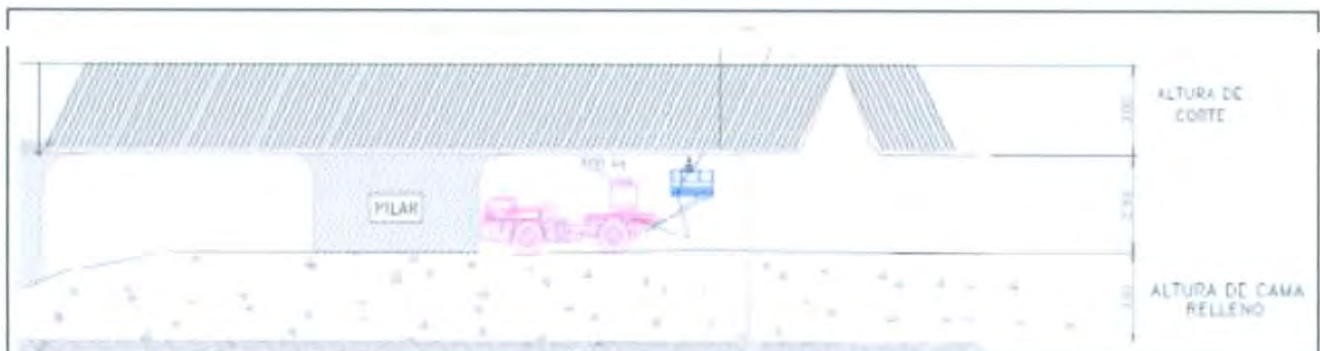
Se utilizan jumbos electrohidráulicos de dos brazos para el 60 % de la producción del mineral y de un brazo para el resto, el acero de barrenación tiene una medida de 3.65 metros (12 pies).

La barrenación es sub-vertical a 75 grados con una altura efectiva de 3 metros, requiriendo de una altura abierta de 5.5 a 6 metros para realizar satisfactoriamente esta actividad.



### Cargado de explosivo y voladura

Esta actividad se realiza con equipo mecanizado sobre neumáticos con capacidad de transporte de agente explosivo de 1,200 kilogramos, el cual proporciona servicio a los barrenos de producción. Para los desarrollos, la actividad se realiza con recipientes neumáticos manuales de 50 a 250 kilogramos de capacidad. Los explosivos utilizados son el agente explosivo (mexamon), alto explosivo de distintas medidas, tovox T-1, iniciadores no eléctricos de retardo (nonel), cordón detonante y cañuelas iniciadoras.





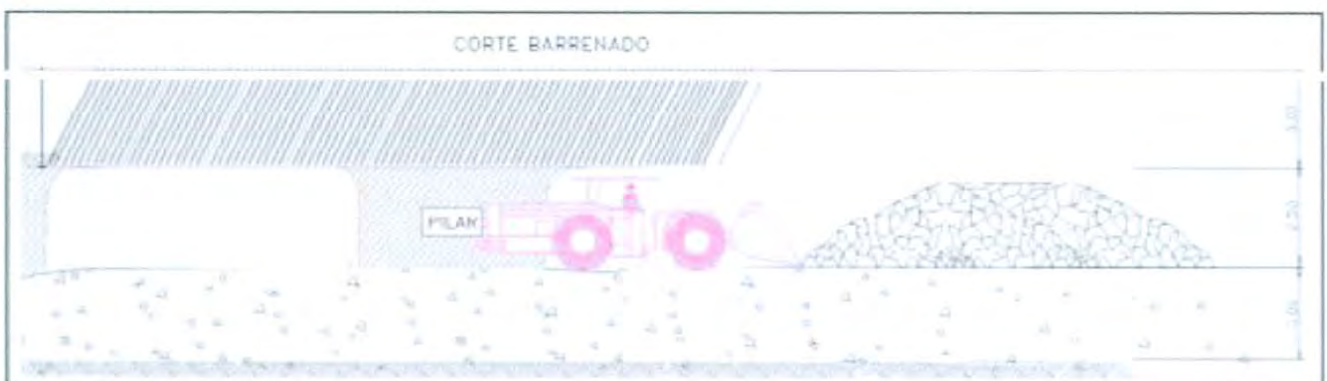
### Amacize de Obras

Después de la voladura el amacize se realiza manualmente sobre la rezaga, con barras de fibra de vidrio. Posteriormente se lleva a cabo un amacize con martillo de impacto de baja presión, montado en neumáticos.



### Rezagado

Esta operación se realiza con scoop-tram de 9.0 yardas cúbicas de capacidad o similar, los cuales acarrear el mineral de los rebajes de producción a distancias máximas de 175 metros para vaciar a metaleras de 2.4 metros de diámetro hacia el primer nivel de acarreo denominado N-992.







### Soporte y Anclaje

Esta operación se realiza con equipo mecanizado para anclaje de techo con anclas de varilla corrugada de 19 milímetros de diámetro y 3.1 metros de longitud, cementadas en un patrón de 1.7 x 1.7 metros y/o anclas de cable de acero de 15.2 milímetros de diámetro, de longitud que varía de 1 a 6 metros, dependiendo de la calidad del terreno y con un patrón de colocación de 1.8 x 1.8 metros, la cual será perforada con equipo mecanizado para anclaje de techo, hasta de un 40 % del área expuesta en forma sistemática. En los desarrollos, se utiliza concreto lanzado con resistencia de 250 kilogramos por centímetro cuadrado y una capa de 5 centímetros de espesor.



### Relleno

El material de relleno es producto de la excavación en los bancos de material de préstamo de superficie y es introducido a la mina por medio de contrapozos tepetateros de 2.4 metros de diámetro, con la ayuda de un cargador frontal y tractor.

En el nivel 1222 se cuenta con un sistema de acarreo de camiones para trasladar el material desde una tolva de carga a los diferentes puntos de vaciado a los rebajes de los niveles de producción, iniciando por los niveles 1292, 1100 y 992, posteriormente a los niveles 890 y 752.

La distribución del material en el interior del rebaje se efectúa con los scoop-tram, con sistema de expulsor en el cucharón, y el aplane del tepetate se realiza con dos tractores D-4 en capas de 3.0 metros, en el 85 % de los huecos generados en los rebajes de producción. El tepetate generado durante las actividades de avance de la mina es utilizado para relleno en los propios rebajes.



### 5.3. Extracción del Mineral

#### Acarreó de Mineral

El objetivo es asegurar una alta productividad al menor costo y confiabilidad en el sistema de acarreo de relleno y mineral, trituración y manto, para mantener un stock de mineral a planta de 2 días que permita una molienda continua que garantice el cumplimiento de los contenidos metálicos presupuestados.

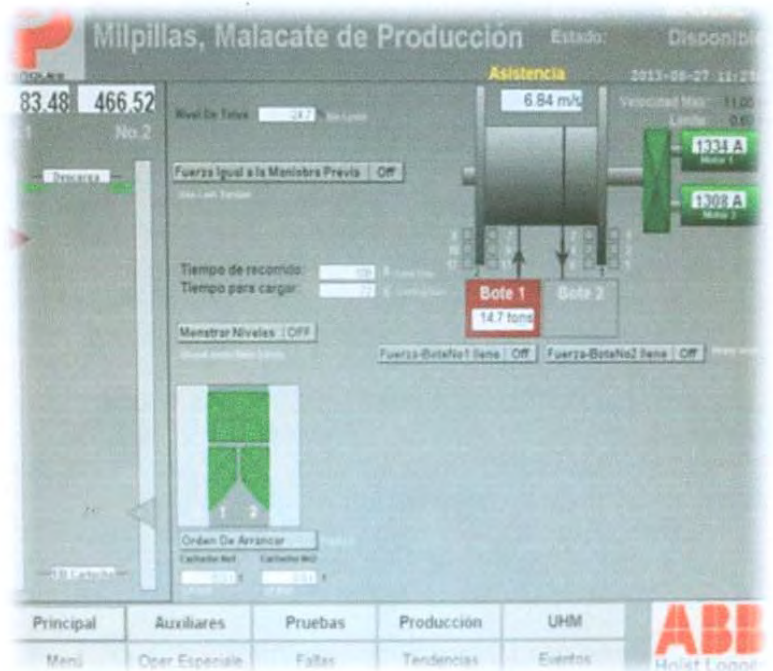
El acarreo de mineral en la Unidad Milpillás se realiza con camiones MAC y KENWORTH los cuales son cargados con Autocargador frontal de los diferentes rebajes.



El mineral se acarrea a la tolva que alimenta la quebradora de cono en Interior mina.



Posteriormente es manteadado a superficie con un malacate de fricción con un tambor de 10 pies.



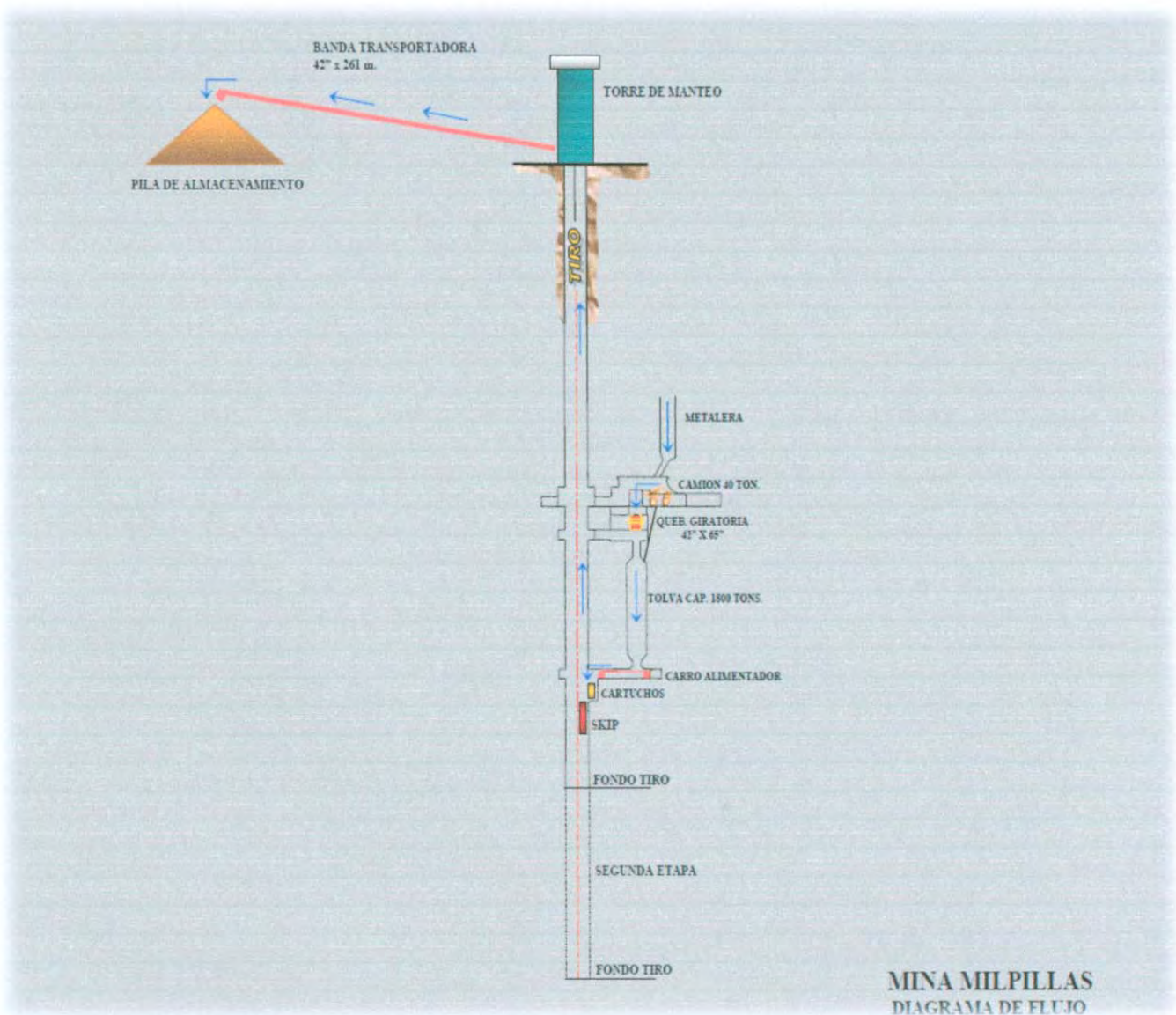
Una vez que el mineral es extraído a superficie en botes de manto de 15 toneladas y depositado en tolva de finos (capacidad de 1,000 toneladas), es llevado a través de 3 bandas que se traslapan para depositarlo en Stock Pile.



## Malacate

Para resguardar los malacates se cuenta con una torre de concreto armado con una sección de 11.6 x 11.6 metros y una altura de 40.0 metros, que sirve de alojamiento a dos malacates de fricción, una tolva para paso de mineral y la estructura de acero interior para soportar dos sistemas de cable guía rígida.

Los muros tienen un espesor de 0.30 metros que contienen placas ahogadas al concreto de 0.50 x 0.50 metros por 1" de espesor ancladas con cuatro varillas corrugadas de 1.0" de diámetro por 0.30 metros de longitud; sobre estas placas van colocados marcos de acero estructural ASTM A-36 a cada 6 metros.



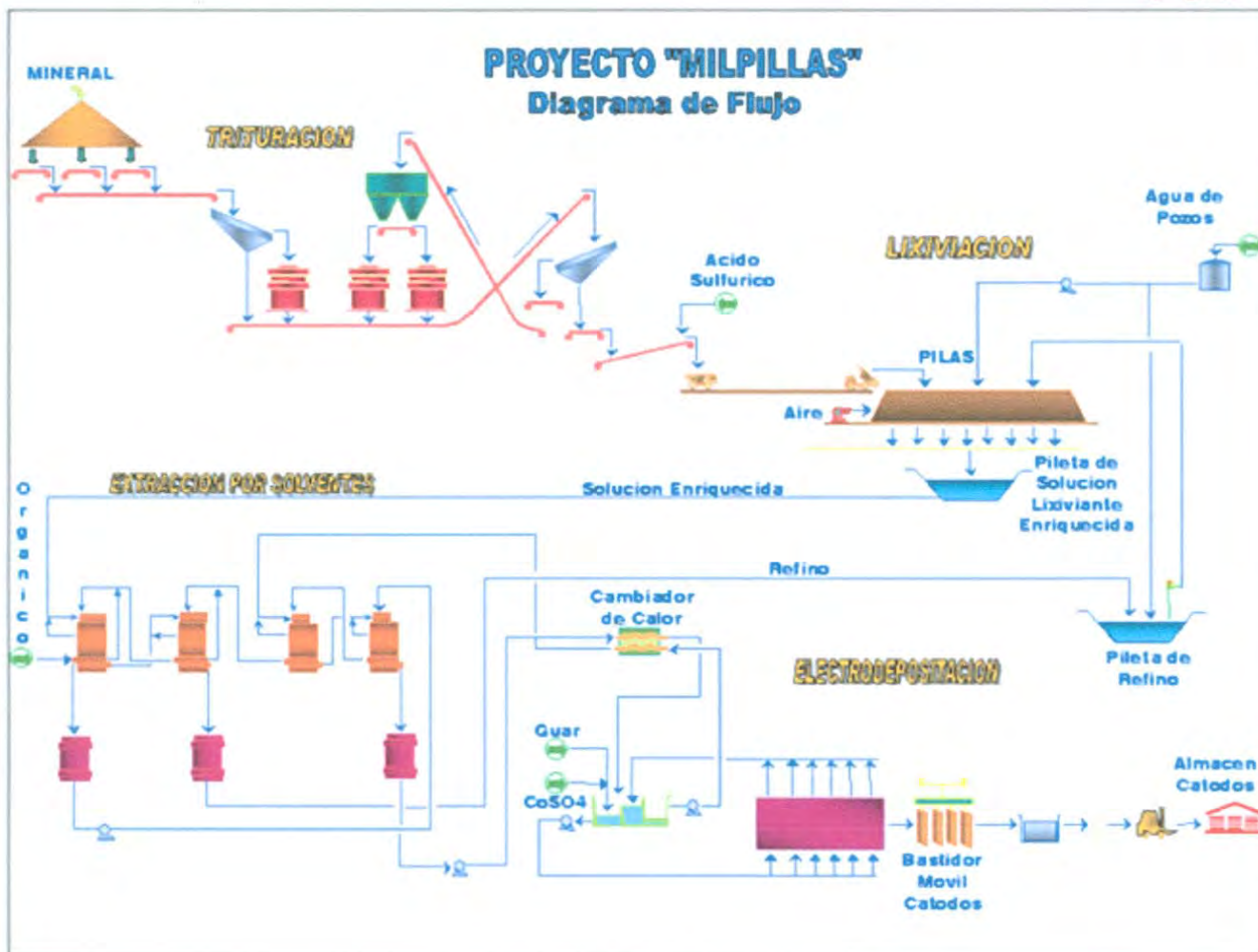


#### 5.4. Planta de Beneficio

El programa de producción de la planta Milpillás contempla la producción anual de 45,000 toneladas de cobre electrolítico durante los cuatro primeros años empezando en el año 2005, para aumentar a 65,000 toneladas anuales a partir del quinto año.

El proceso contempla las siguientes operaciones principales:

1. Trituración primaria, la cual se ubica en el interior de la mina.
2. Transporte de mineral grueso a la pila de almacenamiento. Se efectúa mediante un transportador de banda.
3. Pila de almacenamiento con la capacidad suficiente para asegurar la continuidad de los procesos de trituración secundaria, con alimentadores y transportador de banda para la recuperación del mineral.
4. Transporte, cribado y triturado en la planta de trituración secundaria y terciaria.
5. Aglomeración del mineral fino en bandas y descarga a camiones en un régimen de carga continua.
6. Transporte del mineral aglomerado hasta la zona de pilas de lixiviación.
7. Construcción de pilas de lixiviación permanentes (no removibles). La construcción de las pilas se efectúa por descarga de los camiones sobre la pila en formación y posterior acondicionamiento con maquinaria de movimiento de tierras. La pila está constituida por módulos diferenciados por los sistemas de riego y recolección de soluciones.
8. Captación y bombeo de soluciones de lixiviación. Las soluciones provenientes de las pilas son captadas en canaletas sectorizadas para recibir las soluciones de los diferentes módulos, para conducir las a las piletas respectivas.
9. Extracción por solventes. Dos etapas de extracción y dos de re-extracción.
10. Planta para tratamiento de grumos.
11. Electrodeposición. En este proceso se obtiene los cátodos de cobre, que son el producto final de la planta.



### 5.5. Producción

El programa de producción permitirá una vida operativa de 12 años desde el comienzo de la operación en el año 2005. La capacidad de producción de mineral es de 4,600 a 6,000 toneladas por día pero aumento de 8,500 a 9,000 toneladas de mineral por día cuando se explotaron los niveles inferiores al nivel 992 a partir del año 2012. La ley media del mineral es de 2.27 % de cobre lixiviable.

El producto obtenido del proceso metalúrgico son cátodos de cobre. Con este programa se pretende producir 61,300-64,700 toneladas de cobre, en la planta de extracción por solventes y electrodeposición desde el comienzo de la operación en el año 2005.



## 6. VOLADURAS

### Actividades del proceso de voladuras

Al llegar al lugar de voladura primeramente se debe de verificar el amacice y que este anclado, en los desarrollos. Solo se permitirá el acceso al sitio de carga de barrenos al personal autorizado para realizar esta actividad para iniciar el cargado de barrenos primeramente deberá de introducir el soplador de tubo de 1/2" para limpiar o sopletear los barrenos y dejarlos libres de agua y dentritos. La secuencia de limpieza debe de realizarse del cielo hacia abajo para evitar que se vuelvan a tapar, en el caso de los cuales debe retirarse toda la carga existente en la pata para que pueda hacerse la limpieza efectiva.

### Cargado

Introducir los bombillos cebados con la ayuda de un fainero de madera, utilizar retro con jaula para los barrenos que no se alcancen desde el piso, en este paso será necesario revisar las condiciones en las que se encuentra la retroexcavadora y la canastilla, se debe considerar que durante el movimiento del cucharón, la canastilla no esté en movimiento o balanceo alguno.

Posteriormente se procede a la colocación de los cebos y la inyección del ANFO iniciando de la cuña, ayudantes, primer cuadro, segundo cuadro y así sucesivamente, hasta terminar con los barrenos de cielo, tabla y piso. Todos los barrenos de contorno (cielo y tabla) deberán de ser cargados con T-1 (Explosivo de baja densidad), aplicando la técnica de post-corte.

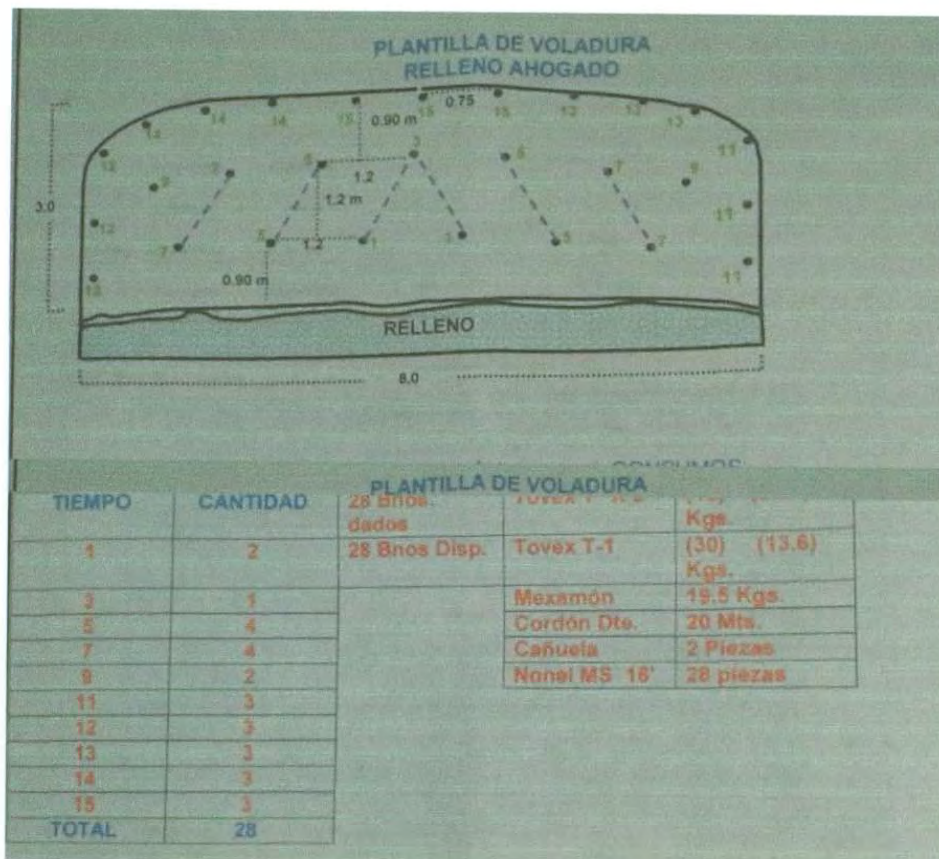
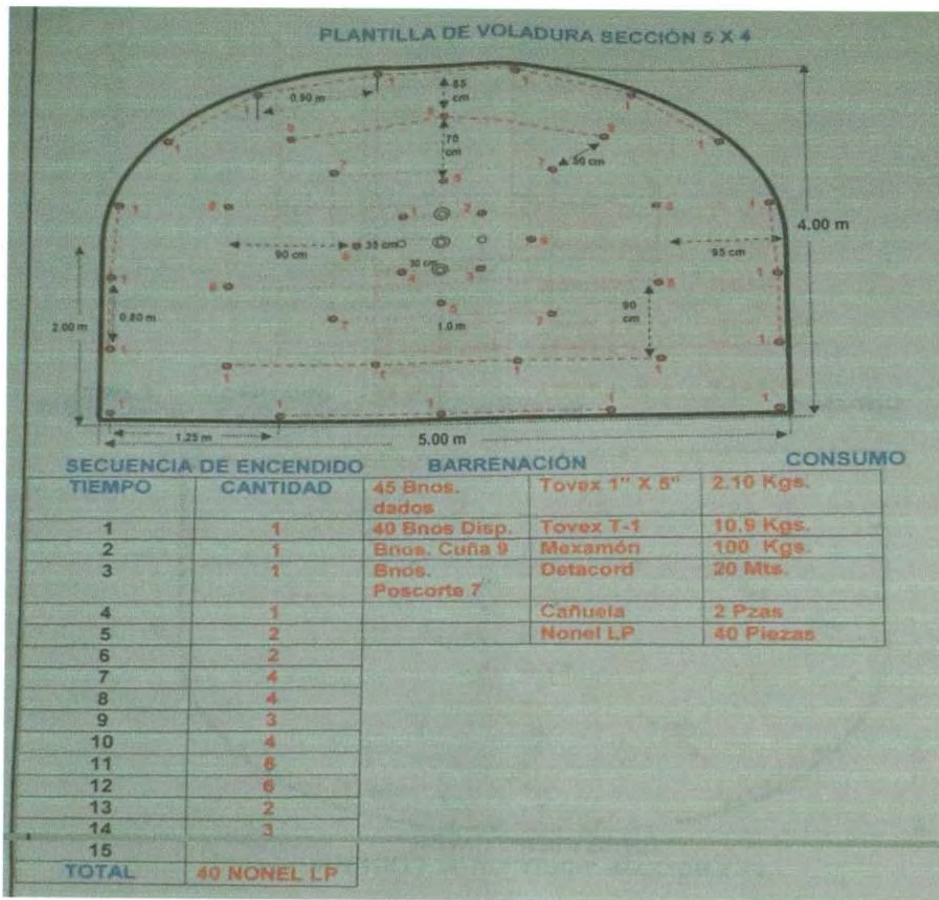
### Encadenado

Una vez terminado de cargar los barrenos la actividad que sigue es encadenar los conectores del nonel o cañuela al cordón detonante llevado a la misma secuencia que en el cargado de arriba hacia abajo, apoyado por una escalera, para optimizar el cordón detonante deberá recorrer los ganchos de los noneles hasta la punta y así unirlos al cordón, nunca deben de cruzarse los noneles con el cordón detonante.





## Plantillas de Voladuras







## **7. SEGURIDAD**

### **7.1. Política de seguridad Peñoles**

Garantizar ambientes de trabajo seguros y respeto por el entorno, basando las operaciones en una cultura de protección a la vida, la salud y los ecosistemas, mediante un sistema integral de administración, inmerso en un proceso de mejora continua.

### **7.2. Principios de filosofía de seguridad**

- 1.- Cero accidentes es posible y es lo único aceptable.
- 2.- Cada uno de nosotros aceptamos la responsabilidad de la seguridad.
- 3.- Nosotros estamos dispuestos a controlar todas las condiciones de exposición.
- 4.- Cada uno de nosotros aceptamos hacer de la seguridad una forma de vida.
- 5.- Cada uno de nosotros aceptamos ser responsables de asegurar la capacitación y entrenamiento en seguridad a todos nuestros colaboradores.
- 6.- Nosotros hacemos auditorías al desempeño de la seguridad e higiene laboral.
- 7.- Un trabajo bien hecho es un trabajo seguro.
- 8.- Cada uno de nosotros tenemos la responsabilidad de prevenir todas las deficiencias en nuestras áreas de responsabilidad.
- 9.- Garantizar a las familias de nuestro personal, que nuestros procesos operativos están diseñados y operan para garantizar la salud y la integridad física.
- 10.- La seguridad es un buen negocio.



### 7.3. Comisión de seguridad e higiene

La comisión de seguridad e higiene es la autoridad máxima en materia de seguridad. Está integrada por igual número de representantes tanto de la parte sindical como de la parte patronal.

Sus funciones son:

- Velar por el cumplimiento del reglamento y de la NOM-023-STPS
- Aprobar medidas preventivas o de control.
- Llevar actos de recorridos de seguridad y verificar que el acta cumple con todos los requisitos de la NOM-019-STPS y resguardar las actas debidamente firmadas.
- Realizar inspecciones mensuales basadas en un programa y en su reunión mensual para evaluar los avances del programa anual.
- Analizar las causas de accidentes y emitir recomendaciones para prevenirlos.

### 7.4. Reglas de cero tolerancias

Son reglas de seguridad que de no implementarse o cumplirse pueden causar accidentes:

- Colocación de barricada en caso de operar equipo o repararlo.
- Trabajo en alturas en altura mayor a 1.8 usar arnés y línea de vida.
- No se permite acceso de personal sin previa capacitación mínima de 5 días.
- No realizar actividades en interior mina sin previo amacizado.
- No ingresar a ninguna área si no se cuenta con el EPP requerido en cada área.
- Observación total mire, escuche, huela, sienta, actitud.

Estas reglas de Cero Tolerancia deberán de ser respetadas en todo momento ya que la violación ha resultado en accidentes graves por lo que la violación de cualquiera de estos puntos será motivo de la aplicación del Manual de Disciplina Vigente en la unidad.



## 7.5. Primeros auxilios

### Principios

- Mantener la calma.
- Evaluar antes de actuar.
- Descripción de lo ocurrido.
- Numero de victimas.
- Ubicación.
- Tranquilizar a los accidentados.
- Tomar el mando.

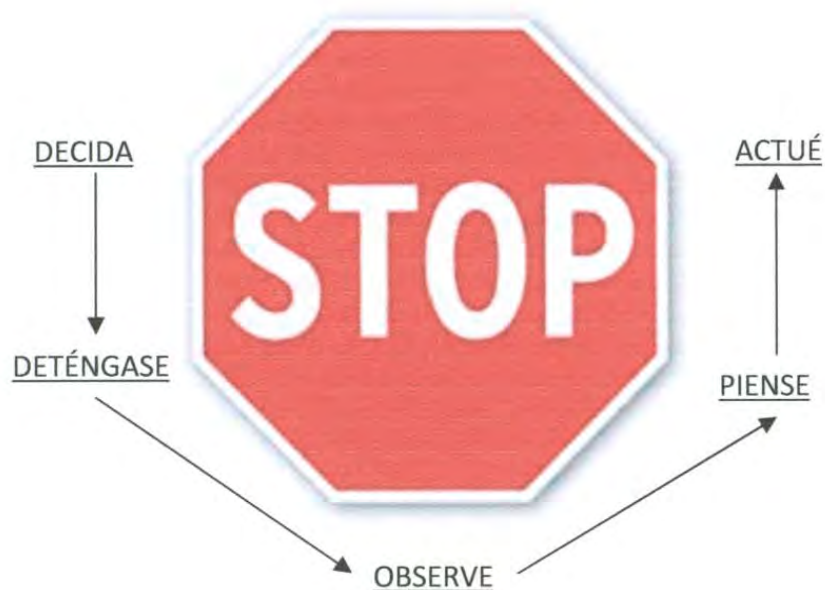
### Evaluación inicial

- Evaluar el estado de conciencia.
- "V.O.S. " = ver movimiento torácico, oír respiración y sentir el aliento.
- Presencia de signos y exploración del sitio donde se sospeche la lesión.

## 7.6. STOP

En Unidad Milpillás se implementó un sistema de seguridad llamado STOP (Seguridad en el Trabajo mediante la Observación Preventiva), en la cual se deben realizar ciertos pasos para llevarlo a cabo, los cuales son:

S.T.O.P. = Seguridad en el trabajo por medio de la observación preventiva





Decida: otorgue máxima prioridad a la seguridad.

Deténgase: preste toda su atención al área de trabajo.

Observe: busque actos inseguros y condiciones inseguras.

Piense: determine en que forma la seguridad podrá verse afectada por todo aquello que ha observado.

Actué: aplique su buen juicio para eliminar actos inseguros y condiciones inseguras y prevenir las lesiones.

### **Lista de observación STOP**

Procedimientos y normas de orden y limpieza

Compruebe que sean:

- Accesibles
- Adecuados
- Conocidos y entendidos
- Puestos en practica

### **Herramientas y equipo**

Asegúrese de que:

- Sean adecuados para el trabajo
- Se utilicen correctamente
- Se mantengan en buen estado

### **Equipo de protección personal**

Use la revisión de pies a cabeza:

- Cabeza
- Ojos y cara
- Orejas
- Sistema respiratorio
- Brazos y manos
- Tronco
- Piernas y pies



## Posiciones de las personas

Causas de lesiones:

- Golpearse contra o ser golpeados por objetos
- Quedar atrapado dentro, encima o entre objetos
- Caídas
- Tener contacto con temperaturas extremas
- Contacto con corriente eléctrica, inhalar, absorber o ingerir una sustancia peligrosa
- Esfuerzo excesivo
- Movimientos repetitivos
- Posiciones incorrectas/ posturas estáticas

Tener conciencia en la seguridad significa:

- Estar alerta a lo que hace y a lo que sucede a su alrededor
- Parte del trabajo de todo empleado
- Algo que aprende

Recurra a la observación total y a sus sentidos para que:

- Vea arriba, abajo, atrás, adentro, piense en las cuatro A
- Escuche por si hay sonidos poco usuales
- Huela por si hay olores poco usuales
- Sienta por si hay temperaturas o vibraciones poco usuales

Recurra a la auto-observación y a su "visión mental" para:

- Pensar en la manera que ha hecho el trabajo con anterioridad
- Pensar en el plan que tiene ahora para hacer el trabajo
- Compare estas imágenes con la manera en que el trabajo se debe hacer de la manera más segura

Adopte la actitud inquisitiva para preguntarse:

- ¿Qué cosas inesperadas pudieran ocurrir durante el trabajo?
- ¿Qué lesiones pudieran ocurrir si sucede algo inesperado?
- ¿Cómo se puede hacer este trabajo de la manera más segura?

STOP es un programa de seguridad realmente necesario en cualquier empresa, porque así se evitan accidentes y se crea conciencia en los empleados.

### 7.7. Equipo de protección personal (EPP)

El equipo de protección personal que le proporciona la empresa está diseñado para proteger su integridad personal y de peligros a la salud que no pueden ser eliminados de su área de trabajo.

El equipo de protección personal que se debe utilizar es el siguiente:

- Casco con reflejantes
- Lámpara
- Respirador
- Cinta reflejante
- Cinto
- Guantes
- Protectores auditivos
- Overol de manga larga
- Lentes
- Auto-rescatador
- Botas con protector de acero
- Detector de gases
- Angelito (detector de flujos de corriente)



### 7.8. Prevención de accidentes por caída de roca

Cuando caen pequeñas rocas del techo de la obra minera se le conoce como graneo de roca. Esto es muy peligroso porque se corre un grave riesgo de que caigan rocas más grandes y sufrir un accidente.

Cuando escuche y vea que la roca este graneando retírese de inmediato del lugar y acordone el área para que nadie tenga acceso a esa zona de riesgo. Después de que vea que no caen rocas se debe amacizar y declarar el área segura.

En interior mina se cuenta con sitios llamados escapes como una medida de prevención adicional para evitar accidentes de atropellamiento, aplastamiento o choque por el tránsito de maquinaria y vehículos. Los escapes tienen la función de proporcionar el espacio para ceder el paso a una maquinaria o vehículo, se deberá entonces

acceder a ellos en caso de que no se logre contacto visual con el operador o chofer y sea necesario facilitar el tránsito de maquinaria o vehículos.

Otro sistema de seguridad en interior mina son los refugios mineros como medida de emergencia para en los casos de que allá alguna contingencia, como la de presencia de monóxido de carbono. Dentro de estos refugios mineros se cuenta con todo lo necesario para que 20 personas puedan sobrevivir durante 74 horas.



Como conclusión, la seguridad en toda la unidad minera es algo primordial para que la empresa tenga un funcionamiento pleno, sin ella no podría existir un funcionamiento adecuado de las instalaciones y el equipo utilizado.





## 8. CONCLUSIONES

En Unidad Milpilllas me percate que el personal que trabaja en esta unidad minera se apoyan entre si dando mejores resultados, siendo esto un gran ejemplo y un mejor ambiente de trabajo.

Los empleados me otorgaron su apoyo brindándome sus conocimientos en las diferentes áreas, explicándome cuál era la situación, que es lo que se tenía que hacer en esos casos, aconsejándome sobre diferentes temas, llevándome a recorridos en las diferentes áreas de interior mina y sobre todo un ambiente de amistad, dándome una mayor confianza y una facilidad de palabra para relacionarme con todo el personal.

También esta práctica profesional me ayudó para entender y saber cómo es la actitud y comportamiento del Ingeniero en Minas dentro de la unidad, siendo esta de liderazgo y brindando confianza hacia los colaboradores.

Es una gran oportunidad complementar mis estudios realizando prácticas profesionales en Compañía Minera la Parreña, Unidad Milpilllas donde obtuve un gran aprendizaje sobre las materias y así poder complementarlas.

Hubo áreas que no pude conocer por el corto tiempo que estuve en esta unidad minera, como la planta, que es el siguiente proceso después de la extracción, esto para saber más sobre diseño y planeación de una unidad minera.

Estoy agradecido por la oportunidad y por el trato y las atenciones que me brindaron al llegar a esta una unidad minera y también agradecido por dejarme hacer una actividad brindándome una gran confianza.

El tiempo pasado en la unidad minera milpilllas fue un ciclo de aprendizaje, pude obtener datos más verídicos de lo que es y cómo se trabaja en una mina subterránea.

Todo lo aprendido por parte de ingenieros, operadores y demás personas que trabajan en la unidad minera, serán conocimientos que enriquezcan mi saber, y todos esos conocimientos me serán de mucha utilidad.



## ANALISIS DE LA EXPERIENCIA ADQUIRIDA

Durante las prácticas profesionales es muy importante la destreza para desarrollarse en varios temas, cosa que se hace constantemente en la universidad. Creo que la diferencia con las prácticas es que definitivamente lo lleva a uno a adaptar todo el mundo de ideas que se han visto en la carrera. La universidad sirve, pero no lo es todo.

Las prácticas exponen al estudiante frente a problemas y retos que no sólo le demandan el dominio de conocimientos técnicos, sino también habilidades para trabajar en equipo, tolerar la presión, planear el tiempo, relacionarse y sobre todo para comunicarse. En la experiencia de práctica no sólo se ponen a prueba conocimientos, sino la persona, como ser humano íntegro puesto al servicio de los intereses de una profesión.

Estas prácticas, me ayudaron más de lo que esperaba. No sólo en el ambiente laboral sino en el personal. Conocer nuevos ambientes, personas y estilos de vida, te ayuda a convertirte en una persona tolerante y con capacidad de adaptarte a situaciones nuevas y complejas. Me siento satisfecho con mi aprendizaje laboral, en el sentido de aplicar en la realidad lo que aprendes en la universidad te da la satisfacción de que no has perdido el tiempo. Finalmente, esta práctica me ha ayudado a darme cuenta de que no me equivoqué al escoger la carrera que estoy estudiando.

Considero que a partir de ahora hay una mayor conciencia de la importancia del conocimiento aplicable. Es decir, me parece que esta experiencias en las prácticas me ha llevado a distinguir con una mayor claridad el conocimiento útil del conocimiento inútil en lo que respecta a la realización de un trabajo práctico.

Es importante resaltar que las prácticas ha sido un "aterrizaje" completo. Me he dado cuenta que las herramientas más valiosas que he recibido en la Universidad ha sido la capacidad crítica y de análisis.

## RESULTADOS DEL DESEMPEÑO DE LAS PRÁCTICAS

Haber realizado mis prácticas profesionales en las compañías Goldcorp y Peñoles me ayudo a desarrollar y utilizar mis conocimientos adquiridos en la universidad, así como mis habilidades y aptitudes. Todo lo aprendido por parte de ingenieros, operadores y otro personal que trabajan en estas minas, es conocimiento que enriquece mi formación, y será de gran utilidad en mi futuro camino laboral.

Los resultados arrojados por el desempeño de mis actividades encomendadas a realizar durante el periodo a cubrir de mis prácticas profesionales, fueron muy óptimos y favorables.

Durante toda mi estancia de realización de prácticas profesionales no se me llevo a presentar ningún tipo de problema ni con el personal de la empresa, debido a que siempre efectué mis actividades con mucha responsabilidad, para que todos los resultados que se arrojaron fueran correctos, esto fue un logro más. Muchas veces el personal me hacía comentarios de felicitaciones y de motivación por mi gran desempeño, rendimiento dado, sobre todo por mi gran responsabilidad asumida y motivación que dedicaba a cada una de mis actividades encomendadas a realizar.

La realización de mis actividades no fue de una tarea fácil pero tampoco difícil, siempre mostré y tenía gran disposición para realizar el trabajo y cumplir con cada una de mis actividades encomendadas a realizar.

Puedo confirmar verdaderamente que todos los resultados arrojados de mis actividades realizadas si fueron factibles y como se esperaban que fueran, porque tanto el personal y como el representante de la empresa se sintió muy satisfecho por mi desempeño de todas mis actividades desarrolladas durante toda mi estancia de realización de prácticas profesionales.

El haber realizado este trabajo de prácticas profesionales fue de gran utilidad para comprender de otra forma las funciones que realice y ver los aspectos donde fue útil el apoyo dado. Es importante resaltar que este trabajo da una idea a los alumnos próximos a realizar prácticas profesionales y quieran titularse mediante esta forma. De tal manera les ayudara a aclarar dudas y que tengan en cuenta ciertos puntos importantes para la realización del mismo.

## Recomendaciones

La teoría que antecede a la práctica, es fundamental para la integración de los conocimientos profesionales, y a su vez, la aplicación práctica de la información académica, en su conjunto, es el espíritu mismo de la actividad y ejercicio profesional.

La práctica en el aprendizaje otorga la oportunidad de enfrentar el alumno a los problemas de su futuro, nutriendo su experiencia y formación. Es por ello que aumentar las salidas de campo, es de gran importancia para el alumno, el cual comprenderá una idea más general de su posterior campo de trabajo.

De la misma manera, mejorar y desarrollar las materias relacionadas con softwares mineros, se está estableciendo cada vez más, como una necesidad para el alumno egresado, ya que estos programas informáticos se han convertido en una herramienta indispensable para la explotación minera.

A través de la práctica de campo y del conocimiento más preciso de los softwares mineros, el alumno reforzará los conocimientos teóricos adquiridos en las asignaturas y a su vez utilizará las nuevas herramientas que en la industria minera ya son una realidad. Por lo tanto, de esta manera, se puede proporcionar una formación integral de aprendizaje a los estudiantes, generando ingenieros aptos y competentes para los requerimientos de la industria minera.